

# NORME INTERNATIONALE

**ISO**  
**9785**

Première édition  
1990-08-01

---

---

**Construction navale — Ventilation des espaces  
cargaison des navires dans lesquels des  
véhicules à moteur à combustion interne  
peuvent être utilisés — Calcul du débit d'air total  
théorique exigé**

*ISO 9785:1990*  
*Shipbuilding — Ventilation of cargo spaces where internal combustion  
engine vehicles may be driven — Calculation of theoretical total airflow  
required*



Numéro de référence  
ISO 9785:1990(F)

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 9785 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 8, *Construction navale et structures maritimes*.

L'annexe A fait partie intégrante de la présente Norme internationale.  
L'annexe B est donnée uniquement à titre d'information.

# Construction navale — Ventilation des espaces cargaison des navires dans lesquels des véhicules à moteur à combustion interne peuvent être utilisés — Calcul du débit d'air total théorique exigé

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit des méthodes de calcul de la quantité théorique d'air extérieur nécessaire pour diluer l'air pollué et l'amener dans les concentrations limites permises tenant compte de la durée d'exposition pendant le travail, dans les espaces cargaison des navires dans lesquels des véhicules à moteur à combustion interne peuvent être utilisés.

L'annexe A donne les quantités moyennes de polluants contenues dans les gaz d'échappement des véhicules à moteur à combustion interne pouvant être utilisés dans les espaces cargaison des navires.

L'annexe B donne des informations de caractère général et des directives pour une mise en œuvre correcte de la ventilation des espaces cargaison des navires dans lesquels des véhicules à moteur à combustion interne peuvent être utilisés.

NOTE 1 Les utilisateurs de la présente Norme internationale noteront que, tout en observant les prescriptions de la norme, ils devront s'assurer qu'ils satisfont en même temps aux prescriptions, règles et règlements qui peuvent s'appliquer à chaque navire considéré.

## 2 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

**2.1 espace cargaison:** Espace utilisé pour entreposer la cargaison, dans lequel des véhicules peuvent être utilisés.

**2.2 zone de travail:** Zone occupée par le personnel au travail.

**2.3 concentrations limites tenant compte de la durée d'exposition pendant le travail** (ci-après désignées par «**concentrations limites**»): Concentrations les plus élevées, pondérées sur une période de temps spécifiée (moyenne pondérée dans le temps), des substances en suspension dans l'air présentant des risques pour la santé des travailleurs.

NOTE 2 Une concentration limite se rapporte soit à une exposition de longue durée, soit à une exposition de courte durée et est fixée par l'autorité concernée.

## 3 Calcul du débit d'air

### 3.1 Volume de l'espace

Le volume des espaces cargaison est le volume brut sans déduction des cargaisons ni des membrures, porques, épontilles, conduits, etc.

En cas de vaigrage ou d'isolation des espaces cargaison, le volume doit être calculé sur vaigrage ou sur isolation.

### 3.2 Débit d'air soufflé

#### 3.2.1 Généralités

Le débit d'air extérieur soufflé dans l'espace cargaison doit être calculé en utilisant parmi les critères suivants celui qui donne la valeur la plus grande:

- nombre minimal de renouvellements d'air selon les prescriptions réglementaires applicables;
- débit d'air extérieur soufflé exigé pour maintenir la valeur de la concentration limite.

### 3.2.2 Débit d'air extérieur soufflé pour maintenir la valeur de la concentration limite

Le débit d'air extérieur soufflé pour maintenir la valeur de la concentration limite est la somme des débits d'air extérieur soufflés par véhicule en fonctionnement, calculés suivant 3.2.2.1 ou 3.2.2.2 pour de l'air extérieur respectivement normalement pollué ou fortement pollué.

