



CONCEPTION DES OUVRAGES D'ART, INTÉGRATION ENVIRONNEMENTALE ET ENJEUX TECHNIQUES STRATÉGIQUES:

CAS DES EQUIPEMENTS TECHNOLOGIQUES DE LA TREMIE DES ALMOHADES A CASABLANCA

Mme. Fatine ETTAZI

Ingénieur Principal au Service Electricité relevant du pôle
Bâtiment & Energie au BET Novec Groupe CDG

M. Abdelhafid BENHALIM

Ingénieur en Chef au Service Energie relevant du pôle
Bâtiment & Energie - BET Novec Groupe CDG

- 1- Présentation du projet
- 2- Objectifs escomptés
- 3- Choix stratégiques
- 4- Principaux équipements électriques caractérisant les Trémies
- 5- Conclusion



Présentation du projet

Cas de la Trémie Des Almohades

Le projet de la Trémie des Almohades s'inscrit dans le cadre du plan du développement des ouvrages d'art de la région du Grand Casablanca. Ce projet structurant, a une valeur assez particulière de par son implantation exceptionnelle au cœur de Casablanca et à proximité :

- Du port de Casablanca
- De la gare ferroviaire de Casa port
- De la grande mosquée Hassane II
- De l'ancienne Médina
- De la Marina de Casablanca
- Du projet Wessal

Située dans une zone dense et en pleine expansion, avec un trafic de plus de 53.000 véhicules par jour et 4500 véhicules en heure de pointe, cette trémie, réservée exclusivement aux véhicules légers, a pu garantir la fluidification du trafic et ce, en dénivellant tous les carrefours le long des boulevards les Almohades, Sidi Mohammed Ben Abdellah et Zaid ou Hmed et débouchant sur l'Avenue des FAR, après le carrefour Zelaqa.



Cette trémie urbaine est considérée comme la plus longue sur le continent africain.

Ce projet est étalé sur un tracé linéaire de 2.270 m, dont 1.817 m en souterrain, aménagé en 2x2 voies chacun avec une largeur de 7,15m et un trottoir de 0,75m de largeur libre.

La réalisation de ce projet a duré 48 mois depuis 2017 et a été inauguré en Juin 2021 et a nécessité un investissement de 860 millions de dirhams (MDH), dont 310 MDH par le Ministère de l'Intérieur (Direction générale des collectivités territoriales), 250 MDH par Wessal Capital Asset Management, 240 MDH d'Al Manar Development Company (Filiale CGI) et 60 MDH par la Commune de Casablanca.

La Trémie des Almohades une œuvre unique au Maroc

Objectifs escomptés

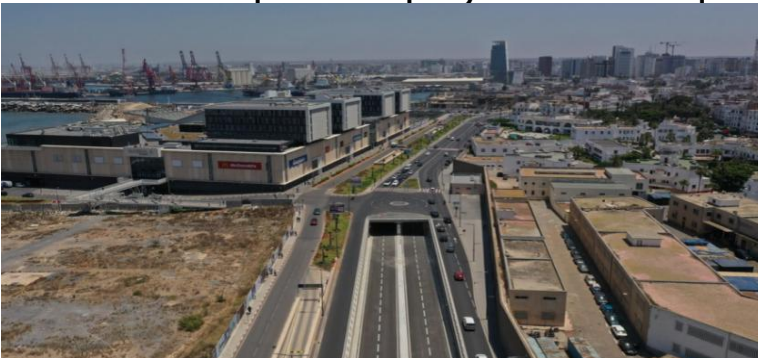
La mise en place de tels Tunnels présente de nombreux atouts et avantages, on cite ce qui suit :

- Décongestionnement de la circulation
- Fluidité de la circulation dans les grands artères d'une métropole.
- Diminution des nuisances (restrictions de circulation, trafic de camions, bruits, poussières, etc.)
- Protection contre les intempéries
- Préservation de la nature, de la vue et du paysage
- Le tunnel favorise une capacité plus importante du trafic par rapport au pont.
- Un tunnel permet d'éviter des difficultés liées au mauvais temps pendant la construction.
- Pour des raisons écologiques : le tunnel, à la différence de la route, d'une voie ferrée, ou de certains ponts, n'a pas d'impact en termes de fragmentation écopaysagère.

Choix stratégiques

La trémie est dotée d'équipements de dernière génération aux standards internationaux. En effet, 88 caméras fixe et mobile veillent à la sécurité des usagers, 36 ventilateurs à double sens, 600 projecteurs LED à intensité variable, 8 issues de secours, un système de détection et de lutte contre l'incendie, des détecteurs de hauteur, des téléphones d'urgences, des signes électroniques, des barrières d'entrée et un système Scada pour la supervision de tout le fonctionnement de la Trémie.

Ces équipements techniques ont été validés et approuvés à partir des choix stratégiques en relation avec la fonction de l'ouvrage, sa localisation géographique, ses caractéristiques intrinsèques, la nature du trafic qu'il accueille, aux infrastructures aval et amont, aux grands enjeux relatifs à la sécurité et à l'organisation des secours, ainsi qu'à la réglementation et à l'environnement culturel et socio-économique du pays dans lequel le tunnel est situé.



Les équipements des Trémie doivent faire preuve d'adaptabilité pour tenir compte de l'évolution de l'ouvrage et de son environnement.

Principaux équipements électriques caractérisant les Trémies



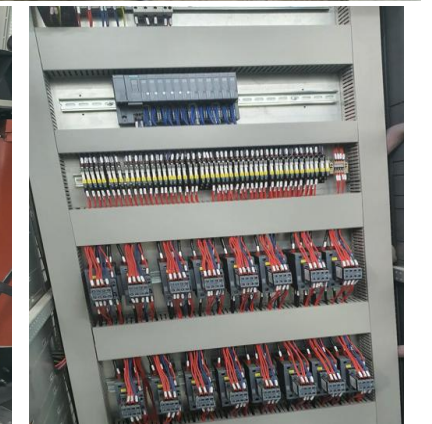
Volet CFO

- Cellules HTA
- Transformateurs
- Groupes électrogènes
- UPS
- Tableaux électriques
- Câbles électriques
- Chemins de câbles
- Système d'éclairage

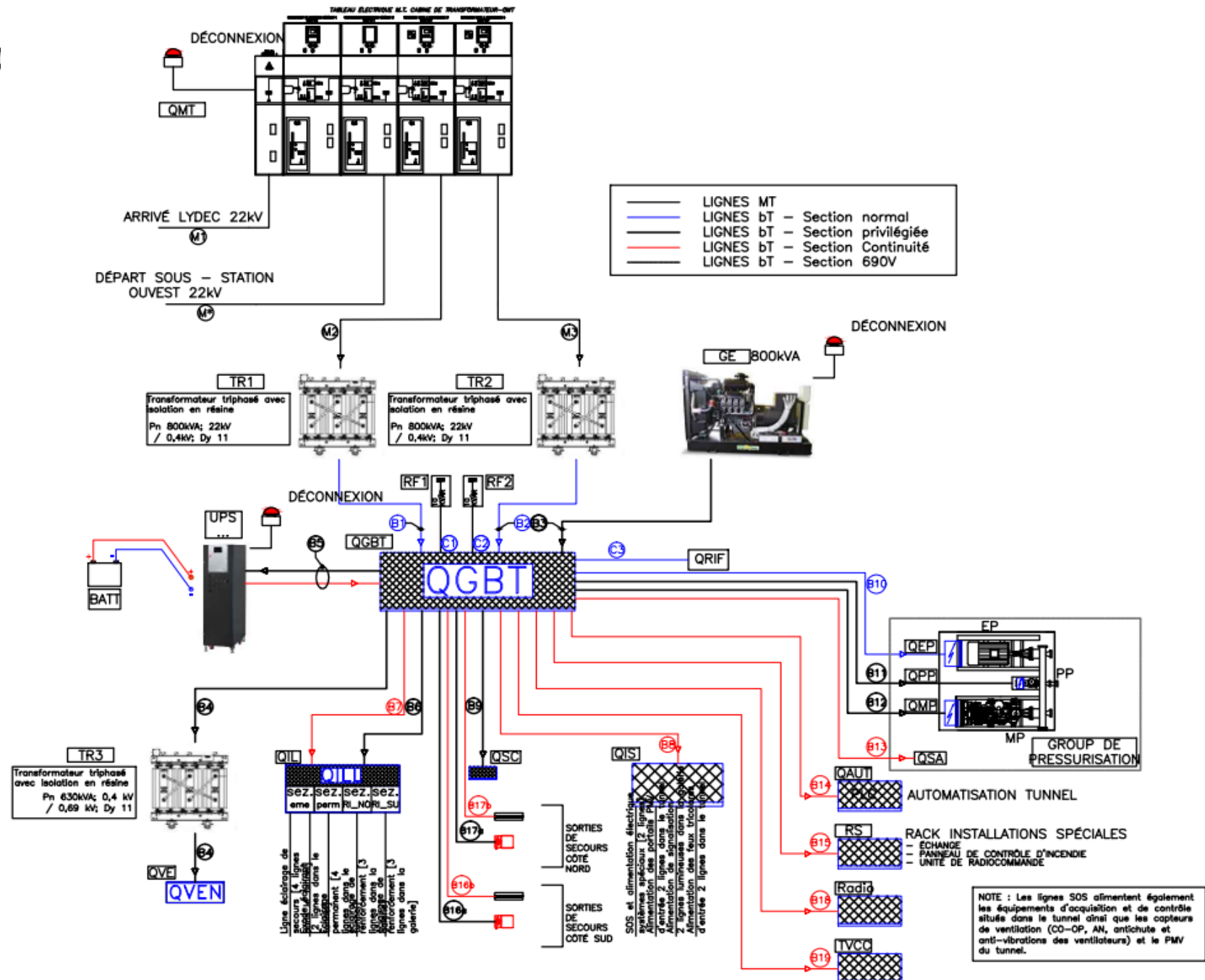


Volet CFA

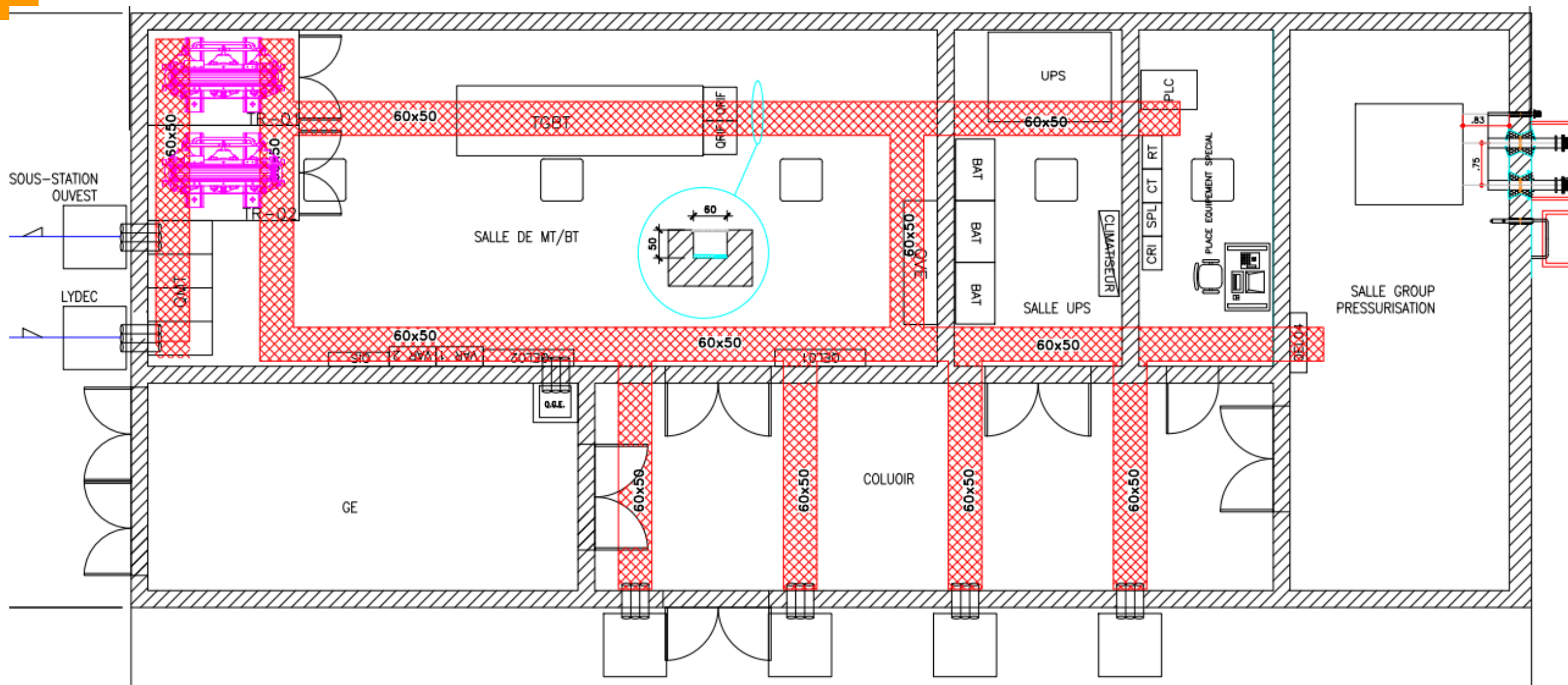
- **Système de détection des incidents:**
 - Système de vidéosurveillance
 - Système de gestion de trafic par vidéo
 - Système de détection de hauteur
- **Système de diffusion d'information:**
 - Système de téléphonie d'urgence
 - Signes électroniques (PMV, PLV, SAV)
 - Système d'accès à l'entrée Trémie
 - PAVA
 - Système Radio
 - Système Scada
- **Système de détection incendie**



Alimentation électrique Synoptique globale



Local Sous station électrique



Volet courant fort:

➤ Cellules HTA



Volet courant fort:

➤ **GE & UPS**



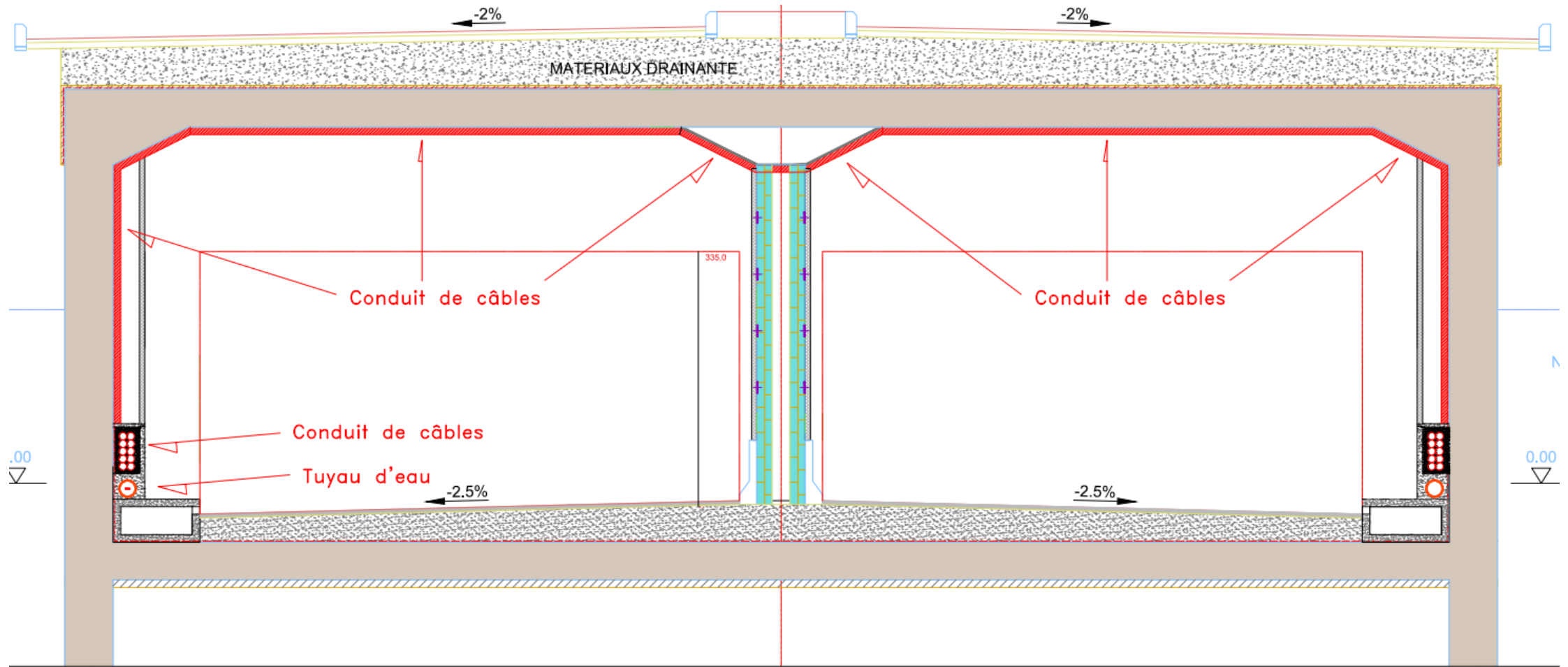
Volet courant fort:

