

**52<sup>ème</sup> Congrès annuel de l'AQTr**  
**Session technique – tunnels routiers**  
**Mardi 4 avril 2017**  
**Montréal (Canada – Québec)**

**Travaux de rénovation de 23 tunnels de  
l'Ile de France (France)**

*Jean-Claude MARTIN*  
*Centre d'Etudes des Tunnels (France)*



## Rénovation des 23 tunnels d'Ile de France

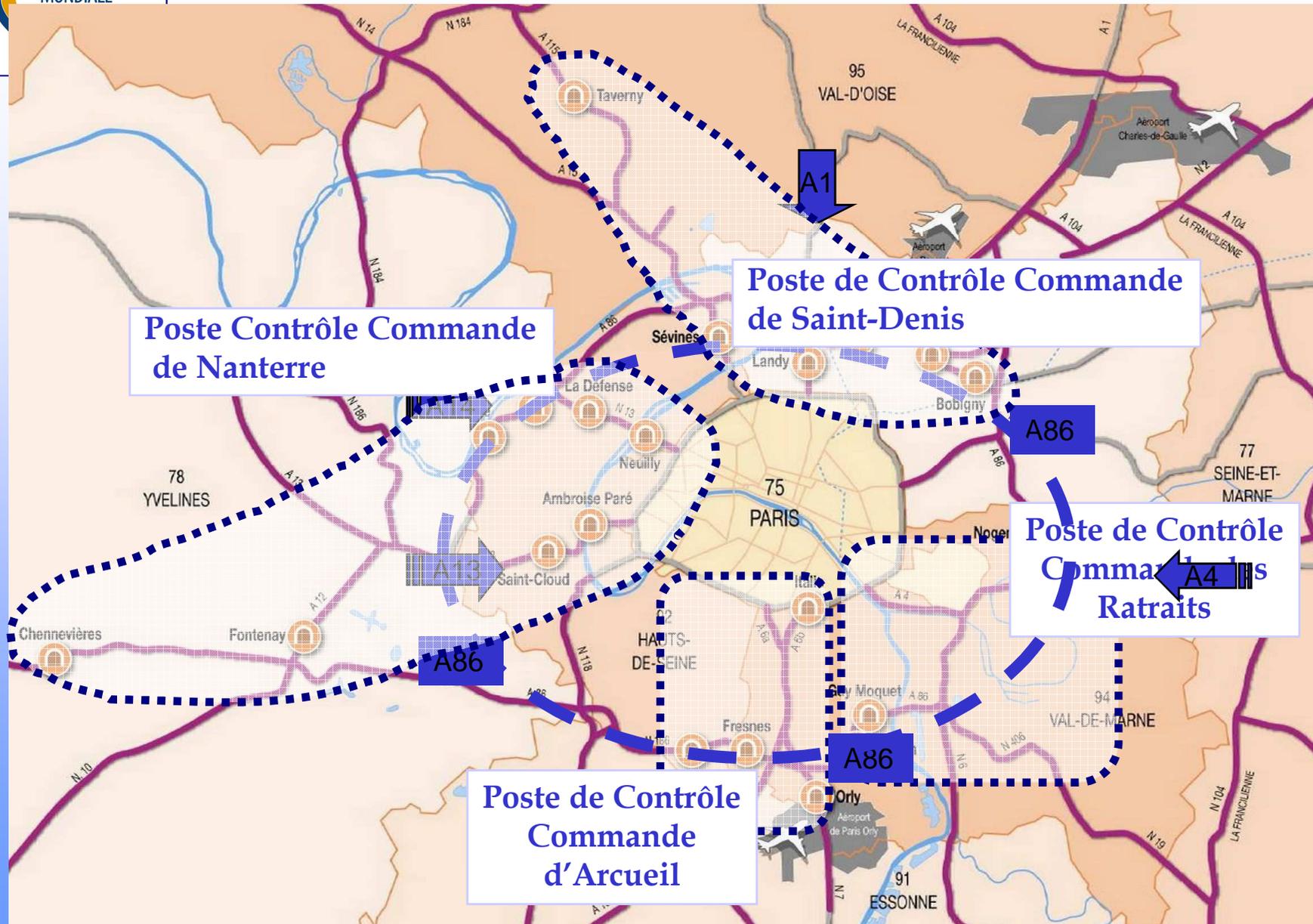
- Contexte général
- Programme de rénovation
- Contraintes d'intervention
- Réalisation des travaux



## Les tunnels concernés par la rénovation

- *23 ouvrages dont la longueur va de 400 à plus de 5 000 mètres*
- *A quelques rares exceptions près, tous ces ouvrages sont des tranchées couvertes, donc enterrés à de faibles profondeurs*
- *Des travaux dans des zones très urbanisées, adjacents à d'autres infrastructures*
- *Plus de deux voies par sens, avec souvent des bretelles d'entrées et de sorties.*

# Localisation des tunnels





## Objectifs de modernisation : mise à niveau des tunnels par rapport aux nouvelles exigences réglementaires

- En **améliorant** certains dispositifs existants (ventilation, désenfumage, alimentation électrique, etc.)
- En **modifiant** l'existant (nouvelles issues de secours, protection incendie, etc.)
- En déployant de **nouveaux équipements** (Détection Automatique d'Incidents, Système d'Aide à la Gestion du Tunnel, etc.)