#### 3.2.2.1 Air extérieur normalement pollué

Le débit d'air extérieur normalement pollué nécessaire par véhicule en fonctionnement,  $q_v$ , en mètres cubes par seconde, est donné par l'équation

$$q_v = \frac{q_m}{\alpha \cdot c}$$

où

$q_m$  est la pollution par véhicule en fonctionnement, en milligrammes par seconde (voir article 4);

$\alpha$  est le facteur de dilution (voir article 5);

$c$  est la valeur de la concentration limite, en milligrammes par mètre cube.

(Voir des exemples d'application types à l'article B.2.)

NOTE 3 La teneur en polluants d'un air extérieur normalement pollué peut être considérée comme inférieure à 1/40 de la valeur de la concentration limite.

#### 3.2.2.2 Air extérieur fortement pollué

Le débit d'air extérieur fortement pollué nécessaire par véhicule en fonctionnement,  $q_v$ , en mètres cubes par seconde, est donné par l'équation

$$q_v = \frac{q_m}{\alpha(c - c')}$$

où

$q_m$ ,  $\alpha$  et  $c$  sont tels que définis en 3.2.2.1;

$c'$  est la teneur en polluant considéré de l'air extérieur, en milligrammes par mètre cube.

## 4 Pollution par les véhicules

Le client doit spécifier le type de moteur des véhicules, la taille du moteur, les cycles de fonctionnement (activité à bord) et le nombre prévisible de véhicules normalement en fonctionnement simultanément dans chaque zone de travail.

Lorsque les données spécifiques de la quantité de polluants, produite par ces véhicules (substances présentant des risques pour la santé) ne sont pas disponibles, les données de l'article A.1 doivent être utilisées. Si les cycles de fonctionnement diffèrent de ceux prévus dans l'article A.1, les quantités calculées selon l'article A.2 doivent être utilisées.

## 5 Facteur de dilution

Le facteur de dilution indique le degré de dilution estimé ou possible de la pollution de l'air dans les espaces cargaison.

Le client doit spécifier le facteur de dilution en tenant compte des prescriptions légales. En l'absence d'une telle spécification, les facteurs suivants doivent être utilisés:

- 0,3 pour les espaces cargaison à marchandises diverses;
- 0,4 pour les espaces cargaison des transporteurs de voitures;
- 0,8 pour les espaces cargaison des transbordeurs dont le système de ventilation est tel que l'air est soufflé à une extrémité de l'espace et aspiré à l'autre extrémité opposée.

NOTE 4 Voir article B.3.

## Annexe A (normative)

### Polluants provenant des véhicules dans les espaces cargaison des navires

#### A.1 Évaluation de la teneur en polluants dans les gaz d'échappement des véhicules à bord des navires

Les valeurs moyennes de la quantité de polluants en question présents dans les gaz d'échappement produits par les véhicules à moteur à combustion interne fonctionnant dans les espaces cargaison des navires sont données en A.1.1 à A.1.5.

##### A.1.1 Grands chariots élévateurs

Utilisés pour le chargement et le déchargement des navires rouliers.

Cycle normal de fonctionnement:

une levée de la charge (environ 45 s), un déplacement et un fonctionnement au ralenti.

Quantité moyenne de NO<sub>2</sub> produite:  $\approx 36$  mg/s.

Type de moteur:

— moteur à allumage par compression (diesel) suralimenté par turbocompresseur;

— puissance:  $\approx 150$  kW.

##### A.1.2 Petits chariots élévateurs

Utilisés pour une manutention locale de la cargaison à bord des navires.

Cycle normal de fonctionnement:

une levée de la charge, un déplacement et un fonctionnement au ralenti.

Quantité moyenne de NO<sub>2</sub> produite:  $\approx 3$  mg/s.

Quantité moyenne de CO produite:  $\approx 50$  mg/s.

Type de moteur:

— moteur à allumage par compression, atmosphérique;

— puissance:  $\approx 74$  kW.

##### A.1.3 Grands camions et bus

Pouvant être conduits à bord des transbordeurs et des navires rouliers.

Cycle normal de fonctionnement:

un chargement du système d'air comprimé du circuit de freinage, une accélération et un fonctionnement à vitesse lente.

