

# Le déroulement des opérations de sécurité lors d'un incendie en tunnel routier



Le contexte particulier  
des incendies en tunnel routier



La phase d'auto évacuation



La phase d'intervention des services  
d'incendie et de secours



## Résumé

L'événement le plus redouté en tunnel routier est l'incendie de véhicules.

Tout doit être mis en œuvre pour que cet événement ne se produise pas, mais s'il se produit néanmoins tout doit être fait pour que les personnes présentes dans le tunnel puissent sortir saines et sauvées.

Les premières minutes de l'incendie sont généralement cruciales de ce point de vue.

Pour mieux prendre en compte ce constat, la stratégie de protection des usagers lors d'un incendie en tunnel routier distingue la phase d'auto-évacuation (avant l'arrivée des services d'incendie et de secours) et la phase d'intervention des services d'incendie et de secours dont l'objectif prioritaire est alors de secourir les personnes encore présentes dans le tunnel.

**Qu'ils soient consécutifs à un accident ou non, les incendies de véhicules en tunnel routier peuvent prendre des proportions catastrophiques en terme de vies humaines comme l'ont montré l'incendie dans le tunnel du Mont-Blanc en mars 1999, l'accident dans le tunnel des Tauern (Autriche) en mai 1999 et l'accident dans le tunnel du Saint-Gothard (Suisse) en octobre 2001.**

**Ces récents drames ont révélé l'importance de permettre l'évacuation des usagers par un autre cheminement que le tunnel lui-même. C'est pourquoi l'instruction technique annexée à la circulaire interministérielle n°2000-63 du 25 août 2000 (relative à la sécurité dans les tunnels du réseau routier national) met l'accent sur les moyens offerts aux usagers pour assurer leur protection et leur évacuation, en s'appuyant particulièrement sur ce qui se passe avant l'arrivée des secours, période cruciale pour la survie des personnes présentes dans le tunnel.**

**La présente note expose les principes qui ont présidé à la rédaction de la circulaire n°2000-63 et développe le déroulement des opérations de sécurité lors d'un incendie de véhicule en tunnel routier. Elle insiste surtout sur le comportement attendu de l'usager et l'action des services de secours, le rôle de l'exploitant étant rappelé dans l'annexe 1.**

De façon générale, les événements générateurs de risques tels que pannes, incidents, accidents ou incendies peuvent avoir des conséquences aggravées en tunnel, en raison de l'espace restreint et du caractère confiné du milieu. En particulier, un incendie a priori bénin, s'il est à la fois confiné et bien alimenté en air, peut prendre rapidement des proportions non maîtrisables. C'est pourquoi l'incendie de véhicule est vraiment l'événement le plus redouté en tunnel routier.

La majorité des incendies est causée par l'auto-inflammation d'un véhicule (sans choc). Cependant, les rares incendies meurtriers sont consécutifs à un accident (à l'exception très notable de celui du Mont-Blanc en 1999).

**Les effets potentiels d'un incendie non maîtrisé sont les suivants :**

- Tout d'abord le dégagement de fumées ; celles-ci deviennent progressivement très opaques et handicapantes, perturbe les usagers et les gêne pour se repérer et cheminer vers les issues de secours. Ces fumées peuvent rapidement se propager loin de la zone du foyer (le tunnel agissant comme un "guide de fumées") ;
- Ensuite, les usagers qui n'ont pas évacué le tunnel sont très incommodés voire asphyxiés par les fumées dont la toxicité augmente progressivement ;
- Enfin, la chaleur dégagée par l'incendie provoque de fortes températures ("effet de four") qui peuvent devenir insupportables pour l'organisme humain. A ce stade, les effets de l'incendie peuvent détruire des équipements de sécurité du tunnel (éclairage, ventilation, systèmes de communications,...) mais aussi provoquer la chute d'objets lourds fixés en plafond (signalisation, ventilateurs,...).

Il convient de signaler que les incendies de poids lourds avec chargement très combustible conduisent, parfois, à des débits de fumées et à des températures telles qu'il est impossible de dimensionner la ventilation pour faire face à ces incendies extrêmes (voir [annexe 2](#)).

