



**PRÉFET  
DE LA RÉGION  
D'ÎLE-DE-FRANCE**

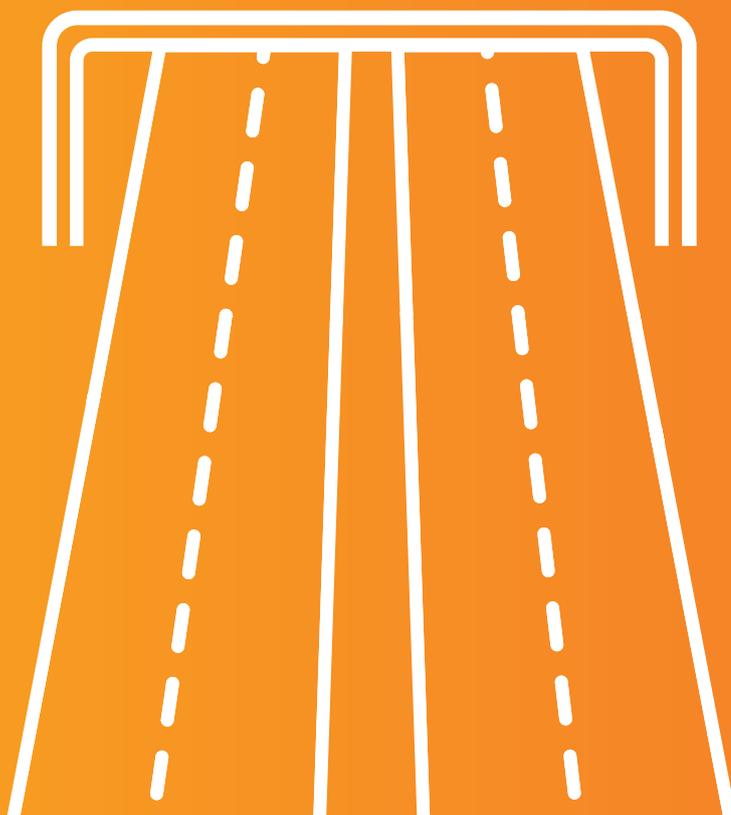
*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

Direction régionale et interdépartementale  
de l'environnement, de l'aménagement  
et des transports

Direction des routes d'Île-de-France (DiRIF)