Quantité moyenne de NO<sub>2</sub> produite:  $\approx 45$  mg/s pour un départ à froid.

Type de moteur:

— moteur à allumage par compression suralimenté par turbocompresseur;

— puissance:  $\approx 150$  kW.

##### A.1.4 Voitures particulières (vitesse lente)

Les conditions suivantes sont données pour des voitures conduites à bord des transbordeurs.

Cycle normal de fonctionnement:

une marche à vitesse lente, une accélération modérée, l'utilisation du frein moteur et un ralenti.

Quantité moyenne de CO produite:  $\approx 340$  mg/s pour un départ à froid.

Type de moteur:

— moteur à allumage par étincelle de 1 000 cm<sup>3</sup> à 2 200 cm<sup>3</sup>.

##### A.1.5 Voitures particulières (vitesse modérée)

Les conditions suivantes sont données pour des voitures conduites à bord des transporteurs de voitures.

Cycle normal de fonctionnement:

une marche à vitesse lente et une courte période de ralenti.

Quantité moyenne de CO produite:

≈ 250 mg/s pour les voitures neuves;

≈ 320 mg/s pour les voitures d'un certain âge;

pour un départ à froid dans les deux cas.

Type de moteur:

- moteur à allumage par étincelle de 1 000 cm<sup>3</sup> à 2 200 cm<sup>3</sup>.

## A.2 Quantités de polluants dans les gaz d'échappement

Les tableaux suivants, qui donnent les quantités de monoxyde de carbone (CO), d'oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), d'hydrocarbures (HC) et de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), dans les gaz d'échappement produits par les moteurs à allumage par étincelle et les moteurs à allumage par compression sont valables pour les moteurs sans épurateur de gaz d'échappement. Les valeurs citées sont des valeurs moyennes et doivent être considérées comme représentatives d'un grand groupe de véhicules.

### A.2.1 Moteurs à allumage par étincelle de 1 000 cm<sup>3</sup> à 2 200 cm<sup>3</sup> de volume de cylindres

Le tableau A.1 indique les quantités de polluants émises par les moteurs à allumage par étincelle de 1 000 cm<sup>3</sup> à 2 200 cm<sup>3</sup> de volume de cylindres (exemple de véhicule: voitures particulières). Les valeurs s'appliquent au moteur chaud.

Pour un départ à froid avec le starter en service, la pollution est augmentée de 100 % ou plus.

Pour les moteurs modernes (à partir de 1977), la quantité de CO émise est réduite de 50 %, celle de HC de 15 % à 20 % et celle de NO<sub>x</sub> de 20 % à 25 %.

### A.2.2 Moteurs à allumage par compression

#### A.2.2.1 Moteurs à allumage par compression suralimentés par turbocompresseur, d'une puissance approximative de 150 kW

Le tableau A.2 indique les quantités de polluants émises par les moteurs à allumage par compression suralimentés par turbocompresseur, d'une

puissance approximative de 150 kW (exemples de véhicules: gros camions et grands chariots élévateurs). Les valeurs s'appliquent au moteur chaud.

Les moteurs qui sont démarrés à froid et tournent plus vite émettent environ 100 % de plus de CO et de HC alors que la quantité de NO<sub>2</sub> reste inchangée.

#### A.2.2.2 Moteurs à allumage par compression, atmosphériques avec chambre à réserve d'air, d'une puissance approximative de 150 kW

Le tableau A.3 indique les quantités de polluants émises par les moteurs à allumage par compression, atmosphériques avec chambre à réserve d'air, d'une puissance approximative de 150 kW (exemples de véhicules: gros camions et bus). Les valeurs s'appliquent au moteur chaud.

Les moteurs qui sont démarrés à froid et tournent plus vite émettent environ 100 % de plus de CO et de HC, alors que la quantité de NO<sub>2</sub> reste inchangée.

