

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

ÉLECTROTECHNIQUE

ÉPREUVE E.4.2.

ÉTUDE D'UN SYSTÈME TECHNIQUE INDUSTRIEL CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION

SESSION 2016

Durée : 4 heures

Coefficient : 3

Matériel autorisé :

Calculatrice à fonctionnement autonome autorisée conformément à la circulaire N 99-186 du 16/11/99. L'usage de tout autre matériel ou document est interdit.

Documents à rendre avec la copie :

- le candidat répondra sur le dossier réponses et les feuilles de copie ;
- le dossier réponses est à rendre agrafé au bas d'une copie.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet. Le sujet comporte **trois dossiers** :

- le **dossier présentation-questionnement** qui se compose de 17 pages, numérotées de 1/17 à 17/17 ;
- le **dossier réponses** qui se compose de 7 pages, numérotées de 1/7 à 7/7 ;
- le **dossier technique et ressources** qui se compose de 25 pages, numérotées de 1/25 à 25/25.

*Il sera tenu compte de la qualité de la rédaction, en particulier pour les réponses aux questions ne nécessitant pas de calcul. Le(la) correcteur(trice) attend des phrases construites respectant la syntaxe de la langue française. **Chaque réponse sera clairement précédée du numéro de la question à laquelle elle se rapporte.***

Les notations du texte seront scrupuleusement respectées.

BTS ÉLECTROTECHNIQUE	SESSION 2016
Épreuve E4.2 : Étude d'un système technique industriel Conception et industrialisation	Code : 16-EQCIN

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

ÉLECTROTECHNIQUE

SESSION 2016

ÉPREUVE E4.2

MISE EN SÉCURITÉ DU TUNNEL DE NEUILLY



PRÉSENTATION-QUESTIONNEMENT

Les quatre parties de l'épreuve sont indépendantes.

PRÉSENTATION GÉNÉRALE	2
Caractéristiques du tunnel de Neuilly	3
Principe de la ventilation semi-transversale réversible.....	5
La gestion technique centralisée (GTC) et les modes d'exploitation.....	5
Enjeux E41 et E42.....	7
QUESTIONNEMENT.....	8
Partie A. « Étude du raccordement des sources »	8
Partie B. « Mise en œuvre des motoventilateurs en mode désenfumage »	11
Partie C. « Proposer les éléments de la chaîne de pilotage afin d'obtenir les différents modes de fonctionnement »	13
Partie D. « GTC – Choix des équipements de communication ».....	16

PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Créée en 2006, la Direction Interdépartementale des Routes d'Ile-de-France (DIRIF) a pour mission d'assurer l'entretien, l'exploitation, la gestion et la modernisation du réseau francilien de routes nationales et d'autoroutes non concédées.

La DIRIF est en charge d'un programme de modernisation et de mise en sécurité de 22 ouvrages routiers d'Ile-de-France représentant 45 km de tunnels.

En effet, la circulaire du 25 août 2000 a conduit à l'élaboration d'un diagnostic de sécurité sur l'ensemble des tunnels français de grande longueur. La parution d'un décret le 24 juin 2005 et sa circulaire d'application n°2006-20 du 29 mars 2006 ont modifié la législation. Les tunnels routiers de plus de 300 mètres doivent désormais être rendus conformes à cette nouvelle législation.

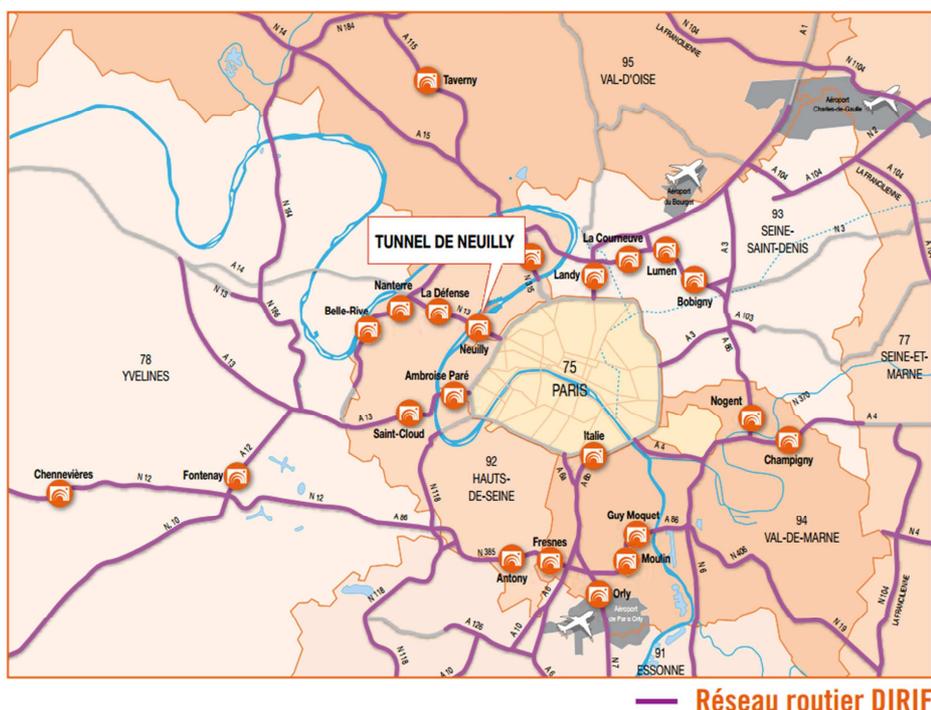


Figure 1 : carte des 22 tunnels d'Ile-de-France

Ces tunnels sont surveillés 24h/24h par quatre Postes de Contrôle Trafic et Tunnel (PCTT), répartis géographiquement autour de Paris. Des opérateurs sécurité trafic au sein de chaque PCTT travaillent en permanence pour veiller à la fluidité du trafic et à l'absence d'incidents.