# ASSURER LA SÉCURITÉ DES TUNNELS SUR LES AUTOROUTES ET ROUTES NATIONALES EN ÎLE-DE-FRANCE

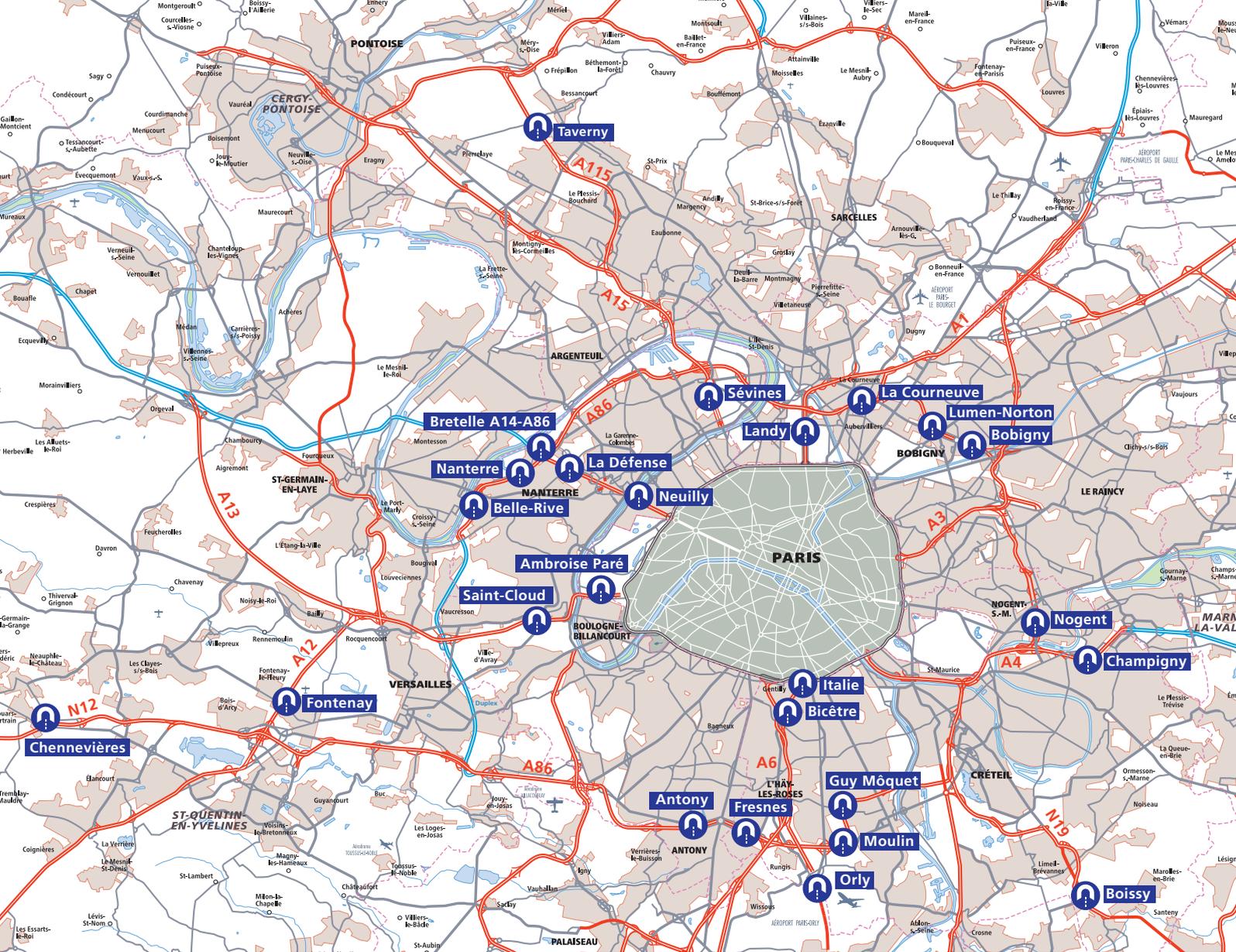




## INTRODUCTION

Au sein de la DRIEAT, sous l'autorité du préfet de région Île-de-France, la Direction des routes d'Île-de-France (DiRIF) assure l'entretien, l'exploitation, la gestion et la modernisation des 1300 km du réseau routier national francilien non concédé.

À ce titre, elle gère un patrimoine de 25 tunnels de plus de 300 mètres, d'un linéaire cumulé de 49 km. Ainsi, **la DiRIF est le premier gestionnaire de tunnels routiers de plus de 300 m en France.** Les tunnels de plus de 300 m sont ceux qui doivent faire l'objet de mesures et systèmes de sécurité renforcés, tirant les leçons de l'incendie dans le tunnel du Mont-Blanc en 1999.



**Les tunnels de plus de 300 m gérés par la DiRIF**

**Presque tous les tunnels supportent un trafic quotidien moyen supérieur à 100 000 véhicules par jour dont 5 à 10 % de poids-lourds.** Chaque jour, plus de 1,5 million d'usagers empruntent au moins un de ces tunnels, ce qui en fait des ouvrages primordiaux dans la gestion du trafic d'Île-de-France.

**25**  
tunnels de plus  
de **300 m**

Le tunnel le plus fréquenté :  
Landy (A1), **180 000 véhicules/j**

Au total, les tunnels de la DiRIF représentent  
un linéaire de **49 000 m**

Le tunnel le plus ancien :  
Saint-Cloud (A13), mis en service  
en **1946**

Le tunnel le plus long : le complexe A14-A86  
à la Défense : **4 100 m**, et au total 16 km  
de voies souterraines

**Les + récents : Boissy** et la bretelle souterraine de l'A14 vers l'A86 tous les deux terminés en **2020**

## LA GESTION DE LA SÉCURITÉ

Afin d'assurer la sécurité dans les tunnels, la surveillance est permanente. La DiRIF dispose de **4 PC tunnels et trafic (PCTT)** qui assurent le contrôle 24h/24 des tunnels et leur maintenance.