## Quelques spécificités de la rénovation

- Des ouvrages de conception différentes, en termes de
  - **Structure génie civil**
  - **Systèmes de ventilation / désenfumage**
  - **Alimentation électrique**
  
- Des niveaux d'équipements très variables
  - **Système de contrôle centralisé (GTC-supervision) plus ou moins performant**
  - **Radio-retransmission pas systématique**
  
- Des tunnels plus ou moins âgés
  - **Usure ou obsolescence de certains équipements**
  - **Performances insuffisantes**



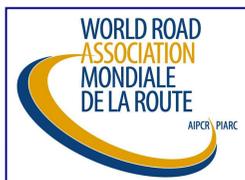
## Rénovation des 23 tunnels d'Ile de France

- Contexte général
- Programme de rénovation
- Contraintes d'intervention
- Réalisation des travaux



## Un programme de travaux avec une double approche : transversale et spécifique

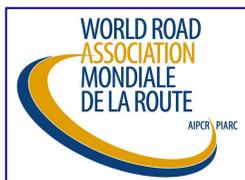
- *Projets transversaux (l'ensemble des tunnels)*
  - Refonte de la GTC – Supervision
  - Renouvellement du système de radio-communication
  - Installation d'une DAI et de barrières de fermetures
  - Mesures pour l'auto-évacuation
  
- *Projets spécifiques (par tunnel)*
  - Protection au feu
  - Mise en conformité des systèmes de désenfumage
  - Création de nouvelles issues de secours
  - Amélioration de l'alimentation électrique



## Technical Committee D.5 – Road Tunnel operations

### Le programme des travaux

|  | Tunnel n°1 | Tunnel n° 2 | Tunnel n°... | Tunnel n° 23 |
|--|------------|-------------|--------------|--------------|
| <b>GTC- Supervision</b>                              | X          | X           | X            | X            |
| <b>Radio-retransmission</b>                          | X          | X           | X            | X            |
| <b>Détection Automatique d'Incidents + fermeture</b> | X          | X           | X            | X            |
| <b>Auto-évacuation</b>                               | X          | X           | X            | X            |
| <b>Protection au feu</b>                             | X          | X           | X            | X            |
| <b>Désenfumage</b>                                   | X          | X           | X            | X            |
| <b>Alimentation électrique</b>                       | X          | X           | X            | X            |



## Technical Committee D.5 – Road Tunnel operations

### Le programme des travaux

|  | Tunnel n°1 | Tunnel n° 2 | Tunnel n°... | Tunnel n° 23 |
|--|------------|-------------|--------------|--------------|
| <b>GTC- Supervision</b>                              | X          | X           | X            | X            |
| <b>Radio-retransmission</b>                          | X          | X           | X            | X            |
| <b>Détection Automatique d'Incidents + fermeture</b> | X          | X           | X            | X            |
| <b>Auto-évacuation</b>                               | X          | X           | X            | X            |
| <b>Protection au feu</b>                             | X          | X           | X            | X            |
| <b>Désenfumage</b>                                   | X          | X           | X            | X            |
| <b>Alimentation électrique</b>                       | X          | X           | X            | X            |
| <b>Nouvelles issues</b>                              |            | X           |              | X            |
| <b>Éclairage</b>                                     | X          |             |              |              |



## Avancement des travaux

- *Les travaux transversaux (GTC, DAI, fermeture, etc.) ont commencé en 2009. Les tunnels ont été progressivement équipés (en commençant par les plus sensibles).*
- *Les travaux spécifiques à chaque tunnel ont commencé en 2010. Les premiers ouvrages ont été terminés en 2012.*



## Rénovation des 23 tunnels d'Ile de France

- Contexte général
- Programme de rénovation
- Contraintes d'intervention
- Réalisation des travaux

## Quelques contraintes d'intervention spécifiques

- *Trafic variable selon l'ouvrage, mais qui peut être très élevé*



*Encombrements  
fréquents*



## Données de trafic

*Données pour 2008 (pour les deux sens de circulation)*

| Tunnel      | Trafic moyen journalier annuel<br>(véhicules par jour) | Poids Lourds<br>(en %) | Passage de marchandises dangereuses |
|-------------|--|------------------------|-------------------------------------|
| Landy       | 196 000  | 8                      | interdit                            |
| Nogent      | 133 000  | 14                     | interdit                            |
| Champigny   | 173 000  | 9                      | partiellement interdit              |
| Boulogne    | 120 000  | 6                      | interdit                            |
| Saint-Cloud | 138 000  | 5                      | interdit                            |



## Quelques contraintes d'intervention spécifiques

- *Trafic variable selon l'ouvrage, mais qui peut être très dense*
- *Espace disponible très restreint pour réaliser des extensions (issues de secours, locaux techniques, etc.).*

## Très forte urbanisation : espace disponible limité



## Réalisation d'une issue de secours





## Quelques contraintes d'intervention spécifiques

- *Trafic variable selon l'ouvrage, mais qui peut être très dense*
- *Espace disponible très restreint pour les extensions (issues de secours, locaux techniques, etc.).*
- *Travaux à réaliser sous exploitation*



## Quelques contraintes d'intervention spécifiques

- *Trafic variable selon l'ouvrage, mais qui peut être très dense*
- *Espace disponible très restreint pour les extensions (issues de secours, locaux techniques, etc.).*
- *Travaux à réaliser sous exploitation*
- **Limitation du nombre de fermetures**



## Contraintes d'intervention selon la localisation des travaux

*Poste de Contrôle-Commande  
(PCC)*

*Locaux techniques*

*Espace circulé*

## Contraintes d'intervention selon la localisation des travaux

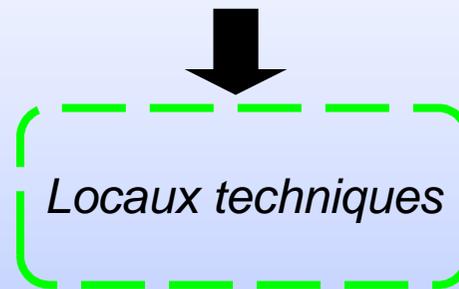


Poste de Contrôle-Commande  
(PCC)