➤ TGBT & Tableaux électriques



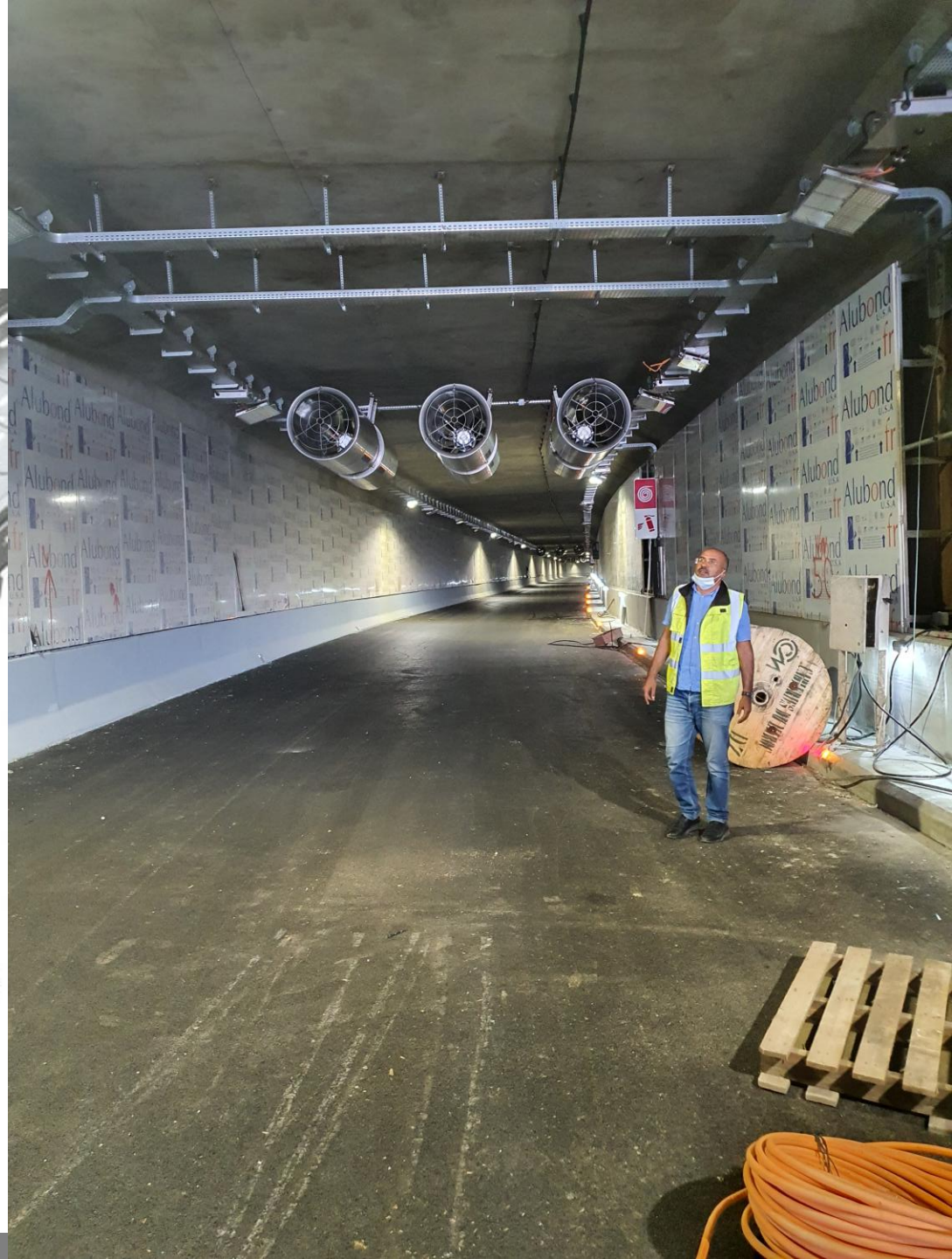
Volet courant fort:

➤ Câbles électriques



Volet courant fort:

➤ Chemins de câbles

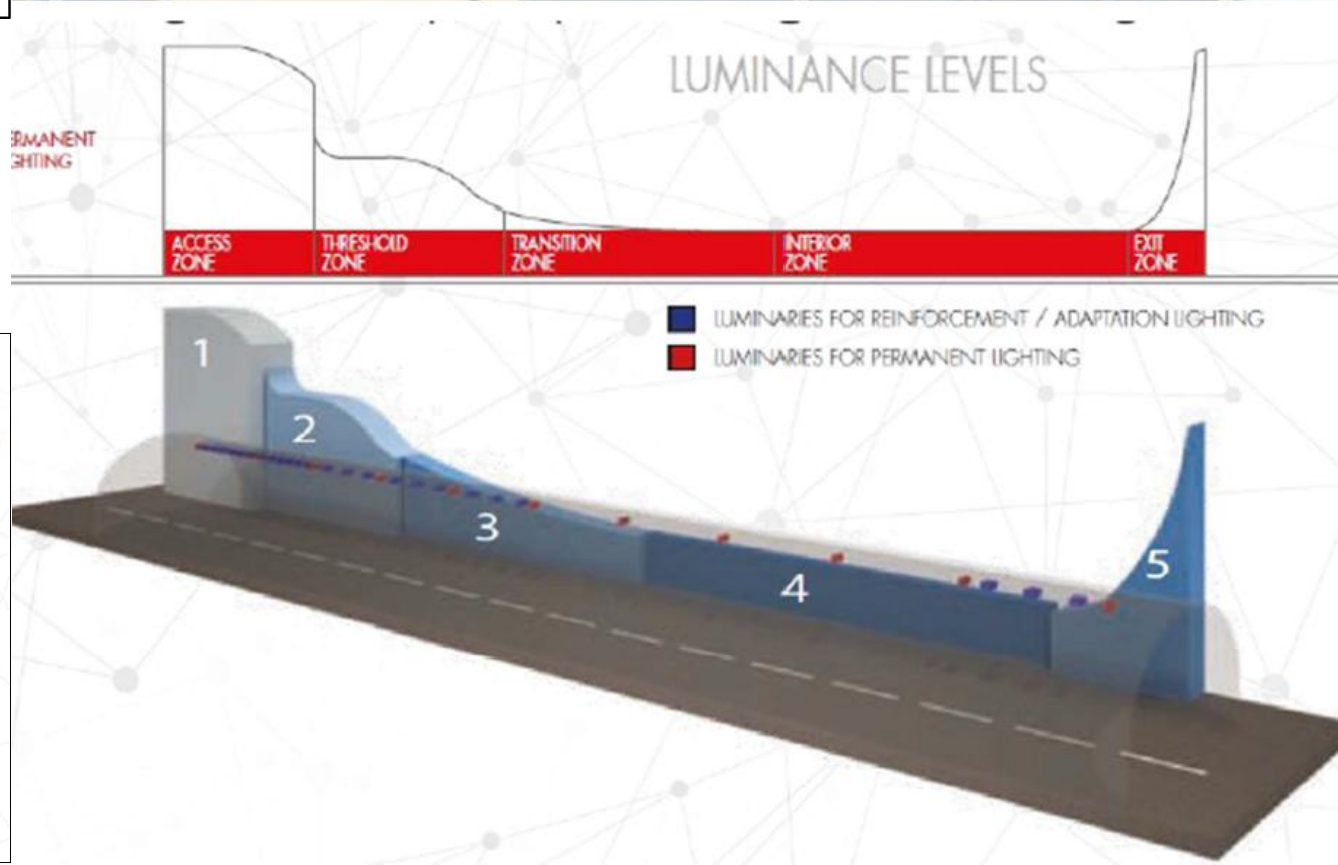
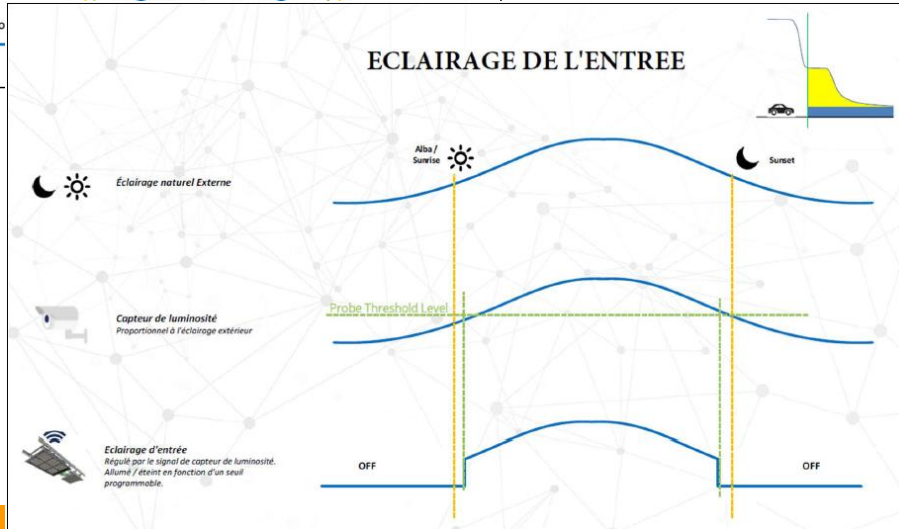
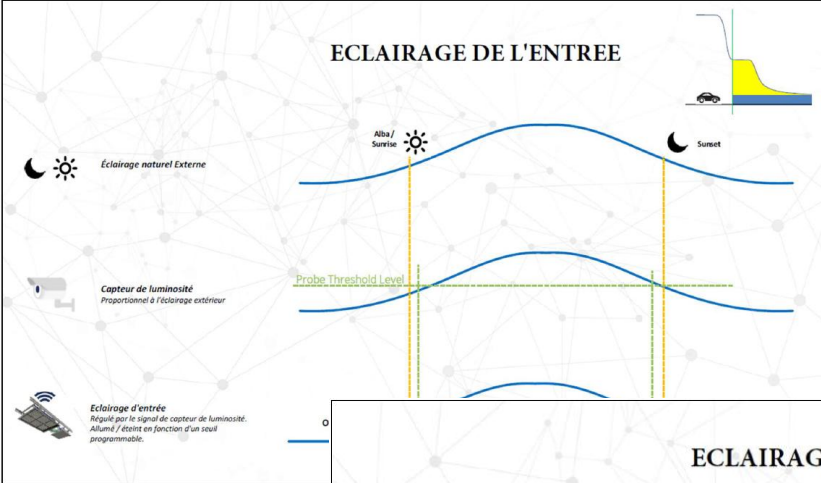
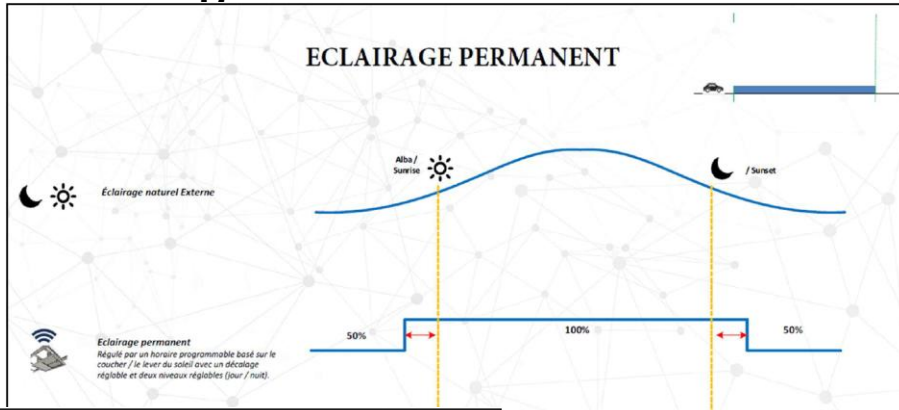




Eclairage Public

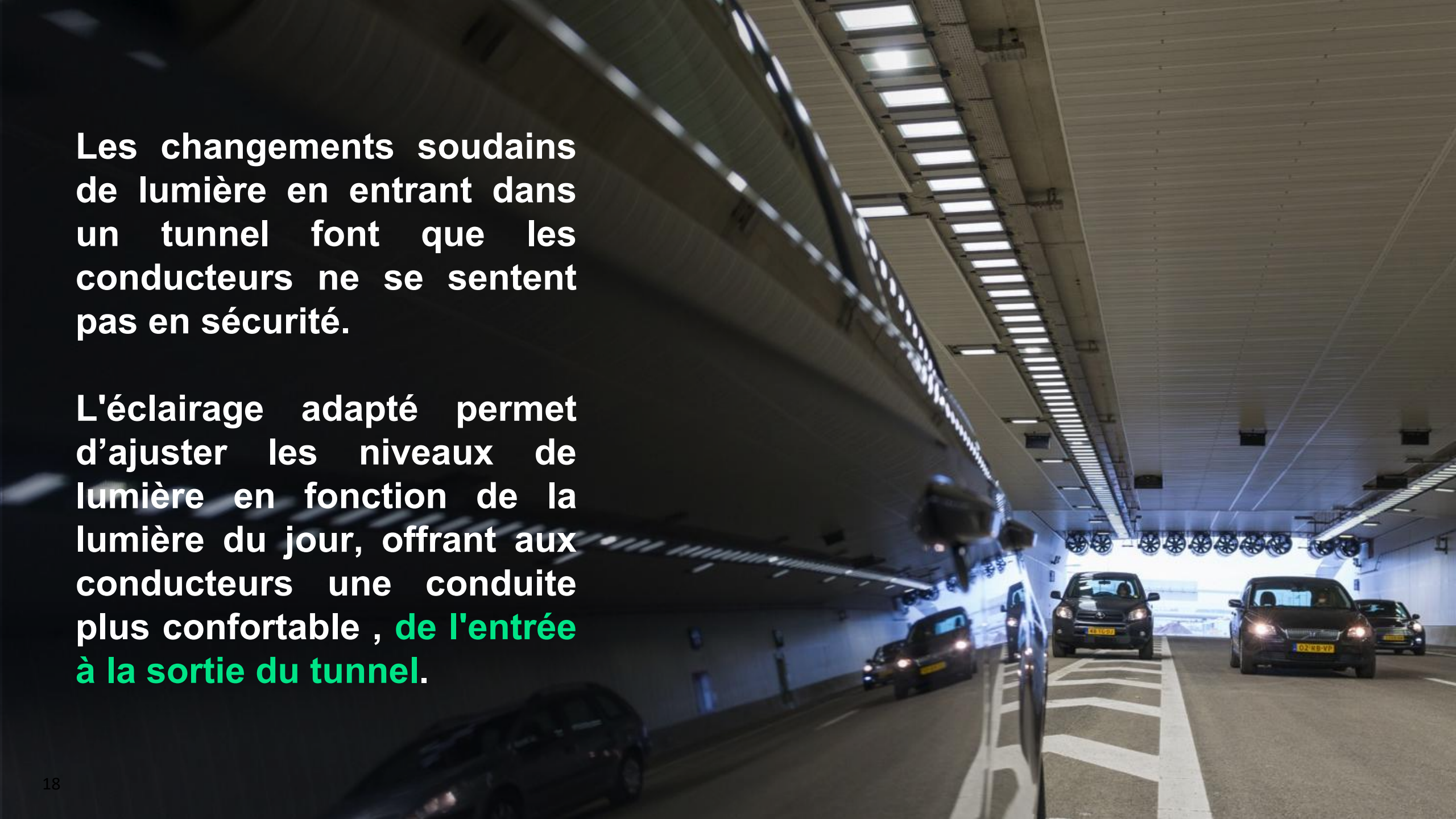
Proposition d'éclairage pour tunnels

Systeme d'éclairage



Les changements soudains de lumière en entrant dans un tunnel font que les conducteurs ne se sentent pas en sécurité.