L'incendie de véhicule est le risque principal dans les tunnels. Pour que la sécurité y soit pleinement assurée, la réaction de l'exploitant doit être la plus rapide possible. Pour cela, les procédures opérationnelles de sécurité sont précisément établies. Elles sont approuvées par le préfet de département concerné, qui s'assure que les conditions de sécurité sont réunies pour autoriser l'exploitation du tunnel. Le CNESOR, instance consultative constituée par des ingénieurs du CETU et d'experts nationaux exerce également un contrôle régulier sur nos ouvrages.

### Les opérateurs, le maillon essentiel de la sécurité 24h/24 en tunnel

Dans chaque PCTT, les opérateurs de sécurité trafic (OST) ont pour mission de surveiller l'ensemble des données qui leur parviennent sur leurs écrans de Gestion Technique Centralisée (GTC) : images vidéo, niveaux de pollution, etc. **Lorsqu'un événement anormal est détecté, les opérateurs sont les premiers à réagir** et à enclencher la chaîne de secours. C'est à eux d'évaluer si l'événement pose un problème de sécurité. Les opérateurs ont alors pour mission, en cas de sinistre, de fermer le tunnel, d'actionner la ventilation de désenfumage après avoir localisé l'incendie et de déclencher le dispositif d'aide à l'auto-évacuation des usagers. Dans le même temps, ils donnent l'alerte aux forces de l'ordre et aux services de secours qui ont également un rôle à jouer.

La présence conjointe des opérateurs de la DiRIF et des forces de l'ordre (CRS autoroutières) au sein de chaque PCTT permet une grande réactivité dans le déclenchement des actions nécessaires.

Sur le terrain, les équipes d'exploitation de la DiRIF interviennent fréquemment aux côtés des forces de l'ordre et des services de secours. Ces équipes effectuent des balisages de sécurité pour protéger les usagers ou gérer la coupure de l'axe en cas de fermeture d'urgence du tunnel. En cas d'incendie, les équipes d'exploitation de la DiRIF interviennent après que le sinistre a été maîtrisé pour remettre le tunnel en service.

Le PCTT Ouest de la DiRIF sous l'A14 à Nanterre



## Chronographe type simplifié

▶ 0



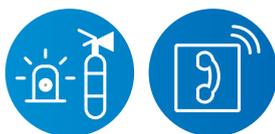
Arrêt  
d'un véhicule  
en tunnel

+1<sub>min</sub>



Dégagement  
de fumées

+2<sub>min</sub>



Déclenchement des alarmes  
de détection automatique  
d'incident et des capteurs  
d'opacité et de pollution

Appels d'usagers par les  
téléphones de sécurité  
présents dans les tunnels

+3<sub>min</sub>



Fermeture des barrières  
Alerte des secours,  
renforcement  
de l'éclairage

Qualification complète  
de l'événement par  
l'opérateur : localisation

+4<sub>min</sub>



Lancement de  
l'auto-évacuation,  
mise en œuvre de  
la ventilation pour  
le désenfumage

## Un système intelligent d'aide à l'exploitation

Pour épauler l'opérateur et l'aider à réagir au plus vite en lien direct avec les forces de l'ordre, les PCTT de la DiRIF sont équipés d'un **système d'aide à l'exploitation spécialement développé pour la DiRIF** qui centralise les informations des différents capteurs remontant du tunnel (par exemple le début d'un incendie détecté par les caméras intelligentes et par les capteurs d'opacité et de pollution) et les outils de commande à distance des équipements de sécurité. En cas d'alerte, l'opérateur valide l'alarme selon un scénario pré-déterminé, et le système lui propose alors le plan d'action le plus adapté : ventilation, fermeture, évacuation, etc.