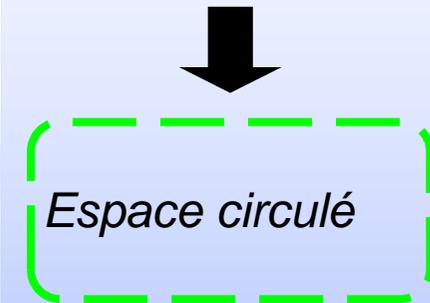
- *Problème d'espace disponible : selon les cas, il est possible, ou non, de faire cohabiter l'ancien et le nouveau dispositif . Si cela est possible, il n'y a pas de problème particulier, si ce n'est pas le cas, l'exécution des travaux devient plus compliquée. Mais globalement, le trafic dans le tunnel n'est pas affecté.*
- *Problème de basculement de l'ancien vers le nouveau système : il doit être possible de réutiliser l'installation existante, en cas de problème. On peut alors être amené à fonctionner en mode dégradé (sans, pour autant, aller au-delà des CME). (Voir exemple du système de contrôle-commande).*

## Contraintes d'intervention selon la localisation des travaux



- accessibilité : si les locaux sont accessibles depuis l'extérieur, il n'y a pas d'impact sur le trafic ; sinon, il y a une réduction de la capacité du trafic sur une période plus ou moins longue.
- espace disponible : dans certains locaux, il y a suffisamment de place pour faire cohabiter les anciens et les nouveaux équipements ; il n'y a alors pas de problème particulier de mise en œuvre des nouveaux équipements (ex. Alimentation électrique). Dans d'autres cas, l'espace est plus restreint et on peut être conduit à utiliser provisoirement des espaces de desserte (couloirs, bureaux, réserves, etc.), voire à déplacer les anciens équipements au fur et à mesure de l'avancée des travaux.
- conditions minimales d'exploitation : il est parfois nécessaire de détruire tout ou partie d'un équipement avant de pouvoir installer le nouveau (ex. Ventilation). Dans ce cas, il faut mettre en place des mesures de restriction de trafic et il faut veiller en permanence à ne pas dépasser les CME (conditions minimales d'exploitation).

## Contraintes d'intervention selon la localisation des travaux



- accessibilité : impossible de travailler sur la voûte (ex. protection incendie) ou sur les piedroits sans réduction ou interruption du trafic
- espace disponible : Soit, il y a suffisamment d'espace pour faire cohabiter les anciens et les nouveaux équipements sans problème particulier pour la gestion des nouveaux (ex. éclairage, caméras). Soit, on peut être contraint de déplacer les anciens équipements au fur et à mesure de l'avancée des travaux
- conditions minimales d'exploitation : il est parfois nécessaire de détruire tout ou partie d'un équipement avant de pouvoir installer le nouveau (ex. Ventilation). Dans ce cas, il est parfois nécessaire de mettre en place des mesures de restriction de trafic et il faut vérifier continuellement que les conditions minimales d'exploitation ne sont pas dépassées.



## Rénovation des 23 tunnels d'Ile de France

- Contexte général
- Programme de rénovation
- Contraintes d'intervention
- Réalisation des travaux



## Mesures prises pour réaliser les travaux

### ➤ *Mesures préliminaires*

- Pour les tunnels les plus sensibles, exécution d'un exercice de sécurité avec les services de secours dans la configuration "travaux" avant de débiter les travaux.



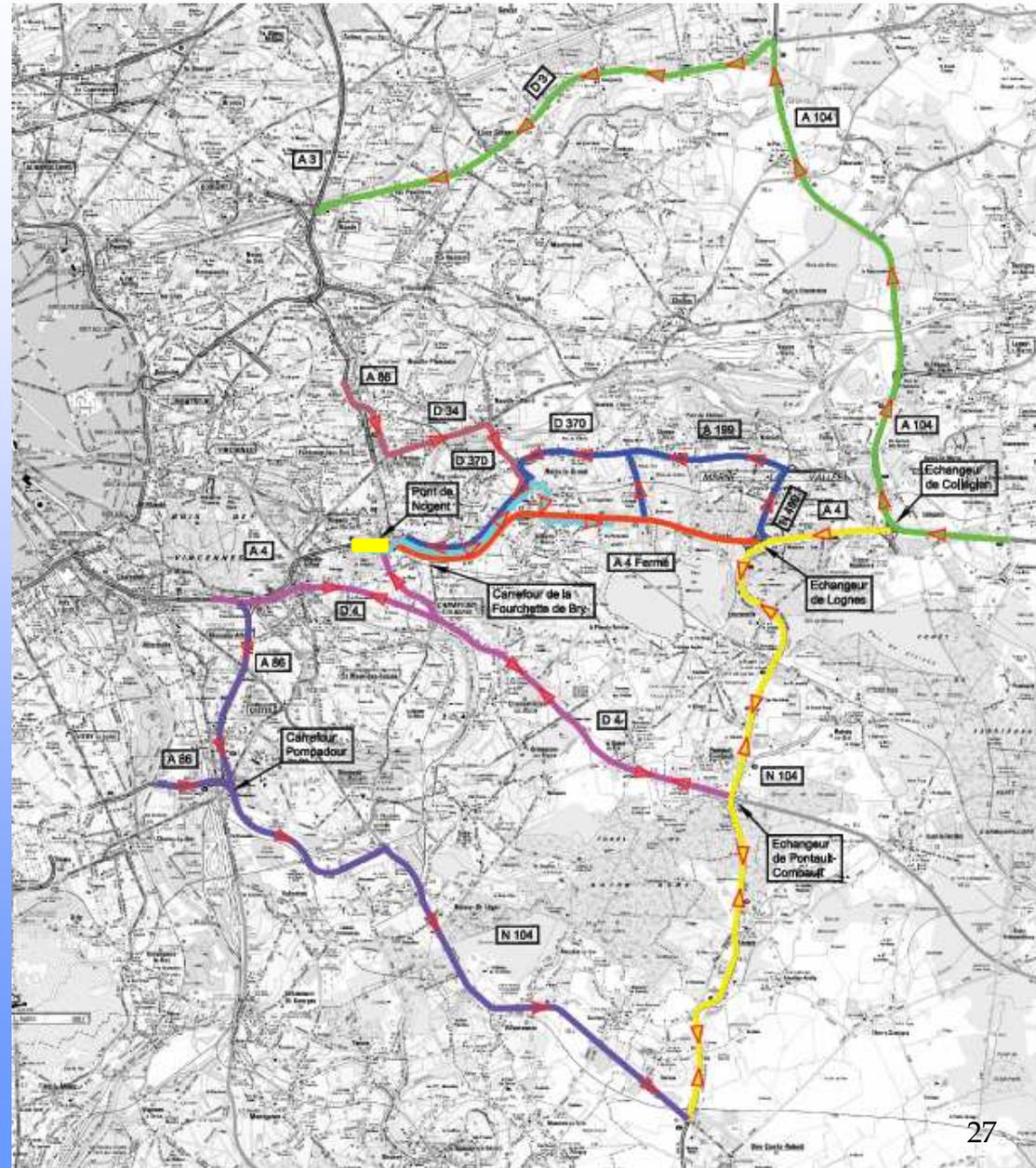
## Mesures prises pour réaliser les travaux