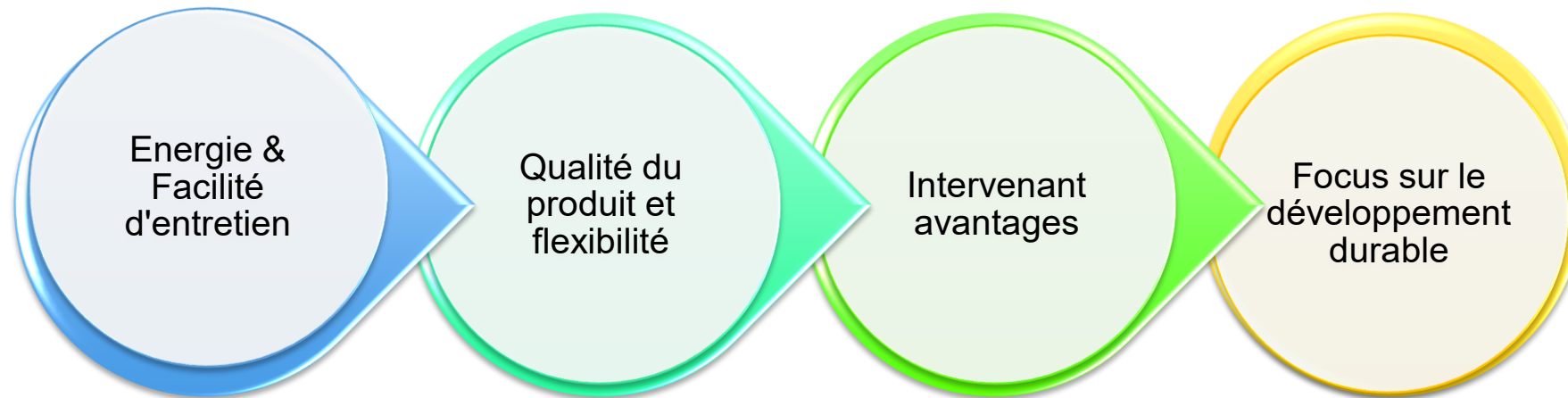
L'éclairage adapté permet d'ajuster les niveaux de lumière en fonction de la lumière du jour, offrant aux conducteurs une conduite plus confortable , **de l'entrée à la sortie du tunnel.**



- Nous reconnaissons l'importance de fournir non seulement une offre complète à nos clients, mais aussi de garantir que notre solution soit ciblée pour répondre aux besoins et aux objectifs du client.



Cette présentation explique comment nous avons utilisé notre portefeuille de produits de luminaires et de systèmes de contrôle pour fournir le support le plus efficace.



Nos valeurs en éclairage de tunnels



Améliorer l'expérience

- L'excellente qualité de la lumière améliore la visibilité des conducteurs
- Améliorez le confort du conducteur avec une lumière LED blanche uniforme
- Assurez un passage sécurisé avec un éclairage LED



Optimiser les opérations

- Les installations rapides réduisent les temps de fermeture
- La technologie LED garantit des dépenses opérationnelles prévisibles
- Contrôles et surveillance des opérations rationalisées



Améliorer la sécurité

- Satisfaire aux normes de sécurité les plus strictes
- Garder la circulation fluide
- Réduire les accidents et les fermetures de tunnels



Réduire les coûts

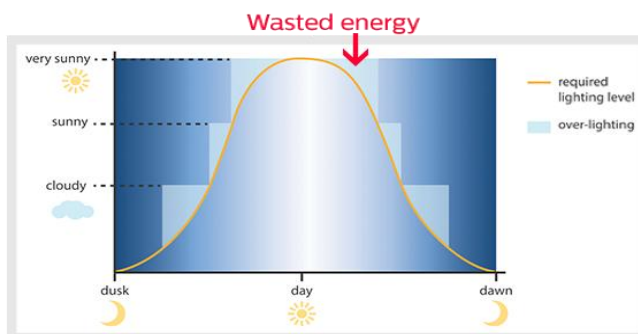
- Réduire l'énergie jusqu'à 70%
- Coûts de maintenance réduits
- Améliorer les performances



Le système d'éclairage TuneLogic

• Avantages réduisant la main-d'œuvre, la gestion du trafic et les dépenses en capital:

- Systèmes de contrôle dynamique sur mesure de bout en bout
- Caractéristiques et conception optimisées du système Économies d'énergie grâce au contrôle précis L20 et au contrôle de gradation dynamique
- Fournisseur unique
- Facile à installer, utiliser et entretenir (plug & play)
- Intégration avec le système SCADA
- Haute performance et longévité du système réduisant les coûts opérationnels et la fermeture des tunnels

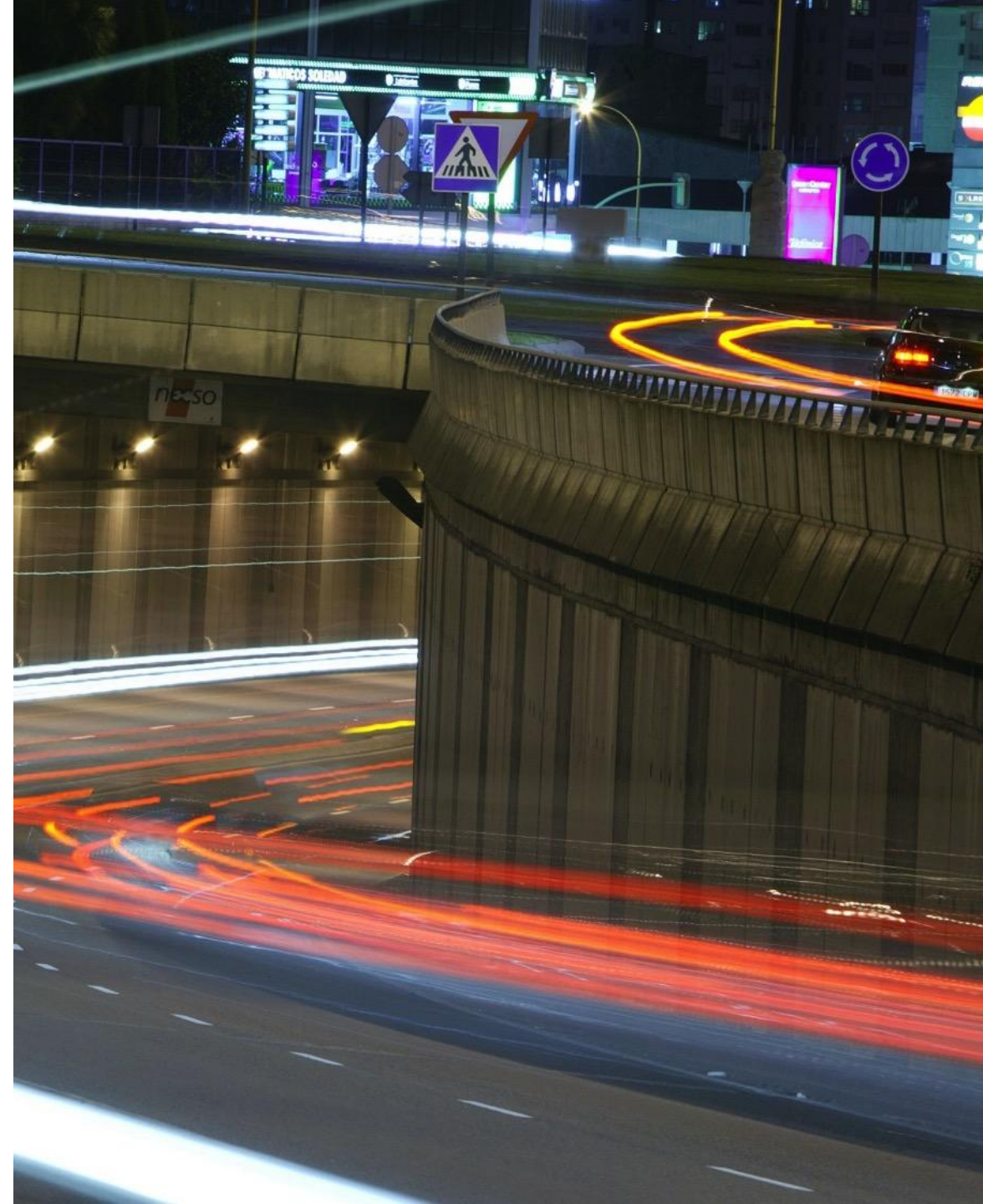


Contractor stage switching control

Settings	Very Sun	Sunny	Cloudy	Day	Night
Control groups					
Adaptation					
1	100%	out	out	out	out
2	100%	100%	out	out	out
3	100%	100%	100%	out	out
Interior					
4	100%	100%	100%	100%	50%
Calculate	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Percent Lth	100.00	66.70	33.30		

Dynamic dimming control system

Settings	Max dim...	Min dim...	Day	Night
Control groups				
Adaptation				
1	100%	25%	out	out
Interior				
2	100%	100%	100%	50%
Calculate	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Percent Lth	100.00	25.00		





Le système d'éclairage TuneLogic



Master Control Unit (MCU)

La MCU contient toutes les données nécessaires au contrôle et à la surveillance d'une installation d'éclairage de tunnel contenant un ou deux puits. Les étapes d'éclairage sont définies en comparant les valeurs des photomètres d'entrée de tunnel à la base de données interne. Les commandes de groupe sont ensuite envoyées aux luminaires via les réseaux RS-485 et DALI. La fonctionnalité de remplacement est disponible localement ou à distance pour la maintenance et les situations d'urgence.



Photomètre

L'appareil mesure le niveau de luminosité, créé par la lumière naturelle à l'entrée / sortie du tunnel. Cela garantit que la perception visuelle des conducteurs sera maintenue jour et nuit en évitant les variations soudaines des niveaux d'éclairage et le potentiel «effet de trou noir».

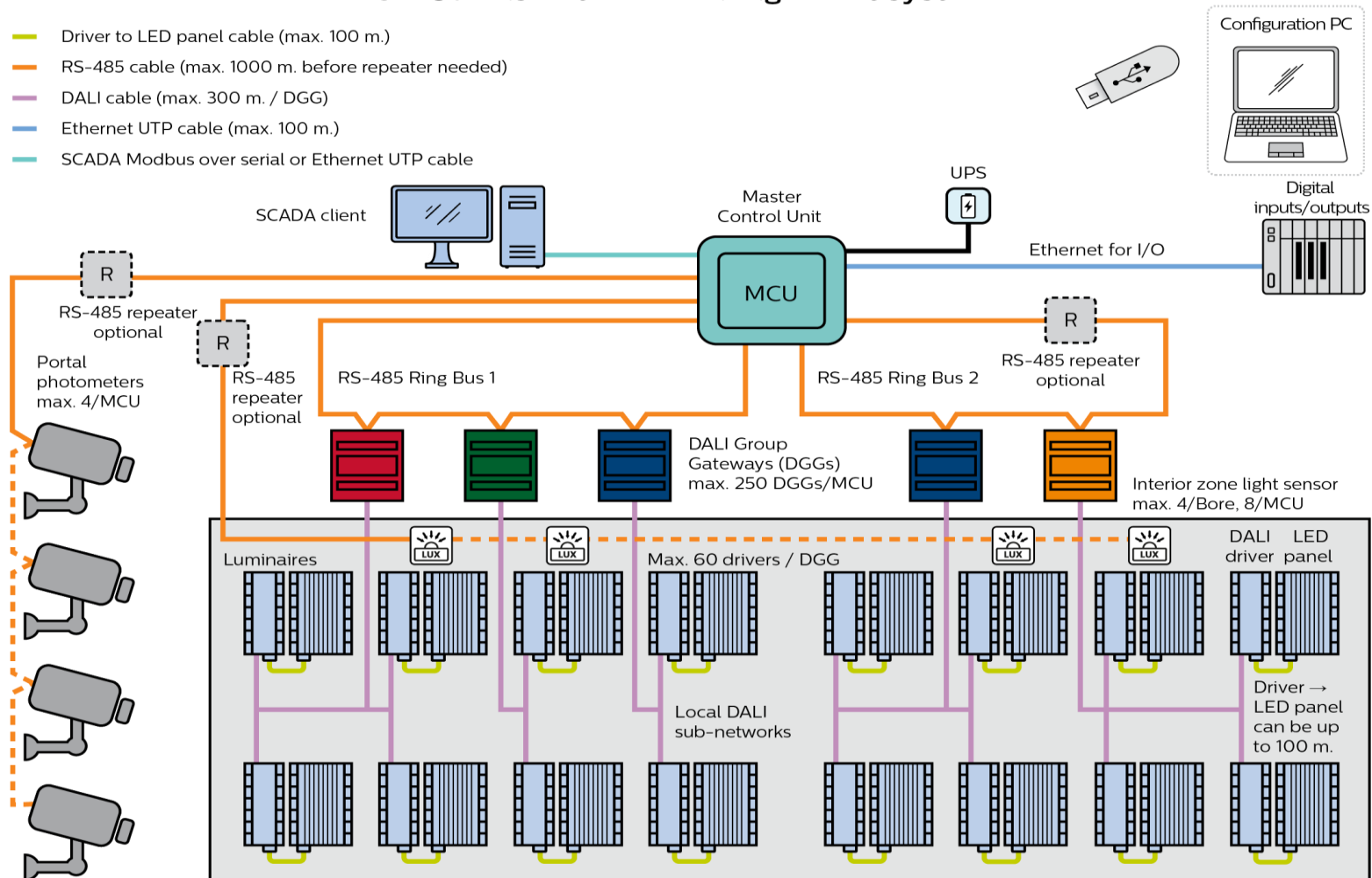
Chaque photomètre a une plage de mesure de 0-10000 cd / m² et est livré avec un certificat d'étalonnage.