Les travaux de modernisation de ces tunnels routiers de grande longueur visent à assurer une sécurité améliorée pour les franciliens qui empruntent ces tunnels chaque jour. Pour l'ensemble des tunnels, ces travaux représentent un investissement de 800 millions d'euros sur la période 2009 à 2014.

Le tunnel de Neuilly est l'un de ces 22 tunnels, il dépend du PCTT de Nanterre, à l'ouest de Paris.

Caractéristiques du tunnel de Neuilly

Le tunnel de Neuilly-sur-Seine se situe dans le département des Hauts-de-Seine (92) sur la RN13 entre le pont de Neuilly-sur-Seine et le boulevard périphérique. Il constitue un axe important entre l'autoroute A14 et Paris.

Le tunnel est situé dans une zone fortement urbanisée. En surface, on trouve des aménagements tels qu'une gare de bus, une fontaine et un important rond-point. En souterrain, le tunnel est à proximité de la ligne 1 du métro, de la ligne A du RER gérés par la RATP et d'un parking souterrain géré par la ville de Neuilly-sur-Seine.

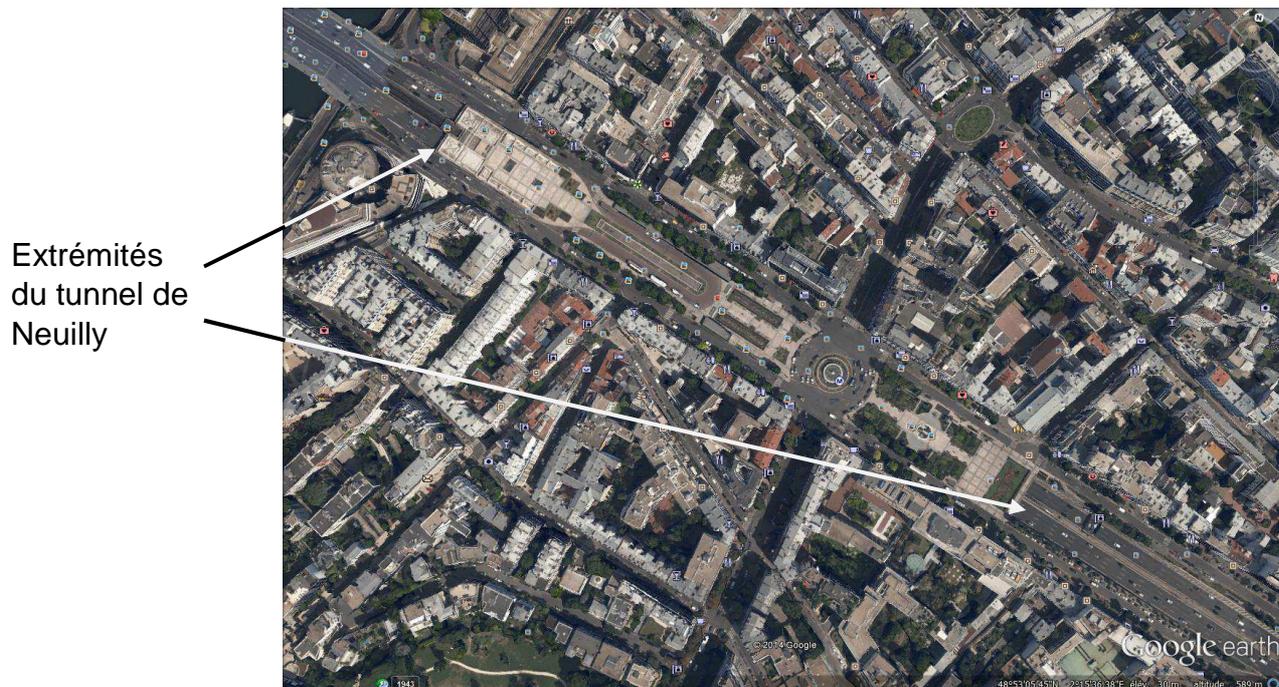


Figure 2 : tunnel de Neuilly

Chiffres clefs :

- construction : 1990-1992 ;
- longueur : 440 m ;
- trafic : 140 000 véhicules par jour dont 5 % de poids lourds ;
- hauteur du tunnel (gabarit routier) : 4,50 m ;
- type : tunnel urbain à deux tubes unidirectionnels à trafic non faible interdit aux TMD (transports de marchandises dangereuses) ;
- système de ventilation : semi-transversal réversible ;
- vitesse dans l'ouvrage : 70 km/h ;
- altitude par rapport au niveau de la mer : 20 m.

Le tunnel de Neuilly est composé de deux tubes (**Voir Figure 3 de ce dossier**) :

- le tube Nord permet la circulation dans le sens Paris vers Province sur trois voies ;
- le tube Sud permet la circulation dans le sens Province vers Paris sur quatre voies.

La ventilation et l'éclairage du tube Nord sont gérés depuis l'usine Est.

La ventilation et l'éclairage du tube Sud sont gérés depuis l'usine Ouest.