- *Mesures préliminaires (exercice de sécurité)*
- *Mesures liées au trafic*
  - Réduction partielle de la capacité de l'ouvrage
  - Fermeture des bretelles d'accès proches de l'ouvrage
  - Limitation de la vitesse à 50 km/h pendant la durée des travaux
  - Quelques fermetures totales de nuit ou le week-end
  - Mise en place de déviations

### Champigny

EXPLOITATION SOUS CHANTIER  
ITINERAIRES DE DEVIATION

*(Neutralisation totale d'un  
sens de circulation)*





## Mesures prises pour réaliser les travaux

- *Mesures préliminaires (exercice de sécurité)*
- *Mesures liées au trafic*
- *Planification des interventions sur plusieurs ouvrages*
  - **Travaux simultanés pour les tunnels situés sur le même axe routier**
  - **Travaux décalés pour un ouvrage pouvant servir de déviation pendant les travaux dans un autre tunnel**



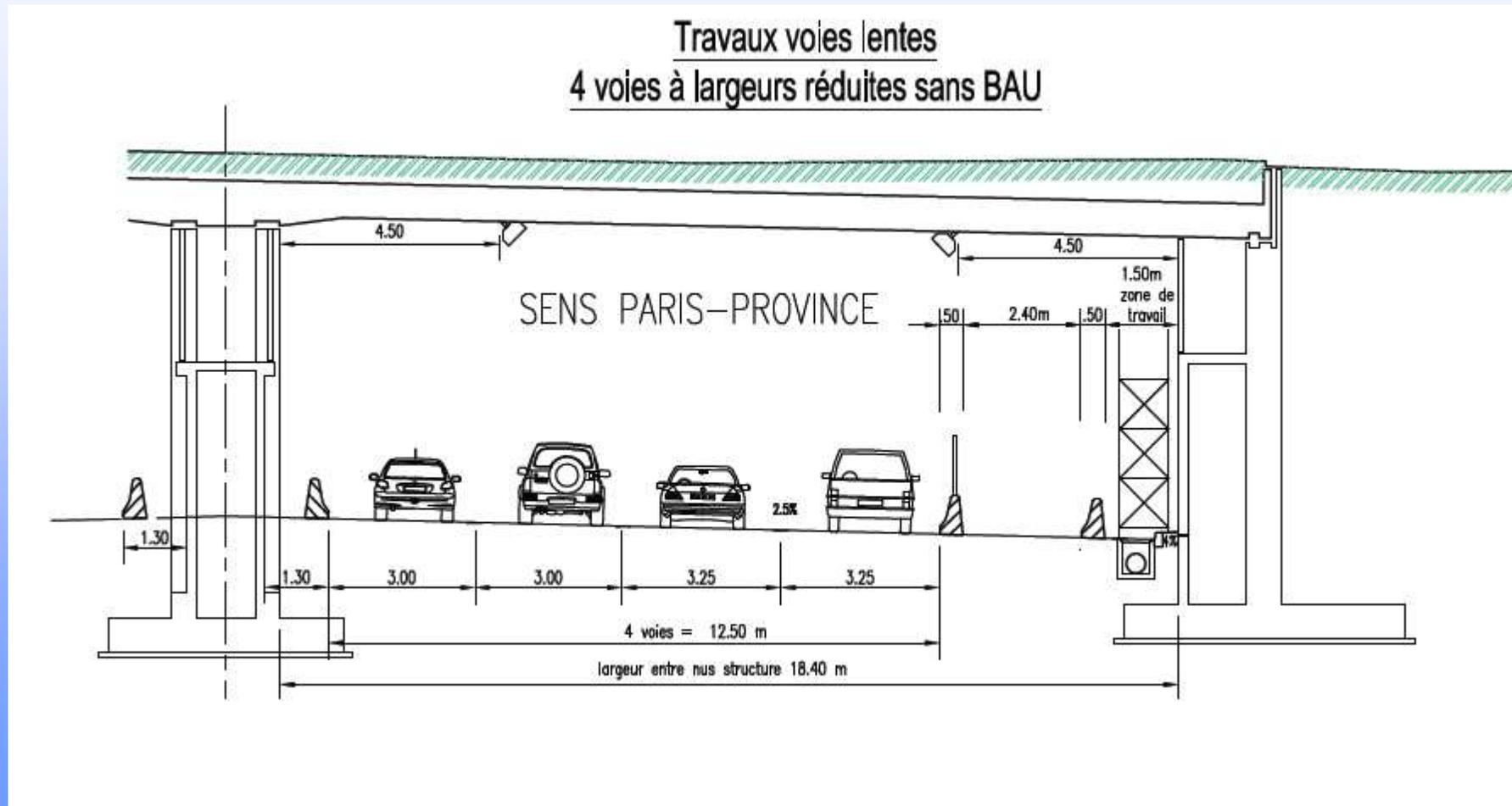
## Mesures prises pour réaliser les travaux