#### A.2.2.3 Moteurs à allumage par compression, atmosphériques sans chambre à réserve d'air, d'une puissance approximative de 130 kW

Le tableau A.4 indique les quantités de polluants émises par les moteurs à allumage par compression, atmosphériques sans chambre à réserve d'air d'une puissance approximative de 130 kW (exemples de véhicules: camions et bus). Les valeurs s'appliquent au moteur chaud.

Les moteurs qui sont démarrés à froid et tournent plus vite émettent environ 100 % de plus de CO et de HC, alors que la quantité de NO<sub>2</sub> reste inchangée.

#### A.2.2.4 Moteurs à allumage par compression, atmosphériques sans chambre à réserve d'air, d'une puissance approximative de 74 kW

Le tableau A.5 indique les quantités de polluants émises par les moteurs à allumage par compression, atmosphériques sans chambre à réserve d'air, d'une puissance approximative de 74 kW (exemples de véhicules: chariots à fourche et voitures particulières). Les valeurs s'appliquent au moteur chaud.

Les moteurs qui sont démarrés à froid et tournent plus vite émettent environ 100 % de plus de CO et de HC, alors que la quantité de NO<sub>2</sub> reste inchangée.

Tableau A.1

Cycle de fonctionnement	Polluants, mg/s		
	CO	NO <sub>x</sub>	HC
Ralenti (600 tr/min à 1 000 tr/min)	100 à 150	1 à 2	10 à 15
Vitesse constante, 15 km/h	200 à 250	3,3 à 3,5	15 à 20
Vitesse constante, 30 km/h	250 à 300	7 à 8,5	15 à 20
Accélération, 0,6 m/s <sup>2</sup> (0 km/h à 15 km/h)	250 à 300	5 à 6,5	15 à 20
Frein moteur, 0,6 m/s <sup>2</sup> (15 km/h à 0 km/h)	110 à 140	1	28 à 33

Tableau A.2

Cycle de fonctionnement	Polluants, mg/s			
	CO	NO <sub>x</sub>	HC	NO <sub>2</sub>
Ralenti	20 à 30	17 à 25	15 à 25	5 à 8
Levage, 2 550 tr/min	170	10 à 100	≈ 100	5 à 50
Déplacement, 2 260 tr/min	150	600 à 700	≈ 130	25 à 30

iTech STANDARD PREVIEW

Tableau A.3

(standards.itech.ai)

Cycle de fonctionnement	Polluants, mg/s			
	CO	NO <sub>x</sub>	HC	NO <sub>2</sub>
Ralenti	20 à 25	25 à 30	2 à 4	8 à 9
Levage, 2 150 tr/min	50 à 60	10 à 130	10 à 15	5 à 65
Déplacement, 2 000 tr/min	130 à 150	100 à 225	15 à 35	4 à 9

Tableau A.4

Cycle de fonctionnement	Polluants, mg/s			
	CO	NO <sub>x</sub>	HC	NO <sub>2</sub>
Ralenti	20 à 25	15 à 20	10 à 15	5 à 6
Levage, 2 200 tr/min	50 à 60	22 à 26	40 à 50	10 à 15
Déplacement, 2 200 tr/min	170 à 200	135 à 150	10 à 15	5 à 6

Tableau A.5

Cycle de fonctionnement	Polluants, mg/s			
	CO	NO <sub>x</sub>	HC	NO <sub>2</sub>
Ralenti	3 à 5	2 à 5	1	0,5 à 1,5
Levage, 3 000 tr/min	50 à 60	5 à 10	30 à 40	2,5 à 5
Déplacement, 3 000 tr/min	60 à 70	40 à 50	10 à 20	1,5 à 2,5

## Annexe B (informative)

### Informations générales et directives pour une bonne pratique

Le but de la partie normative de la présente Norme internationale est d'assurer que l'exposition à des substances dangereuses pour la santé, dans les zones de travail des espaces cargaison des navires, est limitée autant qu'il est raisonnablement possible. En règle générale, ceci peut être accompli en limitant autant que possible les gaz d'échappement (contrôle du trafic) et en assurant un débit d'air élevé dans les espaces cargaisons.