Le système d'éclairage TuneLogic

Topologie

RS-485 based tunnel management system





• **5** raisons de choisir une solution pour le marqueurs de guidage de tunnel:

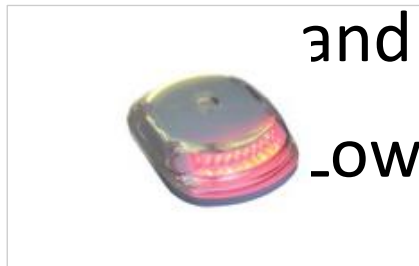
- 1- Réglementation et conformité à la sécurité
- 2- Solution de bout en bout
- 3- Transfert de puissance inductif
- 4- Système de contrôle intelligent
- 5- Haute performance et longévité du système





Guidance lighting

- Guiding drivers to different lanes
- Getting people faster out of tunnels in case of emergency
- Improve traffic flow
- Quick and affordable installation



and individually programmable

low cost

ownership



Tunnel Guidance Markers (TGM)



Caractéristiques:

Application	évacuation / délimitation des piétons	Lighting style	Sur route
Optique	la norme d'éclairage de tunnel BAST	Layout	Spécifications CIE - 10 mètres espacés
Source	bidirectionnelle 20 LED haute intensité	Build programmé	une taille, scellé indépendamment
Material	Polycarbonate résistant aux UV et aux chocs		

Avantages:

- Un système de balise à DEL à trottoir peut diriger efficacement les conducteurs / passagers vers les issues de secours
- Améliore le guidage du conducteur
- Les marqueurs sont classés IP69 (résistant à l'eau et à la poussière)
- Le système peut fonctionner sur de longues distances - 200 bornes sur 2,5 km d'un bloc d'alimentation
- Les marqueurs sont alimentés individuellement et programmables individuellement
- Installation rapide et abordable
- Sans étincelles et sans danger d'électrocution
- Faible coût de possession

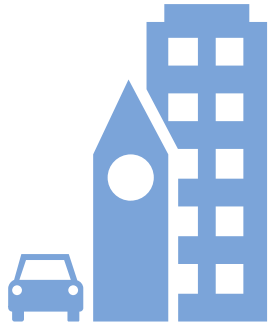
Avantages pour les parties prenantes

- Réduction de coûts > 30% (conception à maintenance) ~ Conformité à 100%
- Contrôles de conformité pour répondre aux exigences en permanence
- Compréhension claire de la base (pour les tunnels existants avant les mises à niveau)
- Une solution d'éclairage fiable, bien conçue et sans danger pour les usagers de la route.
- Informations à jour sur la santé du système et sa durée de vie.
- Optimisation continue réduisant les coûts de maintenance et d'énergie.
- Dépenses prévisibles pour vous aider à estimer votre coût total de possession

Avantages pour les utilisateurs

- Haute disponibilité, sécurité via une conformité à 100%
- Éclairage de haute qualité pour un passage sûr et confortable.
- Optimiser le flux de trafic avec un minimum de perturbations.
- Le guidage facilite la direction et aide à éviter les accidents

Challenges in tunnel lighting



Tunnels are becoming increasingly essential

Large, densely populated cities are increasingly relying on tunnels to reducing traffic congestions, improving logistics and free up valuable space



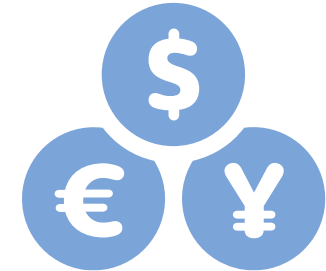
Tunnel lighting has to be safe and reliable

Tunnels should be safe and comfortable. Maintenance cycles should be limited, reducing tunnel closures for traffic



Tunnel lighting also has to be sustainable ...

Environmental legislations put pressure on sustainability and energy-efficiency



... and meet financial constraints

Continuous budget constraints put pressure on costs

Our world is changing

Global trends shaping our business



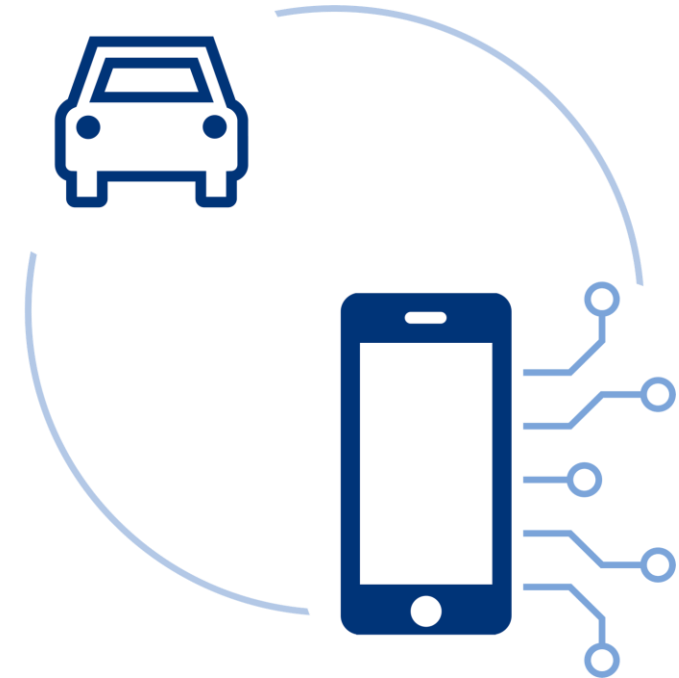
Urbanization

Right light and safety



Resource challenges

Energy efficiency with performance
Sustainable resource constraint



Mobility

Connected and self-driving vehicles

Transformation of the lighting industry

1 Conventional tunnel luminaires



2 LED tunnel luminaires



3 Integration of different components and management systems

Total Tunnel package:

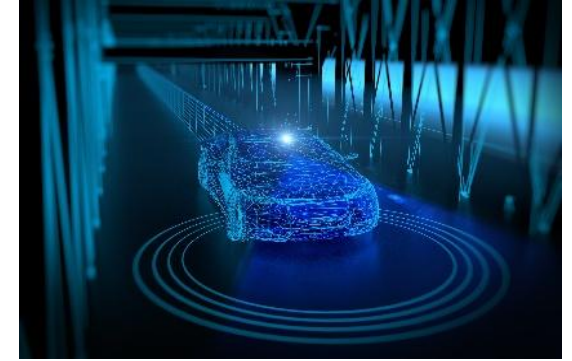
- Luminaires
- Guidance lighting
- Dynamic control systems



4 The Internet of Things

The IOT offers more for tunnels:

- Connected smart devices
- Data collection/ aggregation/ exchange
- Improve efficiency, accuracy, economics



Benefits and values



Reduce costs

- Reduce energy up to 70%
- Lower maintenance costs
- Improve performance



Optimize your operations

- Quick installations shorten closure times
- LED technology ensures predictable operational expenses
- Controls and monitoring streamline operations
- Open architecture , allow 3rd party system integrations



Improve safety

- Meet the highest tunnel safety standards
- Compliance (100%)
- Keep traffic flowing
- Reduce accidents and tunnel closures



Enhance experience

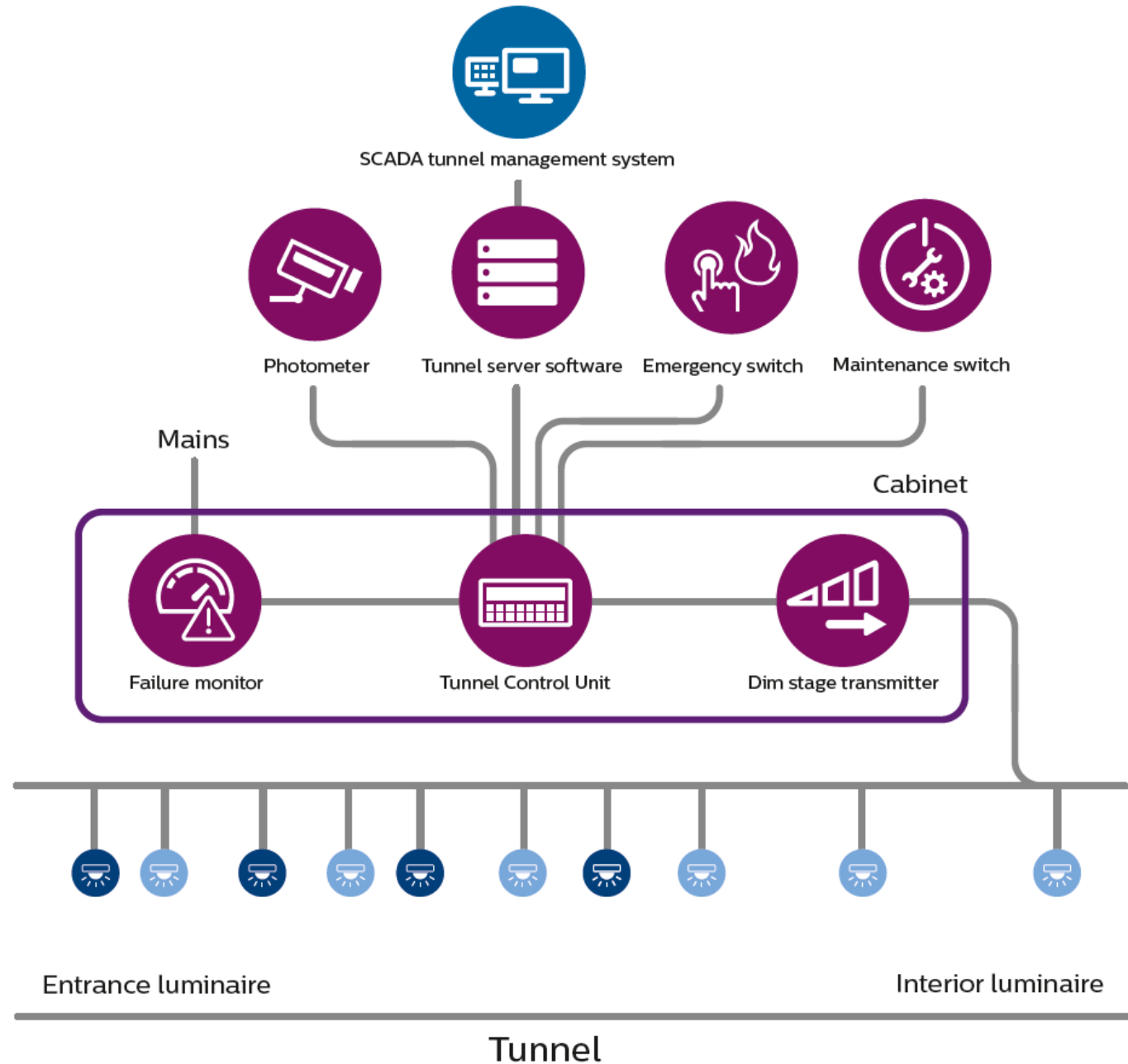
- Excellent light quality improves drivers' visibility
- Improve driver comfort with uniform white LED light
- Ensure safe passage with LED lighting



Dynamic lighting system

BaseLogic - Topology

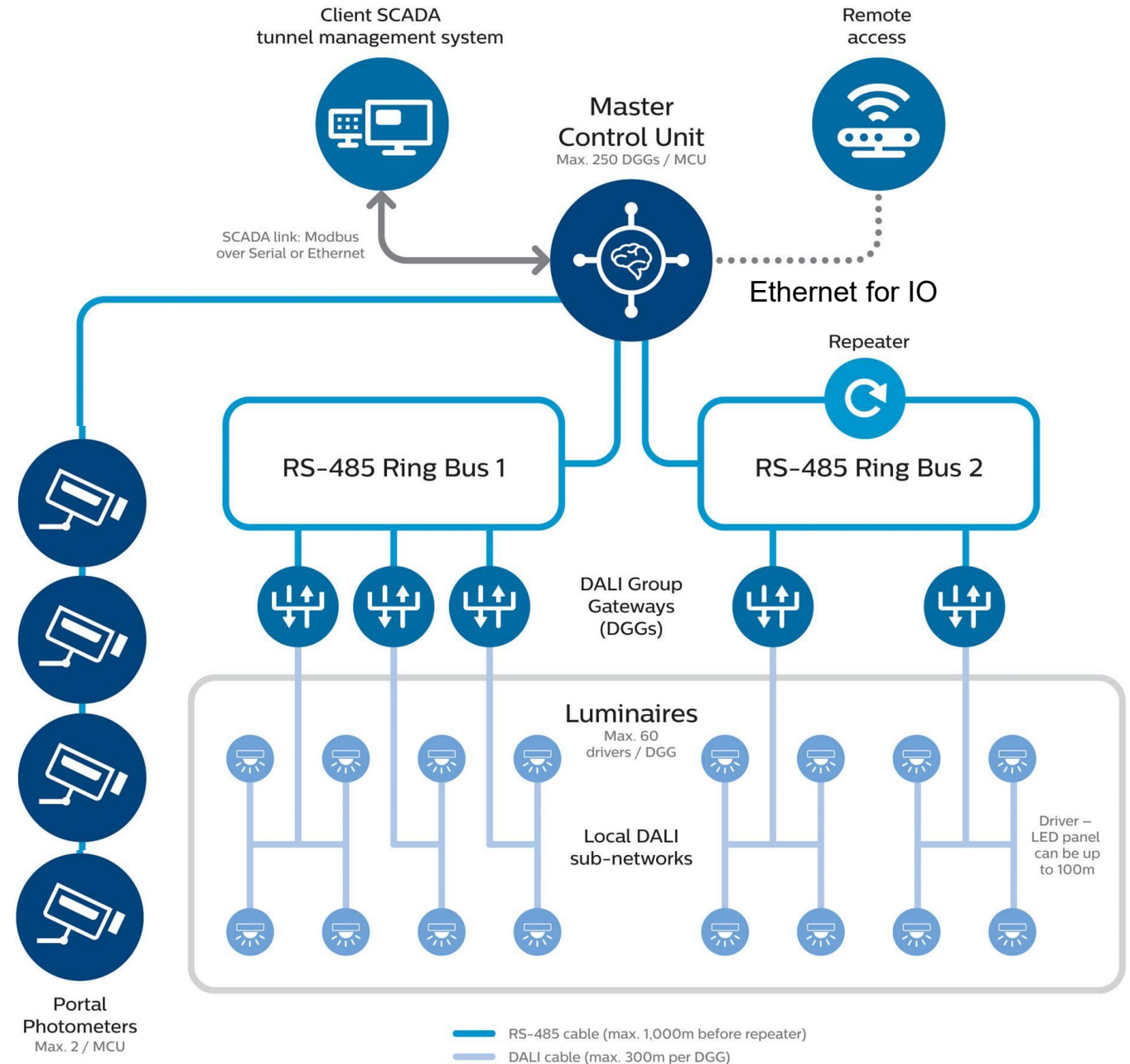
- Pre-programmed luminaires enabling easy commissioning
- Re-use of mains wiring avoids large additional cost for controls
- No additional components in the luminaires
- Highly customizable system architecture due to modular cabinet products
- Integration in through server software (SOAP API or Modbus)