TUNNEL DE NEUILLY

VUE EN PLAN

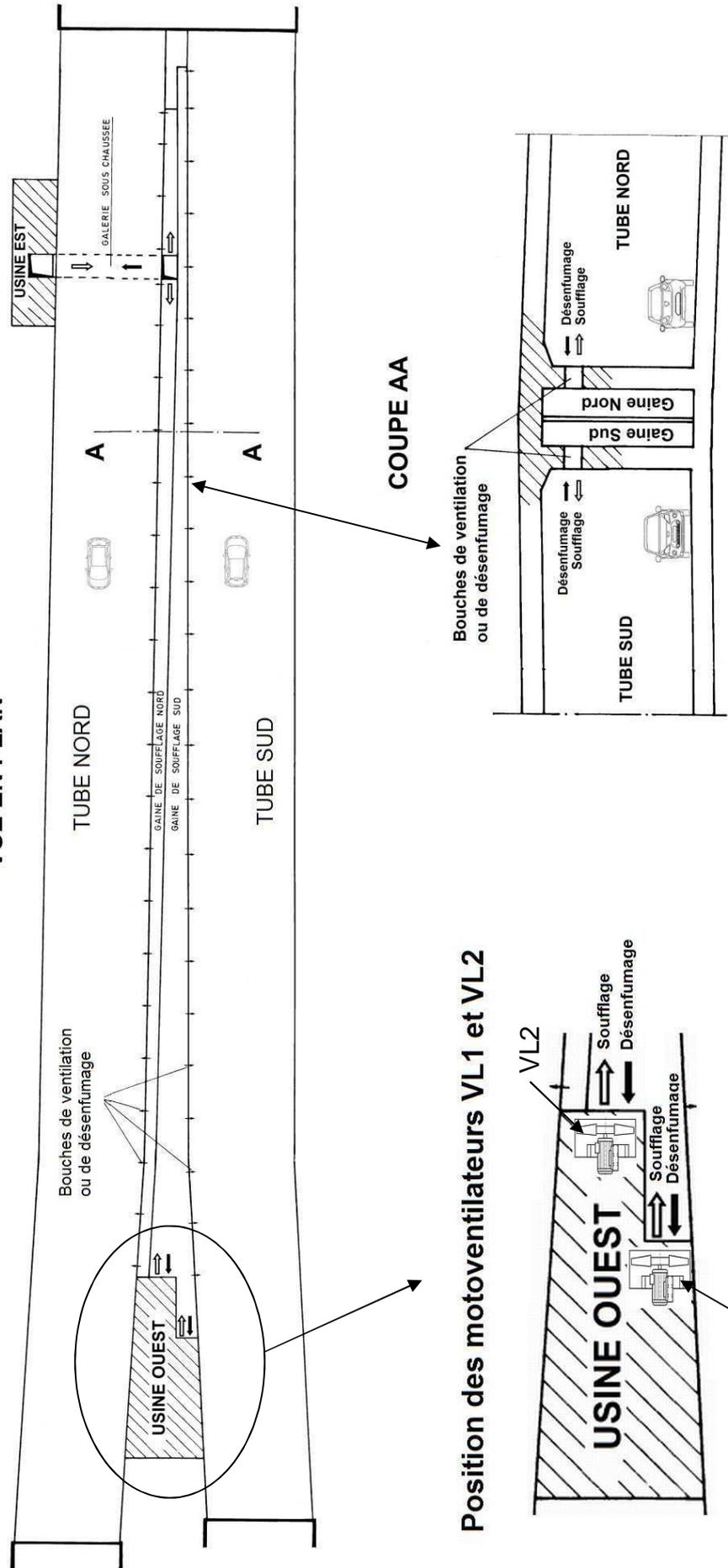


Figure 3 : vue en plan du tunnel de Neuilly

Principe de la ventilation semi-transversale réversible

Dans chaque tube du tunnel, la ventilation a deux fonctions :

- la ventilation sanitaire ;
- le désenfumage.

La ventilation sanitaire permet d'assurer le renouvellement d'air frais pour assurer l'extraction des polluants provenant des gaz d'échappement des véhicules (monoxyde de carbone, gaz carbonique, monoxyde d'azote, oxyde d'azote, particules).

Le désenfumage a pour fonction de maîtriser les quantités de fumées en cas d'incendie. Si un feu de forte intensité se déclare (par exemple un incendie de poids lourd), il faut évacuer les fumées du tunnel de façon à réduire les risques d'asphyxie pour les personnes encore présentes à l'intérieur.

En ventilation semi-transversale réversible, la ventilation sanitaire est assurée par les motoventilateurs qui soufflent de l'air frais dans les gaines de soufflage, cet air frais est diffusé par des bouches de ventilation dans le tube sur toute sa longueur. L'air pollué est expulsé par les extrémités du tube (**Voir Figure 3**).

Lors d'un incendie dans le tube, le sens de rotation des motoventilateurs est inversé de manière à évacuer les fumées présentes dans le tube. La circulation des fumées se fait via les bouches de ventilation, la gaine, les viroles⁽¹⁾ puis l'extérieur (**Voir Figure 4**).

⁽¹⁾ Une virole est l'enveloppe métallique dans laquelle est placé le motoventilateur.

La gestion technique centralisée (GTC) et les modes d'exploitation

Le choix du régime d'exploitation se fait par l'opérateur du PCTT. En régime normal d'exploitation, la ventilation est de type sanitaire. En régime d'exploitation incendie, la ventilation est de type désenfumage. Concernant l'utilisation de la GTC et quel que soit le régime d'exploitation, on distingue les modes d'exploitation suivants : automatique, manuel distant et manuel local.

Modes automatiques

Les modes automatiques, exécutés par la GTC, correspondent à des algorithmes programmés. En régime normal d'exploitation, la régulation de la ventilation sanitaire ne nécessite pas d'intervention de l'opérateur. L'opérateur n'intervient depuis le PC que pour passer en séquence incendie si besoin.

Mode manuel distant

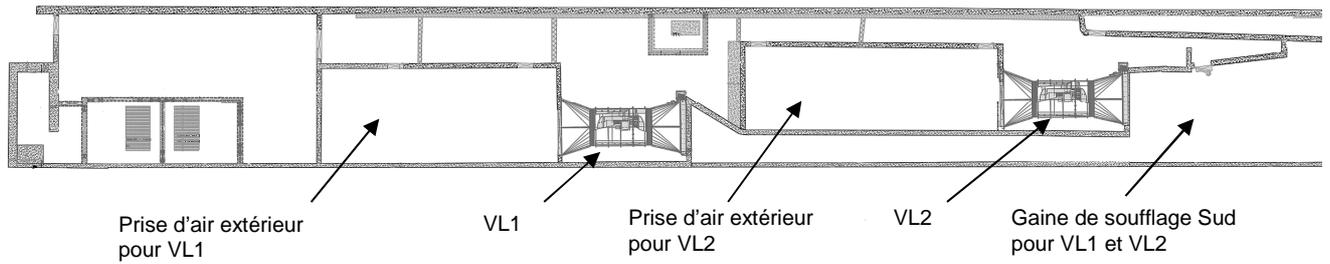
Le mode manuel distant s'applique à l'ensemble des équipements et peut être activé à tout moment quel que soit le mode automatique de fonctionnement. L'opérateur peut alors accéder à la commande unitaire des équipements de ventilation ou passer en séquence incendie.