**4 PC** tunnels  
et trafic

Environ **70** opérateurs et  
techniciens  
en PCTT

Un budget annuel  
d'exploitation  
et de maintenance  
des tunnels d'environ

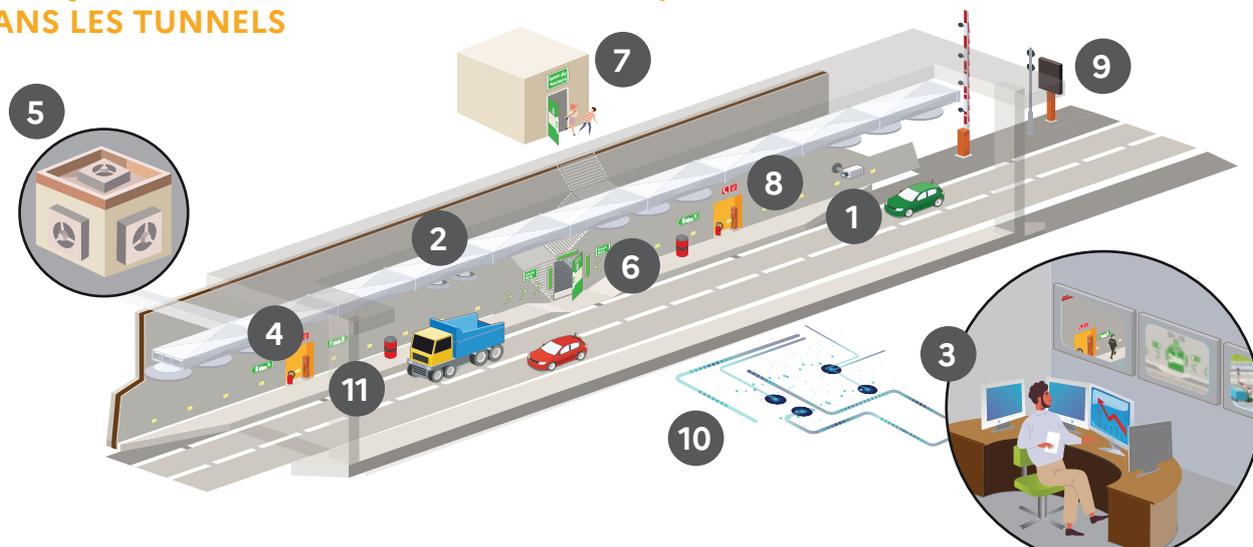
Une surveillance

**24 H/24** dans  
chaque  
PCTT

**13**  
M€

# DES TUNNELS À LA POINTE DE LA TECHNOLOGIE

## LES ÉQUIPEMENTS ET LEUR MAINTENANCE, AU CŒUR DE LA SÉCURITÉ DES USAGERS DANS LES TUNNELS



Au-delà de l'aspect purement routier et fonctionnel qui permet le passage des véhicules, chaque tunnel est un condensé de technologies et d'équipements qui aident à la gestion des incidents. **Pour que la sécurité puisse être assurée dans les tunnels, ces équipements doivent donc être maintenus en bon état de fonctionnement.** Dans chaque PCTT, les techniciens de diagnostic et de maintenance (TDM) sont notamment chargés de l'entretien des équipements des tunnels. Dotés d'outils numériques pour la supervision de l'ensemble des équipements, les TDM réalisent les diagnostics et les actions de maintenance d'urgence ou préventive, afin d'assurer les conditions de sécurité pour les usagers des tunnels. Grâce à la coordination, la programmation et la supervision de la bonne exécution des travaux, **les techniciens de diagnostic et de maintenance jouent un rôle clé dans l'exploitation des tunnels.**

- 1 Des caméras intelligentes permettant la détection automatique des incidents
- 2 Des capteurs de pollution, de fumée (opacimètres) et de déplacement d'air (anémomètres)
- 3 Un système informatique de surveillance et de commande à distance
- 4 Des systèmes de ventilation pour l'évacuation des fumées
- 5 Des usines de ventilation pour alimenter et piloter les ventilateurs
- 6 Des équipements visuels et sonores pour guider les usagers vers les issues de secours en cas d'auto-évacuation
- 7 Des issues de secours tous les 200 mètres maximum
- 8 Des postes d'appel d'urgence
- 9 À l'extérieur des tunnels, des barrières de fermeture à la circulation, des panneaux à messages variables et des panneaux dynamiques commandés à distance
- 10 Les réseaux électriques et informatiques sécurisés et redondés pour faire fonctionner les équipements
- 11 Les réseaux d'eau pour les pompiers en cas d'intervention

**296**  
issues de secours,  
soit une tous les

**200 m**  
maximum

**1928**  
caméras en tunnels

**735**  
dispositifs de ventilation  
et de désenfumage

**91** barrières de  
fermeture à la  
circulation

**48** usines de  
ventilation

## Détecter les incidents

Les **caméras « intelligentes »** permettent de détecter automatiquement les événements alarmants tels que la présence de fumées ou l'arrêt d'un véhicule. L'objectif est d'assurer une fiabilité maximum, de réduire le temps de réaction mais aussi de filtrer les événements de moindre importance.