Dynamic lighting system TunneLogic - Topology

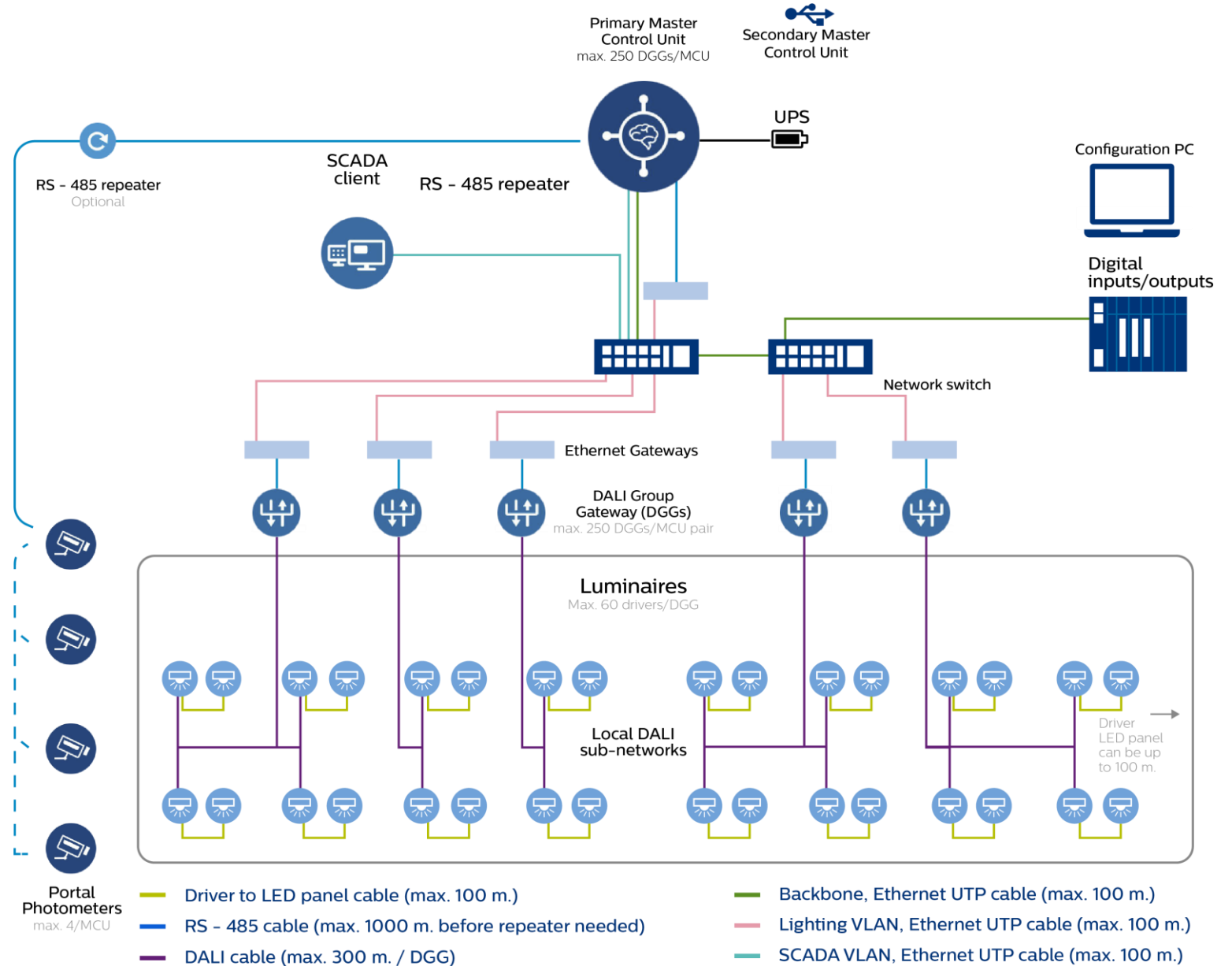
- Providing redundancy options
- Group control enabling easy commissioning
- No additional components in the luminaires
- Integration in SCADA
- Basic integration of guidance and architectural lighting
- Multiple communication backbone options, dedicated RS485 bus or re-use of Ethernet network





Dynamic lighting system TunneLogic - Topology

- Providing redundancy options
- Group control enabling easy commissioning
- No additional components in the luminaires
- Integration in SCADA
- Basic integration of guidance and architectural lighting
- Multiple communication backbone options, dedicated RS485 bus or reuse of Ethernet network



*Over 100 m other third-party systems like fiber optic can be applied



Tunnel lighting luminaire portfolio

FlowStar



TubePoint



TubeLine



**Flow Led
(underpas
)**





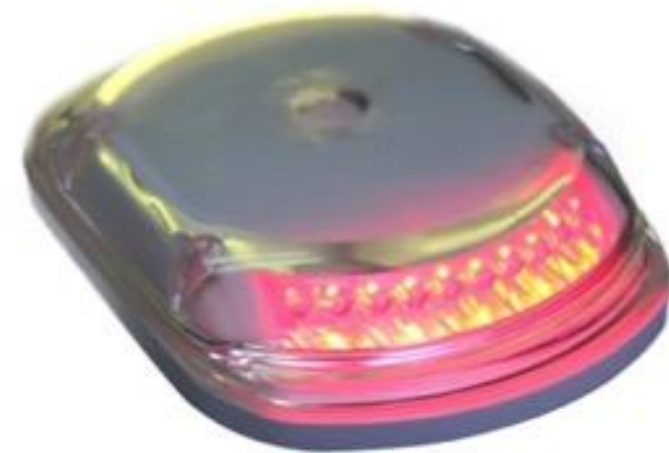
Guidance lighting

Tunnel Guidance Markers



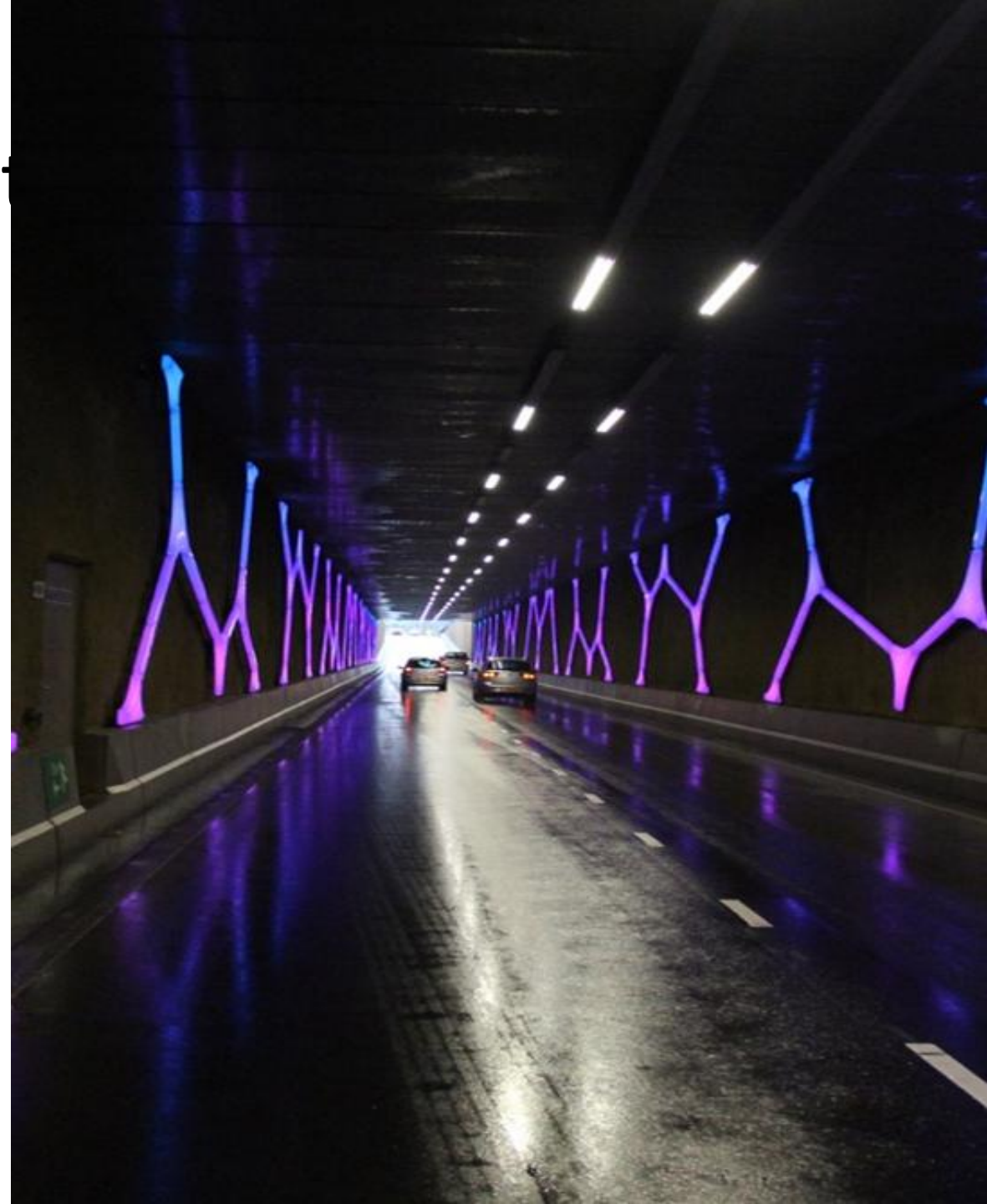
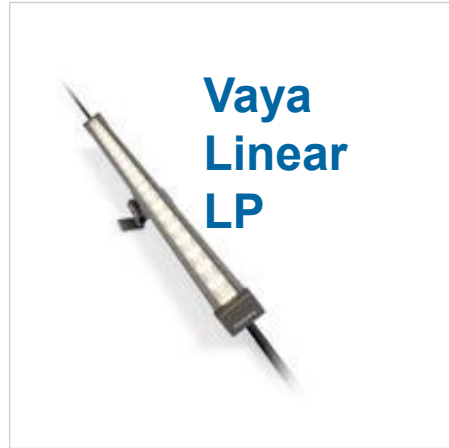
Key benefits

- A sidewalk LED marker system can efficiently and effectively direct drivers/passengers towards emergency exits
- Improves driver guidance
- Markers are IP69 rated (water and dust resistant)
- System can run over long distances – 250 markers over 2.5 km from one power supply
- Compliant to EN-16276:2013 Evacuation lighting in road tunnels
- Wall or curb mountable





Tunnel architectural light

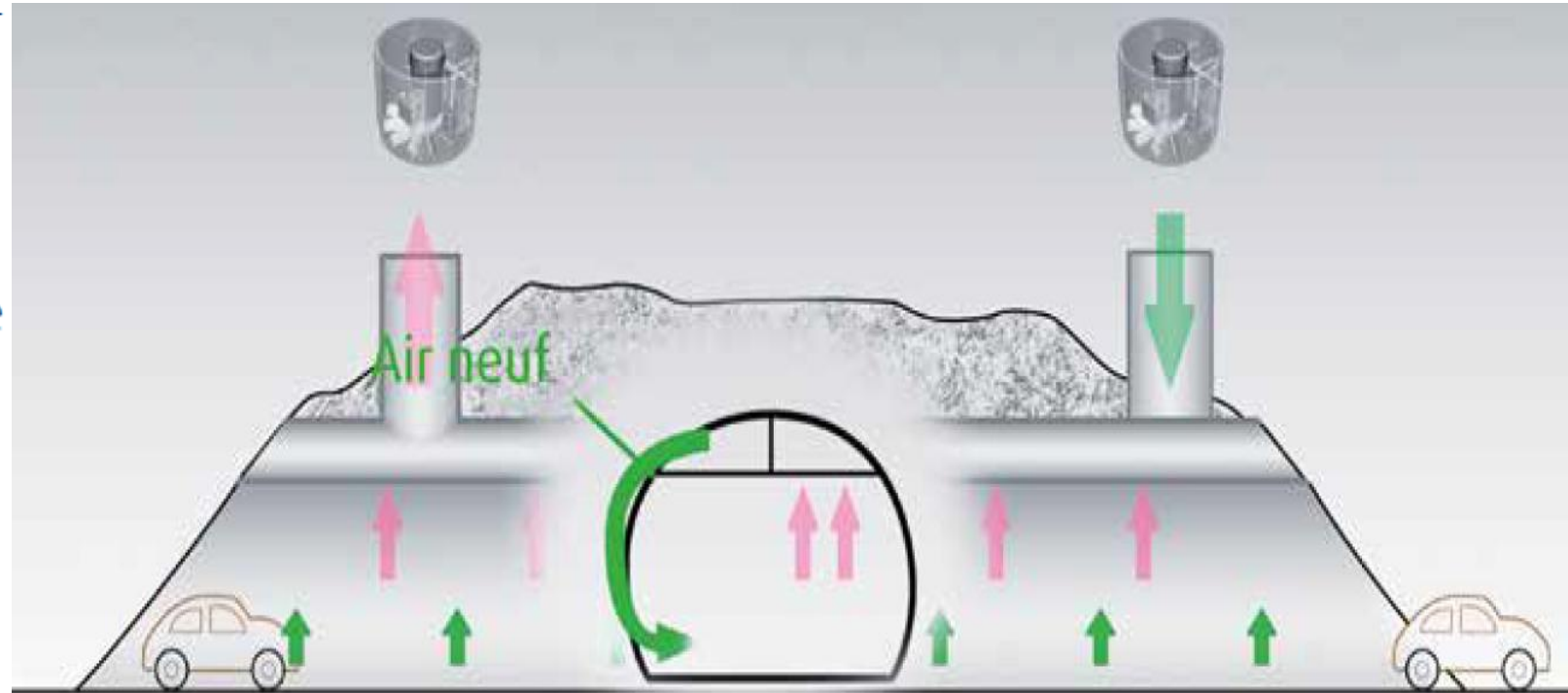


Ventilation transversale

15

La ventilation transversale utilise des gaines d'air séparées pour amener de l'air dans le tunnel et extraire l'air vicié. Ce système garantit une sécurité et une efficacité maximales aux usagers du tunnel. Il constitue toutefois la solution la plus onéreuse en raison du coût élevé des travaux de génie civil (grandes salles de ventilation et grandes sections transversales pour le passage des conduits).

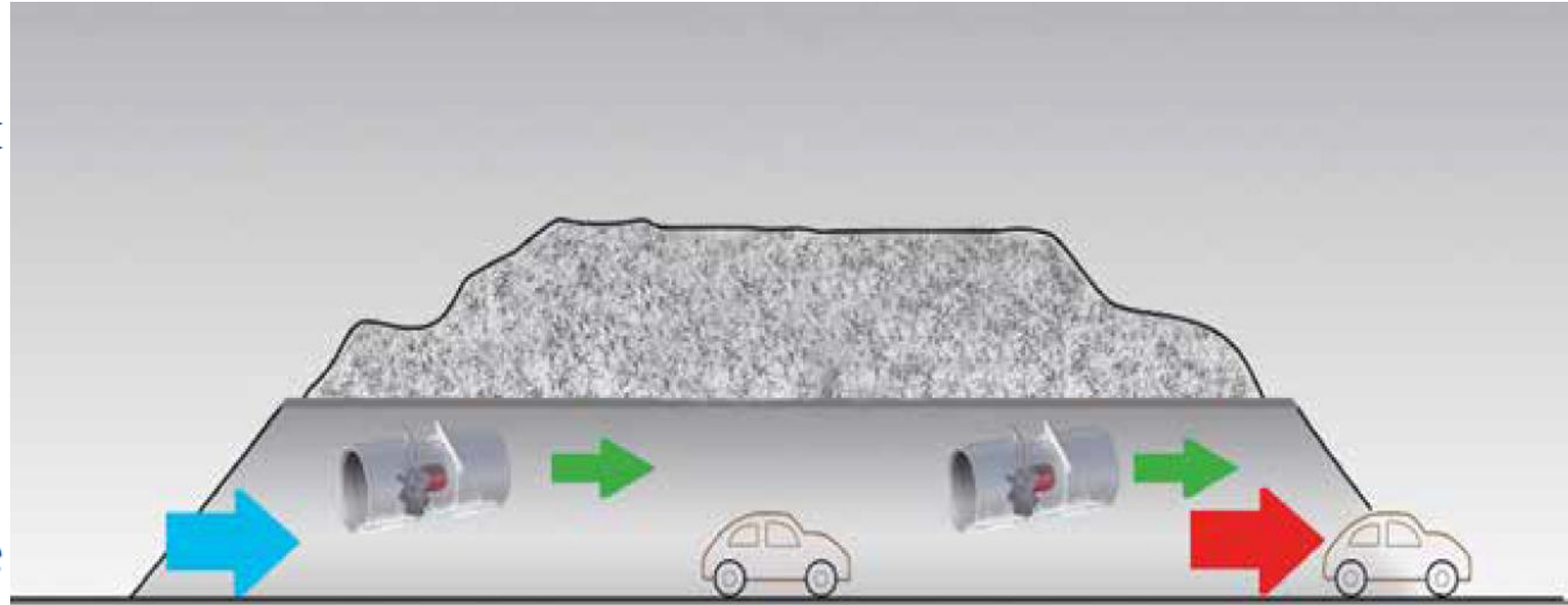
Ce type de ventilation est normalement utilisé pour les tunnels bidirectionnels longs, ayant d'importants niveaux de trafic et un pourcentage élevé de poids lourds en transit.