Mode manuel local

Le mode manuel local est disponible uniquement à partir de commutateurs situés sur les armoires ou coffrets de commande des équipements installés localement dans les usines Est et Ouest. Le passage en mode manuel local est signalé à l'opérateur du PCTT et se traduit par l'invalidation des équipements concernés.

Le mode manuel local est prioritaire sur tous les autres modes.

Vue en plan de l'usine Ouest



Vue en coupe du groupe motoventilateur VL1 de l'usine Ouest

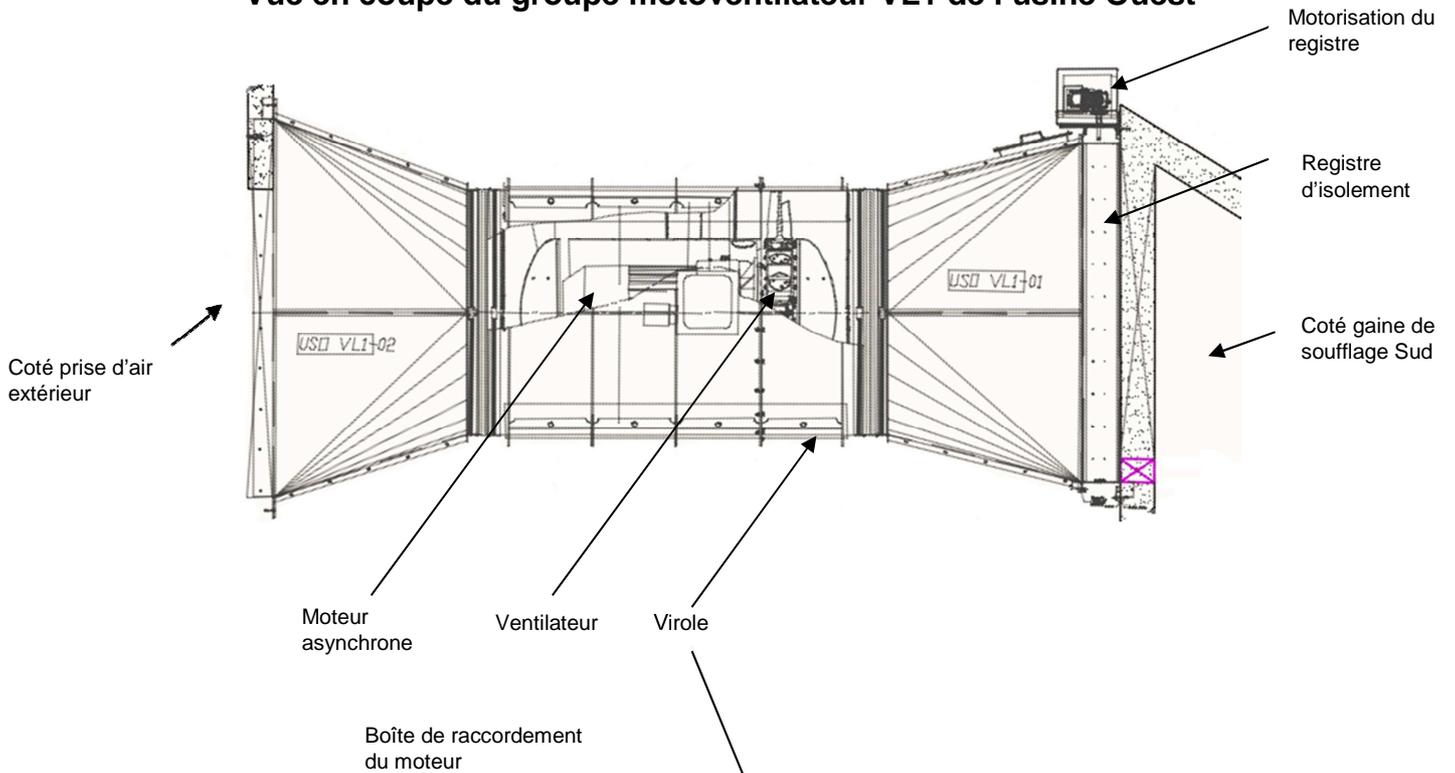
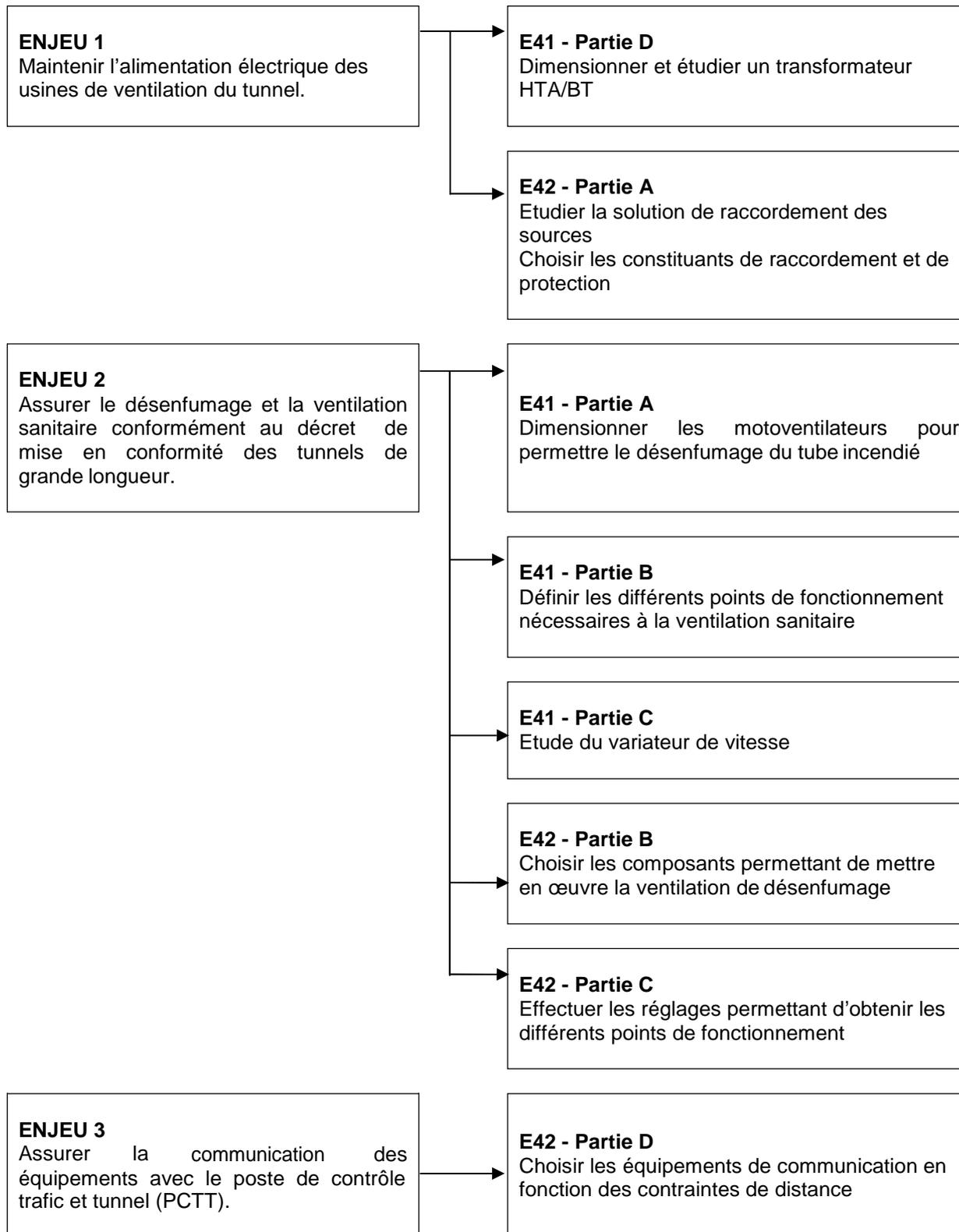