Ces caméras intelligentes sont installées approximativement tous les 100 mètres à l'intérieur des tunnels et assurent une couverture intégrale. Les images sont transmises au PCTT où un logiciel détecte automatiquement et en temps réel toute situation anormale, par exemple un véhicule immobile au milieu d'un trafic fluide, ou encore la présence de fumée.



La salle d'exploitation du PCTT Nord de la DiRIF à Saint Denis

Lorsque le système identifie un événement anormal, une alarme affichée sur l'écran de l'opérateur indique le lieu et la nature de l'événement : « incendie », « voiture arrêtée sur la bande d'arrêt d'urgence », etc.

Les pannes d'équipements ne mettant pas en cause les conditions immédiates de sécurité dans le tunnel sont directement gérés par le technicien de diagnostic et de maintenance spécialisé dans la gestion technique des équipements. En dehors des heures de travail, les techniciens et les entreprises de maintenance sont placés en astreinte, afin de pouvoir réagir à tout incident technique 7 jours sur 7 et 24 heures sur 24 dans les délais requis par les procédures de sécurité.

Les équipes d'exploitation, basées dans les 20 centres d'entretien et d'intervention (CEI) de la DiRIF, sont elles aussi placées en astreinte. Elles sont ainsi en capacité de mettre en œuvre rapidement les mesures de sécurité nécessaires.

## Évacuer les fumées

La présence de fumée est détectée via l'analyse des images captées par les caméras et transmises immédiatement aux opérateurs, permettant ainsi l'évacuation des fumées toxiques, composante essentielle pour assurer la sécurité dans les tunnels.

Chaque tunnel fait l'objet d'une étude de modélisation aéraulique qui permet de savoir précisément comment l'air s'y déplace, en fonction de la géométrie de l'ouvrage (longueur, section, pentes), de la vitesse du vent, etc. Le dispositif de ventilation est dimensionné pour pouvoir fortement augmenter la puissance de son débit d'extraction dans un délai très court afin de mieux évacuer les fumées d'incendie. Ce débit peut être porté jusqu'à 240 m<sup>3</sup> par seconde pour certains tunnels.

**Le système de ventilation est piloté par l'opérateur depuis le PCTT** en fonction des informations remontées par les capteurs de déplacements d'air (anémomètres) et des capteurs de fumée (opacimètres) installés dans chaque tunnel et reliés au PCTT.

En cas d'incendie, le système permet de dégager les fumées de telle ou telle zone en fonction des besoins (évacuation des personnes ou intervention des pompiers). Le déplacement des fumées est obtenu en faisant varier les différents paramètres de la ventilation (vitesse des ventilateurs, zones en extraction et zones en soufflage, etc.).



Installation de nouveaux blocs de ventilation dans le tunnel de Bobigny – Août 2018

La ventilation sanitaire (pour la dilution des polluants) est, elle, pilotée automatiquement par un système local en fonction des taux de gaz polluants mesurés dans le tunnel, en cas de congestions importante sur l'axe, par exemple..

## Éviter l'entrée des véhicules en cas d'incendie ou autre danger

Des **barrières commandées à distance** ont été spécifiquement conçues pour les tunnels d'Île-de-France : elles s'abaissent en une quinzaine de secondes sur toute la largeur de la chaussée et sont, en cas d'alerte, directement actionnables par l'opérateur depuis le PCTT.

Ces barrières sont placées 50 m avant l'entrée du tunnel, afin de laisser une zone libre pour l'intervention des services de secours et de ne pas exposer les usagers arrêtés derrière les barrières aux éventuelles sorties de fumées.

Les tunnels sont en outre équipés en amont de **deux panneaux à messages variables** (PMV), placés à 250 m et 2 km qui permettent de dévier les usagers en amont de la fermeture. Ce système est complété par **quatre panneaux dynamiques** 500 m et 250 m avant le tunnel pour indiquer les limitations de vitesse à 70 puis à 50 km/h. Ces panneaux sont équipés de **feux orange clignotants** afin d'attirer l'attention des usagers et les avertir de la fermeture réalisée en pleine voie.