Les minutes suivant la déclaration de l'incendie sont décisives et le rôle des usagers est alors essentiel. En effet, le temps d'accès des services d'intervention et de secours est en général supérieur au temps nécessaire à l'incendie pour se développer à pleine puissance. Pendant cette période, les usagers sont seuls dans le tunnel ; il faut donc qu'ils soient acteurs de leur propre sécurité :

- En déclenchant l'alarme à l'aide des moyens de communication mis à leur disposition dans les niches de sécurité (voir [annexe 3](#)),
- Si possible, en éteignant les débuts d'incendies lorsqu'ils sont encore de très faible puissance en utilisant les extincteurs mis à disposition dans les niches de sécurité,
- En s'évacuant vers les issues de secours dès que la production de fumées est importante (voir [annexe 4](#)).

**La stratégie mise en œuvre pour que les personnes présentes dans le tunnel puissent en sortir saines et sauvées repose donc sur un déroulement des opérations de sécurité en deux phases :**

- La phase d'auto-évacuation dont l'objectif est la sauvegarde des usagers quand ils sont seuls dans le tunnel.
- La phase d'intervention des services d'incendie et de secours dont l'objectif prioritaire est de contribuer à sauver les personnes encore présentes dans le tunnel avant de se consacrer à la lutte contre le feu.

*Ces deux phases sont détaillées ci-après.*

## 3 La phase d'auto-évacuation

La phase d'auto-évacuation démarre dès l'instant où l'incendie n'est plus contrôlable par les usagers ou les moyens propres de l'exploitant et se termine lors de l'arrivée sur place des services d'incendie et de secours. Elle se décompose elle-même en trois temps.

### 3.1 Alarme et réaction de l'opérateur ou du service de permanence

Dans les tunnels non surveillés, l'alarme est en général donnée par un appel d'usager au service de permanence ou par un système de détection automatique d'incendie. Dans les tunnels surveillés, outre l'appel d'usager, le principal moyen d'alarme

est la vidéo (avec l'assistance éventuelle de la détection automatique d'incident). Une autre source d'alarme est constituée par les capteurs de pollution, mais ceux-ci ne permettent pas une localisation précise de l'incendie.

### 3.2 Utilisation des extincteurs

Les niches de sécurité sont équipées de deux extincteurs portatifs normalisés. Ceci permet aux personnes présentes sur les lieux d'essayer d'éteindre le feu avant qu'il ne se développe. Cependant, il faut être conscient qu'éteindre un feu en développement sous

un capot de véhicule n'est pas facile pour une personne non expérimentée. Il ne faut donc pas fonder toute la stratégie de protection sur cette intervention.

### 3.3 Auto-évacuation à pied des personnes vers les issues de secours

Les situations nécessitant l'auto-évacuation à pied des usagers doivent être identifiées le plus rapidement possible par le surveillant ou le service de permanence. La difficulté de cette phase réside dans la transmission de l'ordre d'évacuer aux usagers et plus particulièrement à ceux qui n'ont pas la perception physique de l'incendie et des risques encourus. Ceci est d'autant plus décisif que la dynamique d'un incendie de véhicule peut les surprendre. En effet, ces incendies commencent par couvrir à des puissances faibles avant de prendre, rapidement, une ampleur telle qu'ils ne sont plus maîtrisables par des personnes non entraînées. Ils exposent alors toutes les personnes présentes dans le tunnel à un danger grave et immédiat, y compris celles qui sont trop éloignées du foyer pour en percevoir les risques (effet de "guide de fumées").

L'ordre d'évacuer est d'autant plus difficile à transmettre que le degré d'exploitation du tunnel est faible. Dans le cas d'une permanence simple, les usagers devront prendre seuls la décision d'évacuer vers les issues de secours au vu de l'évolution de la situation (flammas, dégagement de fumées, alerte par des usagers,...).

La seule aide dont ils disposent est la signalisation permanente des issues de secours.

Les degrés supérieurs de permanence et de surveillance introduisent progressivement des équipements dynamiques permettant d'alerter les usagers sur la nécessité d'évacuer :

- sur-signalétique au droit des issues de secours (dispositifs renforçant la signalisation des issues de secours par le biais de feux à éclats par exemple),
- signalisation dynamique (message sur panneau à message variable en particulier),
- incrustation de messages de sécurité sur les radios FM retransmises en tunnel.

Parallèlement, si l'équipement du tunnel le permet, l'exploitant doit maintenir dans le tunnel une atmosphère saine et des conditions de visibilité minimales afin de faciliter le cheminement des usagers vers les issues de secours (voir annexe 5).

