
**Stations-service de gaz naturel —
Stations GNC pour le ravitaillement de
véhicules**

Natural gas fuelling stations — CNG stations for fuelling vehicles

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai



Numéro de référence
ISO 16923:2016(F)

© ISO 2016

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2016, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland
Tel. +41 22 749 01 11
Fax +41 22 749 09 47
copyright@iso.org
www.iso.org

Sommaire

Page

Avant-propos	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	3
4 Symboles et abréviations	8
4.1 Symboles	8
4.2 Abréviations	9
5 Gestion des risques	9
6 Exigences de conception générales	9
6.1 Généralités	9
6.2 Disposition du site	10
6.3 Soupapes de surpression et dégazage	11
7 Approvisionnement en carburant vers la station-service	12
7.1 Approvisionnement par canalisations	12
7.2 Approvisionnement par stockage mobile	12
8 Sécheur	13
9 Compresseurs	13
9.1 Généralités	13
9.2 Instrumentation et contrôle	14
9.3 Conception du carter	14
9.4 Enceintes, bâtiments, auvents pour compresseur	16
9.5 Installations souterraines pour compresseur	17
9.6 Classification des emplacements dangereux	18
10 Stockage tampon	18
11 Bornes de distribution	18
11.1 Exigences générales	18
11.2 Dispositifs de désaccouplement (break-away)	19
11.3 Ligne de remplissage	20
11.4 Flexibles de distribution	21
11.5 Enceinte	21
11.6 Contrôles et instrumentation de ravitaillement	22
11.7 Systèmes et interconnexions électriques	24
11.8 Documentation	24
12 Odorisation du gaz	25
13 Tuyauterie	25
13.1 Généralités	25
13.2 Conduites enterrées	25
14 Électricité	26
14.1 Étiquetage	26
14.2 Contact avec des parties sous tension	26
14.3 Câbles	27
14.4 Remise en service après interruption et rétablissement électrique	27
14.5 Liaison électrique et mise à la terre	27
15 Instrumentation et système de contrôle	27
15.1 Détection gaz	27
15.2 Boutons d'arrêt d'urgence	28
16 Arrêt d'urgence	28
16.1 Procédure d'arrêt d'urgence	28

16.2	Rétablissement après arrêt d'urgence.....	28
17	Ravitaillement en intérieur.....	29
17.1	Généralités.....	29
17.2	Ventilation.....	29
17.3	Exigences supplémentaires.....	29
18	Essais et mise en service	30
19	Fonctionnement.....	30
19.1	Consignes de distribution.....	30
19.2	Panneaux de sécurité.....	30
19.3	Formation.....	31
19.4	Plan d'intervention d'urgence.....	31
19.5	Manuel d'exploitation	31
20	Inspection et maintenance.....	32
20.1	Programme d'inspection et de maintenance	32
20.2	Fréquence de maintenance et d'essais pour la détection gaz.....	32
Annexe A	(informative) Exemples de classification d'emplacements dangereux.....	33
Annexe B	(normative) Distances de séparation	40
Annexe C	(informative) Procédures de ravitaillement.....	41
Annexe D	(informative) Exemple d'instructions d'urgence.....	42
Annexe E	(informative) Exemple d'inspection et de maintenance périodique d'une station-service.....	43
Bibliographie		46

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai

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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html

L'ISO 16923 a été élaborée par le comité technique ISO/PC 252, *Stations de ravitaillement de gaz naturel pour véhicules*.

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai

Stations-service de gaz naturel — Stations GNC pour le ravitaillement de véhicules

1 Domaine d'application

Ce document traite de la conception, la construction, l'exploitation, l'inspection et la maintenance des stations de ravitaillement au gaz naturel comprimé (GNC) pour véhicules, dont les appareils et les dispositifs de sécurité et de contrôle.

Ce document s'applique également aux parties d'une station-service où le gaz naturel se trouve à l'état gazeux et où le GNC dérivé d'un gaz naturel liquéfié (GNCL) est distribué conformément à l'ISO 16924.

Ce document s'applique aux stations-service alimentées par gaz naturel tel que défini par les règlements locaux applicables relatifs à la composition des gaz ou par l'ISO 13686. Elle s'applique également à d'autres gaz satisfaisant à ces exigences tels que le biométhane, le méthane de houille (MH) valorisé et les gaz provenant de la vaporisation de GNL (sur ou hors site).