- *Mesures préliminaires (exercice de sécurité)*
- *Mesures liées au trafic*
- *Planification des travaux sur plusieurs tunnels*
- *Information de l'utilisateur*
  - Campagnes de communication régulières dans les médias
  - Site Internet d'information routière accessible 24 h / 24

GTC

Conclusion

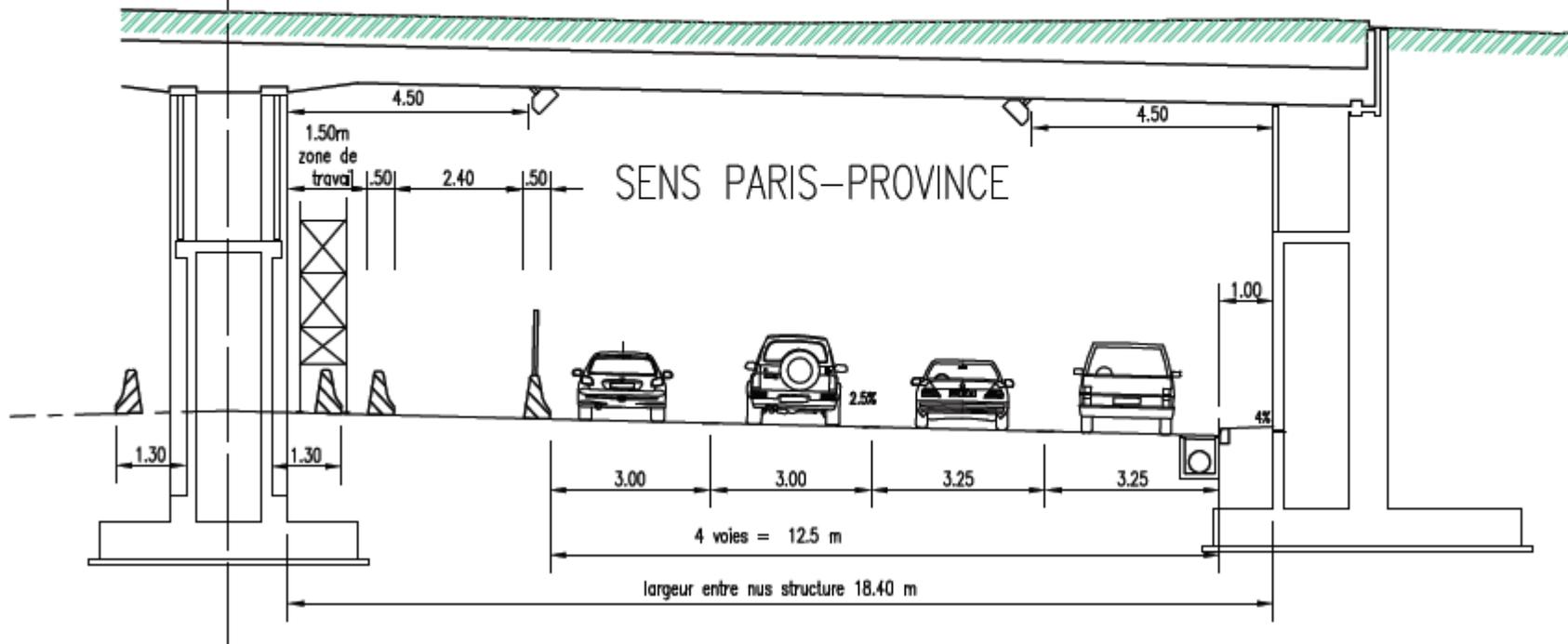
## Un exemple d'intervention: TC de Champigny



***Travail de jour sous circulation***

Travaux voies rapides  
4 voies à largeurs réduites sans BAU

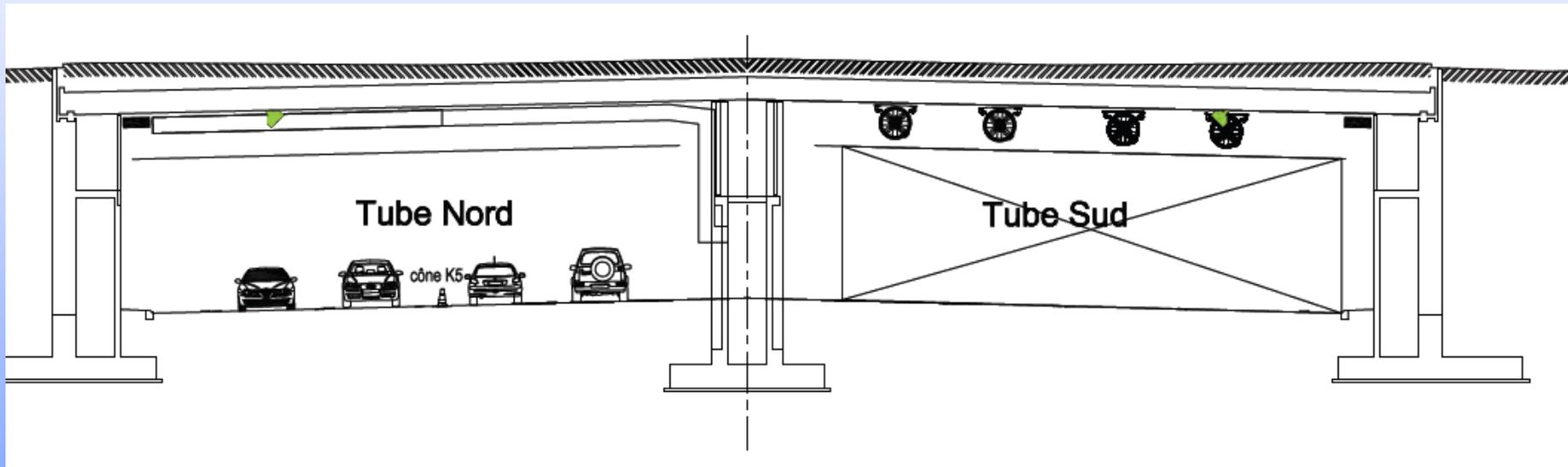
ECH. : 1/100



***Travail de jour sous circulation***

## Technical Committee D.5 – Road Tunnel operations

### BASCULEMENT DE CIRCULATION



***Travail de nuit sous circulation bi-directionnelle***



## Technical Committee D.5 – Road Tunnel operations

Travaux de nuit en tunnel (mise en place des plaques de protection au feu sous dalle)