## 4 La phase d'intervention des services d'incendie et de secours

La phase d'intervention démarre dès l'arrivée des services d'incendie sur place et se décompose en deux temps : l'évacuation aidée et la lutte contre le feu.

### 4.1 Alarme et réaction de l'opérateur ou du service de permanence

A leur arrivée sur place, les services de secours interviennent pour porter assistance, en priorité, aux usagers, encore présents dans le tunnel, qui sont blessés par un accident ou asphyxiés par l'incendie, aux usagers à mobilité réduite attendant l'arrivée des secours dans les issues de secours ou aux usagers attendant dans les abris. Durant cette phase d'évacuation aidée, les usagers et les pompiers sont

exposés, dans le tunnel, à des conditions ambiantes hostiles en raison notamment de la chaleur et de la toxicité.

La figure 1 ci-dessous caractérise l'enchaînement des différents temps de tenabilité pour les usagers ainsi que pour les pompiers équipés de leur protection individuelle.

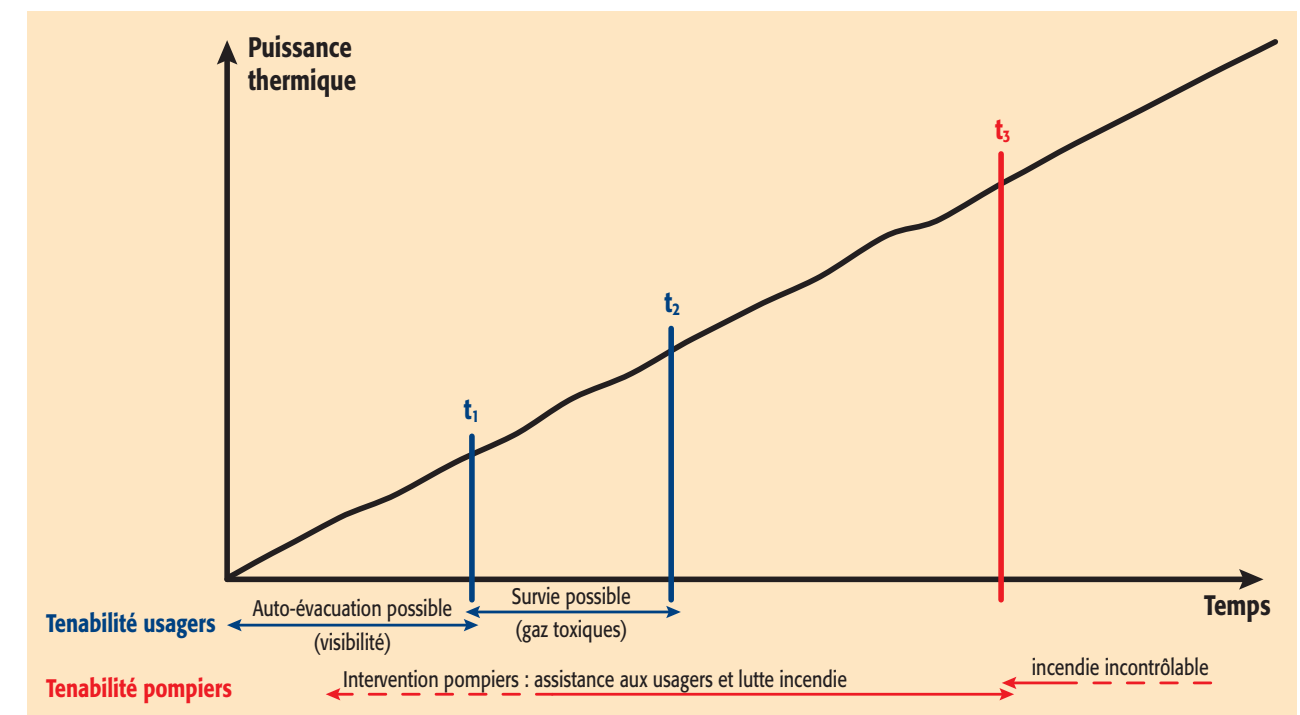


Figure 1 : Enchaînement des différents temps de tenabilité qui caractérise la capacité d'un être humain à supporter les conditions ambiantes hostiles (chaleur, toxicité...). La courbe d'évolution de la puissance thermique en fonction du temps est schématisée.