Ce document couvre tous les appareils en aval de la connexion d'alimentation en gaz (c'est-à-dire le point de séparation entre les conduites de la station-service GNC et le réseau de canalisations). Les pistolets de distribution des stations-service ne sont pas définis dans ce document.

Ce document comprend les stations-service avec les caractéristiques suivantes:

- remplissage lent;
- remplissage rapide;
- accès privé;
- accès public (self-service ou avec assistance);
- stations-service avec stockage fixe;
- stations-service avec stockage mobile (station secondaire);
- stations multi-carburants.

Ce document ne s'applique pas aux dispositifs domestiques de ravitaillement de GNC sans stockage tampon.

NOTE Ce document repose sur la condition que les gaz fournis à la station-service sont odorisés. Pour les stations-service utilisant des gaz non odorisés, des exigences de sécurité supplémentaires sont spécifiées à [l'Article 10](#).

2 Références normatives

Les documents suivants sont mentionnés dans le texte de sorte que tout ou partie de leur contenu constitue des exigences de ce document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 7-1, *Filetages de tuyauterie pour raccordement avec étanchéité dans le filet — Partie 1: Dimensions, tolérances et désignation*

ISO 834-1, *Essai de résistance au feu — Éléments de construction — Partie 1: Exigences générales*

ISO 4126-1, *Dispositifs de sécurité pour protection contre les pressions excessives — Partie 1: Soupapes de sûreté*

ISO 8580, *Tuyaux en caoutchouc et en plastique — Détermination de la résistance aux ultraviolets dans des conditions statiques*

ISO 9809-1, *Bouteilles à gaz — Bouteilles à gaz rechargeables en acier sans soudure — Conception, construction et essais — Partie 1: Bouteilles en acier trempé et revenu ayant une résistance à la traction inférieure à 1 100 MPa*

ISO 9809-2, *Bouteilles à gaz — Bouteilles à gaz rechargeables en acier sans soudure — Conception, construction et essais — Partie 2: Bouteilles en acier trempé et revenu ayant une résistance à la traction supérieure ou égale à 1 100 MPa*

ISO 11119-1, *Bouteilles à gaz — Bouteilles à gaz rechargeables en matériau composite et tubes — Conception, construction et essais — Partie 1: Bouteilles à gaz frettées en matériau composite renforcé par des fibres et tubes d'une contenance allant jusqu'à 450 l*

ISO 11119-2, *Bouteilles à gaz — Bouteilles à gaz rechargeables en matériau composite et tubes — Conception, construction et essais — Partie 2: Bouteilles à gaz composites entièrement bobinées renforcées par des fibres et tubes d'une contenance allant jusqu'à 450 l avec liners métalliques transmettant la charge*

ISO 11119-3, *Bouteilles à gaz — Bouteilles à gaz rechargeables en matériau composite et tubes — Conception, construction et essais — Partie 3: Bouteilles à gaz composites entièrement bobinées renforcées par des fibres et tubes d'une contenance allant jusqu'à 450 l avec liners métalliques ou non métalliques ne transmettant pas la charge*

ISO 11439, *Bouteilles à gaz — Bouteilles haute pression pour le stockage de gaz naturel utilisé comme carburant à bord des véhicules automobiles*

ISO 11925-3, *Essais de réaction au feu — Allumabilité des produits du bâtiment soumis à l'incidence directe de la flamme — Partie 3: Essai multi-sources*

ISO 12100, *Sécurité des machines — Principes généraux de conception — Appréciation du risque et réduction du risque*

ISO 13847, *Industries du pétrole et du gaz naturel — Conduites pour systèmes de transport — Soudage des conduites*

ISO 14120, *Sécurité des machines — Protecteurs — Prescriptions générales pour la conception et la construction des protecteurs fixes et mobiles*

ISO 15500-2, *Véhicules routiers — Composants des systèmes de combustible gaz naturel comprimé (GNC) — Partie 2: Performances et méthodes d'essai générales*

ISO 15500-17, *Véhicules routiers — Composants des systèmes de combustible gaz naturel comprimé (GNC) — Partie 17: Tuyauterie flexible pour combustible*

ISO 15589-1, *Industries du pétrole, de la pétrochimie et du gaz naturel — Protection cathodique des systèmes de transport par conduites — Partie 1: Conduites terrestres*

ISO 15649, *Industries du pétrole et du gaz naturel — Tuyauterie*

IEC 31010, *Gestion des risques — Techniques d'évaluation des risques*

IEC 60079-0, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses — Partie 0: Exigences générales*