Ventilation longitudinale

La ventilation longitudinale est réalisée au moyen de ventilateurs Jet Fans qui accélèrent une petite partie d'air présent dans le tunnel pour créer un mouvement de l'air global dans la direction souhaitée à l'intérieur du tunnel.

Il en va de même pour le contrôle de la propagation des fumées d'incendie. Ce type de ventilation est normalement utilisé pour les tunnels unidirectionnels, relativement courts (< 3 km).



Systemes de ventilation pour tunnels routiers

Le choix du type de système de ventilation pour un tunnel routier dépend de plusieurs éléments essentiels : longueur, trafic unidirectionnel ou bidirectionnel, pente, section transversale, débits de pointe, taille de l'incendie, etc.

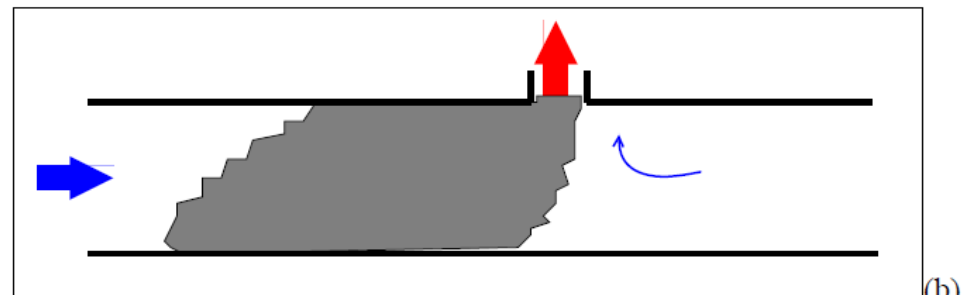
Volet Ventilation mécanique:

Conception d'un système de ventilation de tunnel routier

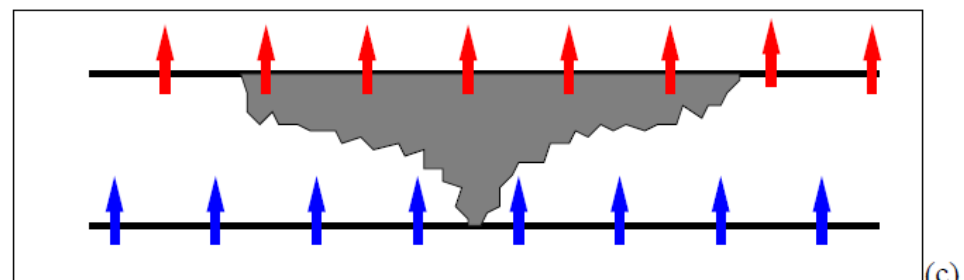
Les taux de ventilation sont basés sur un apport d'air suffisant pour diluer les émissions de polluants des véhicules (monoxyde de carbone, oxydes d'azote et matières particulaires) et l'usure du tunnel (poussière) durant la période pendant laquelle les usagers peuvent y être exposés. Il est également très important de contrôler les effets du feu dans les tunnels. Le système de ventilation doit être dimensionné de manière à fournir une vitesse et une direction suffisantes pour contrôler la propagation de la fumée en cas d'incendie.



(a)



(b)



(c)



(d)

– *Emploi de la ventilation en cas d'incendie : (a) ventilation longitudinale ; (b) ventilation longitudinale avec extraction massive ; (c) ventilation transversale ; (d) ventilation transversale employée en stratégie longitudinale.*

Volet courant faible:

➤ **Système de détection des incidents:**

- Système de vidéosurveillance



Le Système CCTV de la Trémie permet de surveiller des angles de vues névralgiques précis en permanence ainsi que le débit de la circulation et les incidents le long de la longueur du tunnel.

- Le système de vidéosurveillance assure la couverture globale du Tunnel via;
 - Des caméras fixes le long de la Trémie, de type motorisées, 2MP, de longues portée 32x, assurant une bonne qualité d'image « identification » selon les standards de Doris, multiflux (triple streaming), logées dans des caissons IP66 résistants à la corrosion IK10, NEMA 4X, et dotées de la technologie PTZ numérique, avec WDR de 120 dB, de BLC, HLC intégrés et conformes à la norme ONVIF, Profil S et Profil G, SDK, API.
 - Des caméras issues de secours pour visualiser en continu toute personnes ayant accéder à l'issues de secours jusqu'à sa sortie, de type bullet, varifocales motorisées, 2 MP, dotées de l'infrarouge pour la vision nocturne et assurant une bonne qualité d'image « reconnaissance » selon les standards de Doris, multiflux (triple streaming), avec WDR de 120 dB et conformes à la norme ONVIF, Profil S et Profil G, SDK, API.

Volet courant faible:

➤ **Système de détection des incidents:**



- Des caméras supplémentaires aux caméras fixes prévus au sein du Tunnel, prévus à l'entrée du Tunnel pour le levé du doute et l'autotracking. Celles-ci sont de type mobile motorisée étanche IP66, anti-choc IK10, NEMA 4X, 2MP, dotées d'un PTZ optique et numérique et contrôlée via un clavier joystick depuis la salle de commandement SS2 et assurant une bonne qualité d'image « identification » selon les standards de Doris, multflux (triple streaming), avec WDR de 120 dB, de BLC, HLC intégrés et conformes à la norme ONVIF, Profil S et Profil G, SDK, API.

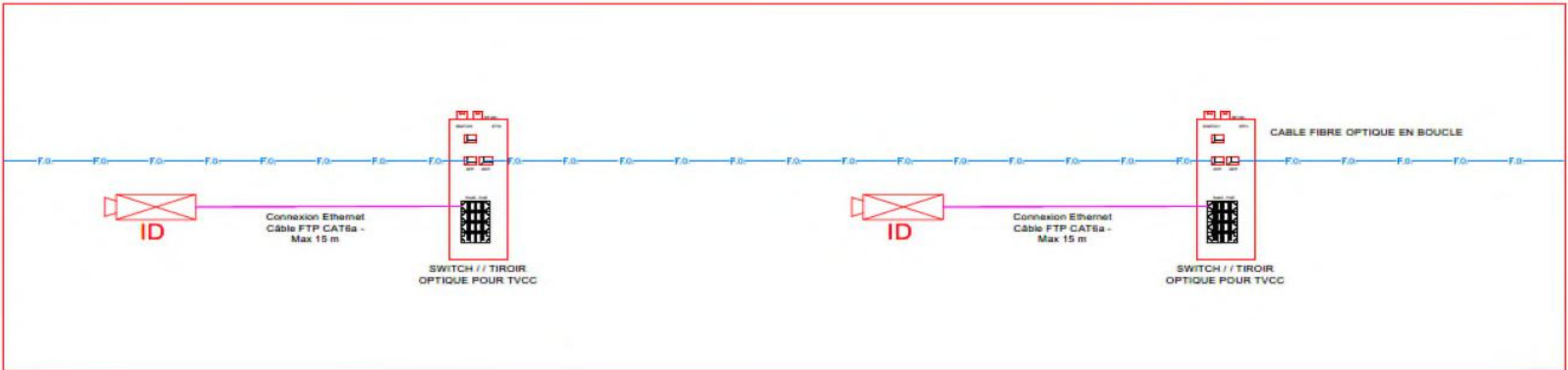
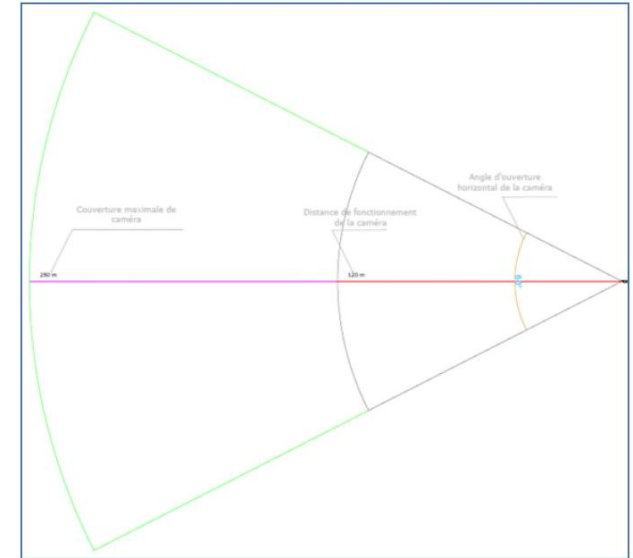
Le système de vidéosurveillance du tunnel est visualisé au niveau du poste de commande et de surveillance de la SS2 et de la DGSN. Pour ce faire, des licences ont été rajoutées au niveau de l'hyperviseur existant pour assurer l'intégration des VMS.

Volet courant faible:

➤ Système de détection des incidents:

- Architecture CCTV

L'architecture du système des caméras se base sur une interconnexion en anneau (RING).



Volet courant faible:

➤ **Système de détection des incidents:**

- Système de gestion de trafic par vidéo

Le Système de la vidéosurveillance (CCTV) du tunnel assurera les rôles et objectifs suivants :

- Surveiller le débit de la circulation et les incidents le long de la longueur du tunnel et les rampes.
- Effectuer des analyses de trafic et de signaler tout embouteillage, accident ou incendie.

Le système d'analyse du trafic et de détection automatique des incidents (DAI) est capable de capturer le flux vidéo transmis par les caméras IP et de détecter les situations de trafic critiques.

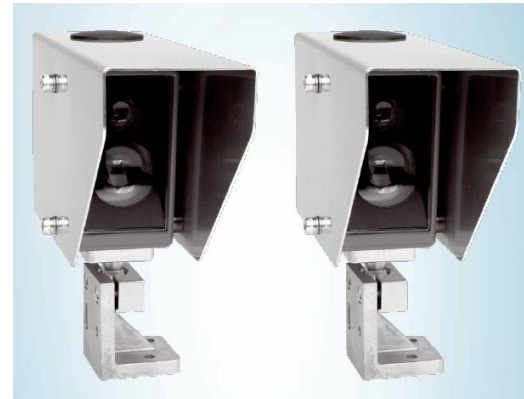
Le logiciel d'analyse vidéo des flux acquis permet, grâce à des algorithmes sophistiqués d'analyse du contenu vidéo et de suivi des objets, de générer des signaux d'alarme en cas de :

- Véhicule à l'arrêt dans la voie
- Piéton
- Embouteillage
- Sens interdit
- Fumée (perte de visibilité)
- Vitesse
- Comptage



Volet courant faible:

- **Système de détection des incidents:**
 - Système de détection de hauteur



Le détecteur de dépassement de hauteur s'installe aux points d'entrée des rampes de la Trémie, afin de permettre aux véhicules qui dépassent la hauteur autorisée pour se détourner du tunnel. Les détecteurs sont IP67 et montés sur un portique et sont conçus pour empêcher l'accès de l'automobiliste à la trémie.

Le système de détection inclue un laser léger ou double faisceaux modulés infra-rouge pour détecter la 'sur-hauteur' d'un véhicule

Quand un véhicule de hauteur supérieure à la hauteur autorisée est détecté, une alarme est déclenchée à la salle de commande et activera une caméra de vidéosurveillance pour surveiller cet endroit et affichera un message d'avertissement sur la VMS pour empêcher l'accès de l'automobiliste à la trémie.

Le détecteur de dépassement de hauteur doit être capable d'enregistrer tous les véhicules qui ont pénétrés dans la Trémie dans les deux sens au delà de ceux qui ont une hauteur indésirable dans la Trémie.

Volet courant faible:

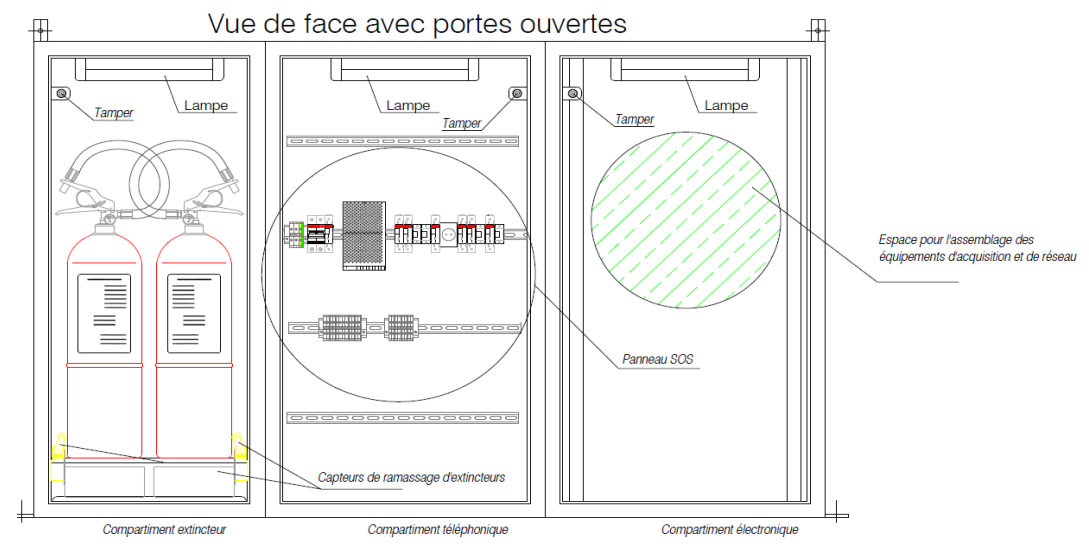
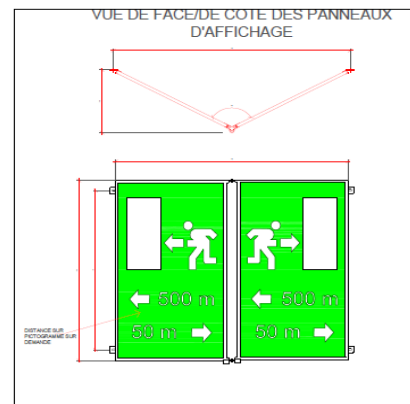
➤ Système de diffusion d'information:

- Système de téléphonie d'urgence



Le système de téléphone d'urgence est prévu sur toute la longueur de la trémie dans des niches de sécurité (SOS) ne dépassant pas 220 m. Les téléphones d'urgence seront alimentés via les switches industriels se trouvant dans les armoires SOS. Ce système de téléphonie permettra aux automobilistes de signaler les urgences et les incidents de circulation survenant dans le Tunnel. En appuyant sur le bouton d'urgence, l'automobiliste peut parler à l'opérateur de tunnel dans la salle de contrôle (Tunnel les almohades).

La trémie est équipée aussi de panneaux lumineux étanche pour signalisation armoire SOS ainsi que des panneaux lumineux indiquant les deux sens d'évacuation et la distance la plus proche des issues de secours.