### 4.2 La lutte contre le feu

La lutte contre le feu n'est pas l'objectif prioritaire. Toutefois, le commandant des opérations de secours peut décider de commencer rapidement cette opération si elle peut favoriser l'évacuation aidée. En tout état de cause, lorsqu'il a été vérifié qu'il n'y a plus d'usagers dans le tunnel, la lutte contre le feu est entreprise afin de limiter les dommages aux biens. Ceci doit se faire selon un niveau de risque acceptable pour le personnel des services d'incendie et de secours.

En cas de sinistre exceptionnel, une fois le tunnel évacué, il vaut souvent mieux laisser se dérouler l'incendie plutôt que de mettre en danger les services de lutte contre le feu. De toute façon, la quantité de combustibles présents dans le tunnel est limitée et le risque de propagation à l'extérieur est presque nul ; tout incendie en tunnel, aussi violent soit-il, finit toujours par s'éteindre faute de combustible.

L'événement le plus redouté en tunnel routier est l'incendie de véhicules. Les scénarios possibles vont de l'incendie de véhicule léger, dont la gravité est limitée, jusqu'aux incendies de véhicules transportant des marchandises dangereuses (avec propagation éventuelle du feu à d'autres véhicules). Les efforts accomplis en matière de conception et de sophistication des outils et techniques d'exploitation des tunnels routiers ne doivent pas masquer l'importance des facteurs liés au comportement humain, facteurs difficilement maîtrisables mais pourtant déterminants au début de l'incendie.

Afin de bien prendre en compte l'ensemble de ces aspects, la réglementation impose la réalisation d'un dossier de sécurité qui anticipe les différents types d'incidents et définit toutes les procédures à suivre. Pour être efficaces, ces différentes dispositions doivent être élaborées de façon concertée par les services concernés (exploitant, services de secours, forces de l'ordre,...). Les exercices périodiques de sécurité visent à vérifier la bonne coordination de ces différents intervenants.

Par ailleurs, le retour d'expérience et les projets de recherche en cours sur la connaissance du comportement des usagers permettent progressivement d'améliorer la conception et l'exploitation des tunnels, en prenant mieux en compte la réalité des comportements.

**Le traitement d'un scénario d'incendie par l'exploitant peut se décomposer de la manière suivante :**

→ Réception et confirmation de l'alarme<sup>1</sup> à partir :

- de l'appel d'utilisateur (PAU, téléphone portable),
- de l'appel lors de patrouilles de l'exploitant ou des forces de l'ordre,
- des équipements de l'ouvrage (vidéosurveillance, détection automatique d'incident, détection automatique d'incendie, signal de décroché d'extincteur,...).

→ Alerte<sup>2</sup> des services de secours et des forces de l'ordre.

→ Information et protection des usagers (suivant le degré d'équipement du tunnel et l'importance de l'événement) :

#### À l'intérieur du tunnel

- activation des panneaux à message variable et de la signalisation lumineuse,
- activation de la sursignalétique au droit des issues de secours,
- message sur radio FM,
- mise en marche du désenfumage et du régime de ventilation adapté,
- allumage de l'éclairage de section courante à la puissance maximale,
- envoi d'une patrouille sur place...

#### À l'extérieur du tunnel

- fermeture du tunnel (barrière et feux),
- activation des panneaux à message variable,
- mise au rouge des signaux d'affectation de voies...

→ Soutien à l'intervention des services de secours et des forces de l'ordre sur le terrain.

→ Dès la fin de l'incendie :

- remise en état de l'ouvrage pour réouverture totale ou partielle,
- rédaction de la main courante,
- établissement d'un rapport de retour d'expérience.

Si le déroulement de ce scénario est globalement indépendant du degré d'exploitation<sup>3</sup> de l'ouvrage, le rôle de l'exploitant et les outils dont il dispose sont, quant à eux, très variables suivant ce degré d'exploitation. C'est ainsi qu'en degré D4, cas où la surveillance humaine est permanente, l'opérateur intervient à priori dans toutes les phases du scénario et dispose d'équipements sophistiqués qu'il peut mettre en œuvre de façon automatique.