#### B.1 Constituants des gaz d'échappement des moteurs à combustion interne

Les gaz d'échappement produits par les moteurs à combustion interne contiennent des centaines de substances chimiques. Les principaux composants sont l'azote ( $N_2$ ), l'oxygène ( $O_2$ ), le monoxyde de carbone (CO), le monoxyde d'azote (NO), le dioxyde d'azote ( $NO_2$ ), des aldéhydes tels que le formaldéhyde, des polyaromatiques tels que le benzo[a]pyrène, des composés organiques de plomb et des particules de plomb, etc. Le monoxyde d'azote et le dioxyde d'azote sont, en règle générale, considérés ensemble comme des oxydes d'azote et dénommés  $NO_x$ .

Les polluants de l'air qui sont d'un intérêt primordial lorsque l'on estime les effets nuisibles à la santé des gaz d'échappement produits par les véhicules à moteurs à allumage par étincelle ou à moteur à allumage par compression sont, avant tout le monoxyde de carbone (CO), le monoxyde d'azote (NO), le dioxyde d'azote ( $NO_2$ ). Le plomb et le benzo[a]pyrène peuvent aussi présenter de l'intérêt.

Le monoxyde de carbone (CO), et le dioxyde d'azote ( $NO_2$ ) sont pris comme substances critiques lors du dimensionnement d'une installation de ventilation pour diluer et évacuer les gaz d'échappement produits par les véhicules à moteur à combustion interne.

Lorsqu'il s'agit de véhicules à moteur à allumage par étincelle, le CO est la substance critique; lorsqu'il s'agit de véhicules à moteur à allumage par compression, le  $NO_2$  est la substance critique. Le rapport entre ces substances et les autres substances dangereuses contenues dans les gaz d'échappement est habituellement tel que, lorsque les concentrations en CO et en  $NO_2$  sont au-dessous

des limites prescrites, les concentrations des autres substances dangereuses doivent être aussi à un niveau acceptable.

#### B.2 Calcul du débit d'air

La pollution est produite par des types variés de véhicules qui peuvent soit faire partie de la cargaison du navire, soit être utilisés pour la manutention de la cargaison dans le navire. La quantité prescrite d'air extérieur soufflé dans l'espace cargaison doit être calculée conformément à l'article 3.

Lorsque le navire est à la mer et qu'aucun véhicule n'est en marche, la ventilation peut être réduite jusqu'au débit d'air extérieur soufflé conforme aux prescriptions légales.

Il convient de calculer séparément le débit d'air extérieur nécessaire pour chaque véhicule. En additionnant les quantités d'air extérieur exigées pour tous les véhicules fonctionnant en même temps, on obtient la quantité d'air extérieur prescrite pour l'espace cargaison ou la zone de travail en question.

Lors de l'évaluation de la pollution, il convient de considérer les cales à marchandises comme des volumes séparés. Les zones de travail dans lesquelles une production et une concentration de gaz d'échappement particulièrement élevées sont prévisibles devraient faire l'objet d'une attention particulière.

On peut supposer que les conditions opérationnelles normales (nombre de véhicules fonctionnant en même temps à chaque pont) seront l'une des conditions suivantes:

- un grand chariot élévateur et trois petits chariots en fonction dans les espaces cargaison à marchandises diverses;
- cinq voitures en marche dans les espaces cargaison des transporteurs de voitures;
- huit voitures en marche dans les espaces cargaison des transbordeurs (à l'embarquement);
- vingt voitures en marche dans les espaces cargaison des transbordeurs (au débarquement).



NOTE 5 Cette dernière condition opérationnelle devrait être utilisée seulement dans le cas où il y a nécessité pour les employés de travailler dans l'espace cargaison pendant l'embarquement.