Volet courant faible:

➤ **Système de diffusion d'information:**

- Signes électroniques (PMV, PLV, SAV)

Le système des signes électroniques du tunnel a pour objectif de communiquer les différentes informations de circulation et de sécurité aux usagers du tunnel à travers plusieurs équipements d'affichage instantané.

Les panneaux Led sont prévus à l'intérieur du tunnel, à savoir:

- Panneaux à message variable ext et int
- Panneaux pour la limitation de la vitesse
- Signes d'affectation des voies
- Les panneaux consultatifs
- Les afficheurs de vitesse

Les panneaux seront installés à l'intérieur du tunnel et sont fixés sur les parois latérales du tunnel au-dessus de la passerelle piétonne.

Tous les panneaux sont contrôlés à distance depuis la salle de contrôle (Trémie les almohades) à travers le système de surveillance.

Tous les panneaux sont lumineux et dotés de caractères clairement visibles et lisibles au sein du Tunnel.

Volet courant faible:

○ Signes électroniques PMV

Positionnement des PMV dans le tunnel:

Trois PMV vont être placées dans chaque direction du trafic, un PMV sur le portique de détection de hauteur, un PMV au portail d'entrée du tunnel, et un PMV au milieu du tunnel.

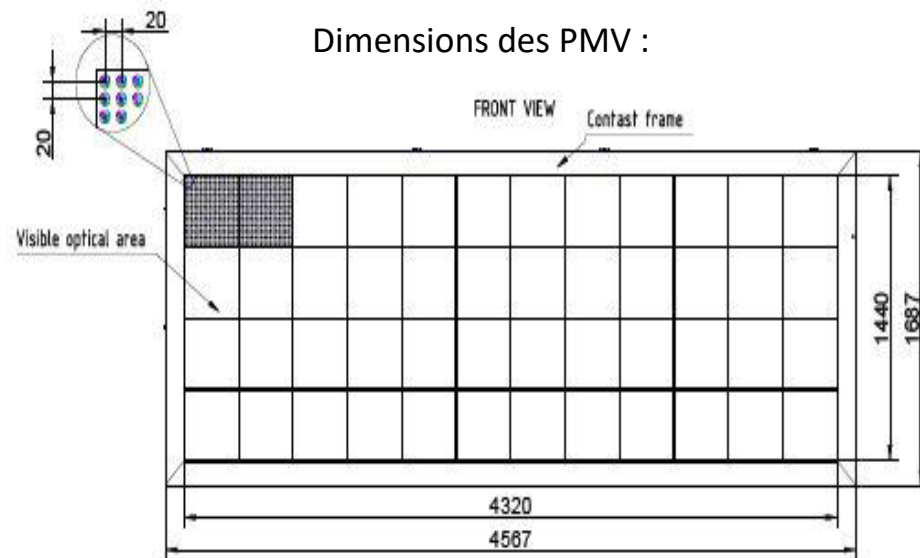
Informations affichés par les PMV :

- Informations Route
- Fermeture de tunnel
- Fermeture de voies
- Incidents de la circulation
- Retards attendus
- Vitesse consultative
- La nécessité de faire un détour
- Autres routes

Conformément à la norme EN 12966 relative à la luminance, les caractéristiques minimales des PMV sont:

- Le PMV sera full matrix , en module LED , et aura une surface suffisante pour l'affichage de trois lignes de caractères de 400 mm de haut
- Dimension ext (PMV type ext): 4567x1667 mm/ Dimension de la zone optique : 4320x1440 mm
- Dimension ext (PMV type int): 4567x970 mm/ Dimension de la zone optique : 4320x720 mm
- Résolution : 216 x 72 pixel
- Pitch pixel : 20 mm
- Pitch color : RGB classe B6
- En module LED
- IP 67, anticorrosion
- Sans ventilation et sans climatisation (avec une plage d'utilisation entre -15°C et +60°C)
- Durée de vie 10 ans

Dimensions des PMV :



Volet courant faible:

○ Signes SAV/PLV

Positionnement des SAV/PLV dans le tunnel:

9 paires de signes d'affectation de voies doivent dans chaque tube du tunnel (un pair au portail d'entrée du tunnel et 8 paires à l'intérieur du tunnel sur plafond)

Conformément à la norme EN 12966 relative à la luminance, les caractéristiques minimales des PMV sont:

- Dimension ext : 600x600 mm
- Dimension de la zone optique (PLV) : 480x480 mm
- Dimension de la zone optique (SAV): 400x400 mm
- Pitch pixel : 25 mm
- Pitch color : RGB, classe C2
- IP66

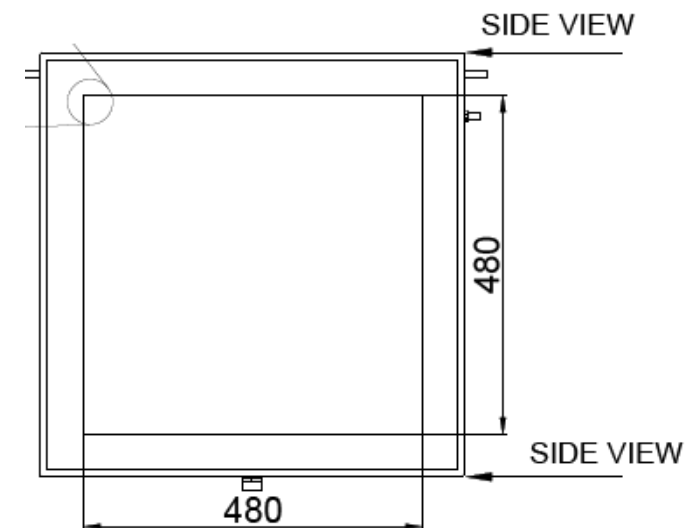


Informations affichés par les SAV/PLV :

- Croix rouge pour indiquer l'interdiction de prendre la voie
- Fleche verte pour indiquer que la voie est utilisable

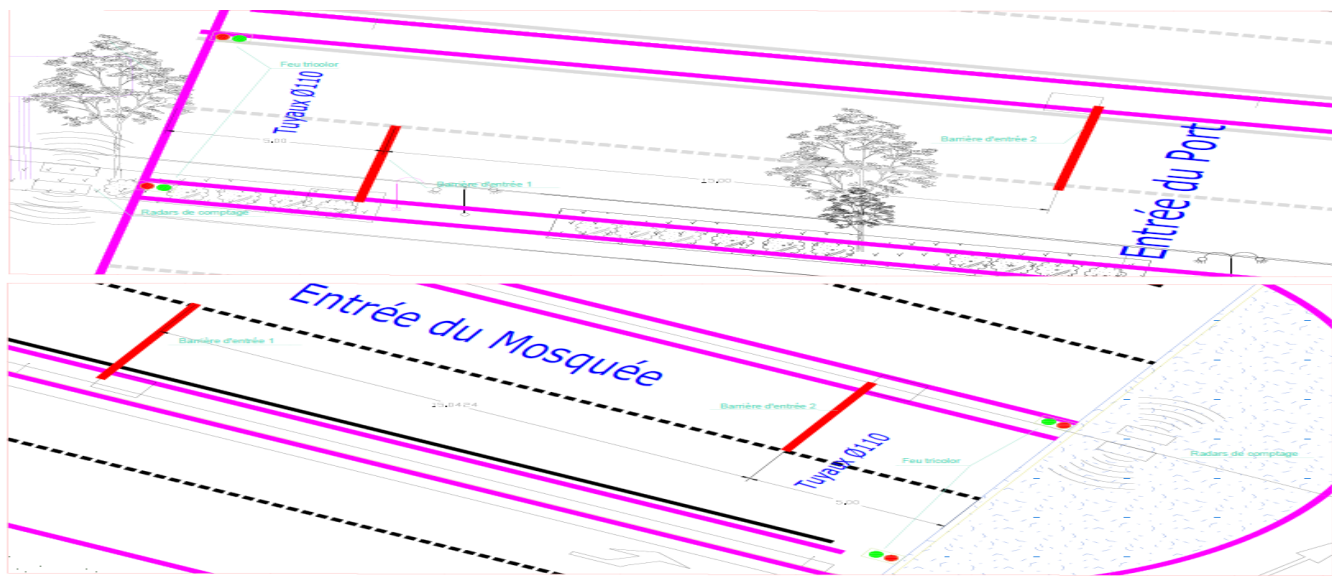
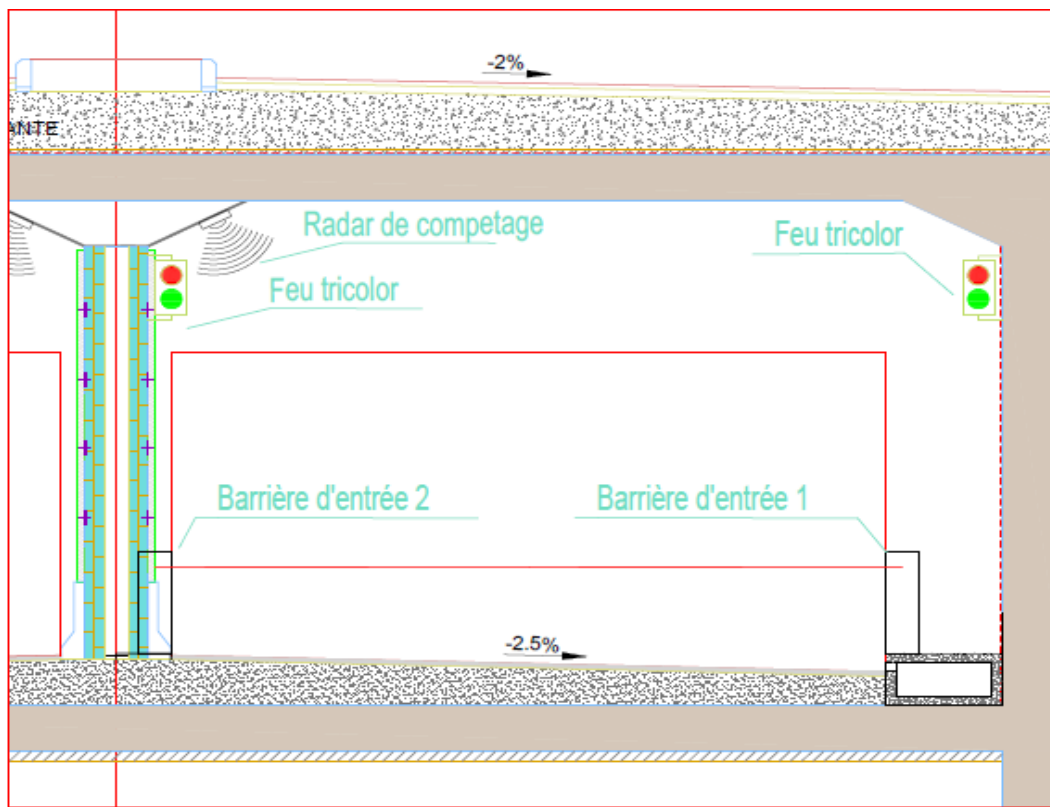
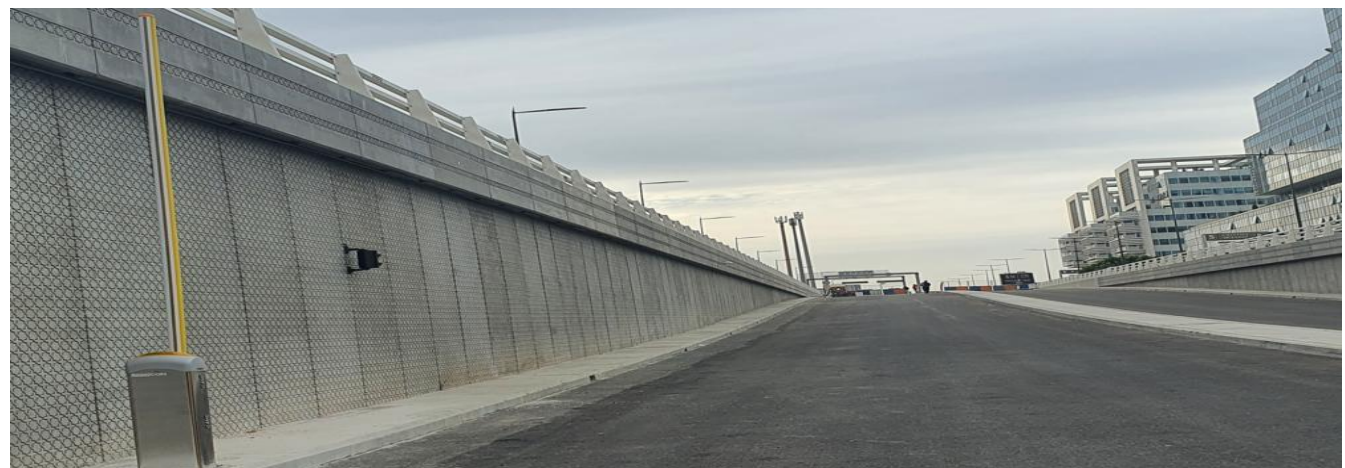
Vitesses affichées: 10, 20,30, 40, 50, 60, 70, 80, Stop
60 par défaut

Dimensions des SAV/PLV :



Volet courant faible:

- **Système de diffusion d'information:**
 - Systèmes d'accès à l'entrée de la Trémie



	Système de l'interdiction des tunnels - bar 3.5 m
	Feux de circulation
	Radar de comptage

Volet courant faible:

➤ Système de diffusion d'information:

- PAVA

Le système de sonorisation (PA) doit permettre à l'opérateur de diffuser des commandes d'évacuation et de donner des directives aux automobilistes et au personnel d'entretien à l'intérieur du tunnel.

Le système sonorisation d'évacuation de la Trémie installé basé sur le mode IP, et composé de ce qui suit:

- Un contrôleur dans chaque sous station Y compris batterie de sécurité
- Des blocs d'alimentation (chargeurs/ switches)
- 3 amplificateurs de puissance dans chaque tube du Tunnel
- 96 hauts parleurs de type pavillon adaptés au Tunnel et assurant une intelligibilité $> 0,5\text{db}$ selon la notice acoustique, conformément à la norme EN 50849
- Pupitres d'appels
- Câblage d'alimentation CR1



Haut-parleur LBC3483/00



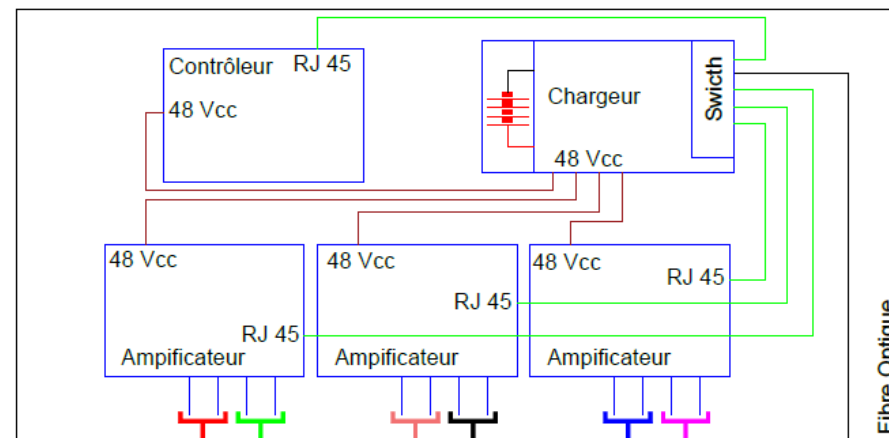
Amplificateur PRA-AD604



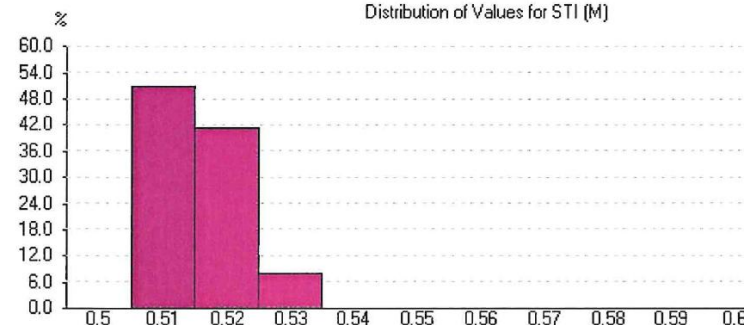
Contrôleur PRA-SCL



Chargeur/ Switch PRA-MP03



Distribution of Values for STI (M)



EASE 4.4 / Project of tunnel / 24/03/2021 09:38:59

La courbe ci-dessus, présente un STI satisfaisant compris entre 0.51 et 0.53 pour la surface totale du tunnel.

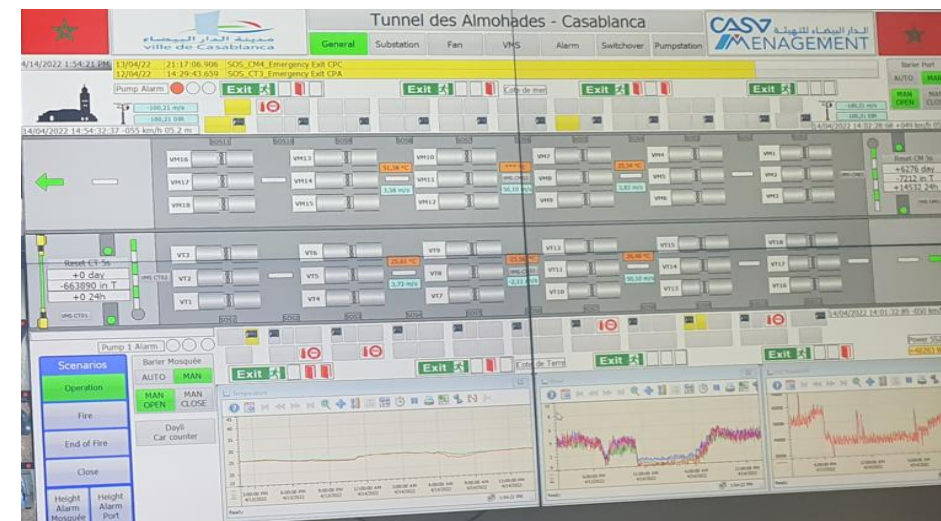
Volet courant faible:

➤ Système de diffusion d'information:

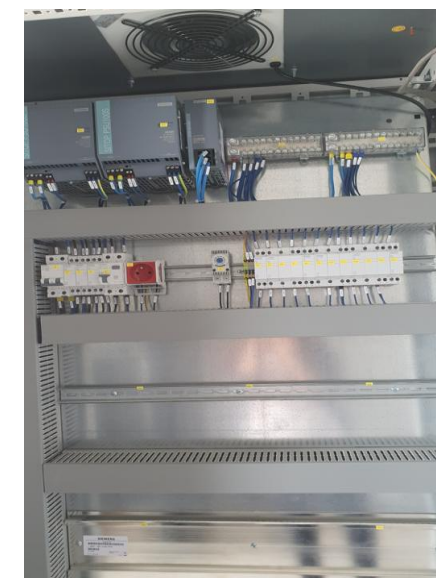
- Système Scada

Le système Scada permet d'assurer la supervision des équipements suivants :

- Le poste transfo & GE
- L'onduleur
- TGBT et tableaux divisionnaires
- L'éclairage Trémie
- Le système CCTV
- La signalisation
- Le système détection incendie
- Le réseau d'appel d'urgence « RAU »
- La ventilation
- Les pompes de relevage
- Les pompes surpresseurs
- Les armoires SOS
- Le détecteur de hauteur et barrière



Interface graphique sur Mur D'Image

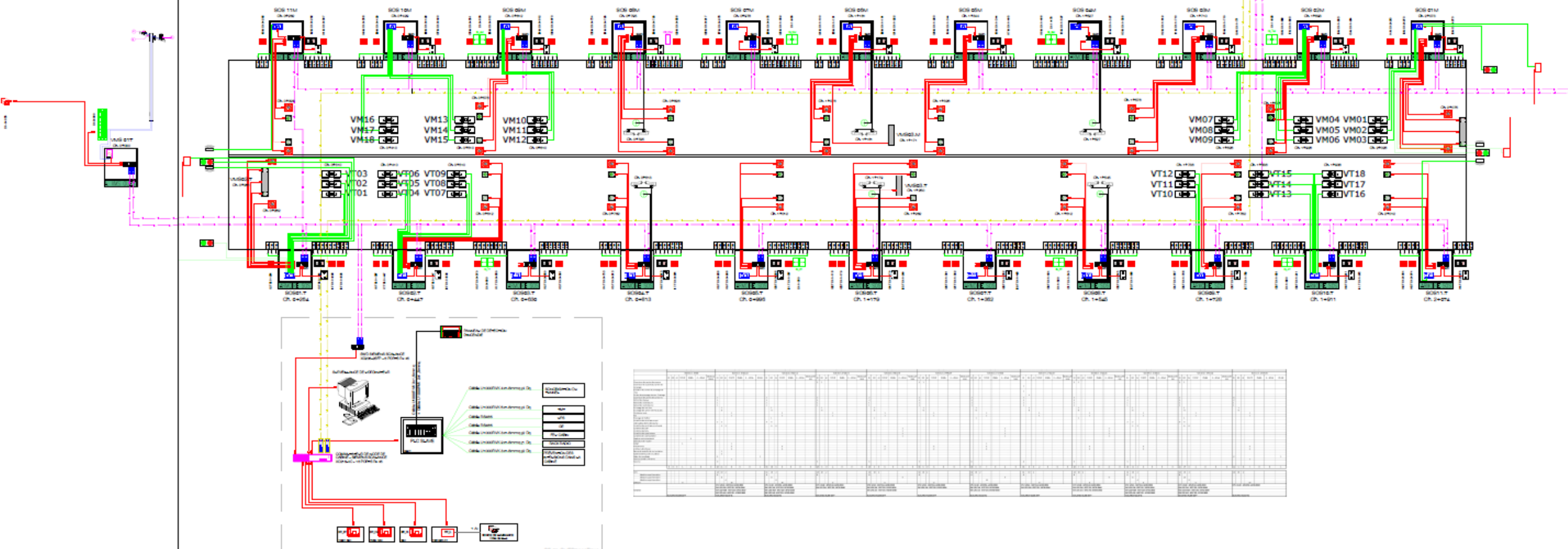
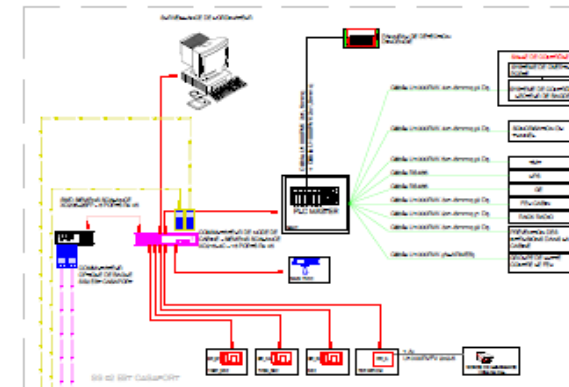


Coffret Scada

Architecture du Système Scada

	Équipement d'alimentation d'alarme SCADA composé d'une plaque de fond, d'un micro-PC, de bases d'alimentation et d'alimentations auxiliaires, montés sur bare (1U)
	Commutateurs réseau avec au moins 4 ports cuivre 10/100/1000 (commutateurs 1U) et 2 ports fibre 1000/10000 (commutateurs multimode SC) montés sur rail (1U), complétés avec alimentation électrique
	Tronçonnage optique pour câbles
	Tronçonnage pour réseaux optiques de données
	Câble Ethernet 1000 Cat 6a
	Convertisseur de média avec 2 ports cuivre et 1 port fibre SFP
	Commutateur réseau avec 16 ports cuivre 10/100/1000 (commutateurs 1U) montés dans le rack (spécialement conçu)
	Commutateurs réseau avec au moins 2 ports cuivre 10/100/1000 (commutateurs 1U) et 2 ports fibre 1000/10000 (commutateurs multimode SC) montés sur rail (spécialement conçu)
	Matériel de traitement vidéo (matériel vidéo SCADA) (commutateurs vidéo SCADA) montés sur rail (spécialement conçu)
	Matériel de traitement vidéo (matériel vidéo SCADA) (commutateurs vidéo SCADA) montés sur rail (spécialement conçu)
	Matériel de traitement vidéo (matériel vidéo SCADA) (commutateurs vidéo SCADA) montés sur rail (spécialement conçu)
	Câble à fibre optique multimode avec 6 fibres traitées dans un conduit de câbles (niveau de sous-station)
	Câble à fibre optique multimode avec 12 fibres traitées dans un câble (niveau de données SCADA)
	Détecteur de foudre
	Système de contrôle accès du tunnel, feu rouge, radar de comptage et barrières

Équipement	Quantité	Localisation	Notes
Commutateur réseau	16	SCADA	16 ports cuivre 10/100/1000
Commutateur multimode SC	2	SCADA	2 ports fibre 1000/10000
Tronçonnage optique	16	SCADA	16 ports cuivre 10/100/1000
Tronçonnage pour réseaux optiques de données	16	SCADA	16 ports cuivre 10/100/1000
Câble Ethernet 1000 Cat 6a	16	SCADA	16 ports cuivre 10/100/1000
Convertisseur de média	2	SCADA	2 ports cuivre et 1 port fibre SFP
Commutateur réseau	16	SCADA	16 ports cuivre 10/100/1000
Commutateurs réseau	2	SCADA	2 ports cuivre 10/100/1000
Matériel de traitement vidéo	2	SCADA	2 ports cuivre 10/100/1000
Matériel de traitement vidéo	2	SCADA	2 ports cuivre 10/100/1000
Matériel de traitement vidéo	2	SCADA	2 ports cuivre 10/100/1000
Câble à fibre optique multimode	6	SCADA	6 fibres traitées dans un conduit de câbles
Câble à fibre optique multimode	12	SCADA	12 fibres traitées dans un câble
Détecteur de foudre	1	SCADA	1 port cuivre
Système de contrôle accès du tunnel	1	SCADA	1 port cuivre



Équipement	Quantité	Localisation	Notes
Commutateur réseau	16	SCADA	16 ports cuivre 10/100/1000
Commutateur multimode SC	2	SCADA	2 ports fibre 1000/10000
Tronçonnage optique	16	SCADA	16 ports cuivre 10/100/1000
Tronçonnage pour réseaux optiques de données	16	SCADA	16 ports cuivre 10/100/1000
Câble Ethernet 1000 Cat 6a	16	SCADA	16 ports cuivre 10/100/1000
Convertisseur de média	2	SCADA	2 ports cuivre et 1 port fibre SFP
Commutateur réseau	16	SCADA	16 ports cuivre 10/100/1000
Commutateurs réseau	2	SCADA	2 ports cuivre 10/100/1000
Matériel de traitement vidéo	2	SCADA	2 ports cuivre 10/100/1000
Matériel de traitement vidéo	2	SCADA	2 ports cuivre 10/100/1000
Matériel de traitement vidéo	2	SCADA	2 ports cuivre 10/100/1000
Câble à fibre optique multimode	6	SCADA	6 fibres traitées dans un conduit de câbles
Câble à fibre optique multimode	12	SCADA	12 fibres traitées dans un câble
Détecteur de foudre	1	SCADA	1 port cuivre
Système de contrôle accès du tunnel	1	SCADA	1 port cuivre

Volet courant faible:

➤ **Système de détection incendie**

Le système de détection d'incendie prévu dans la trémie en question sera constitué d'un câble spécial thermosensible qui, une fois posé dans la trémie, est capable de détecter l'incendie avec une excellente résolution. L'unité de commande relative située dans la cabine pour chaque section permet de surveiller le câble et de signaler instantanément l'incendie au système de gestion, qui mettra immédiatement en oeuvre les scénarios d'urgence.

Le système de détection d'incendie doit être composé de :

- Un système de détection de chaleur linéaire le long de la trémie y compris unité de contrôle. Le câble utilisé, est un câble fibre. Son utilisation est destinée à détecter une altération de la fréquence de la lumière qui y est transmise due à une modification de la chaleur qui est déterminée en un point précis. L'unité de contrôle détecte l'altération de la fréquence et détermine le point exact où cette modification s'est produite.
- Détecteur thermovélocimétrique adressable
- Détecteur multicritère adressable
- Déclencheur manuel adressable
- Diffuseur sonore avec flash lumineux
- Centrale de détection incendie NF à 2 boucles



Volet courant faible:

➤ Schéma synoptique:

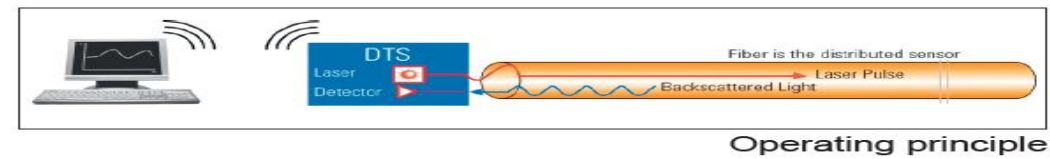
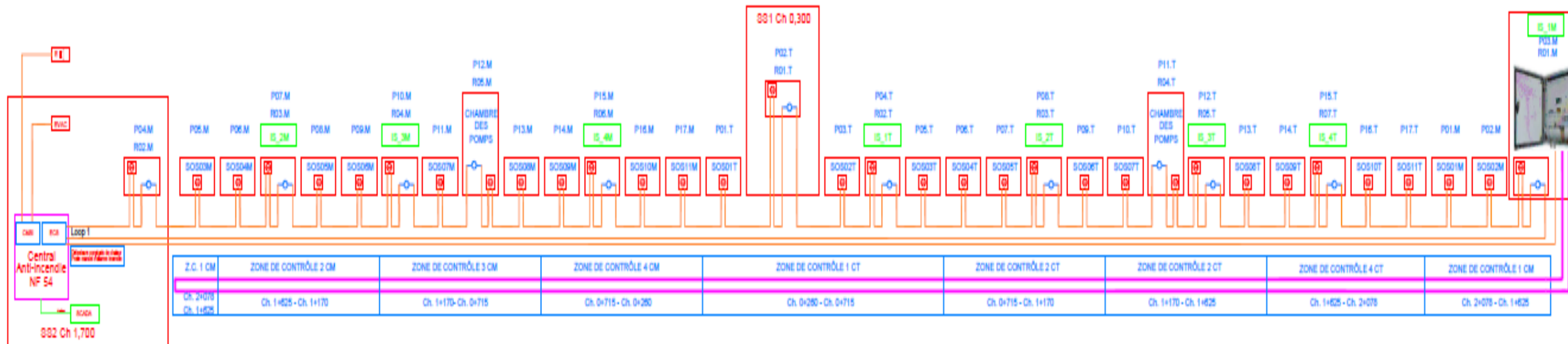


Schéma fonctionnel



Conclusion

L'inscription du Maroc dans cette volonté ambitieuse de développement de tels ouvrages lui permettra de se hisser parmi les pays pionniers en matière de développement durable. Ceci dit, des efforts en termes de gouvernance et de financement dans le secteur des infrastructures devront être déployés par les différents acteurs du domaine pour atteindre les objectifs escomptés.