En degré D1, le minimum est d'assurer la réception des appels téléphoniques d'urgence et des éventuelles alarmes automatiques par un service de permanence 24 heures sur 24, ce service pouvant être distinct de l'exploitant. Dans ce cas, l'exploitant n'intervient pas systématiquement dans toutes les phases du scénario et il peut être amené à se déplacer pour activer certains équipements de l'ouvrage (panneaux à message variables, fermeture du tunnel,...). Les dispositions organisationnelles de l'exploitation de l'ouvrage ainsi que les procédures à suivre selon la nature de l'incident sont décrites dans le plan d'intervention et de sécurité (PIS)<sup>4</sup> et le cas échéant dans les dispositions spécifiques du plan ORSEC.

<sup>1</sup> • L'alarme est le signal avertissant d'un danger.

<sup>2</sup> • L'alerte est le signal appelant à prendre toutes les mesures de sécurité utiles.

<sup>3</sup> • Suivant les besoins découlant des caractéristiques du tunnel et de son trafic, les fonctions de permanence et de surveillance éventuelle en salle sont assurées selon 4 degrés (D1 à D4) qui offrent des qualités de réponse croissante (circulaire interministérielle n°2000-63).

<sup>4</sup> • Un guide destiné à aider les exploitants à rédiger leur PIS est en cours d'élaboration.

## 2 Le dimensionnement du tunnel vis à vis de l'incendie

### L'instruction technique définit des incendies de dimensionnement.

Par exemple, pour un tunnel de gabarit autorisé supérieur à 3,50 m et interdit aux transports de marchandises dangereuses, l'incendie de dimensionnement est de 30 MW. La ventilation (y compris les spécifications de résistance des ventilateurs à la chaleur) est conçue pour cet incendie de dimensionnement qui couvre la majorité des feux possibles pour le tunnel considéré.

La philosophie de l'instruction technique est de concevoir un système de ventilation permettant :

- l'évacuation du tunnel et la lutte contre le feu dans les limites de l'incendie de dimensionnement,
- l'évacuation du tunnel au-delà des limites de l'incendie de dimensionnement.

De plus, le tunnel est conçu de telle sorte que la vie des usagers ou des sapeurs pompiers ne puisse être mise en péril par un effondrement de la structure dû à la chaleur.

Enfin, il est vérifié que même dans le cas d'un sinistre maximal (c'est-à-dire dépassant très largement l'incendie de dimensionnement) :

- les usagers ayant rejoint les abris sont en sécurité et peuvent être évacués pendant 120 minutes (c'est la signification du niveau N2 de la circulaire n° 2000-63) ;
- les sapeurs pompiers ne risquent pas d'être victimes d'un effondrement du tunnel (c'est un des objectifs visés à travers l'application du niveau N0 de la circulaire n° 2000-63).

## 3 Les niches de sécurité

### Une niche de sécurité est un équipement du tunnel où l'usager peut signaler un incident et obtenir des informations sur la conduite à tenir.

Située tous les 200 mètres environ, elle comporte un poste d'appel d'urgence relié directement à un service de permanence. Ce contact peut permettre à l'usager de signaler un événement nécessitant une intervention rapide du gestionnaire et éventuellement des secours, qu'il s'agisse d'une panne, d'un accident, d'un début d'incendie ou de tout autre incident.

Les niches comportent aussi deux extincteurs qui permettent de lutter contre un début d'incendie pour en limiter les conséquences. La niche de sécurité n'est pas un espace sécurisé en cas d'incendie.

La niche de sécurité est signalée par ses équipements (poste d'appel d'urgence et moyen de lutte contre l'incendie) :



## 4 Les issues de secours

### Si l'incendie n'est pas maîtrisable, les usagers doivent gagner les issues de secours en suivant les panneaux de couleur verte et blanche (consigne rappelée dans les niches de sécurité).

Une fois passée la porte de l'issue de secours, les usagers peuvent, selon les cas, gagner directement l'air libre, l'autre tube du tunnel ou une galerie de sécurité.

Dans certains cas, les issues de secours donnent sur des abris pressurisés où les fumées toxiques et la chaleur ne peuvent pénétrer et où sont mis à disposition des moyens de communication : poste d'appel d'urgence, haut-parleurs, caméras de surveillance,...

Dans cet abri pressurisé, l'usager peut attendre l'arrivée des secours en toute sécurité et sans panique, son évacuation par un cheminement sûr, autre que la chaussée du tunnel, sera prise en charge par les services de secours.