Des exemples d'application types de l'équation de 3.2.2.1 sont donnés ci-dessous. Il convient de considérer leur résultat comme le débit d'air minimal par véhicule. La pollution est déterminée suivant l'article 4 et l'article A.1 et le facteur de dilution suivant l'article 5.

a) Concentrations limites pour une exposition de longue durée, pour lesquelles la valeur de la concentration limite,  $c$ , est prise égale à  $40 \text{ mg/m}^3$  pour le CO (moteurs à allumage par étincelle) et à  $4 \text{ mg/m}^3$  pour le  $\text{NO}_2$  (moteurs à allumage par compression):

- grands chariots élévateurs pour le chargement et le déchargement des navires rouliers, démarrage à partir d'un moteur chaud:  $30 \text{ m}^3/\text{s}$
- petits chariots élévateurs pour manutention locale à bord, démarrage à partir d'un moteur chaud:  $4 \text{ m}^3/\text{s}$
- gros camions et bus à bord des transbordeurs, démarrage moteur froid:  $14 \text{ m}^3/\text{s}$
- gros camions et bus à bord des navires rouliers, démarrage moteur froid:  $38 \text{ m}^3/\text{s}$
- voitures particulières à bord des transbordeurs, démarrage moteur froid:  $11 \text{ m}^3/\text{s}$
- voitures particulières neuves à bord des transporteurs de voitures avec démarrage à froid:  $16 \text{ m}^3/\text{s}$   
démarrage à chaud:  $9 \text{ m}^3/\text{s}$

b) Concentrations limites pour une exposition de courte durée, pour lesquelles  $c$  est prise égale à  $120 \text{ mg/m}^3$  pour le CO (moteurs à allumage par étincelle) et à  $8 \text{ mg/m}^3$  pour le  $\text{NO}_2$  (moteurs à allumage par compression):

- voitures particulières à bord des transbordeurs, démarrage à froid:  $4 \text{ m}^3/\text{s}$
- gros camions et bus à bord des transbordeurs, démarrage à froid:  $7 \text{ m}^3/\text{s}$

### B.3 Facteur de dilution

Les considérations suivantes peuvent être utilisées à titre indicatif lorsqu'on spécifie le facteur de dilution:

Dans la plupart des cas, un facteur de dilution de 0,7 à 0,9 peut être adopté. Si de trop grandes difficultés sont rencontrées dans la disposition et l'installation des conduits d'air et si on peut s'attendre à ce que la structure du navire et la cargaison gênent d'une manière importante la circulation de l'air, il convient de réduire le facteur de dilution. Dans les cas les plus défavorables, il peut atteindre la moitié des valeurs données ci-dessus.

### B.4 Système de ventilation et réseau de gaines : considérations générales

Le tracé des conduits et l'emplacement des ouvertures d'entrée et de sortie d'air devraient être tels qu'ils s'adaptent à la conception du navire considéré, à la manutention prévue de la cargaison et à l'émission des gaz d'échappement dans les zones de travail.

Les recommandations suivantes s'appliquent généralement:

- Il convient de disposer les entrées et sorties d'air de façon telle que la ventilation soit concentrée dans les zones où les émissions des gaz d'échappement sont particulièrement élevées et où les ouvriers travaillent.
- Il convient également de situer les entrées et sorties d'air partout où cela est possible, dans des endroits qui ne seront pas obstrués par la cargaison ou masqués par les porques, membrures, etc.
- Il convient de concevoir les entrées et sorties d'air de façon telle que la vitesse maximale de l'air dans l'ouverture ne dépasse pas  $10 \text{ m/s}$ .
- Il convient de prendre en considération la probabilité de l'existence de zones non ventilées masquées derrière des objets, et aussi le fait que les gaz d'échappement s'accumulent facilement dans les zones basses et sous les véhicules.
- Le flux d'air suivra le chemin de moindre résistance et une grande partie de l'air s'écoulera ainsi dans les espaces libres, par exemple au-dessus du chargement ou des véhicules, etc.
- Il convient de prendre des mesures pour empêcher l'air pollué provenant des espaces cargaison de diffuser dans les espaces adjacents où des personnes peuvent séjourner, tels que les emménagements, le compartiment machines, etc.