Figure 4 : présentation d'un groupe motoventilateur

Enjeux E41 et E42

Assurer une sécurité améliorée pour les franciliens qui empruntent le tunnel de Neuilly chaque jour.



Le barème de notation des parties A, B, C et D représente respectivement 40%, 20%, 20%, 20% de la note totale.

QUESTIONNEMENT

Partie A. « Étude du raccordement des sources »

Contexte

La mise en conformité des motoventilateurs du tunnel de Neuilly s'est traduite par le remplacement des anciens motoventilateurs. Ces nouveaux motoventilateurs sont d'une puissance plus élevée, ce qui entraîne le remplacement des transformateurs HTA/BT.

La continuité de service est un enjeu déterminant pour la sécurité.

Dans chaque usine, deux nouveaux transformateurs HTA/BT sont installés. Chaque transformateur HTA/BT est dimensionné pour assurer l'alimentation de la ventilation, de l'éclairage et des équipements d'exploitation sans délestage.

Dans chaque usine, sont mis en place deux TGBT (**Voir DTEC2**) : l'un est dédié aux équipements de ventilation (TGBT-V), l'autre est dédié aux équipements d'éclairage et d'exploitation (TGBT-E).

Un troisième TGBT (TGBT-S) permet d'alimenter les équipements de sécurité nécessitant une alimentation secourue.

Usine Ouest :

En fonctionnement normal, le TGBT-V est alimenté par le transformateur TR1 et le TGBT-E est alimenté par le transformateur TR2. On observe (**Voir DTEC1**) que le poste HTA de chaque transformateur est raccordé en antenne à une source différente (Usine A6 ou A7).

Un dispositif de basculement automatique est prévu afin que le TGBT-E et le TGBT-V puissent être alimentés par un seul des deux transformateurs. Cependant, les deux transformateurs ne doivent pas pouvoir alimenter simultanément un même TGBT. Un interverrouillage est donc indispensable (**Voir DTEC2**).

Caractéristiques des transformateurs HTA/BT TR1 - TR2 - TR3 - TR4 :

- puissance apparente : 1250 kVA ;
- tension primaire de 20 kV et tension secondaire à vide de 410 V ;
- type immergés dans l'huile ;
- couplage Dyn11 ;
- courant de court-circuit au secondaire : $I_{cc} = 29,3$ kA.

Schéma de liaison à la terre : Type TN-S.

Inversion de sources automatique avec interverrouillage :

- le disjoncteur DJ1 et l'interrupteur-sectionneur IS1 sont disposés verticalement dans l'armoire avec une distance $V = 800$ mm (**Voir DRES5**) ;
- le boîtier d'automatisme devra être communicant ;
- la tension de commande est de 24VDC.

Informations complémentaires

La question A.2.4 indique de « Dresser la liste des accessoires et équipements ... ». Vos résultats seront présentés sous la forme d'un tableau. Vous devrez tenir compte de la disposition des appareils pour dresser cette liste. Le nombre, le nom et la référence devront apparaître dans le tableau. La longueur du câble sera précisée et vous pourrez ajouter des précisions dans une colonne « Remarques ».

L'évolution de la situation en cas de perte de l'alimentation HTA porte sur les transformateurs TR1, TR2 alimentés ou non, sur l'état de chaque disjoncteurs DJ1 et DJ2 et sur l'état de chaque interrupteur sectionneur IS1 et IS2 (Question A.3.2).