La signalisation des issues de secours est la même que celles qui débouchent sur l'extérieur, sur un autre tube ou sur un abri pressurisé :



Le balisage de ces issues est répété régulièrement sur les parois du tunnel :



**Le rôle de la ventilation principale<sup>5</sup> du tunnel varie selon les phases de l'incendie : dans la première phase, elle doit permettre l'auto-évacuation des usagers vers les issues de secours, et dans la seconde phase, elle doit faciliter l'action efficace des services de secours.**

Photo à venir

### Ventilation longitudinale en tunnel unidirectionnel non congestionné

Dans un tunnel unidirectionnel non congestionné, la ventilation longitudinale aura pour objectif de repousser les fumées d'un seul côté de l'incendie pendant les deux phases. Pendant la première phase, le courant d'air doit être dans le sens de la circulation afin de protéger les usagers bloqués par l'incendie. Les usagers situés en aval de l'incendie peuvent sortir du tunnel avec leur véhicule.

PHASE 1



PHASE 2, A PRIORI



Dans la première phase, pendant la période d'auto-évacuation, elle doit, suivant une procédure automatique (au moins au départ), permettre le contrôle des fumées pour faciliter l'évacuation des usagers.

Pendant la seconde phase, elle doit pouvoir être pilotée à la demande du commandant des opérations de secours, en tenant compte des possibilités effectives du système. Les différents cas de figure possibles doivent être préalablement analysés dans le Plan d'Intervention et de Sécurité (PIS) ou dans le Plan Spécialisé de Secours (PSS).

*Les principes de ventilation pour l'incendie en tunnel sont rappelés ci-dessous.*

Pendant la seconde phase, le sens du courant d'air peut être choisi par le commandant des opérations de secours en fonction des capacités de la ventilation du tunnel et des besoins opérationnels constatés.

En général, on conserve le même sens de courant d'air que pendant la première phase.

5 • Dans la plupart des cas, les issues de secours sont aussi ventilées ; ceci ne constitue pas la ventilation principale du tunnel, au sens où la ventilation de ces issues de secours est assurée par un moyen indépendant.

### Ventilation longitudinale : autres cas

Dans les autres tunnels ventilés longitudinalement (tunnels bidirectionnels et tunnels unidirectionnels congestionnés), un courant d'air important pendant la première phase générerait fortement l'auto-évacuation des usagers bloqués sous le vent du foyer. Pendant la première phase, l'objectif est donc de favoriser la stratification<sup>6</sup> des fumées en limitant le plus possible le courant d'air.

Pour ce faire, on applique un scénario préprogrammé de ventilation (ce scénario peut être l'arrêt des ventilateurs).

Pendant la seconde phase, le commandant des opérations de secours décide de mettre en marche ou non la ventilation.

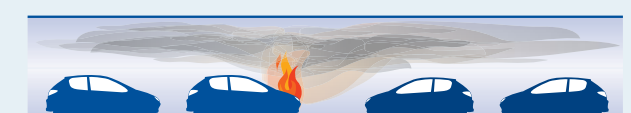
PHASE 1



PHASE 2



OU



### Ventilation transversale

En ventilation transversale, lors de la première phase, l'objectif est de maintenir la stratification des fumées. Pour ce faire, on cherche à limiter le courant d'air longitudinal et on extrait les fumées en plafond.

Ce même régime peut être conservé dans la deuxième phase. En fonction des possibilités du système de ventilation, les services de secours peuvent aussi rechercher à établir un écoulement préférentiel dans un sens.

PHASE 1



PHASE 2



OU



6 • La stratification est le phénomène thermique naturel qui conduit l'air chaud (plus léger que l'air ambiant) à monter au plafond et à rester au-dessus de l'air ambiant plus frais et plus lourd. Dans le cas d'une bonne stratification, on peut observer un espace parfaitement clair en partie basse et un plafond de fumées en partie haute. Au contact des parois, les fumées nocives se refroidissent et retombent en partie basse du tunnel, c'est le phénomène de déstratification.



## Centre d'Études des Tunnels

25, avenue François Mitterrand - Case N°1 - 69674 BRON Cedex

Tél. +33 (0)4 72 14 34 00 - Fax +33 (0)4 72 14 34 30

Email : [cetu@equipement.gouv.fr](mailto:cetu@equipement.gouv.fr) - [www.equipement.gouv.fr/cetu/](http://www.equipement.gouv.fr/cetu/)



ministère  
de l'équipement  
des Transports  
du Logement  
du Tourisme  
et de la Mer