IEC 60079-10-1, *Atmosphères explosives — Partie 10-1: Classement des emplacements — Atmosphères explosives gazeuses*

IEC 60079-11, *Atmosphères explosives — Partie 11: protection de l'équipement par sécurité intrinsèque «i»*

IEC 60079-14, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses — Partie 14: Installations électriques dans les emplacements dangereux (autres que les mines)*

IEC 60079-25, *Atmosphères explosives — Partie 25: Systèmes électriques de sécurité intrinsèque*

IEC 60204-1, *Sécurité des machines — Équipement électrique des machines — Partie 1: Exigences générales*

IEC 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (code IP)*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

— IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

— ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1

ensemble

sous-système d'une station-service comprenant plusieurs composants

3.2

auto-extinguible

caractéristique d'un matériau qui arrête la combustion après le retrait de la flamme ou de la source d'allumage

3.3

biométhane

gaz riche en méthane provenant du biogaz ou de la gazéification de la biomasse par traitement pour obtenir des propriétés similaires au gaz naturel

[SOURCE: ISO 14532:2014, 2.1.1.15]

3.4

liaison électrique

zone équipotentielle où les parties métalliques exposées potentiellement sous tension sont connectées électriquement à au moins un point connecté à la terre/masse

3.5

dispositif de désaccouplement

couplage qui se sépare à une section prédéterminée lorsque nécessaire et chaque section séparée contient une vanne d'arrêt à fermeture automatique qui scelle automatiquement

[SOURCE: ISO/TS 18683:2015, 3.1.3]

3.6

stockage tampon

nombre de récipients sous pression adaptés, conçus pour stocker le gaz naturel comprimé

3.7

bâtiment

structure, généralement fermée par des murs et un toit, construite pour fournir un support ou un abri pour une activité spécifique

3.8
pression d'éclatement
Pe

pression qui provoque une défaillance et résulte en une perte de fluide à travers l'enveloppe d'un composant

3.9
auvent
toit, abri couvert ou couverture offrant un degré de protection contre les intempéries

3.10
station-service GNC
installation où un gaz naturel comprimé est distribué à des véhicules

3.11
personne compétente
personne possédant la capacité, la formation appropriée, les connaissances et l'expérience pour superviser ou réaliser une tâche de manière sûre et adéquate

3.12
gaz naturel comprimé
GNC
machine gaz naturel comprimé et stocké pour utilisation comme carburant

[SOURCE: ISO 15500-1:2000, 3.2]

3.13
compresseur
machine qui augmente la pression d'un gaz

3.14
conduit
cuvelage, colonne de production ou colonne perdue, qu'ils soient métalliques ou non métalliques

[SOURCE: ISO 14310:2008, 3.6]

3.15
bouteille
récipient sous pression utilisé pour stocker le gaz naturel comprimé

3.16
pression de service d'une bouteille
pression stabilisée d'une bouteille entièrement remplie, à une température uniforme de 15 °C

3.17
borne de distribution
appareil par lequel le carburant est distribué au véhicule

Note 1 à l'article: Cet appareil peut comprendre un compteur.

3.18
sécheur
appareil diminuant la teneur en vapeur d'eau (humidité) dans le gaz naturel

3.19
enceinte
structure, n'étant ni un bâtiment ni un auvent, qui entoure un composant de la station-service

EXEMPLE Enveloppe, container et cabine pour machines.

3.20**atmosphère explosive**

mélange de substances avec l'air, dans les conditions atmosphériques, sous forme de gaz, vapeurs, brouillards ou poussières, dans lequel, après inflammation, la combustion se propage à l'ensemble du mélange non brûlé

[SOURCE: IEC 61340-4-4:2014, 11, 3.4]

3.21**à sécurité intégrée**

caractéristique de conception qui s'assure que des conditions de fonctionnement sûres sont maintenues en cas de dysfonctionnement des dispositifs de contrôle ou en cas d'interruption d'une source d'approvisionnement

3.22**remplissage rapide**

opération de remplissage avec un débit de conception supérieur à 100 Nm³/h par pistolet

3.23**canalisation**

conduite installée pour assurer l'interconnexion entre les appareils sur le site

3.24**résistant au feu**

classe de matériau désignant des composants capables de résister à l'application de chaleur par une flamme standard pendant 5 min

3.25**mur coupe-feu**

mur, ou cloison de séparation, érigé pour limiter les effets des rayonnements thermiques