En 2018, environ **5 500 interventions des équipes des centres d'entretien et d'intervention de la DiRIF** (panne de véhicule, accident, inondation, fermeture non programmée, etc.) ont eu lieu en tunnel, soit 15 interventions en tunnel par jour en moyenne.



Essai incendie

Pour tester les modes opératoires d'intervention et les équipement des tunnels en cas d'incident, **un exercice de simulation est organisé chaque année dans chaque PCTT**. Ces exercices consistent à **simuler des incidents pouvant survenir dans un tunnel** : incendie, panne, accident etc. L'objectif est ainsi **d'évaluer la réactivité de la chaîne d'alerte et l'efficacité des interventions**. Pour cela, plusieurs acteurs extérieurs aux agents de la DiRIF sont mobilisés à l'occasion de ces exercices. C'est le cas de la Préfecture de département concernée, des forces de l'ordre ou encore des pompiers. Le recours à des figurants jouant le rôle des usagers, est également possible pour rendre ces exercices les plus réalistes possible.

## LE PROGRAMME DE MODERNISATION

Vingt-deux des tunnels gérés par la DiRIF relèvent du programme de modernisation qui vise à renforcer les conditions de sécurité des usagers dans les tunnels routiers. Les tunnels de Bicêtre (2013) et de Boissy (2021) ayant été construits selon les nouvelles normes, ne sont pas concernés par le programme de modernisation.

Ce programme, initié après la catastrophe du tunnel du Mont-Blanc de 1999, a pour objectif de mettre les ouvrages franciliens en conformité avec la réglementation de 2005 visant à **rendre les tunnels plus sûrs en les équipant de matériels et systèmes bénéficiant des dernières avancées**. Les travaux, lancés en 2008, représentent un investissement total de 1,027 milliard d'euros, entièrement financé par l'État. Les premières années du programme ont été consacrées au déploiement généralisé des barrières de fermeture et des systèmes de guidage pour l'auto-évacuation.

Les travaux réalisés pour chaque tunnel spécifiquement, portent par exemple sur la création de nouvelles issues de secours, le renforcement de la ventilation et des systèmes de désenfumage ainsi que de l'amélioration de la tenue au feu des ouvrages.

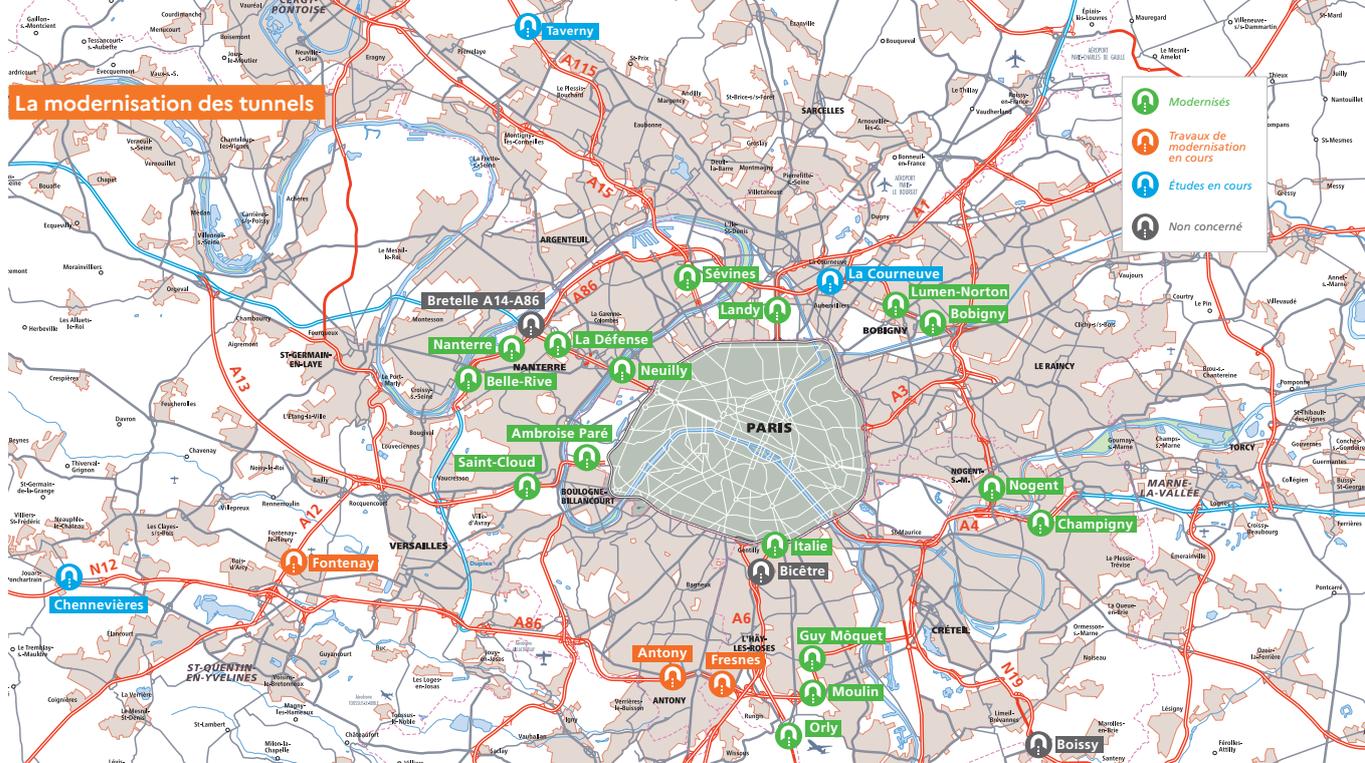
### Favoriser l'auto-évacuation des usagers