Conclusion

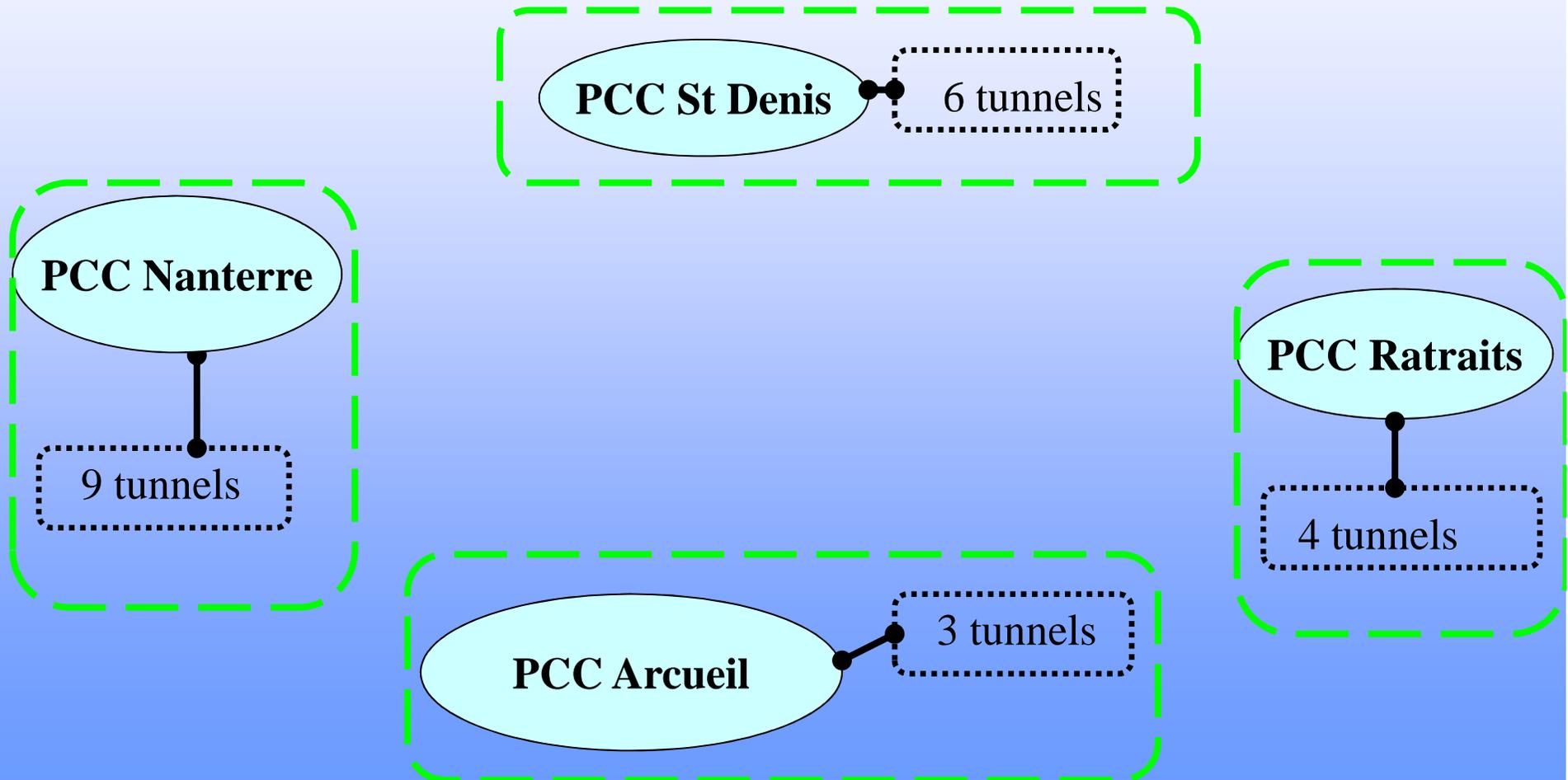


## Un exemple de basculement : le système de GTC

### *Principes retenus*

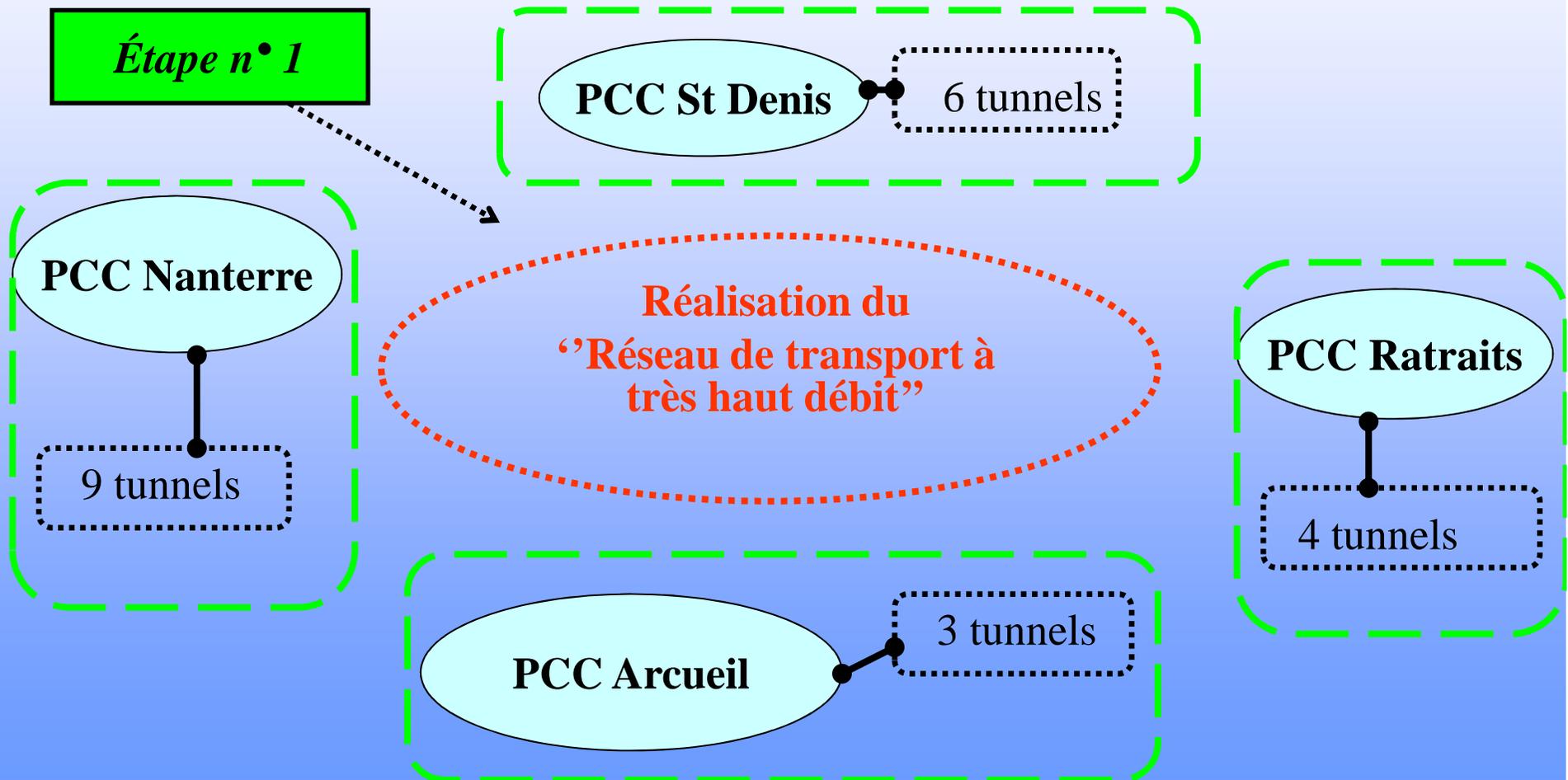
- *Conservation de l'ancien système*
- *Installation d'un réseau à très haut débit*
- *Installation de "switchs" aux entrées / sorties sur le terrain*
- *Possibilité de revenir à l'ancien système à chaque étape*
- *Basculement progressif : d'abord le PCC puis les automates de chaque tunnel*