Choix de l'architecture et de la solution technique associée :

Le premier enjeu, page 7/17, concerne l'étude d'une solution pour raccorder les sources. Cela nécessite le choix d'une architecture. Nous rappelons, ci-après, les avantages et inconvénients de trois architectures de réseaux électriques :

- l'architecture simple antenne est la structure la plus simple, Elle est peu coûteuse, facile à protéger. Elle ne donne qu'une faible disponibilité d'alimentation. Un seul défaut entraîne la coupure de l'alimentation d'antenne ;
- l'architecture en boucle fermée permet une bonne continuité de l'alimentation. C'est une solution coûteuse avec un système de protection qui est généralement complexe ;
- l'architecture double dérivation permet une bonne continuité de l'alimentation. Elle nécessite la mise en œuvre de fonctions d'automatisme.

Documents nécessaires pour cette partie :

↗ *Dossier technique : DTEC1 et DTEC2*

↗ *Dossier ressources : DRES1 à DRES6*

A.1. Valider le choix des cellules des postes HTA.

A.1.1. Calculer les courants d'emplois I_{B2} et I_{B5} des cellules n°2 et 5.

A.1.2. Déterminer les courants d'emplois I_{B1} , I_{B3} et I_{B4} des cellules n°1, 3 et 4.

A.1.3. Donner la fonction, la tension nominale, le courant nominal et la référence des cinq cellules numérotées 1 à 5. Répondre sur le document réponse DREP1.

A.1.4. Déterminer la référence des fusibles avec percuteur à utiliser dans les cellules n°2 et 5.

A.2. Choix du disjoncteur source et du dispositif d'interverrouillage.

A.2.1. Calculer le courant au secondaire du transformateur TR1.

A.2.2. Déterminer la référence du disjoncteur source débrochable DJ1 dans la gamme DMX³ de Legrand. Préciser les critères de choix.

A.2.3. Déterminer la référence de l'interrupteur sectionneur débrochable IS1 dans la gamme DMX³-I de Legrand. Préciser les critères de choix et la taille 1, 2 ou 3 de l'équipement.

A.2.4. Dresser la liste des accessoires et équipements permettant de réaliser une inversion de sources automatique avec interverrouillage entre le disjoncteur DJ1 et l'interrupteur sectionneur IS1. Voir les **informations complémentaires**, page 9/17.

A.3. Analyse du fonctionnement de l'usine Ouest.

A.3.1. En fonctionnement normal, indiquer l'état (ouvert ou fermé) des disjoncteurs DJ1 et DJ2 ainsi que des interrupteurs sectionneurs IS1 et IS2.

A.3.2. Indiquer, en quelques lignes, l'évolution de la situation en cas de perte de l'alimentation HTA depuis l'usine A6. Voir les **informations complémentaires**, page 9/17.

A.3.3. Compléter sur le document réponse DREP2 les quatre chronogrammes et le tableau pour le scénario de perte d'alimentation HTA proposé.

A.3.4. Faire l'analyse, en quelques lignes, du choix de l'architecture (que vous préciserez) associée à la solution technique proposée. Voir les **informations complémentaires**, page 9/17.

Contexte

En mode désenfumage, l'extraction des fumées s'effectue par les bouches réparties tous les 2 m le long du tube incendié et ouvertes en permanence (**Voir figure 3 de ce dossier**).

L'usine Ouest compte deux motoventilateurs. Chaque moteur a été redimensionné pour entraîner un ventilateur réversible qui peut extraire des fumées avec un débit de 125 m³/s, ce qui fait un total en extraction de 250 m³/s. Le principe de désenfumage est le suivant :

- extraction des fumées par les deux motoventilateurs dans le tube sinistré ;
- soufflage d'air frais par les deux motoventilateurs de l'autre usine dans le tube sain de manière à le mettre en surpression par rapport au tube sinistré et participer ainsi à lutter contre le recyclage des fumées d'un tube à l'autre.

Chaque motoventilateur est associé à un registre d'isolement motorisé côté gaine de soufflage. Le registre motorisé est fermé lorsque le motoventilateur est à l'arrêt et ouvert lorsque le motoventilateur est en fonctionnement (**Voir figure 4 de ce dossier**).

La fonction d'un registre est d'isoler hermétiquement un motoventilateur à l'arrêt dans le cas où le second motoventilateur de l'usine serait en fonctionnement.

Caractéristiques des moteurs :

- moteurs asynchrones de 355 kW, chez Leroy Somer, de référence 4P FLSHT 355 LC ;
- indice de refroidissement IC 411 ;
- moteur haute température certifié F200 selon NF EN 12101-3 : il supporte 200° C pendant 2h ;
- sonde de température CTP du moteur sera reliée au variateur de vitesse.

Caractéristiques des variateurs de vitesse :

- ils ont un indice de protection IP54 ce qui nécessite un déclassement dès que la température ambiante peut être supérieure à 35° ;
- la fréquence de découpage est de 3 kHz.

Caractéristiques de l'usine Ouest :

- l'altitude par rapport au niveau de la mer est de 20 m ;
- la température dans l'usine Ouest est comprise entre -10°C et +40°C.

Contraintes sur chaque registre d'isolement motorisé :

- chaque registre a une dimension de 3000 mm x 2500 mm ;
- chaque registre doit être manœuvré en ouverture et en fermeture par un servomoteur ;
- chaque registre doit résister mécaniquement à une pression de 2500 Pa (qui serait générée par un démarrage d'un motoventilateur alors que le registre serait fermé) ;
- chaque registre doit résister au passage de fumées à 200°C au moins pendant 2h.

Caractéristiques des motorisations des registres :

- servomoteur contrôlé en mode Tout Ou Rien (TOR), quart de tour ;
- durée des manœuvres d'ouverture et de fermeture inférieure ou égale à 10 secondes ;
- le servomoteur développe un couple par unité de surface d'une valeur de 35 Nm/m². Il permet l'ouverture et la fermeture du registre (malgré les effets de la dilatation à haute température).

