Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
formav.co/explorer

BTS Maintenance des systèmes, option : Systèmes de production

Session 2016 • Code sujet : **MY42ASA, sujet n° 02MS16** • Durée : **4 heures** • Coefficient : **4**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Analyse préliminaire des débits d'air comprimé** (6 questions) — **Page 3**
2. **Modification des installations électriques et contrôle de la production** (11 questions) — **Page 6**
3. **Communication et adressage du nouveau compresseur** (6 questions) — **Page 11**
4. **Installation du nouveau compresseur et manutention** (6 questions) — **Page 14**
5. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 19**

Sujet officiel (PDF) : https://coursbtsms.fr/assets/annales/bts-ms/E4.2 - Analyse des solutions technologiques/2016/BTS MS - E4.2 - Analyse des solutions technologiques - Session 2016 - 1-Sujet.pdf

1. Analyse préliminaire des débits d'air comprimé

La centrale d'énergie CEP alimente deux parcs, des hôtels et des bâtiments supports en air comprimé, et envisage l'ouverture d'un troisième parc. L'étude compare les besoins mensuels aux capacités des compresseurs, en tenant compte du compresseur C45 envisagé, de la sélection automatique et des contraintes de disponibilité.

Étude des débits

Question Q.1-1. Déterminer le débit total d'air comprimé que les compresseurs du bâtiment Elliott sont capables de fournir.

DT1 donne deux C70 de 4 000 m³/h chacun, un C45 de 2 100 m³/h et deux Nirvana de 1 500 m³/h chacun. Le débit total des cinq compresseurs, C45 inclus, est : 2 × 4 000 + 2 100 + 2 × 1 500 = 13 100 m³/h. Les sécheurs et les équipements auxiliaires ne produisent pas d'air comprimé et ne sont pas comptés.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Débit total installé : 13 100 m³/h.

Question Q.1-2. À partir du besoin annuel en air comprimé, relever le mois où la demande atteint son maximum. Calculer le débit maximal que la CEP doit fournir en tenant compte d'une capacité supérieure de 20 % au besoin, puis conclure sur sa capacité à répondre à cette demande.

Donnée	Valeur
Mois de pointe	Juillet
Besoin en juillet	6 100 m³/h
Besoin majoré de 20 %	7 320 m³/h
Capacité totale installée	13 100 m³/h

La capacité installée dépasse le débit requis au pic : elle suffit pour la demande actuelle, avec la marge de sécurité demandée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Pic en juillet : 6 100 m³/h. Avec 20 % de marge : 7 320 m³/h. La capacité installée suffit.

Question Q.1-3. Pour le mois de demande maximale et avec les 20 % de capacité supplémentaires, indiquer, d'après la sélection automatique en cascade, quels compresseurs fonctionnent. Expliquer, du point de vue de la maintenance, pourquoi la CEP dispose de cinq compresseurs.

1. Le débit à fournir avec la marge est de 7 320 m³/h : la sélection en cascade correspond à la tranche 7 100 à 7 700 m³/h.
2. Le tableau sélectionne un C70, un C45 et un Nirvana, soit 4 000 + 2 100 + 1 500 = 7 600 m³/h.

3. Disposer de cinq compresseurs permet d'en maintenir un à l'arrêt ou de pallier une panne tout en préservant la continuité de production.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> En fonctionnement : un C70, le C45 et un Nirvana, soit 7 600 m³/h. Les cinq compresseurs assurent la disponibilité lors d'une panne ou d'une maintenance.

Question Q.1-4. Expliquer l'utilité d'une production continue, y compris en dehors des heures d'ouverture des parcs d'attractions, pour le service de maintenance.

La CEP fonctionne 24 h/24 pour que les équipes puissent entretenir les parcs et réaliser les essais hors des heures d'ouverture. L'air comprimé alimente notamment les freins des trains, les animations et les vannes automatiques. Maintenir la production pendant ces périodes permet aux opérations de maintenance de se dérouler sans interrompre les services nécessaires et de rendre les installations disponibles à la réouverture.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> La production continue permet l'entretien et les essais hors ouverture, tout en assurant la disponibilité des installations à la reprise.

Question Q.1-5. Prendre en compte le projet de développement de la société, qui envisage l'ouverture d'un troisième parc d'attractions.

Le troisième parc ajoute une consommation à la demande de pointe actuelle. À titre de vérification préliminaire, avec les cinq compresseurs disponibles, la capacité totale est de 13 100 m³/h. Après couverture du besoin actuel majoré de 20 %, il reste 13 100 − 7 320 = 5 780 m³/h. Cette réserve théorique dépasse les 3 000 m³/h estimés pour le nouveau parc ; la vérification avec un compresseur indisponible est traitée à la question suivante.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Réserve théorique avec les cinq compresseurs : 5 780 m³/h, supérieure aux 3 000 m³/h estimés pour le troisième parc.

Question Q.1-6. En tenant compte d'une charge supplémentaire de 20 % pour la sécurité et d'une sélection limitée à quatre compresseurs en fonctionnement sur cinq, avec un compresseur Nirvana laissé à l'arrêt, calculer la capacité disponible pour le parc au mois de plus forte consommation. Avec un besoin estimé de 3 000 m³/h pour le troisième parc, conclure sur la capacité du bâtiment Elliott à assurer la production en toute sécurité.

Calcul au mois de pointe	Débit
Quatre compresseurs, un Nirvana à l'arrêt	4 000 + 4 000 + 2 100 + 1 500 = 11 600 m³/h
Besoin actuel majoré de 20 %	6 100 × 1,20 = 7 320 m³/h
Capacité restante pour le troisième parc	11 600 − 7 320 = 4 280 m³/h

La capacité restante couvre le besoin estimé de 3 000 m³/h, avec une marge de 1 280 m³/h. La CEP peut donc répondre au besoin indiqué avec quatre compresseurs en fonctionnement et un Nirvana à l'arrêt.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Capacité disponible : 4 280 m³/h. Elle couvre les 3 000 m³/h estimés, avec 1 280 m³/h de réserve.

2. Modification des installations électriques et contrôle de la production

Après des coûts importants de maintenance corrective, la CEP prévoit l'installation d'un compresseur INGERSOLL RAND C45. L'étude porte sur la puissance installée, les protections électriques, les informations de supervision et le choix d'une sonde de pression compatible.

Installations électriques

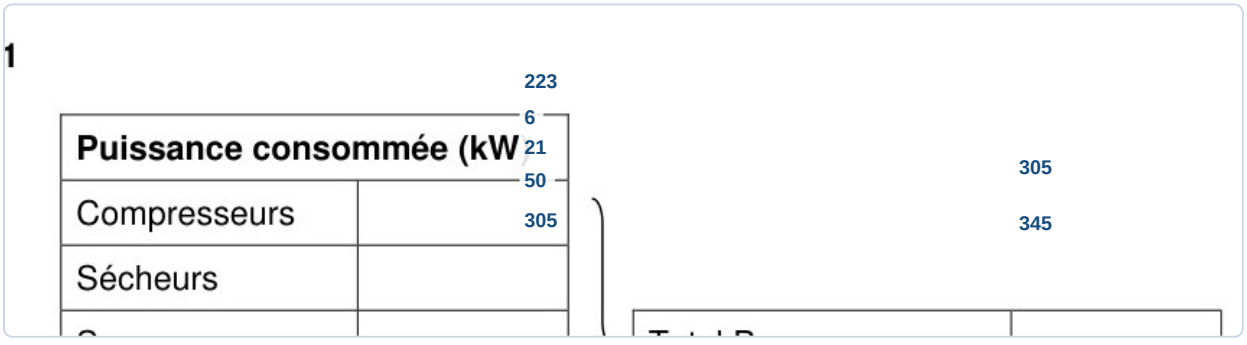
Question Q.2-1. À partir des caractéristiques des équipements du local compresseur, déterminer la puissance totale installée, en intégrant l'extension prévue, et compléter le document réponse.

Les puissances des équipements sont additionnées en tenant compte du nouveau C45. Les trois sécheurs consomment chacun 2 kW. Le total consommé comprend également la tour, le surpresseur et l'éclairage avec prises. La ligne « Extension prévue » du document réponse ajoute ensuite 40 kW.

Équipements	Calcul	Puissance
Compresseurs	2 × 70 + 37 + 2 × 23	223 kW
Sécheurs	3 × 2	6 kW
Surpresseur		21 kW
Tour TR13		50 kW
Éclairage et prises		5 kW
Total consommé		305 kW
Extension prévue		40 kW
Total puissance installée		345 kW

Reporter ces valeurs dans les cases correspondantes de DR1, avec 345 kW comme puissance totale installée.

DR1 complété : puissances



✓ RÉPONSE À RETENIR

Puissance totale installée, extension comprise : 345 kW.

Question Q.2-2. À partir de la puissance totale et des caractéristiques de l'alimentation triphasée, déterminer le courant d'emploi IB selon la norme NFC 15-100 et la relation fournie dans le sujet, puis compléter le document réponse.

La puissance totale installée, extension comprise, est de 345 kW. Pour le réseau triphasé de 400 V avec un facteur de puissance de 0,93, on applique la relation indiquée dans le sujet :

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3}\,U\cos\varphi} = \frac{345000}{\sqrt{3}\times 400\times 0{,}93} \approx 535{,}5\ \text{A}.$$

Inscrire cette valeur dans la case « Courant d'emploi » de DR1. Elle concerne l'installation complète, extension prévue incluse.

DR1 complété : courant d'emploi

Tour (TR13)		Extension prévue	40
Éclairage + PC	5	Total Puissance	

2

IB = 535,5 A

Puissance consommée (kW)			
Alimentation	400 V triphasé	Cos φ	0,93

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$I_B \approx 535{,}5\ \text{A}.$

Question Q.2-3. L'ancien réglage du dispositif de protection était de 520 A. En fonction du courant d'emploi IB, indiquer si ce réglage convient au nouveau compresseur C45. Sinon, proposer une nouvelle valeur de réglage en utilisant des plages de 10 A.

Le réglage antérieur de 520 A est inférieur au courant d'emploi de l'installation, soit environ 535,5 A. Il ne convient donc pas : il pourrait provoquer des déclenchements en fonctionnement normal. Avec un réglage par pas de 10 A, il faut retenir la première valeur supérieure au courant d'emploi. Le disjoncteur général étant réglable jusqu'à 630 A, cette nouvelle valeur reste dans sa plage de réglage.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

520 A ne convient pas. Nouveau réglage : 540 A.

Question Q.2-4. Détailler le rôle du disjoncteur magnétothermique protégeant le moteur du compresseur et préciser le type de surintensité détecté par chacune de ses protections, magnétique et thermique.

Le disjoncteur magnétothermique coupe automatiquement l'alimentation du moteur lorsqu'une surintensité menace le moteur ou les conducteurs. La protection thermique détecte une surcharge qui dure, par exemple une charge excessive, et déclenche avec temporisation afin de tenir compte de l'échauffement. La protection

magnétique réagit très rapidement à une forte surintensité, notamment lors d'un court-circuit. Ces deux fonctions assurent ainsi une protection complémentaire.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Thermique : surcharge prolongée. Magnétique : court-circuit et forte surintensité instantanée.

Question Q.2-5. Calculer le courant de ligne absorbé par le moteur du compresseur C45, alimenté par un réseau triphasé de 400 V et ayant un facteur de puissance de 0,9.

Le compresseur C45 a une puissance de 37 kW. Alimenté en triphasé sous 400 V, avec un facteur de puissance de 0,9, le courant de ligne s'obtient par :
$I = \dfrac{P}{\sqrt{3}\,U\cos\varphi} = \dfrac{37000}{\sqrt{3}\times 400\times 0{,}9} \approx 59{,}3\ \text{A}.$
Cette valeur permet ensuite de vérifier que le disjoncteur moteur peut être réglé à proximité du courant nominal du compresseur.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Courant de ligne du C45 : $I \approx 59{,}3\ \text{A}$.

Question Q.2-6. À partir du courant de ligne calculé, vérifier si la plage de réglage du disjoncteur magnétothermique GV7RS80 permet de protéger le moteur. Vérifier également si ce disjoncteur est adapté à la puissance du compresseur.

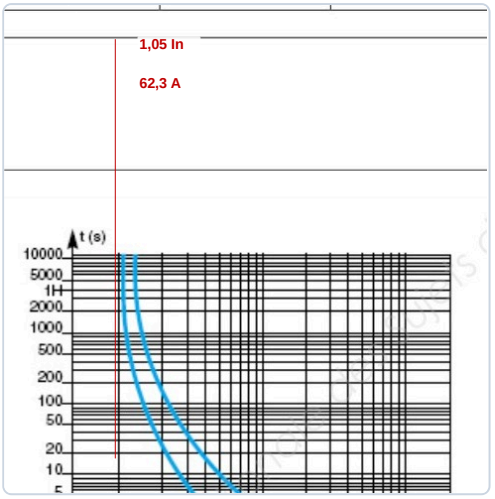
La documentation du GV7RS80 indique une plage de réglage thermique de 48 à 80 A. Le courant du moteur, environ 59,3 A, appartient à cette plage : le réglage peut donc être adapté au courant nominal. Le tableau constructeur associe également ce modèle à un moteur de 37 kW sous 400/415 V. La plage de réglage et la puissance correspondent ainsi aux caractéristiques du compresseur C45.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> GV7RS80 adapté : 48 à 80 A et moteur de 37 kW sous 400 V.

Question Q.2-7. Pour une surcharge de 5 % du compresseur, déterminer si le disjoncteur magnétothermique risque de déclencher et tracer en rouge les relevés correspondants sur la courbe de déclenchement du document réponse.

Le courant correspondant à une surcharge de 5 % est $1{,}05 \times 59{,}34 \approx 62{,}3\ \text{A}$, soit $1{,}05\,I_n$. Sur DR1, reporter en rouge la verticale correspondant à $1{,}05\,I_n$ sur l'axe horizontal et relever les zones « à froid » et « à chaud ». Cette valeur reste sous le seuil de déclenchement thermique représenté par la courbe : aucun déclenchement n'est attendu pour cette surcharge de 5 %.

DR1 complété : repère de surcharge à 5 %



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

À $1{,}05\ I_n$, la courbe n'indique pas de déclenchement pour une surcharge de 5 %.

Supervision et chaîne d'information

Question Q.2-8. Pour les valeurs de température T = 24,9 °C et de débit Q = 4 315 m³/h affichées au départ du réseau, identifier les matériels de la chaîne d'information qui les transmettent à la supervision et préciser si les signaux envoyés à l'unité de traitement sont TOR ou analogiques.

Sur le schéma de supervision DT3, la température au départ réseau est fournie par un capteur de température et le débit par un débitmètre. Chacun mesure une grandeur variable et transmet à l'unité de traitement un signal représentatif de cette mesure. Il s'agit donc, pour les deux informations, de signaux analogiques et non de signaux tout ou rien. L'automate traite ensuite les mesures pour leur affichage sur la supervision.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Température : capteur de température, signal analogique. Débit : débitmètre, signal analogique.

Question Q.2-9. À partir de l'image de supervision, identifier les compresseurs en fonctionnement à l'instant représenté, puis préciser la plage de débit correspondante selon le tableau de sélection automatique des compresseurs.

Sur l'écran DT3, CA4 est indiqué « EN CHARGE », tandis que CA1 et CA3 sont « EN ATTENTE ». Les deux compresseurs Nirvana, IRN1 et IRN2, sont également sollicités dans la cascade correspondant au débit affiché de 4 315 m³/h. D'après le tableau de sélection automatique de DT2, le débit compris entre 3 600 et 5 100 m³/h correspond à CA4 et aux deux IRN. Le débit observé se situe bien dans cette plage.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

En fonctionnement : CA4, IRN1 et IRN2. Plage : 3 600 à 5 100 m³/h.

Question Q.2-10. Indiquer la différence entre une sonde de pression et un pressostat.

Une sonde de pression mesure la pression et fournit une valeur continue, généralement sous la forme d'un signal analogique proportionnel à la mesure. Un pressostat compare la pression à un seuil réglé et commute son contact lorsque ce seuil est atteint ou dépassé. Il transmet donc une information tout ou rien. La sonde sert à suivre l'évolution de la pression, tandis que le pressostat déclenche une commande ou une alarme à un seuil donné.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Sonde : mesure continue analogique. Pressostat : commutation tout ou rien au seuil réglé.

Question Q.2-11. À partir de la documentation technique, déterminer la référence de la sonde de pression SIEMENS SITRANS P200, version standard, fournissant un signal continu de 0 à 10 V, afin de préparer le bon de commande.

La pression nominale du réseau est de 7 bar et sa limite indiquée est de 9 bar. On retient donc pour le SITRANS P200 une étendue de mesure de 0 à 10 bar, dont le code de référence est 3CA dans la documentation. Pour le signal continu demandé de 0 à 10 V, le code est 1. La version standard sans protection antidéflagrante porte le code 0. Reporter les cinq caractères obtenus dans les cases de DR2.

DR2 complété : référence SITRANS P200



> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Référence : 7MF1565-3CA10-7AA1.

3. Communication et adressage du nouveau compresseur

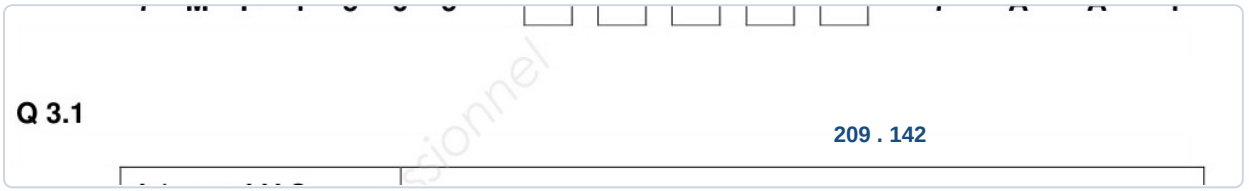
Les données du local d'air comprimé sont transmises à un automate TSX 37 10 et à une supervision au moyen d'un réseau en étoile et d'un coupleur WEB ETZ. Il faut configurer les caractéristiques réseau et l'adressage du nouveau compresseur pour permettre sa communication avec les équipements de la CEP.

Communication

Question Q.3-1. Déterminer l'adresse IP par défaut du module ETZ à partir de son adresse MAC et compléter le document réponse.

DT8 donne la règle de calcul : l'adresse par défaut est 085.016.xxx.yy, où xxx et yy sont les deux derniers octets de l'adresse MAC, convertis en décimal. Pour la MAC 00:80:F4:02:D1:8E, on convertit D1 et 8E : D1 vaut 13 × 16 + 1, et 8E vaut 8 × 16 + 14. Les deux premiers champs restent ceux indiqués dans le document réponse. On conserve leur présentation sur trois chiffres, comme dans l'exemple de DT8.

DR2, réponse Q.3-1



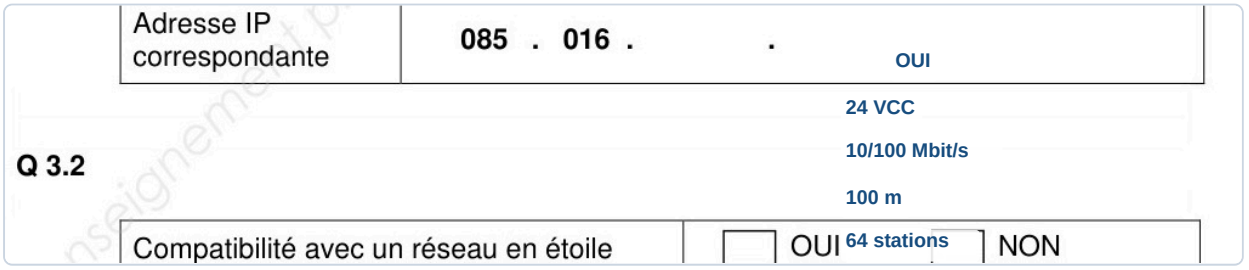
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Adresse IP par défaut : 085.016.209.142.

Question Q.3-2. Indiquer les caractéristiques du module TSX ETZ demandées dans le document réponse : sa compatibilité avec un réseau en étoile, sa tension d'alimentation, ses vitesses de transmission, la longueur maximale entre le hub et l'équipement terminal et le nombre maximal de stations.

Les documents DT8 et DT9 décrivent le coupleur TSX ETZ 410 et sa liaison Ethernet. Il convient à la topologie en étoile du local, reliée par un switch. Le tableau de DR2 se complète avec les caractéristiques suivantes : alimentation 24 VCC, vitesses de transmission 10/100 Mbit/s avec reconnaissance automatique, longueur maximale de 100 m entre le hub et l'équipement terminal, et 64 stations au maximum par réseau. Ces valeurs concernent la liaison Ethernet du module.

DR2, réponse Q.3-2



✓ RÉPONSE À RETENIR

Étoile : oui ; alimentation : 24 VCC ; débit : 10/100 Mbit/s ; longueur maximale : 100 m ; 64 stations maximum.

Question Q.3-3. Définir le masque de sous-réseau de l'ETZ pour qu'il soit compatible avec le réseau de la CEP, dont le masque est 255.255.255.240, puis compléter le document réponse.

Pour que l'ETZ appartienne au même réseau logique que la CEP, il faut reprendre le masque fourni dans l'énoncé. Les trois premiers octets, égaux à 255, s'écrivent chacun 11111111 en binaire. Le dernier octet vaut 240, soit 11110000. Le masque complet comporte donc 28 bits à 1 pour le réseau et 4 bits à 0 pour les hôtes. Reportez la valeur binaire dans la case correspondante du document réponse DR2.

DR2, réponse Q.3-3

Tension d'alimentation	
Gamme de vitesses de transmission	
Longueur entre le hub et l'équipement terminal	11111111.11111111.11111111.11110000
Nombre maxi de stations	

✓ RÉPONSE À RETENIR

Masque : 255.255.255.240, soit 11111111.11111111.11111111.11110000.

Question Q.3-4. À partir du masque de sous-réseau écrit en binaire, déduire le nombre d'adresses possibles pour les hôtes et montrer tous les calculs.

1. Le masque binaire se termine par 11110000 : les quatre bits à 0 sont réservés aux hôtes.
2. Quatre bits permettent $2^4 = 16$ combinaisons, de 0000 à 1111.
3. On retire l'adresse du réseau et l'adresse de diffusion, qui ne sont pas attribuables aux équipements : 16 - 2 = 14 adresses utilisables.

Le calcul porte sur les adresses hôtes du sous-réseau, et non sur le nombre de bits à 1 du masque.

✓ RÉPONSE À RETENIR

14 adresses utilisables pour les hôtes.

Question Q.3-5. En sachant que ni la première adresse IP 196.168.1.0 ni la dernière adresse ne sont utilisées, indiquer s'il existe suffisamment d'adresses hôtes pour accueillir toutes les machines du local compresseur inscrites dans le listing.

Le masque /28 fournit 14 adresses utilisables : l'adresse réseau 196.168.1.0 et l'adresse de diffusion 196.168.1.15 sont exclues. Le listing DT2 comporte 11 machines : le TSX 37 10, les trois sécheurs, TR13, le surpresseur, CA1, CA2, CA4, IRN1 et IRN2. Les emplacements grisés et les numéros libres ne sont pas des machines à compter. La capacité suffit donc, avec 14 - 11 = 3 adresses hôtes restantes.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Oui : 14 adresses hôtes pour 11 machines, soit 3 adresses disponibles en réserve.

Question Q.3-6. Sachant que le compresseur CA1 utilise l'adresse IP 196.168.1.8, indiquer l'adresse IP du nouveau compresseur C45 afin de tester sa communication.

Le listing DT2 associe CA4, désignation du nouveau compresseur C45, au numéro 11. Le sous-réseau utilisé est 196.168.1.0/28 : les adresses attribuables aux équipements vont de 196.168.1.1 à 196.168.1.14. L'adresse 196.168.1.11 est donc disponible dans la plage hôte et différente de celle de CA1, qui est 196.168.1.8. Elle peut être configurée sur C45 pour tester sa communication.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Adresse IP de C45 (CA4) : 196.168.1.11.

4. Installation du nouveau compresseur et manutention

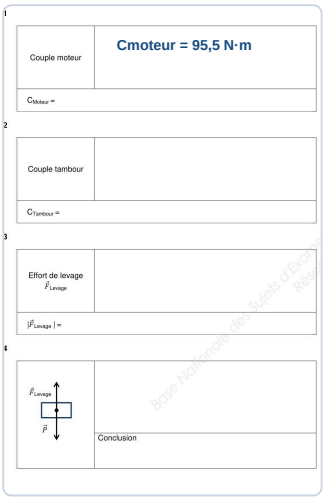
Le service maintenance doit installer le compresseur C45 dans le local de la CEP en utilisant un palan électrique et des élingues à quatre brins. Il faut vérifier la capacité de levage du palan, puis comparer les angles d'ouverture et les charges maximales d'utilisation des élingues disponibles pour retenir une solution sûre.

Vérification du palan

Question Q.4-1. À partir des informations de la plaque signalétique du moteur électrique du palan, calculer le couple nominal délivré par le moteur et compléter le document réponse.

La plaque signalétique du moteur indique une puissance nominale de 15 kW et une vitesse de rotation de 1 500 tr/min. Pour un moteur, le couple nominal se calcule par la relation $C = 9550 \times P/n$, avec la puissance en kW et la vitesse en tr/min. Ainsi, $C = 9550 \times 15/1500 = 95,5\ \mathrm{N\cdot m}$. Cette valeur correspond au couple délivré à l'arbre du moteur, avant le réducteur. Reporter le résultat dans la zone Q4.1 du DR3.

DR3, Q4.1 : couple moteur



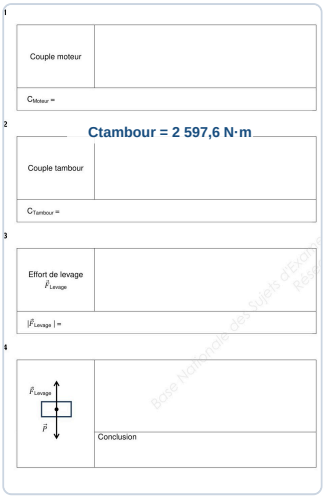
✓ RÉPONSE À RETENIR

Couple moteur nominal : 95,5 N·m.

Question Q.4-2. Sachant que le réducteur admet un rapport de réduction de 32 et que son rendement est de 0,85, calculer le couple en sortie du réducteur, correspondant au couple du tambour du palan.

1. Le moteur fournit le couple nominal calculé à la question précédente : $95,5\ \mathrm{N\cdot m}$.
2. Le rapport de réduction multiplie ce couple par 32. Le rendement de 0,85 tient compte des pertes mécaniques, donc $C_{tambour} = 95,5 \times 32 \times 0,85 = 2597,6\ \mathrm{N\cdot m}$.
3. Ce couple est celui disponible à la sortie du réducteur et au tambour. Inscrire le résultat dans la case Q4.2 du DR3.

DR3, Q4.2 : couple tambour



✓ RÉPONSE À RETENIR

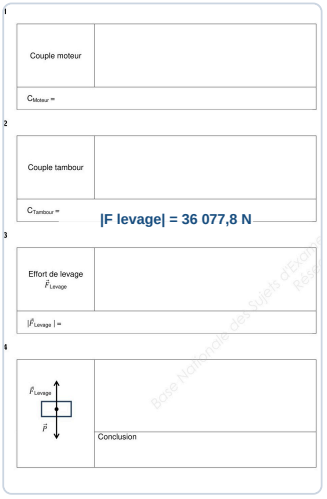
Couple au tambour : 2 597,6 N·m.