## *Systeme ancien*

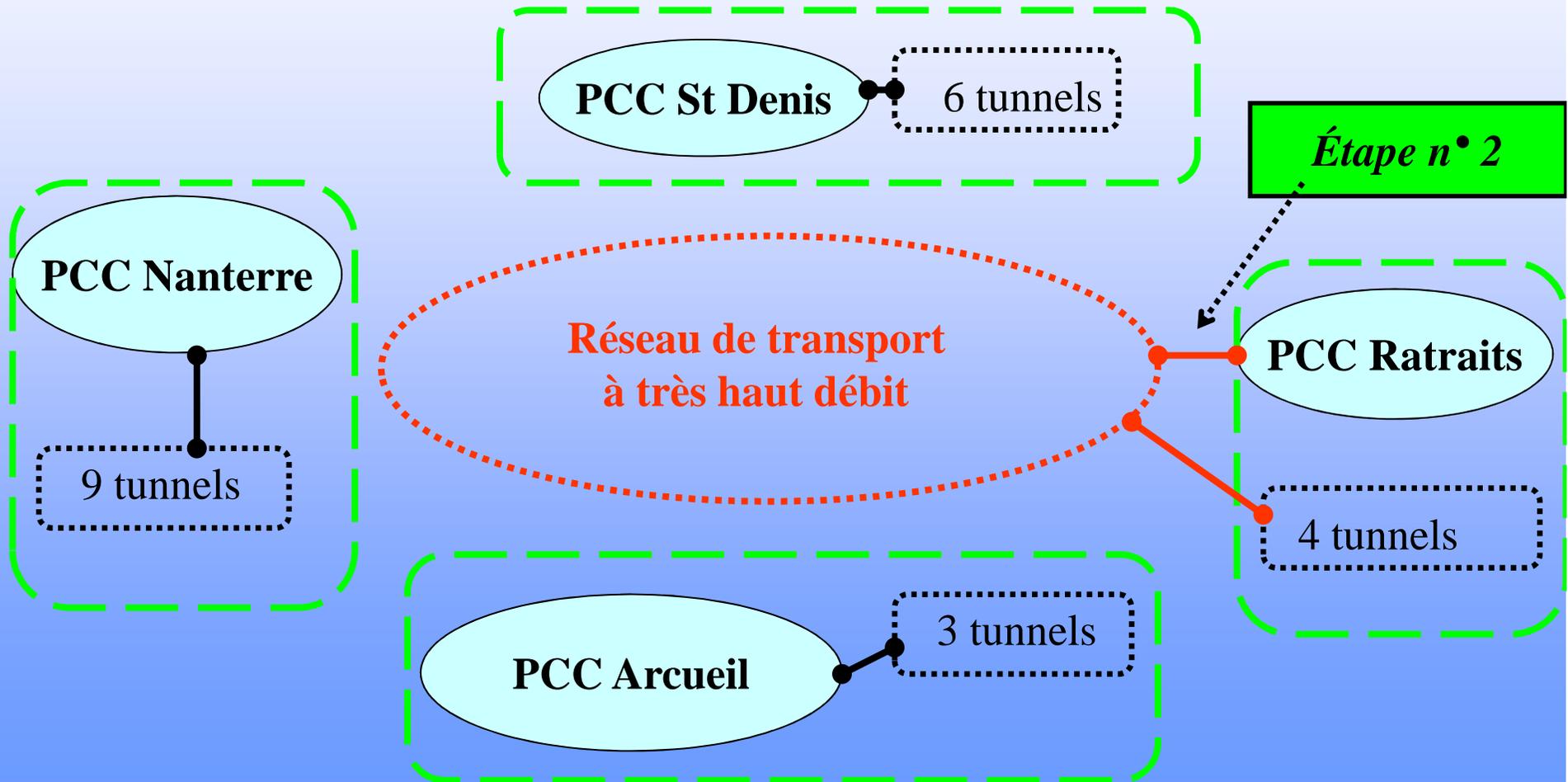


## *Le nouveau système*

**Étape n° 1**

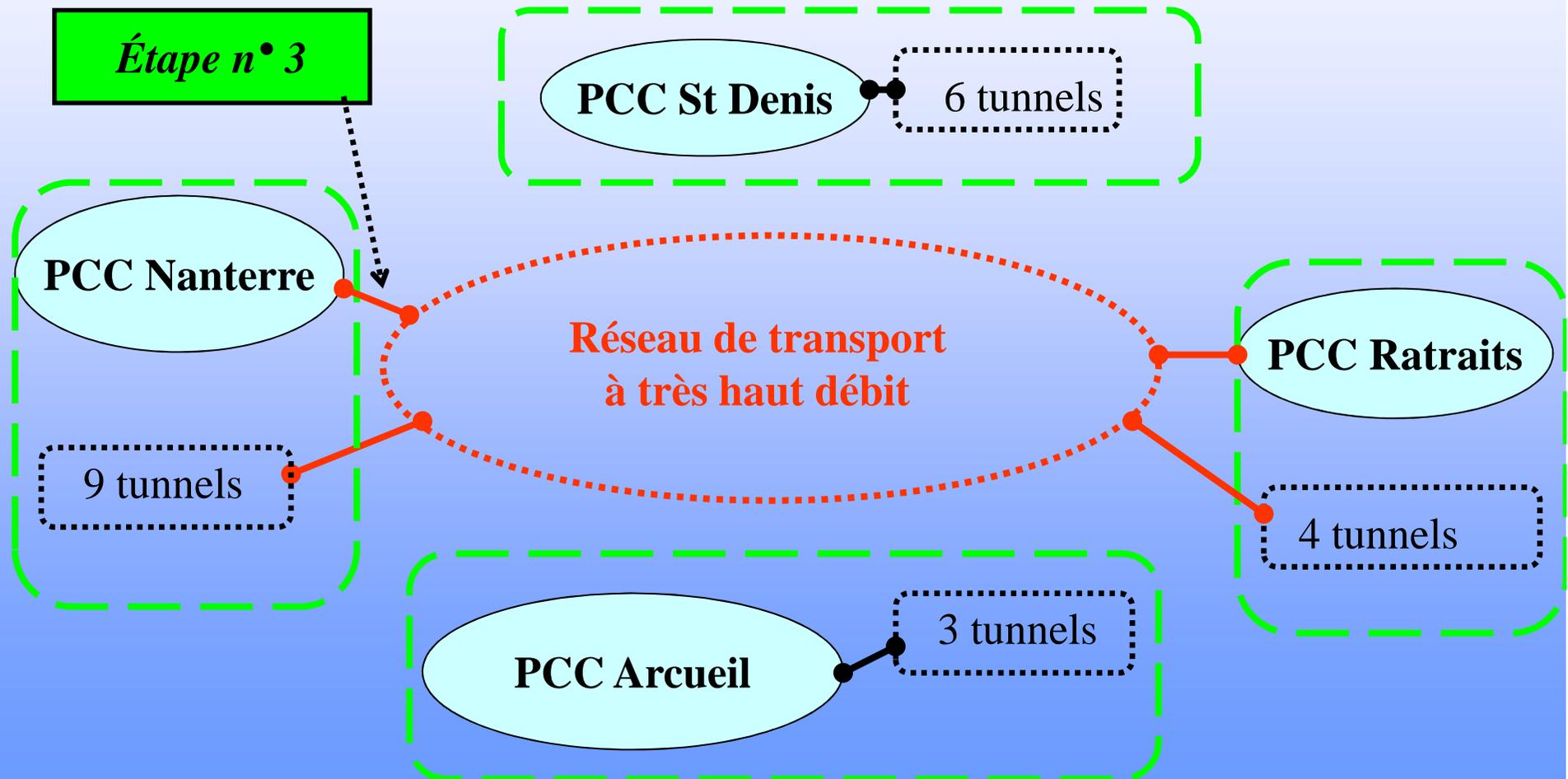


*Le nouveau système*



## *Le nouveau système*

**Étape n° 3**





## CONCLUSION

*De nombreuses dispositions ont été prises pour que les travaux se fassent le mieux possible, mais il subsiste toutefois des points durs :*



*Un état réel de l'existant insuffisamment connu*



*Le basculement des anciens dispositifs vers les nouveaux*



*Le raccordement progressif des nouveaux systèmes de GTC-Supervision sur les PCC*

**Je vous remercie pour votre attention**

**Des questions ?**