 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuel technique EES (Equipements d'exploitation et de sécurité)  <b>Fiche technique éléments de construction</b>  Ventilation	<b>23 001-11320</b>
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC <b>Office fédéral des routes OFROU</b>	<b>Capteurs</b>	V2.10 01.01.2025
Division infrastructure routière I		Page 1 de 6

## Sommaire

1	Généralités.....	1
1.1	Schéma de principe .....	1
1.2	Domaine d'application .....	2
1.3	Délimitations .....	2
1.4	Interfaces .....	2
2	Eléments de construction .....	3
2.1	Mesure du courant d'air.....	3
2.2	Mesure d'opacité .....	5
2.3	Monoxyde de carbone (CO) .....	6

## 1 Généralités

### 1.1 Schéma de principe

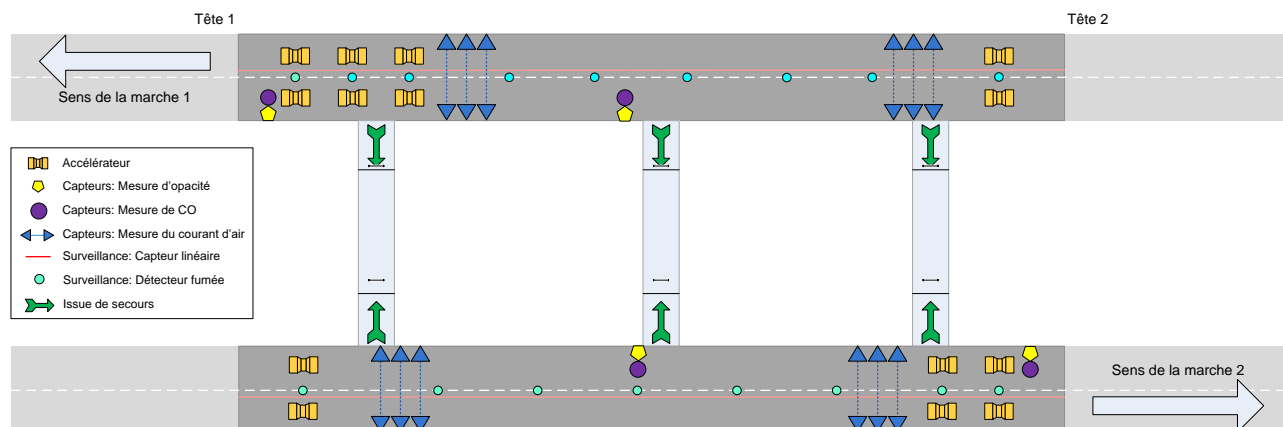



Figure 1: Exemple d'installation de capteurs

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuel technique EES (Equipements d'exploitation et de sécurité)  <b>Fiche technique éléments de construction</b>  Ventilation	<b>23 001-11320</b>
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC <b>Office fédéral des routes OFROU</b>	<b>Capteurs</b>	V2.10 01.01.2025
Division infrastructure routière I		Page 2 de 6

## 1.2 Domaine d'application

La fiche technique décrit les capteurs de ventilation et leurs fonctions en tant qu'installation partielle du système de commande et des programmes de ventilation de tunnels.

Les capteurs de ventilation incluent normalement les types d'appareils de mesure suivants:

- Mesure du courant d'air
- Mesure d'opacité

Dans des cas particuliers, des appareils de mesure supplémentaires peuvent s'avérer nécessaires, p. ex. pour le CO, la température, l'humidité de l'air et la pression barométrique.

## 1.3 Délimitations

La fiche technique complète la Directive 13001 « Ventilation des tunnels routiers ». Les capteurs de ventilation doivent satisfaire les exigences de cette Directive en ce qui concerne le nombre, les plages de mesure et les précisions de mesure.

Les prescriptions pour le choix des matériaux, du câblage et de la définition des zones font parties des fiches techniques spécifiques.

Les exigences techniques hardwares et softwares ainsi que les exigences pour la communication des automates et de la commande sont spécifiées dans les fiches techniques « Communication & Système de gestion ».

## 1.4 Interfaces

### 1.4.1 Construction

---


### 1.4.2 Energie

Le raccordement électrique des appareils de mesure est réalisé en 230 volts AC. L'alimentation s'effectue depuis le réseau secouru.

### 1.4.3 Communication

Suivant les différentes typologies d'appareils, relatives à la génération de la valeur de mesure, les solutions de communication suivantes sont possibles pour la liaison à la commande locale de la ventilation :

- Emission analogique ou digitale des signaux
- Liaison par bus de terrain comme p. ex. Profibus
- Liaison par bus RS485
- Liaison par réseau TCP-IP

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuel technique EES (Equipements d'exploitation et de sécurité)  <b>Fiche technique éléments de construction</b>  Ventilation	<b>23 001-11320</b>
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC <b>Office fédéral des routes OFROU</b>	<b>Capteurs</b>	V2.10 01.01.2025
Division infrastructure routière I		Page 3 de 6

## 2 Eléments de construction

### 2.1 Mesure du courant d'air

Le but de la mesure du courant d'air est de déterminer la direction du courant d'air et la vitesse moyenne d'écoulement, respectivement du débit volumétrique, dans la section de mesure.

- En exploitation normale:
  - Direction du courant d'air, afin que lors d'une pollution de l'air élevée le courant prédominant puisse être soutenu avec la ventilation.
- En cas d'incident :
  - Ventilation longitudinale sans bouchon, TU : éventuellement la direction du courant d'air, la ventilation fonctionne sans réglage.
  - Ventilation longitudinale avec bouchon TU ou TB : Direction du courant d'air et vitesse d'écoulement (comme grandeur réglée)
  - Tunnel avec ventilation d'air vicié (aspiration). Evènement dans la zone d'aspiration : La direction du courant d'air et la vitesse d'écoulement (comme grandeur réglée)
  - Tunnel avec ventilation d'air vicié (aspiration). Evènement au portail : La direction du courant d'air pour la décision, s'il faut expulser la fumée. Seulement en cas que l'écoulement entre dans le tunnel, la vitesse d'écoulement est requise de suite.

#### 2.1.1 Choix des appareils

Dans les tunnels, les mesures du courant d'air peuvent être réalisées soit par des appareils de mesure ponctuelle soit par des appareils de mesure linéaire.

La valeur du courant d'air dans une section de mesure résulte d'une mesure d'un appareil de mesure linéaire ou bien de deux appareils de mesure ponctuelle disposés face à face (valeur moyenne).


#### 2.1.2 Positionnement

Les appareils de mesure du courant d'air doivent être positionnés au moins 30 cm en dessous du plafond et à une hauteur d'environ 4.50 m pour éviter les dérangements par la couche limite sous la dalle et le brouillage réalisé par le trafic lourd. Avec des instruments de mesure ponctuels, une distance de 30 cm de la paroi doit être observée. La hauteur est déterminée par le passage et l'accessibilité.

La mesure du courant d'air doit être prévue à des endroits où la déduction de la vitesse moyenne d'écoulement est possible. Il doit être possible de mesurer le courant d'air dans les deux sens. Comme valeurs indicatives pour les distances minimales des mesures du courant d'air, il faut considérer :

- 100 m d'un élargissement d'arrêt (niche de stationnement),
- 100 m d'un ou des accélérateurs,
- 40 à 70 m d'un grand panneau de signalisation, changements de la section de l'espace trafic ou dérangements similaires.

Pour la commande en cas d'événement, il faut déterminer la plausibilité de chaque valeur de mesure du courant d'air à partir de 3 mesures indépendantes selon la Directive 13001 « Ventilation des tunnels routiers ».

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuel technique EES (Equipements d'exploitation et de sécurité) <b>Fiche technique éléments de construction</b> Ventilation	<b>23 001-11320</b>
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC <b>Office fédéral des routes OFROU</b>	<b>Capteurs</b>	V2.10 01.01.2025
Division infrastructure routière I		Page 4 de 6

#### Ventilation longitudinale:

A chaque tête de tunnel, il faut prévoir, en raison de la détermination de la plausibilité, un groupe de 3 mesures du courant d'air

#### Ventilation avec aspiration:

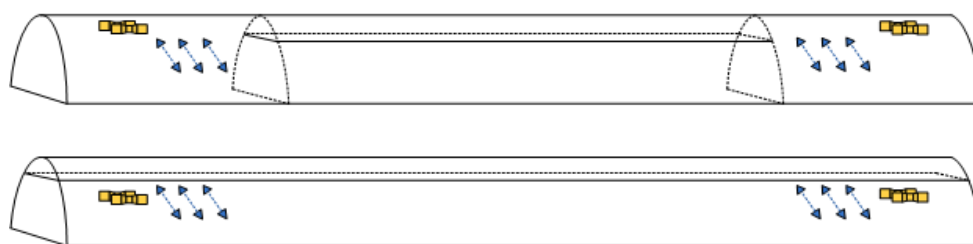
A chaque tête de tunnel, il faut prévoir, en raison de la détermination de la plausibilité des valeurs, un groupe de 3 mesures du courant d'air afin d'obtenir les informations nécessaires sur le changement immédiat de la vitesse à l'endroit d'aspiration. Si la longueur d'un tronçon ou de plusieurs tronçons avec gaine d'air vicié excède 1500 m, les fuites ont une influence sensible sur la vitesse du courant d'air dans l'espace trafic. Dans ce cas, il faut prévoir un groupe supplémentaire de 3 mesures au centre de ce tronçon. Le nombre de mesures du courant d'air est donc défini de la manière suivante :

$$N_{\text{Mesures du courant d'air}} = 2 \cdot 3 + N_{\text{Tronçon avec gaine d'air vicié} > 1500\text{m}} \cdot 3$$

#### Tunnel avec ventilation longitudinale (un tronçon de ventilation)




#### Tunnel avec aspiration et tronçon avec gaine d'air vicié ≤ 1500 m



#### Tunnel avec aspiration et tronçon avec gaine d'air vicié 1500 – 3000 m, là-dessus selon la formule



Figure 2: Positionnement des mesures du courant d'air

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuel technique EES (Equipements d'exploitation et de sécurité)  <b>Fiche technique éléments de construction</b>  <b>Ventilation</b>	<b>23 001-11320</b>
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC <b>Office fédéral des routes OFROU</b>	<b>Capteurs</b>	V2.10 01.01.2025
Division infrastructure routière I		Page 5 de 6

### 2.1.3 Exigences

Valeur mesurée	Direction du courant d'air, vitesse du courant d'air comme indicateur du débit volumétrique, température d'air
Moyenne en exploitation normale	30 s
Moyenne en cas d'événement	10 s
Temps de réponse T90	10 s (après 10 s 90% de la valeur finale doit être atteint)
Plage de mesure	voir Directive 13001 « Ventilation des tunnels routiers »
Précision de la mesure	voir Directive 13001 « Ventilation des tunnels routiers »
Protection	IP65 dans l'espace trafic
Chauffage	selon besoin, dans la zone des têtes pour éviter le givrage
Etalonnage	La détermination/définition des facteurs de correction pour la déduction de la vitesse moyenne d'écoulement est obligatoire. Les capteurs mesurant la vitesse de l'écoulement d'air doivent être pré-calibrés en usine dans une soufflerie et sont prêts à être utilisés.
Intervalle de maintenance	≥ 1 ans
Entrées/Sorties	- Valeur mesurée (avec moyenne paramétrable) - Direction du courant d'air - Signalisation groupée défaut
Evénement	Les mesures du courant d'air proches de l'événement sont à exclure

## 2.2 Mesure d'opacité

La mesure d'opacité est exclusivement utilisée en exploitation normale.

### 2.2.1 Choix des appareils

Les appareils de mesure d'opacité peuvent être montés :

- directement dans l'espace trafic
- dans un local technique (appareils d'analyse), l'extraction de l'air du tunnel s'effectuant depuis un point d'aspiration sur la paroi du tunnel.


Quand un système avec extraction de l'air du tunnel est choisi, cette extraction peut être utilisée en commun avec des appareils de mesure de CO, si ces derniers sont exceptionnellement requis.

Le fonctionnement du système de mesure doit être surveillé de façon automatique.

### 2.2.2 Positionnement

Dans une section, Le positionnement des points de mesure d'opacité est réalisé en dehors de l'espace utile pour le trafic, sur la paroi du tunnel à une hauteur d'environ 2.2 m.

Quand il s'agit d'un point d'aspiration avec un tube d'extraction raccordé, il faut prévoir une protection pour empêcher les dommages et la pénétration de l'eau sale ou de l'eau de lavage. L'accumulation de l'eau de condensation dans le tube d'extraction doit être évitée. En règle générale, la longueur maximale du tube d'extraction ne doit pas dépasser les 300 m.

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuel technique EES (Equipements d'exploitation et de sécurité)  <b>Fiche technique éléments de construction</b>  Ventilation	<b>23 001-11320</b>
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC <b>Office fédéral des routes OFROU</b>	<b>Capteurs</b>	V2.10 01.01.2025
Division infrastructure routière I		Page 6 de 6

### 2.2.3 Exigences

Valeur mesurée	Coefficient d'extinction k
Plage de mesure	voir Directive 13001 « Ventilation des tunnels routiers »
Précision de la mesure	voir Directive 13001 « Ventilation des tunnels routiers »
Protection	IP65 dans l'espace trafic
Etalonnage	Egalisation à zéro et ajustement automatique (compensation de la dérive)
Chauffage cause brouillard	Selon besoin dans la zone des têtes
Intervalle de maintenance	≥ 1 ans
Entrées/Sorties	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Valeur mesurée</li> <li>- Signalisation groupée défaut</li> <li>- Etalonnage en cours (signalisation de l'état d'étalonnage à la commande supérieure)</li> </ul>

## 2.3 Monoxyde de carbone (CO)

### 2.3.1 Choix des appareils

Par analogie avec appareils d'opacité.

### 2.3.2 Positionnement

Par analogie avec appareils d'opacité.

### 2.3.3 Exigences

Appareil de mesure individuel	Mesure électrochimique, continue
Valeur mesurée	Concentration en ppm
Plage de mesure	voir Directive 13001 « Ventilation des tunnels routiers »
Précision de la mesure	voir Directive 13001 « Ventilation des tunnels routiers »
Protection	IP65 dans l'espace trafic
Egalisation à zéro	avec gaz d'essai
Intervalle de maintenance	≥ 1 ans
Entrées/Sorties	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Valeur mesurée</li> <li>- Signalisation groupée défaut</li> <li>- Etalonnage en cours (signalisation de l'état d'étalonnage à la commande supérieure)</li> </ul>