3.26**ravitaillement**

transfert de carburant depuis une borne de distribution vers le véhicule

3.27**pression de ravitaillement**

pression à laquelle le carburant est distribué au véhicule

3.28**station-service**

installation où le gaz naturel peut être distribué

3.29**mise à la terre**

connexion électrique à la terre des parties métalliques exposées potentiellement sous tension

3.30**emplacement dangereux**

emplacement dans lequel une atmosphère explosive est présente, ou dans lequel on peut s'attendre à ce qu'elle soit présente, en quantités suffisantes pour nécessiter des précautions particulières pour la construction, l'installation et l'utilisation d'équipements pour éviter toute inflammation

[SOURCE: IEC 60079-1:2008, 3.3]

3.31**flexible**

canalisation en matériau flexible, possédant des raccords d'extrémité

3.31.1

flexible d'évent

canalisation en matériau flexible, à travers laquelle le gaz naturel est évacué depuis la connexion de ravitaillement à un véhicule

3.31.2

ensemble de flexible

flexible ou flexibles, avec des composants auxiliaires, tels que les restricteurs de courbure, raccords détachables et pistolets, attachés

3.32

circuit intrinsèquement sécurisé

circuit où tout effet thermique ou étincelle est incapable de provoquer l'inflammation d'un mélange de matériau inflammable ou combustible dans l'air dans des conditions d'essai spécifiées

3.33

limite inférieure d'explosivité

LIE

concentration volumique de gaz ou de vapeur inflammable dans l'air, en deçà de laquelle le mélange n'est pas inflammable

[SOURCE: ISO 19372:2015, 3.7, modifiée – «explosif» a été remplacé par «inflammable»]

3.34

pression maximale admissible

PMAD

pression maximale à laquelle le composant ou système est soumis pendant un fonctionnement normal

Note 1 à l'article: La PMAD est généralement inférieure à 90 % de la pression de service maximale autorisée du composant ou système

3.35

pression de service maximale autorisée

PSMA

pression maximale à laquelle un composant ou système est conçu pour être soumis et sur laquelle repose la détermination de la résistance d'un composant ou système

[SOURCE: ISO 12991:2012, 3.10, modifiée – «ou système» a été ajouté et «considéré» a été retiré]

3.36

stockage mobile

installation à bouteilles multiples ou à réservoir sur un véhicule ou une remorque, utilisée pour le transport du gaz naturel vers les stations-service GNC

3.37

borne de distribution multi-carburants

borne de distribution délivrant des GNC et d'autres carburants (liquides ou gazeux)

3.38

station-service multi-carburants

station-service qui peut fournir du gaz naturel ainsi que d'autres carburants, par exemple gazole, essence, GPL

3.39

gaz naturel

mélange complexe d'hydrocarbures, composé principalement de méthane, mais comprenant généralement aussi, de l'éthane, du propane, des hydrocarbures supérieurs, et quelques gaz non combustibles tels que l'azote et le dioxyde de carbone

Note 1 à l'article: Le gaz naturel peut également contenir des constituants ou des impuretés tels que les composés soufrés et/ou d'autres espèces chimiques.

[SOURCE: ISO 14532:2014, 2.1.1.1]

3.40

incombustible

incapable de subir une combustion dans des conditions spécifiques

[SOURCE: ISO 13943:2008, 4.239]

3.41

fonctionnement normal

fonctionnement où l'appareil fonctionne conformément à ses paramètres de conception

[SOURCE: ISO 16110-1:2007, 3.50]

3.42

zone de sécurité

zone ne présentant pas d'atmosphère de gaz explosif dans des proportions telles que des précautions particulières sont nécessaires pour la construction, l'installation et l'utilisation de l'appareillage

[SOURCE: ISO 16110-1:2007, 3.48]

3.43

odorisant

substance ou combinaison de substances chimiques organiques d'odeur intense ajoutée au gaz naturel à faible concentration et capable de conférer une odeur d'alerte caractéristique et distinctive (généralement désagréable) afin de pouvoir détecter des fuites de gaz à des concentrations inférieures à leur limite inférieure d'inflammabilité

Note 1 à l'article: L'ISO/TR 16922 donne des spécifications et lignes directrices relatives aux méthodes à employer pour l'odorisation du gaz naturel d'un point de vue de la sécurité; elle spécifie les principes pour la technique d'odorisation (y compris la manutention et le stockage des odorisants) et le contrôle de l'odorisation des gaz naturels.