Documents nécessaires pour cette partie :

↗ *Dossierressources : DRES7 à DRES12*

B.1. Mise en œuvre des groupes motoventilateurs.

B.1.1. Justifier la nécessité de choisir un moteur haute température et rappeler les contraintes qu'il devra supporter.

B.1.2. Vérifier, en vous justifiant, si le variateur de référence MD2S-400T peut être raccordé au moteur 4P FLSHT 355 LC dans les conditions nominales. Vous conduirez votre réflexion à partir du courant nominal du moteur et du déclassement à prévoir.

B.2. Étude du registre d'isolement.

B.2.1. Justifier que les registres de la gamme TRS conviennent pour cette application.

B.2.2. Donner, en vous justifiant, la référence du servomoteur quart de tour TOR à associer au registre d'isolement.

B.2.3. Compléter le schéma de puissance sur le document réponse DREP3.

Partie C. « Proposer les éléments de la chaîne de pilotage afin d'obtenir les différents modes de fonctionnement »

Contexte

Enjeu : Assurer le renouvellement d'air frais pour évacuer les polluants provenant des gaz d'échappement des véhicules. Ces polluants sont le monoxyde de carbone, le gaz carbonique, le monoxyde d'azote, le dioxyde d'azote, les particules.

En régime normal d'exploitation, la ventilation est de type sanitaire et ne nécessite pas d'intervention de l'opérateur.

Trois types de capteurs de pollution (capteur de CO, capteur de NO₂ et opacimètre) sont utilisés pour mesurer la qualité de l'air dans les tubes du tunnel.

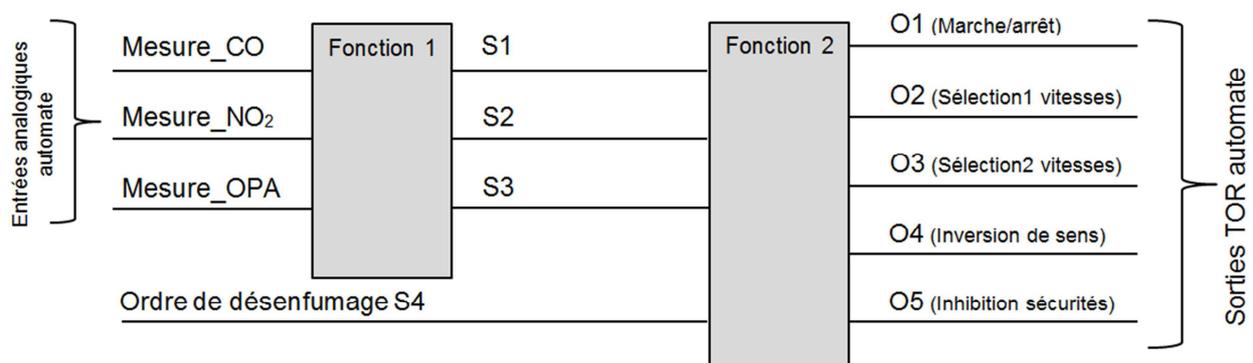
En fonction du taux de pollution mesuré par ces capteurs, trois fréquences de rotation sont possibles pour les motoventilateurs, dans l'ordre croissant N1, N2 et N3 (**Voir DTEC5**).

L'opérateur n'intervient depuis le poste de contrôle (PC) que pour passer en séquence incendie si besoin. Le mode désenfumage devient alors prioritaire et les motoventilateurs sont démarrés à la fréquence de rotation N4.

En fonctionnement en mode désenfumage, les sécurités des variateurs sont inhibées.

L'ensemble des modes de fonctionnement est géré par un automate.

La structure du programme automate permettant de piloter les entrées logiques d'un variateur est organisée autour de deux fonctions :



S1, S2, S3 et S4 sont des variables booléennes.

Chacun des trois types de capteurs est raccordé à une entrée analogique de l'automate.

Caractéristiques du variateur :

- les entrées logiques du variateur sont à logique positive ;
- le variateur est équipé d'un module d'entrées/sorties supplémentaires MDX-I/O TIMER.

Informations complémentaires

Nous remarquons (**Voir DTEC4**) que l'entrée logique DI5 permet de sélectionner le mode de fonctionnement en soufflage ou en désenfumage.

Les bits **01.15** et **01.47** (**Voir DRES13**) sont toujours à l'état « 0 ».

Les entrées logiques du variateur MD2S peuvent être alimentées sous 24V sans risque de détérioration.

Les questions C1.6 et C1.7, voir ci-après, évaluent votre compréhension du fonctionnement de la chaîne de pilotage du motoventilateur.

La question C.1.6 s'appuie sur les questions précédentes : DI2 et DI3 sont les entrées du variateur. On connaît la valeur de l'opacité (OPA) et du taux d'oxyde de carbone (CO). Compte tenu du fonctionnement du motoventilateur, il est possible de connaître *l'ordre de grandeur* du taux de dioxyde d'azote (NO₂).

La question C.1.7 doit être rédigée. À partir de condition de pollution particulière, on demande de décrire la chaîne de pilotage du motoventilateur en précisant l'état des mots numériques suivants, exprimés en base deux : (S4S3S2S1)₂ et (O5O4O3O2O1)₂. Vous préciserez la valeur de la fréquence de rotation en tr.min⁻¹ du motoventilateur.

Caractéristiques des capteurs, uniquement pour information

Chaque transducteur utilise une technique 2 fils à sortie 4-20mA. Les capteurs sont implantés dans le tunnel selon la configuration indiquée sur DTEC6.

Documents nécessaires pour cette partie :

↗ Dossier technique : DTEC3 à DTEC6

↗ Dossier ressources : DRES13

C.1. Commande du variateur de vitesse par l'automate.

C.1.1. D'après le relevé de vitesse effectué avec le logiciel MDX-Soft de Leroy Somer, déterminer approximativement les valeurs des fréquences de rotation N1, N2, N3 et N4 en tr.min^{-1} .

C.1.2. Indiquer les entrées logiques du variateur qui permettront de sélectionner ces quatre fréquences de rotation.

C.1.3. En déduire les valeurs des vitesses pré-réglées RP1 à RP8 du variateur. Répondre sur le document réponse DREP4. Les vitesses pré-réglées inutilisées seront mises à 0,00.

C.1.4. Compléter le document réponse DREP5 en raccordant les 8 bornes du variateur associé au module MDX-I/O TIMER.

C.1.5. Donner l'état des sorties de la fonction 2 en fonction des entrées S1 à S4 sur le tableau 2 du document réponse DREP6.

Revoir les « **Informations complémentaires** » page 14/17 pour obtenir des précisions supplémentaires sur les deux dernières questions.

C.1.6. Compléter le tableau 3 du document réponse DREP6.

C.1.7. Justifier, en quelques lignes, le mode de fonctionnement de la chaîne de pilotage dans les conditions de pollution suivantes :

- la valeur analogique de OPA est de 2 km^{-1} ;
- la valeur analogique de NO_2 est de 0,2 ppm ;
- la valeur analogique de CO est de 80 ppm ;
- la ventilation est en régime d'exploitation normale.

Contexte

L'architecture réseau comprend deux automates API1 et API2. API1 est situé dans l'usine A7 du tunnel de la Défense et API2 se trouve dans l'usine Ouest du tunnel de Neuilly (**Voir DTEC7 et DTEC8**).

Chaque automate peut assurer le transfert d'informations vers le Poste de Contrôle Trafic et Tunnel (PCTT) de Nanterre. Les liaisons entre les API et le PCTT sont assurées par des liaisons Ethernet fibres optiques.

L'architecture réseau est également composée de plusieurs modules d'entrées/sorties déportés (MESD) situés dans les usines Est et Ouest du tunnel de Neuilly ainsi que dans les tubes Nord et Sud au niveau des issues de secours.

La communication entre les stations (les automates et les MESD) se fait par un réseau Profibus-DP.

Deux solutions sont envisagées pour réaliser cette architecture réseau (**Voir DTEC7 et DTEC8**).

La solution 1 utilise une topologie bus. Les matériels et le principe de raccordement sont indiqués en **DTEC7**.

La solution 2 utilise une topologie en double anneau (**DTEC8**) : chaque MESD est reliée à deux anneaux différents. Un API n'est relié qu'à un anneau.

L'étude porte sur le support de transmission associé à un choix d'une solution technologique parmi trois : PROFIBUS électrique, PROFIBUS OLM et PROFIBUS OBT.

Spécification : la vitesse de transmission sera supérieure à 6 Mbits/s.

Contraintes :

- les automates doivent être redondants afin d'assurer le transfert d'informations vers le PCTT en cas de dysfonctionnement de l'un d'entre eux.
- l'étendue du réseau doit être prise en compte.
- la distance entre deux stations doit être prise en compte.

Cette partie D a pour objectif d'étudier chaque solution (questions D1 et D2) avant de choisir la solution la plus adaptée (question D3)

Consigne pour les questions D1 et D2 : vous rédigerez un paragraphe qui précisera le support de transmission ainsi que la ou les solutions technologiques à retenir. Vous expliquerez, en vous justifiant, si la spécification et les contraintes sont satisfaites.

Informations complémentaires

PROFIBUS-DP (*DP pour Decentralized Peripherals*) est le nom d'un type de bus de terrain propriétaire et de son protocole, inter-automates et de supervision. On le nomme également PROFIBUS électrique.

PROFIBUS-PA (*PA pour Process Automation*) est moins répandu que Profibus-DP. Le débit est limité à 31,25 kbit/s.

Trois solutions technologiques :

- 1) *PROFIBUS électrique* permet le raccordement des stations qui échangent des informations sur un support de transmission électrique.
- 2) *PROFIBUS Optical Link Module OLM* (ou *réseau optique avec OLM*) permet le raccordement des stations qui échangent des informations sur un support de transmission optique.
- 3) *PROFIBUS Optical Bus Terminal OBT* (ou *réseau optique avec OBT*) permet de raccorder une station Profibus électrique dépourvue d'interface optique intégrée à un support de transmission optique : il est nécessaire d'ajouter une interface (un OBT) entre la station existante et le support de transmission optique.

Pour la réalisation de structure de réseau optique sur de grandes distances, on fait appel aux fibres en verre, tandis que sur les courtes distances, la préférence est donnée aux fibres en matière plastique ou encore aux fibres en verre enrobées de plastique (PCF) qui sont moins coûteuses. Ce type de support offre une vitesse de transmission bien plus grande que le câble filaire.

Principe de la topologie en anneau : elle permet à l'automate d'envoyer une trame spéciale, appelée *jeton*. Un seul jeton se propage dans le réseau dans un seul sens et est reçu par chaque MESD. Si l'un d'entre eux a besoin d'envoyer des données, il « prend le jeton » puis transmet ses informations à l'automate.

Topologie en double anneau : le principe est le même que la topologie en anneau sauf qu'on rajoute un anneau supplémentaire qui servira de secours dans le cas où l'anneau primaire tombe en panne.

Documents nécessaires pour cette partie :

↗ *Dossier technique : DTEC7 et DTEC8*

↗ *Dossier ressources : DRES14 à DRES16*

D.1. Étude de la solution 1.

D.1.1. Rédiger un paragraphe pour la solution 1 en suivant la consigne indiquée dans le contexte page 16/17.

D.1.2. Préciser le nombre de répéteurs à introduire entre API1 et MESD1.

D.2. Étude de la solution 2.

D.2.1. Rédiger un paragraphe pour la solution 2 en suivant la consigne indiquée dans le contexte page 16/17.

D.2.2. Justifier que la solution technologique PROFIBUS OBT ne peut satisfaire à toutes les contraintes.

D.3. Choisir la solution la plus adaptée en argumentant votre réponse.