Sur l'ensemble des tunnels, environ 70 **nouvelles issues de secours** sont créées. Dans les tunnels modernisés, pas plus de 200 m séparent les issues les unes des autres. Afin de favoriser l'évacuation des usagers, une combinaison de plusieurs signaux avertit les usagers de la conduite à tenir en cas d'incident et les dirige vers la sortie de secours la plus proche :

- forte **sirène** – d'une durée de 1 à 2 minutes – pour interpeller les usagers
- des « **flashes** » de part et d'autre de la porte de l'issue de secours, très intenses, de façon à être visibles y compris au travers d'une épaisse fumée ;
- des **chevrons lumineux verts** défilants, de part et d'autre de la porte de l'issue de secours et dirigeant vers l'issue ;
- un **faisceau de lumière blanche** au-dessus de la porte.
- un **message d'alerte sonore** diffusé en alternance avec un message de type : « Attention danger, évacuez ici ».

Les signaux lumineux guident les usagers vers les issues de secours





## Renforcer la résistance de la structure

Lors d'un incendie, un tunnel peut être soumis à de très fortes températures (plus de 1 000°C dans le cas d'incendie de poids lourd) qui peuvent endommager sa structure, et créer un risque d'effondrement.

Pour éviter cela, **les parois doivent résister au feu le plus longtemps possible, laissant suffisamment de temps pour le bon déroulement de l'évacuation des personnes** qui se trouvent dans le tunnel ; ainsi que celles qui se trouvent éventuellement en surface au-dessus du tunnel.



Des études sont menées dans chaque tunnel pour déterminer le temps nécessaire à la mise en sécurité des personnes à l'intérieur et en surface. La résistance au feu à atteindre est calculée en fonction de ces délais et dépend de caractéristiques telles que le béton employé, la structure et la tenue mécanique de l'ouvrage, la présence ou non d'éléments urbains en surface (parcs, voies, etc.). Deux techniques d'isolation sont utilisées dans les tunnels de la DiRIF : soit du mortier contenant un isolant thermique est projeté sur les murs et/ou au plafond, soit des plaques isolantes préfabriquées à base de silicate de calcium sont vissées à même le béton ou sur une structure métallique.

## Faciliter l'appel des secours

Des téléphones de sécurité sont installés dans chaque issue de secours afin de faciliter l'alerte des secours. L'opérateur du PCTT prend ensuite le relais pour caractériser l'incident et déclencher les moyens de secours appropriés.



**PRÉFET  
DE LA RÉGION  
D'ÎLE-DE-FRANCE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

[www.dir.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr](http://www.dir.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr)