

SESSION 2017

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable

ENSEIGNEMENTS TECHNOLOGIQUES TRANSVERSAUX

Coefficient 8 – Durée 4 heures

Aucun document autorisé – Calculatrice autorisée



La logistique à l'hôpital Sainte Musse de TOULON

Constitution du sujet

- **Dossier Sujet** (*mise en situation et questions à traiter par le candidat*)
 - **PARTIE 1 (3 heures)** Pages 02 à 07
 - **PARTIE 2 (1 heure)** Pages 08 à 09
- **Dossier Technique** Pages 10 à 19
- **Documents Réponse** Pages 20 à 21

Le sujet comporte 21 pages numérotées de 1/21 à 21/21.

Le dossier sujet comporte deux parties indépendantes qui peuvent être traitées dans un ordre indifférent.

Les documents réponse DR1 à DR2 seront à rendre avec vos copies.

Présentation du service « logistique » de l'hôpital

Innovations techniques

L'hôpital bénéficie des innovations techniques nécessaires à l'accomplissement de ses fonctions logistiques :

- système automatisé 100 % électrique pour le transport de matériels entre les services ;
- réseau informatique moderne et performant pour assurer une parfaite transmission de l'information médicale.

De meilleures conditions de travail pour les agents

Parmi les équipements qui vont modifier les habitudes de travail, le système de transport appelé « transports automatiques lourds » est mis en place pour gérer sept jours sur sept l'approvisionnement hôtelier, médical ainsi que celui du magasin.

Ce système devrait permettre de réduire la pénibilité du travail des agents ainsi que les risques d'accident en divisant les manipulations par quatre.

D'un point de vue sociétal, les agents hospitaliers resteront centrés sur leur mission première, à savoir le service aux patients.

Présentation du système de « transports automatiques lourds »

Ce système est composé de huit véhicules à guidage automatique nommés « TRANSCAR » associés à un système informatique de supervision.



Les « TRANSCAR » assurent la distribution et la collecte quotidienne des 460 containers entre unités techniques (sources) telles que la cuisine, la lingerie, la pharmacie, le magasin, la zone déchets, etc., et les unités de soins (destinations) du centre hospitalier.

Les transports sont effectués en suivant un planning programmé de livraison. L'enchaînement des transports s'effectue de façon automatique.

Le système de supervision, appelé « TCMS2 », a en mémoire les séquences programmées. Il gère ainsi les missions de transport et de contrôle des éléments du système de façon continue. Il fournit également à l'opérateur des informations graphiques et dynamiques sur un écran de contrôle.

Le « TCMS2 » est connecté à l'ensemble des véhicules par le réseau sans fil. Les véhicules «TRANSCAR » reçoivent leur mission de transport et reportent leur état en temps réel via le réseau WiFi.

Le véhicule «TRANSCAR» assure la mission requise en naviguant grâce à la cartographie de l'installation stockée dans le contrôleur embarqué à son bord.

PARTIE 1 : analyse de la solution de robotisation du service « logistique » du nouvel hôpital de Toulon

L'objectif de cette première partie est de valider la pertinence des choix techniques du point de vue des performances attendues d'une part et du développement durable d'autre part.

Quel est l'intérêt sociétal de ce système ?

Question 1.1	Donner l'intérêt du système « transports automatiques lourds » au regard de la présentation du service « logistique » de l'hôpital.
-----------------	--

Comment réduire l'impact environnemental de l'utilisation des « TRANSCAR » ?

La consommation moyenne énergétique globale pour assurer le transport de tous les containers est de 2,3 kWh par jour.

L'empreinte carbone représente la quantité de dioxyde de carbone émis. En France, elle est estimée à 83 g de CO₂ par kWh d'énergie électrique produite.

Question 1.2	Déterminer la quantité de carbone rejeté en une année. On prendra 365 jours pour une année.
-----------------	--

Calculer la surface de forêt nécessaire pour effectuer la compensation sur une année, sachant qu'un mètre carré de forêt permet d'absorber 272 g de CO ₂ en une année.
--

Question 1.3	Valider ou non l'exigence liée au développement durable du diagramme d'exigences (Id = 1.4) puis identifier les solutions environnementales choisies sur le site de cet hôpital pour minimiser l'impact des huit véhicules « TRANSCAR ».
-----------------	--

DT2

Comment déplacer les containers de manière autonome et en toute sécurité ?

Les robots « TRANSCAR » doivent assurer la distribution et la collecte des containers sur l'ensemble du site de l'hôpital. Pour cela, ils doivent s'arrêter en présence d'obstacle et embarquer une énergie suffisante pour assurer cette mission.

Les containers sont déplacés à l'aide d'un « TRANSCAR », lequel possède un scanner à balayage infrarouge lui permettant de détecter des obstacles.

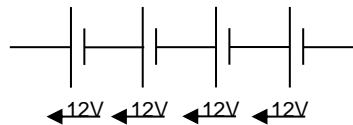
On se propose de vérifier la distance de freinage d'un « TRANSCAR », à partir du moment où le scanner détecte un obstacle.

Question 1.4	Donner la vitesse de déplacement en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ d'un « TRANSCAR » et la distance de détection du scanner.
DT2, DT3	Sur le document DT3, relever le temps de freinage lors de la détection d'un obstacle par le « TRANSCAR ».
Question 1.5	Calculer la distance de freinage du « TRANSCAR », on rappelle que lors de la décélération la distance de freinage D en fonction du temps est égal à :
DT3	$D = \frac{1}{2} \times a \cdot t^2 + v_0 \cdot t$ v_0 étant la vitesse initiale en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$
Question 1.6	Conclure sur la possibilité du « TRANSCAR » à se déplacer en respectant les distances de sécurité.
DT2	
Question 1.7	Le moteur utilisé pour le déplacement du « TRANSCAR » est un moteur à courant continu d'une puissance de 150 W.
DT3	Le déplacement du « TRANSCAR » sur un parcours type se décompose en 11 phases.
DR2	Compléter le tableau du document DR2 en utilisant le document technique DT3. Vous indiquerez le numéro des phases pour lesquelles le « TRANSCAR » est en phase d'accélération, de décélération ou en vitesse constante.
Question 1.8	Lors de la phase de freinage n°7 sur le document technique DT3, le courant devient négatif. Le moteur fonctionne en générateur. Le variateur de vitesse est réversible en courant.
DT3	Donner l'intérêt, du point de vue énergétique, de ce type de fonctionnement.
	Calculer l'énergie en Joules récupérée durant cette phase de freinage.
Question 1.9	On souhaite évaluer l'énergie nécessaire pour un déplacement du « TRANSCAR » sur un parcours type.
DT3	Compléter , sur le tableau du DR2, le bilan énergétique et en déduire l'énergie nécessaire en Wh pour un aller – retour du « TRANSCAR ».
DR2	On estimera que l'énergie consommée à l'aller est égale à celle du retour.

Question
1.10

Le « TRANSCAR » embarque pour son déplacement quatre batteries au plomb, indépendantes de 12 V / 63 Ah chacune, montées en série.

DT2



Pour un aller-retour, on estime que la consommation totale du « TRANSCAR » est de 36 Wh, en tenant compte de l'ensemble des éléments électriques (moteur de levage, moteur de déplacement et accessoires électriques).

Calculer l'énergie embarquée disponible.

Déduire le nombre d'aller-retour maximum que peut effectuer le véhicule. Pour préserver la durée de vie de ces batteries, le taux de décharge maximal ne doit pas dépasser 70 %.

Question
1.11

Conclure sur l'autonomie des « TRANSCAR » au regard de l'exigence 1.3 définie dans le document DT2.

Comment soulever les containers et les garder horizontaux ?

Les containers sont soulevés à l'aide d'une table élévatrice intégrée au chariot « TRANSCAR », voir document DT4 (1/2, 2/2). Cette table est déplacée verticalement par un ensemble de 4 vis à billes entraînées par une courroie crantée. L'horizontalité de cette table doit être garantie malgré un nombre de cycles important de soulèvement.

Caractéristiques de la transmission

Poulies : diamètre primitif $d_0 = 47,8$ mm, nombre de dents $z = 30$.

Courroie : force maximale transmissible par denture : $F_{dmax} = 55$ N/dent.

La force maximale transmissible par la courroie « F_{mc} » dépend du nombre de dents en prises.

Question
1.12

La courroie est dessinée en partie sur le document réponse DR2.

DR2

Compléter son tracé puis **évaluer** l'angle approximatif d'enroulement en degrés de la courroie sur la poulie 3.

DT4 (1/2, 2/2)

Question
1.13

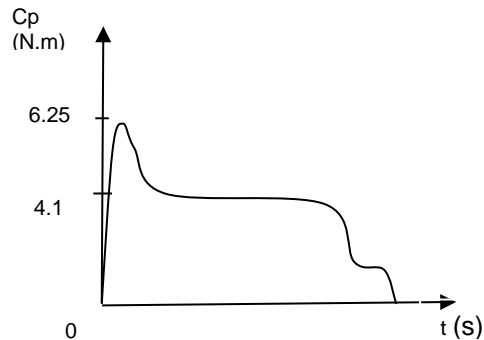
Calculer le nombre « z_p » de dents en prises. En **déduire** la force maximale transmissible par la courroie « F_{mc} » à la poulie 3.

Question
1.14

Calculer le couple « Cmp » maximal transmissible par la poulie 3.

On rappelle que $C_{mp} = F_{mc} \cdot \frac{d_0}{2}$

Une simulation a permis de déterminer le couple Cp transmis par la poulie 3 pendant une phase de montée.



Question
1.15

Conclure sur le choix d'une courroie crantée et de la position des galets enrouleurs pour respecter l'exigence d'horizontalité du container.

Comment permettre aux différents éléments de communiquer entre eux ?

La mise en place de robots dans un environnement public nécessite un échange de données permanent et sécurisé.

La configuration du réseau LAN/WLAN doit permettre d'assurer d'une part la connexion de l'ensemble des hôtes et d'autre part son extension en vue de la future desserte d'un nouveau bâtiment. On se propose de vérifier cette configuration.

Question
1.16

Compléter le tableau sur le document réponse DR1 en cochant la case appropriée pour chacune des tâches indiquées.

DR1, DT1, DT5

Question
1.17

Compléter le document réponse DR1 en effectuant l'opération « ET logique » puis **donner** l'adresse IP du réseau « LAN » utilisée par le système « transports automatiques lourds ».

DR1, DT6

Question
1.18

Déterminer le nombre d'hôtes maximum que peut supporter ce réseau.

DT6

Question
1.19

Relever les deux adresses IP du premier et du dernier appareil installés sur le réseau. En **déduire** le nombre d'hôtes connectés au réseau des « TRANSCAR ».

DT6

Question 1.20 DT1	Identifier et relever les éléments du système « transports automatiques lourds » nécessitant l'utilisation de point d'accès WIFI pour accéder au réseau.
Question 1.21 DT7	Identifier et justifier la caractéristique du point d'accès WiFi Cisco qui permet de sécuriser le réseau sans fil (WLAN).
Question 1.22 DT2	Rédiger une conclusion validant ou non les critères d'exigences de mobilité des transports automatiques lourds, d'évolution et de sécurité du réseau informatique.

PARTIE 2 : vérifier la résistance de la passerelle pour le « TRANSCAR ».

L'objectif de cette partie est de choisir une solution de passerelle (parmi trois propositions présentées dans le DT8) permettant au « TRANSCAR » de passer d'un bâtiment à un autre. Un seul véhicule pourra être présent sur la passerelle.

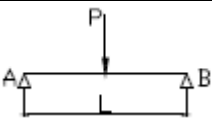
Cette passerelle doit satisfaire à trois exigences.

- **Exigence 1 : la flèche maximale admissible ne doit pas dépasser 1/300 de la portée**

Question
2.1

Calculer la flèche maximale de la solution 1 en utilisant les informations ci-dessous.

On prendra : $P = 6867 \text{ N}$, $E = 2,1 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$, $I = 3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$, $L = 10 \text{ m}$.

Extrait du formulaire des poutres			
Cas de charges		Actions aux appuis	Calcul de la flèche à L/2
Cas de charges C_1		$\frac{P}{2}$	$\frac{PL^3}{48EI}$

Question
2.2

Conclure sur l'exigence 1 en comparant les flèches maximales entre les trois solutions.

DT 8

- **Exigence 2 : minimiser les contraintes dans la structure**

Question
2.3

Les barres de la solution 3 sont sollicitées exclusivement en traction ou en compression.

Identifier la nature des sollicitations appliquées aux barres n°1 à 4 puis 5 à 8 de la solution 3.

DT 8

Question
2.4

En localisant les zones où les contraintes sont les plus fortes, **donner** leur valeur respective pour les solutions 2 et 3.

DT 9

Citer au moins deux avantages apportés à la structure du pont par les contreventements de la solution 3.

➤ **Exigence 3 : respecter la contrainte maximale**

Question
2.5

DT 9

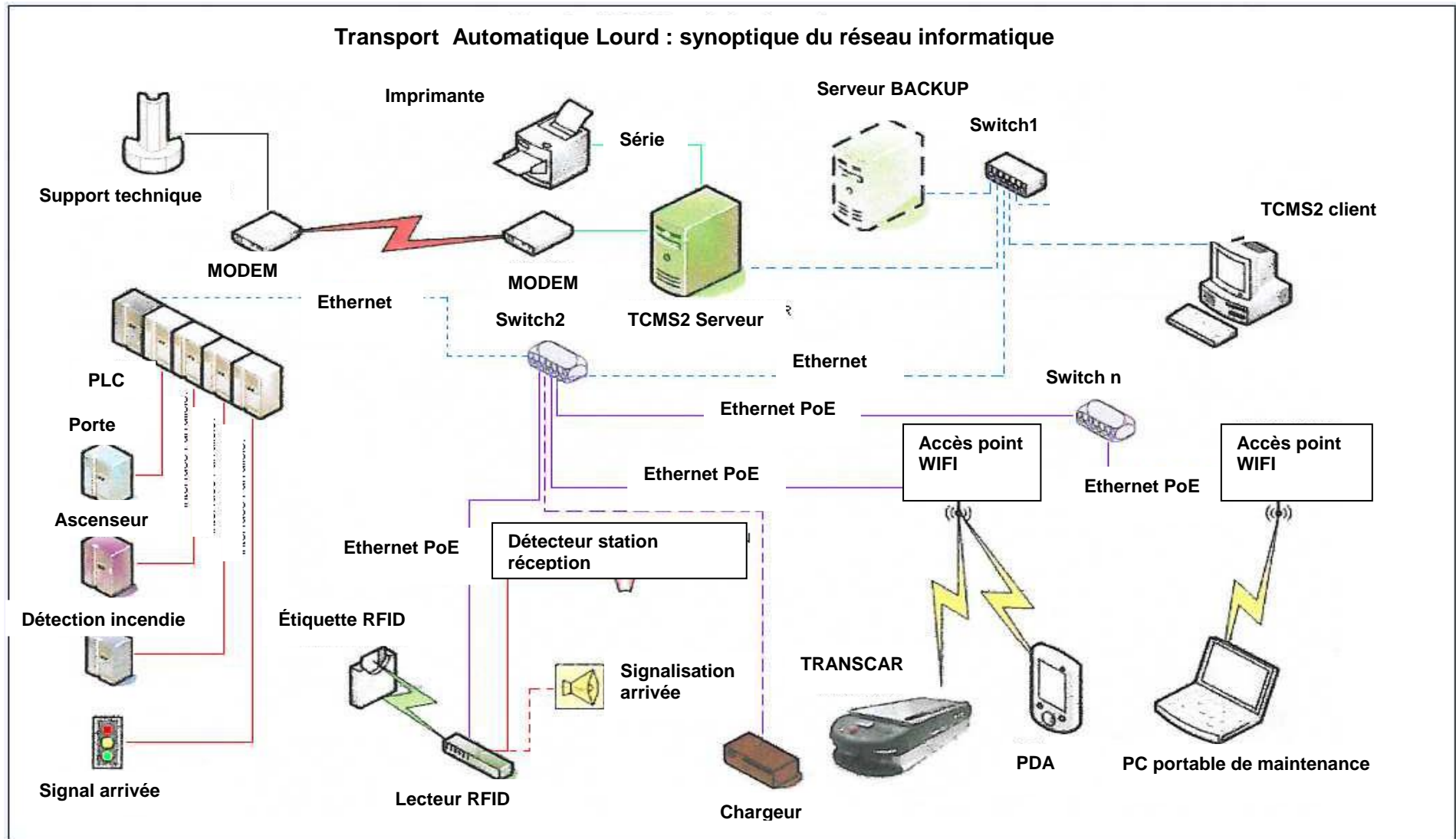
Valider la contrainte maximale donnée pour la solution 3 au regard de la limite d'élasticité du matériau.

Question
2.6

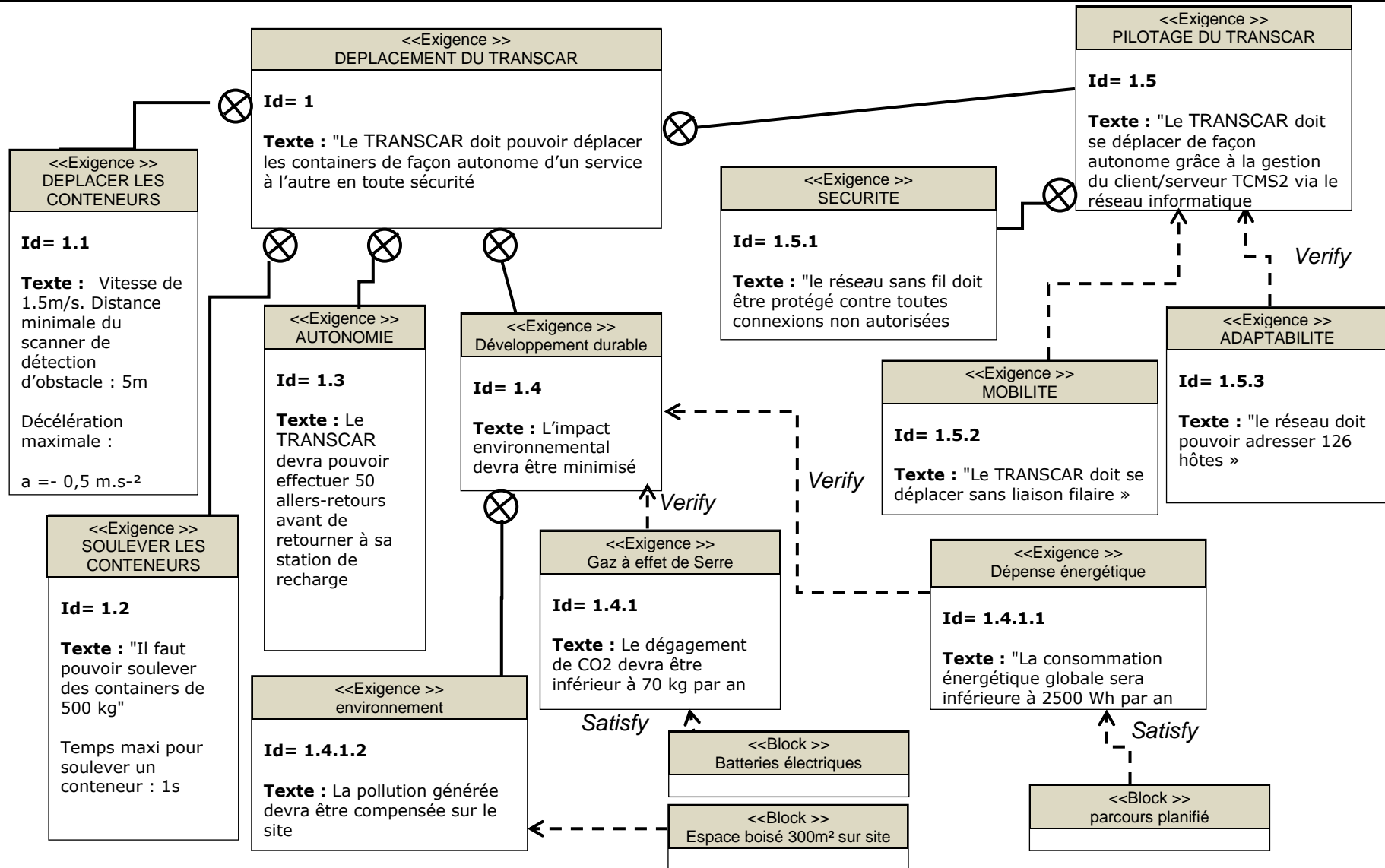
DT 8, DT 9

Conclure sur le choix de la solution constructive à adopter pour cette passerelle. Les exigences sont-elles respectées et sont-elles suffisantes ?

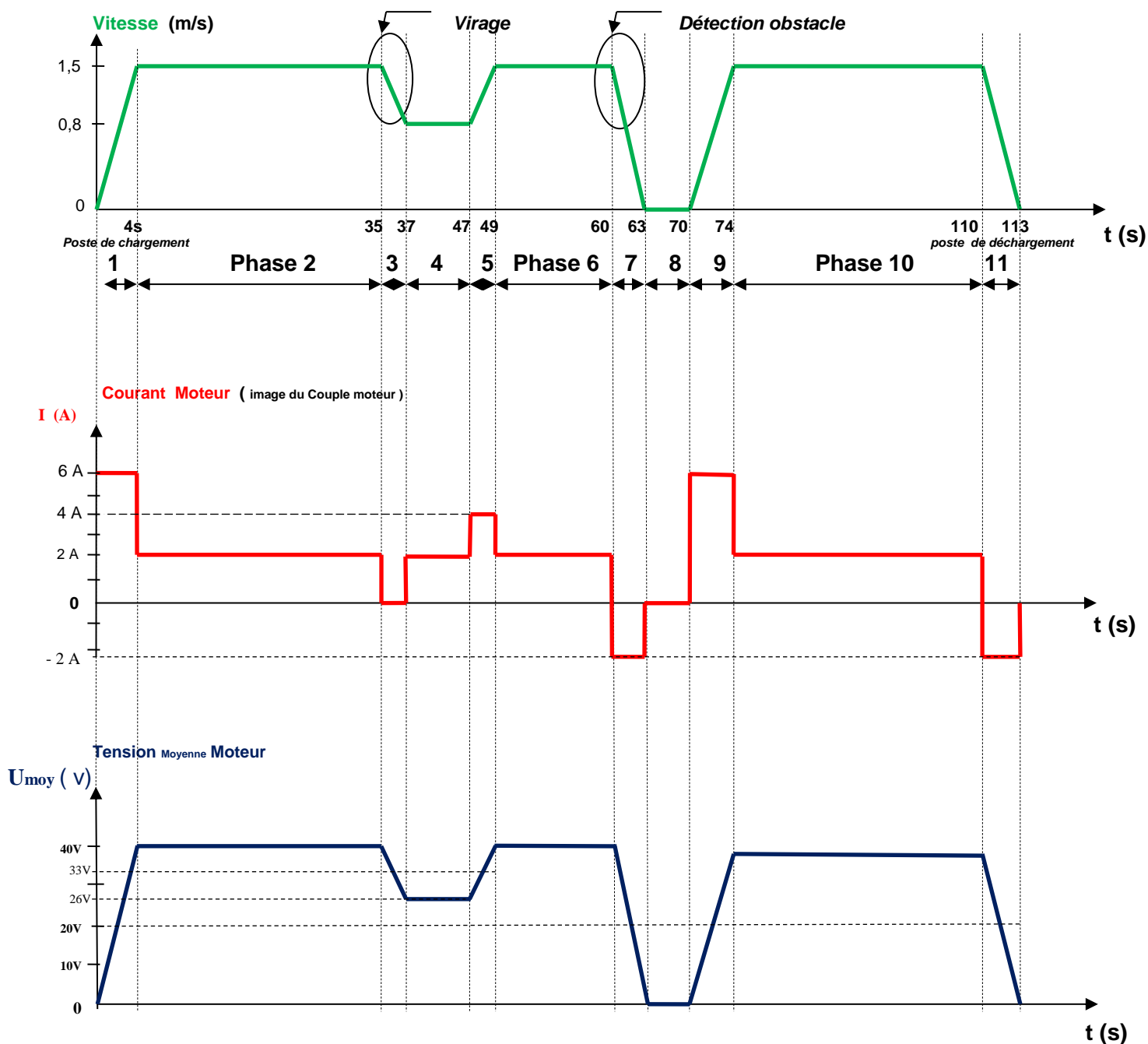
DT 1 - Synoptique du système de « transports automatiques lourds »



DT 2 - Diagramme partiel des exigences du déplacement du « TRANSCAR »



DT 3 - Analyse des grandeurs physiques du TRANSCAR lors d'un déplacement sur un parcours type aller



DT 4 - (feuillet 1/2) les plans du « TRANSCAR »

Vues extérieures

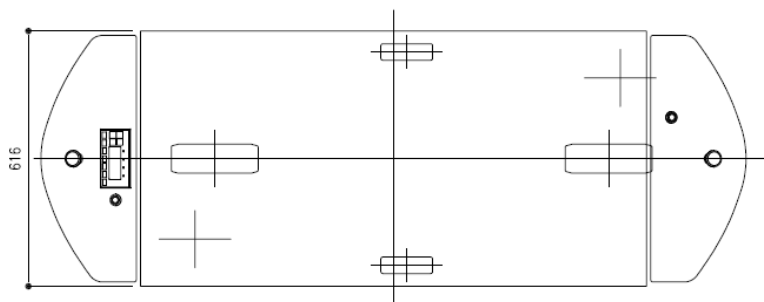
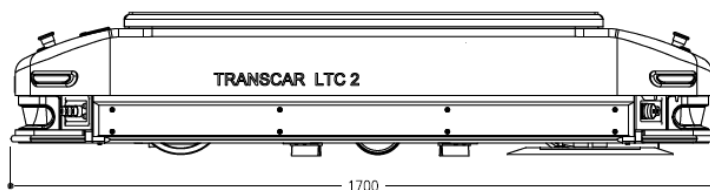
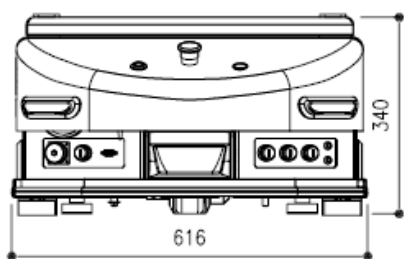


Table élévatrice

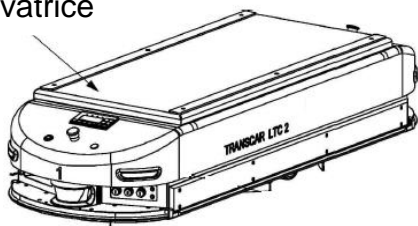
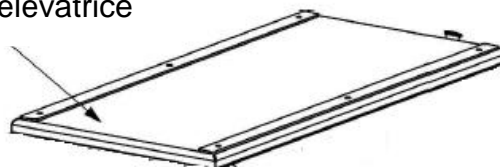
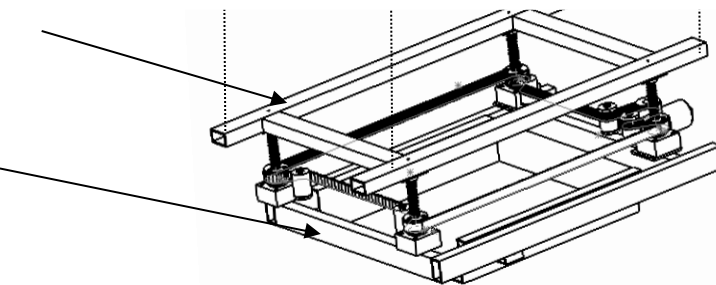


Table élévatrice

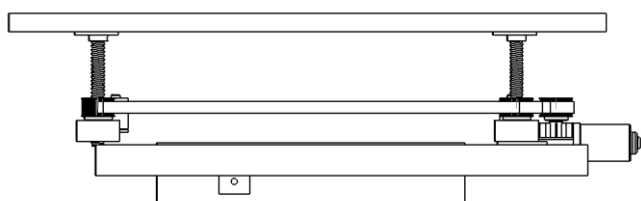


Cadre support de la
table élévatrice

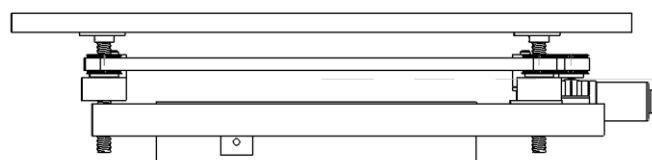
Châssis
du « TRANSCAR »



Position haute

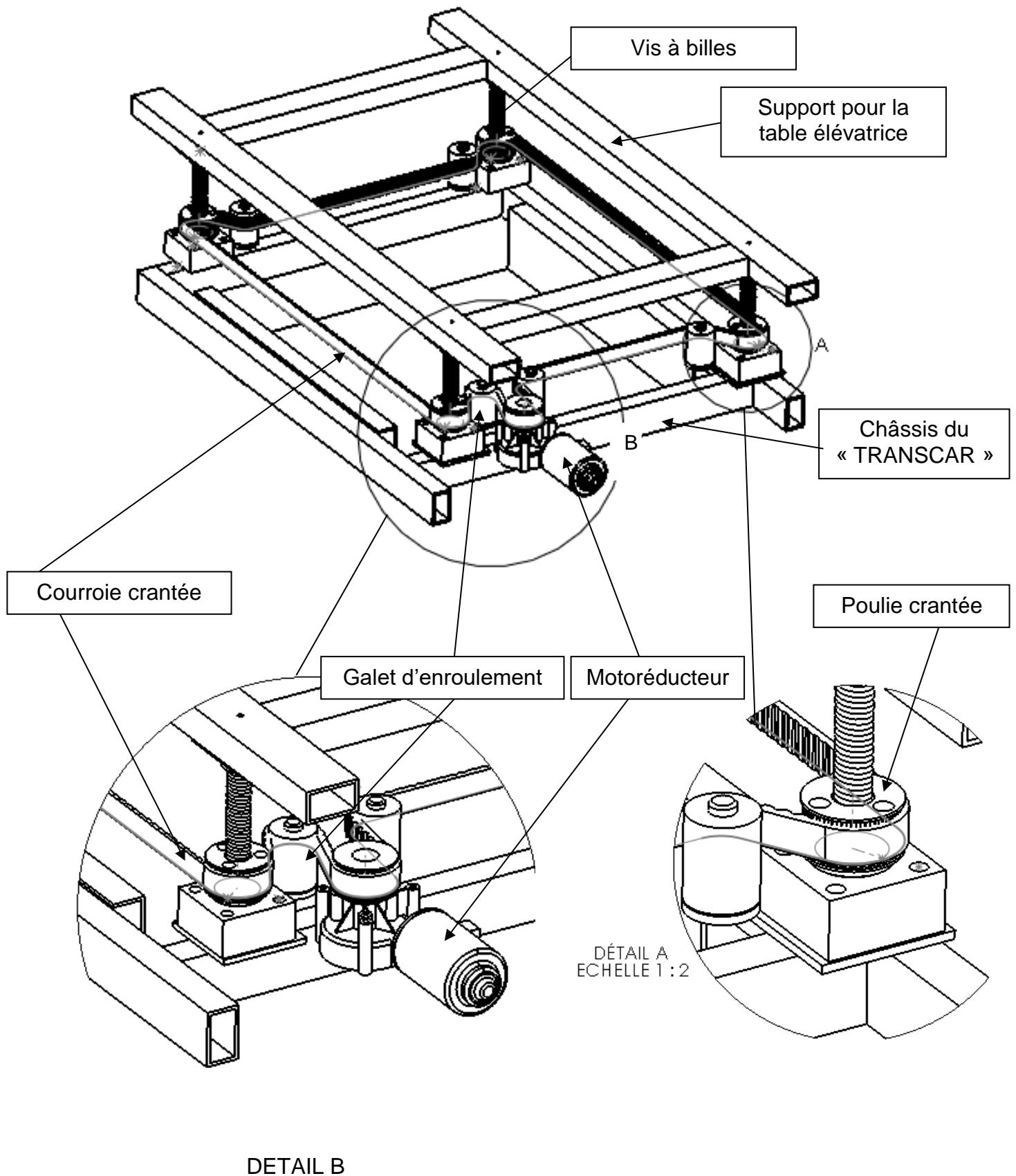


Position basse



DT 4 - (feuille 2/2) transmission de mouvement de la table élévatrice

- Dessin perspectif du système de prise en charge du container



DT 5 - Description du dispositif informatique TCMS2 client/serveur

L'installation s'articule autour d'un système informatique, client - serveur. En cas de défaillance ou de panne du système, il devra être redémarré manuellement. La pérennité des données est assurée dans une base de données (serveur backup).

Chaque système intègre deux modules, le TCMS2 Server et le TCMS2 Client. Le système d'exploitation utilisé est Windows Server 2008.

➤ **Le TCMS2 Server** est un programme qui travaille en tâche de fond.

Aucune action directe sur ce module n'est accessible.

Il a la charge de la gestion du trafic des véhicules « TRANSCAR » en optimisant leur déplacement, ainsi que la création et l'affectation des missions aux véhicules « TRANSCAR ».

Il est en communication permanente avec les véhicules « TRANSCAR » et les périphériques extérieurs comme :

- les chargeurs de batteries ;
- les automates PLC (gestion des ascenseurs).

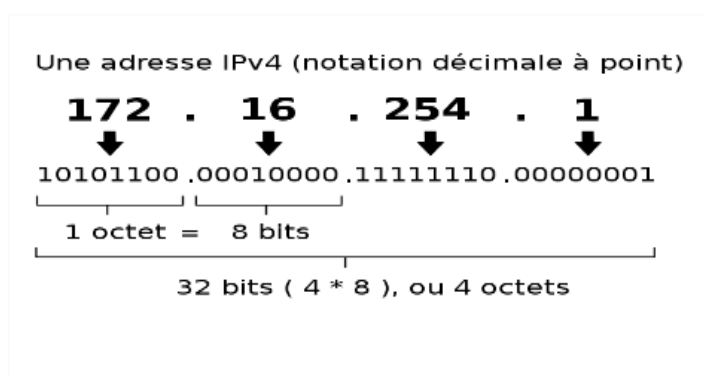
➤ **Le TCMS2 Client** est l'interface utilisateur intégrant une interface graphique. Il permet de visualiser en temps réel :

- la position géographique de chaque véhicule « TRANSCAR » ainsi que de leur état,
- les missions en cours ;
- l'état des stations de départ et d'arrivée (présence des conteneurs en gare) ;
- l'état des ascenseurs ;
- la planification quotidienne des séquences ;
- l'information détection incendie ainsi que l'état des portes coupe-feu ;
- les alarmes et les évènements.

À partir de cet outil, il est également possible de :

- modifier le planning des séquences (créer des plannings pour tous les jours de la semaine) ;
- modifier les tables de relation identification de containers / destinations ;
- créer manuellement des missions de transports en taxi ;
- changer la priorité des missions, la destination de livraison, etc. ;
- piloter les véhicules « TRANSCAR » à distance ;
- piloter les monte-charges ;
- piloter les périphériques.

DT 6 - Adresse IP et masque de sous réseau



Adresse IP (avec IP pour Internet Protocol) est un numéro d'identification qui est attribué de façon permanente ou provisoire à chaque appareil connecté à un réseau informatique utilisant l'Internet Protocol. L'adresse IP est à la base du système d'acheminement (le routage) des messages sur Internet.

Calcul de l'adresse d'un réseau

- 1- Convertir les 4 octets de l'adresse IP en binaire.
- 2- Convertir les 4 octets du masque de sous réseau.
- 3- Réaliser un ET logique entre l'adresse IP et le masque de sous-réseau.

Calcul du nombre d'hôtes (machines) que l'on peut connecter sur un réseau (IP V4)

Nombre d'hôtes = $2^{(32-n)} - 2$; n = nombre de bit à 1 du masque de sous réseau

Adresses IP du système « transport automatique lourd »

	Appareil connecté	Adresse IP	Masque de sous réseau
Adresse du 1 ^{er} appareil connecté	Access point 01	10.1.114.129	255.255.255.128
Adresse du dernier appareil connecté	TRANSCAR N°8	10.1.114.218	255.255.255.128

DT 7 - Point d'accès WIFI PoE

Le site est équipé de 42 bornes Wi-Fi Cisco 1242 a/b/g avec antennes omnidirectionnelles 2,2 dBi.

Elles sont réparties de la façon suivante dans différentes entrepôts sur site :

- Niveau -1: de AP1 à AP24 et AP41 et AP42
- Niveau 0 : de AP25 à AP28
- Niveau 1 : de AP29 à AP32
- Niveau 2 : de AP33 à A
- Niveau 3 : de AP37 à AP40



Point d'accès WiFi Cisco 1242 a/b/g

Les points d'accès Cisco Aironet 1242 G sont parfaitement adaptés aux environnements RF difficiles comme les usines ou les entrepôts , ainsi qu'à une installation au-dessus des plafonds suspendus qui exige généralement des antennes externes et des boîtiers métalliques résistants.

Les Cisco Aironet 1242 G assurent une connectivité sans fil sécurisée, fiable et facile à gérer avec des capacités, une portée et des performances exceptionnelles.

Principales caractéristiques:

- Wi-Fi 802.11g
- Connecteurs pour antennes 2,4 et 5 GHz
- Peut fonctionner en point d'accès, en pont, et en plateforme single band.
- Cryptages WPA2(1)
- Support PoE(2)

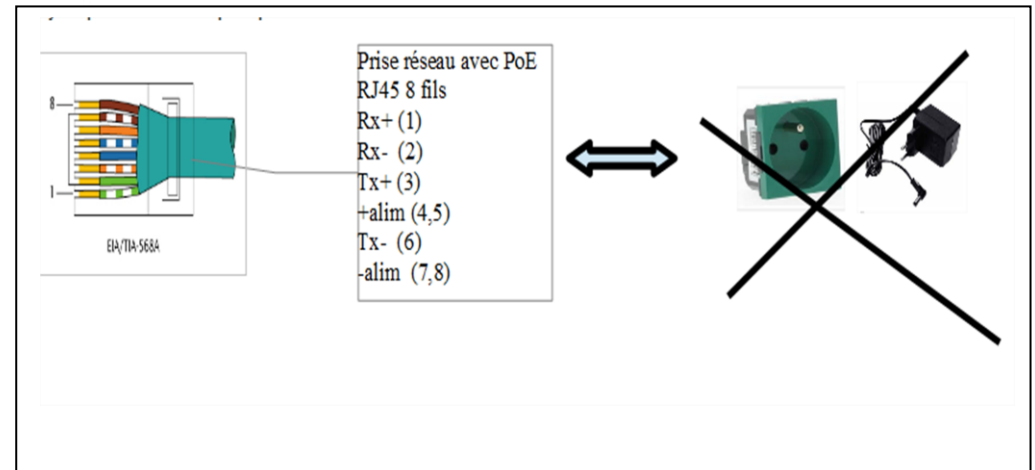
(1) WPA2: également connu sous le nom IEEE 802.11i-2004, ce successeur de WPA remplace le chiffrement TKIP par CCMP pour plus de sécurité. La compatibilité WPA2 est obligatoire pour les équipements certifiés Wi-Fi depuis 2006.

Appareillage réseaux compatible PoE

Power over Ethernet décrit un procédé par lequel des appareils compatibles avec le réseau peuvent être alimentés en courant via le câble Ethernet à 8 fils (voir schéma ci-contre).

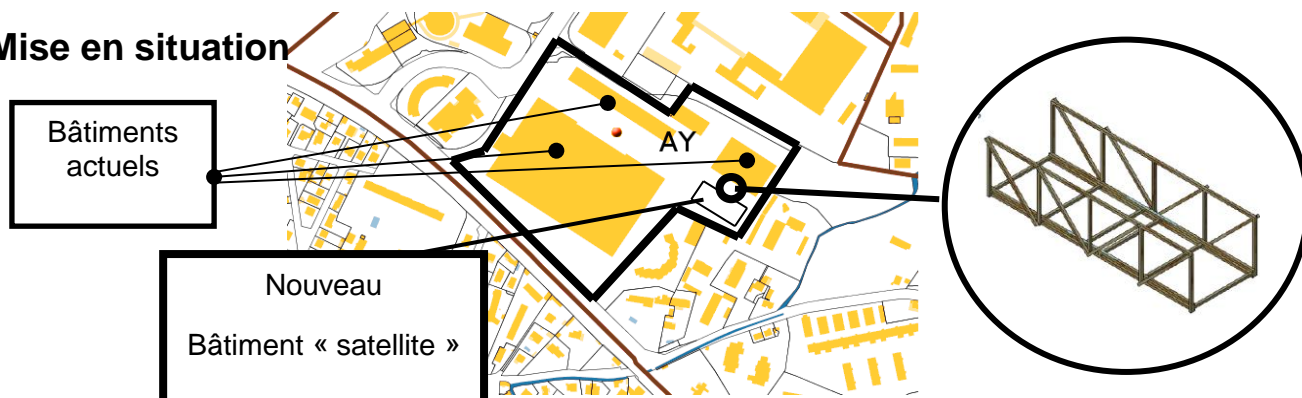
Le principal avantage du système PoE réside dans le fait qu'il est possible d'épargner un câble d'alimentation électrique séparé et de cette manière d'installer des appareils Ethernet aux emplacements d'accès difficile.

Utilisation typique : téléphone IP, caméras réseau, points d'accès WLAN.



DT 8 - Les solutions envisagées pour la passerelle

Mise en situation



	Réalité	Modélisation
Solution 1 Sans garde-corps		Modèle n°1 vue plan poutre sur 2 appuis.
Solution 2 Avec garde-corps		Modèle n°2 vue plan avec barres encastées aux noeuds Avant chargement $f_{\text{maxi}} = 0.03 \text{ m}$ Après chargement
Solution 3 Avec garde-corps et contreventement		Modèle n°3 vue plan avec barres articulées aux noeuds. Avant $f_{\text{maxi}} = 0.01 \text{ m}$ Après

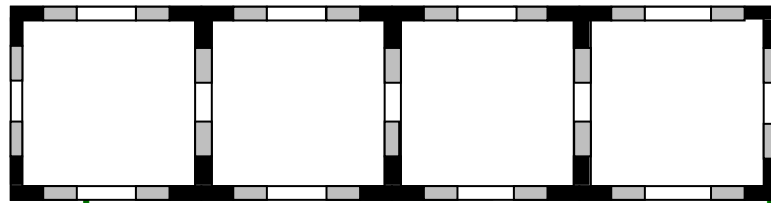
DT 9 - Répartition des contraintes

Répartition des contraintes dans les modèles de passerelle

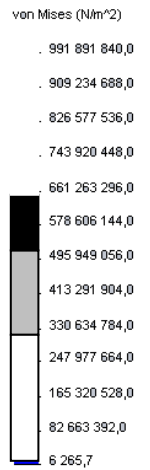
Modèle 2



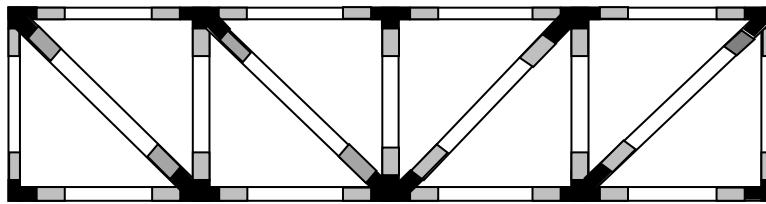
*Dessous



Contrainte maxi $\sigma_{maxi} = 600 \text{ MPa}$



Modèle 3



Contrainte maxi $\sigma_{maxi} = 230 \text{ MPa}$



Limite d'élasticité = 282 685 049 N/m²

DR 1 - Analyse de fonctionnement du système informatique de supervision

Question1.16

Compléter le tableau

Tâches	Serveur TCMS2	Client TCMS2
Gérer le trafic des véhicules Transcar	x	
Gérer des automates PLC		
Donner la position des véhicules Transcar en temps réel		
Modifier le planning des véhicules Transcar		
Piloter à distance un véhicule Transcar		
Gérer le niveau de charge batteries du véhicule Transcar		
Affecter une mission aux véhicules Transcar		

Question1.17

Première @TC/ IP du 1 ^{er} hôte en notation décimale	10	1	114	129
Première @TC/ IP du 1 ^{er} hôte en notation binaire	00001010	00000001	01110010	10000001
Masque de sous réseau Notation décimale	255	255	255	128
Masque de sous réseau Notation binaire	11111111	11111111	11111111	10000000

* **ET logique****Compléter le tableau**

@ du réseau en notation binaire	_____	_____	_____	_____
@ du réseau en notation décimale	_____	_____	_____	_____

DR 2 - Analyse du déplacement du « TRANSCAR »

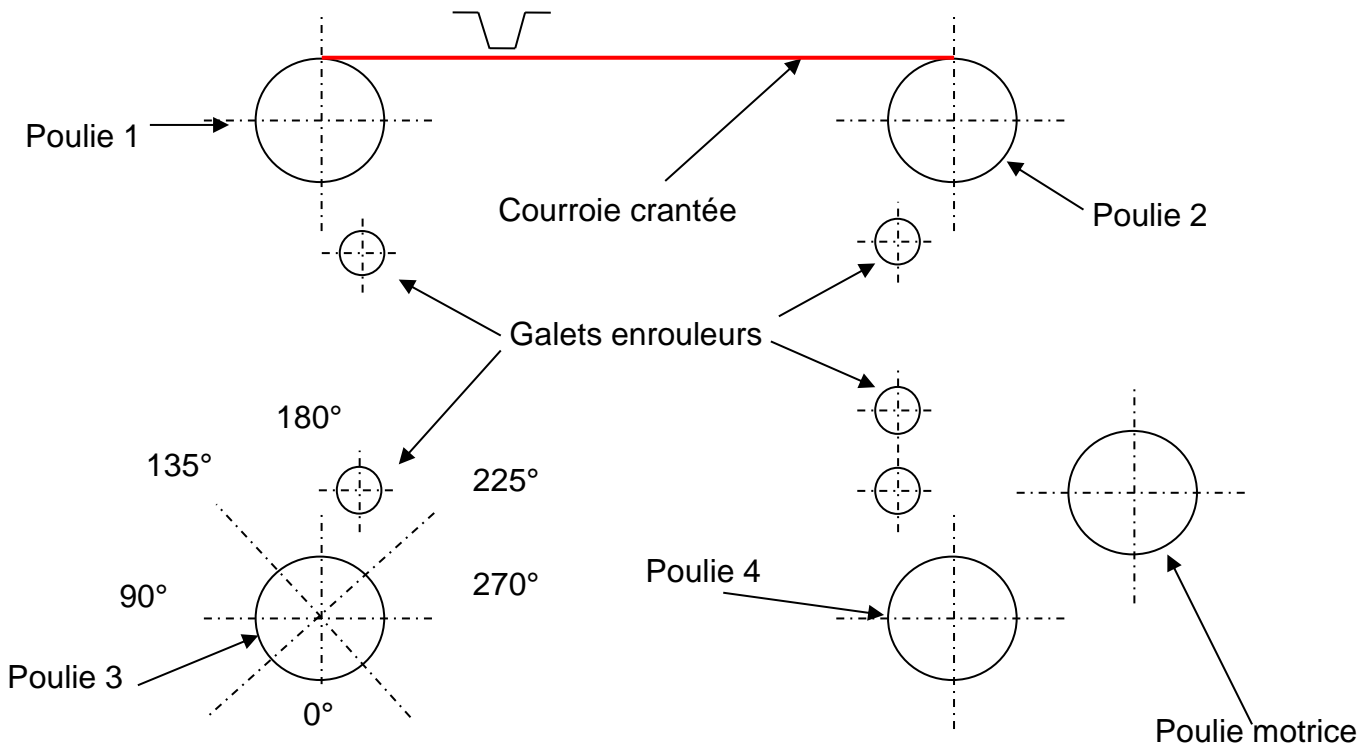
Question 1.7

Phase en vitesse constante	Phase N° : 2,.....
Phase d'accélération	Phase N° :
Phase de décélération	Phase N° :

Question 1.9 : Bilan énergétique pour un parcours aller du TRANSCAR.

Phase	Tension (V)	Courant (A)	Puissance (W)	Temps (s)	Énergie (J)
1	20	6	120	4	480
2	40	2	80	31	2480
3	33	0	0	2	0
4	26	2	52	10	520
5	33	4	132	2	264
6	40	2	80	11	880
7					
8	0	0	0	0	0
9	20	6	120	4	480
10	40	2	80	36	2880
11	20	-2	-40	3	-120
Énergie Totale					

Question 1.12 Courroie de transmission de la table élévatrice



Valeur approximative de l'angle d'enroulement

$\alpha =$