[SOURCE: ISO 14532:2014, 2.8.1, modifiée – La Note 1 à l'article a été ajoutée]

3.44

odorisation

procédé consistant à introduire un ou plusieurs odorisants dans le gaz naturel

3.45

surpression

condition à laquelle la pression dépasse la pression de service maximale autorisée

3.46

interruption électrique

diminution de l'alimentation électrique entraînant le fonctionnement d'un composant ou sous-système électrique (tel que le contrôle du débit) en-dehors des spécifications du fabricant

3.47

about de ravitaillement

dispositif GNC raccordé à un véhicule ou à un stockage, prévu pour recevoir le pistolet de distribution GNC et assurer le transfert de carburant en toute sécurité

[SOURCE: ISO 14469-1:2004, 3.7]

3.48

distance de séparation

séparation minimale entre une source dangereuse et un objet, permettant de réduire les effets d'un incident prévisible probable et d'empêcher qu'un incident mineur ne se transforme en incident plus grave

3.48.1

distance de séparation externe

distance de séparation entre une source dangereuse et un objet situé en-dehors des limites de la station-service

3.48.2

distance de séparation interne

distance de séparation entre une source dangereuse et un objet situé à l'intérieur des limites de la station-service

3.49

gaine de service

conduit fermé à travers lequel passent les conduites de gaz, les canalisations publiques, le câblage électrique, etc

3.50

pression stabilisée

pression du gaz lorsqu'une température stabilisée donnée est atteinte et en l'absence de distribution de gaz

3.51

température stabilisée

température uniforme du gaz dans la bouteille après dissipation de toute chaleur causée par le ravitaillement

3.52

remplissage lent

opération de remplissage avec un débit de conception égal ou inférieur à 100 Nm³/h par pistolet

3.53

chambre

pièce ou espace, généralement souterrain

3.54

ventilation

mouvement d'air avec remplacement de l'air par de l'air frais, causé par le vent, les gradients de température ou des moyens artificiels (par exemple: ventilateurs ou extracteurs)

3.55

dégazage

libération contrôlée du gaz naturel dans l'atmosphère

3.56

zone

zone dangereuse classée en fonction de la fréquence de l'apparition et de la durée d'une atmosphère explosive de gaz

[SOURCE: IEC 60079-10-1:2015, 3.3.3 modifié – «gaz» a été ajouté]

4 Symboles et abréviations

4.1 Symboles

pe pression d'éclatement

p_{SMA} pression de service maximale autorisée

4.2 Abréviations

GNC	gaz naturel comprimé
IS	intrinsèquement sécurisé
PLUR	plan d'intervention d'urgence
LIE	limite inférieure d'explosivité
PMAD	pression maximale admissible
PSMA	pression de service maximale autorisée
VGN	véhicule au gaz naturel
P&I	processus et instruments

5 Gestion des risques

5.1 L'évaluation des risques doit respecter les techniques décrites dans l'ISO 12100 pour l'évaluation de la sécurité des machines et dans l'ISO/IEC 31010 pour la gestion générale des risques du site.

5.2 L'installation de la station-service GNC doit être située de manière à réduire au maximum les risques pour les utilisateurs, le personnel, les bâtiments et l'environnement.

5.3 L'évaluation des risques doit comprendre la conception, la construction, l'exploitation et la maintenance de la station-service GNC. Le processus d'évaluation des risques doit être utilisé pour évaluer les conséquences des événements dangereux et pour déterminer les moyens appropriés de réduction des risques et/ou d'atténuation des conséquences.

5.4 Des mesures permettant de réduire les risques d'incendie et d'explosion doivent être appliquées, notamment:

- la prévention de la formation d'un mélange inflammable ou explosif;
- la prévention de l'accumulation d'électricité statique;
- l'évitement des sources d'allumage;
- l'atténuation des effets d'un incendie ou d'une explosion.

5.5 La protection contre les inflammations dans des atmosphères explosives doit se faire en utilisant les systèmes de protection définis dans la série de normes IEC 60079; les emplacements dangereux applicables sont définis dans l'IEC 60079-10-1.

NOTE Des exemples de classification des emplacements dangereux sont donnés à l'[Annexe A](#).

6 Exigences de conception générales

6.1 Généralités

6.1.1 La conception de l'installation et des appareils doit réduire au maximum le nombre de connexions et de tout autre point potentiel de fuite ou de libération dans l'atmosphère.