Question Q.4-3. Calculer l'effort de levage maximal délivré par le palan, sachant que le couple à la sortie du tambour est égal au produit de l'effort de levage par le rayon du tambour.

Donnée	Valeur
Diamètre du tambour	144 mm
Rayon du tambour	72 mm = 0,072 m
Couple à la sortie	2 597,6 N·m

Le couple vaut le produit de l'effort par le rayon, donc $F_{levage} = C_{tambour} / r_{tambour} = 2597,6 / 0,072 = 36\,077,8$ N, soit environ 36,1 kN. Il s'agit de l'effort maximal calculé au tambour. Reporter cette valeur dans la zone Q4.3 du DR3.

DR3, Q4.3 : effort de levage



✓ RÉPONSE À RETENIR

Effort maximal de levage : 36,1 kN.

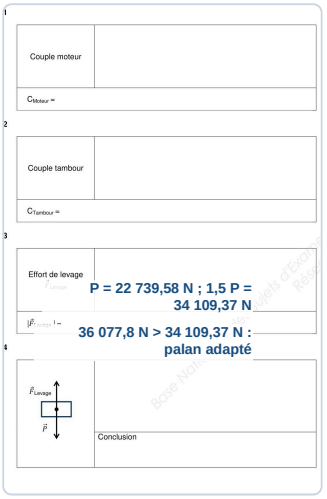
Question Q.4-4. La masse du compresseur centrifuge C45 est de 2 318 kg. En utilisant le coefficient de sécurité de 1,5 entre l'effort de levage et l'effort résultant de la charge, indiquer si le palan électrique de la CEP peut soulever le compresseur en toute sécurité.

Comparer l'effort maximal du palan à l'effort requis avec le coefficient de sécurité indiqué. Le poids de la charge vaut $P = mg$, avec $m = 2318\ \text{kg}$ et $g = 9,81\ \text{m/s}^2$.

- Poids : $P = 2318 \times 9,81 = 22\,739,58\ \text{N}$.
- Effort requis : $1,5P = 34\,109,37\ \text{N}$.
- Le palan fournit 36 077,8 N, valeur supérieure à l'effort requis.

Le critère de sécurité est donc satisfait. Reporter la comparaison et la conclusion dans la zone Q4.4 du DR3.

DR3, Q4.4 : vérification du palan



✓ RÉPONSE À RETENIR

36 077,8 N > 34 109,37 N : le palan peut lever le C45 en sécurité.

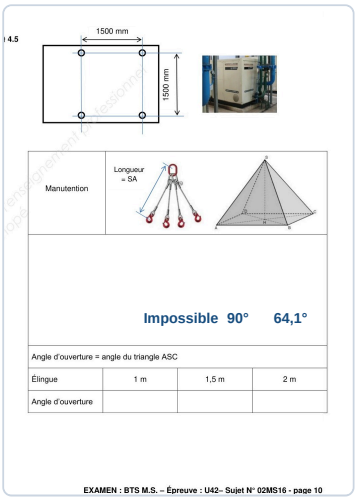
Choix des élingues

Question Q.4-5. À partir de la géométrie pyramidale de l'élingage du compresseur, déterminer l'angle d'ouverture pour chacune des trois élingues disponibles : longueur 1 m et diamètre 16 mm, longueur 1,5 m et diamètre 12 mm, et longueur 2 m et diamètre 12 mm. Compléter le document réponse.

Longueur de l'élingue	Angle d'ouverture
1 m	Impossible, élingue trop courte
1,5 m	90°
2 m	64,1° environ

Les quatre points d'accrochage sont aux sommets d'un carré de 1 500 mm de côté. Dans le triangle ASC, la base AC est la diagonale du carré, soit $1500\sqrt{2}$ mm. Sa demi-base mesure 1 060,7 mm : elle dépasse la longueur de l'élingue de 1 m, qui ne peut donc pas atteindre les points. Pour les longueurs de 1,5 m et 2 m, les angles sont calculés au sommet S. Reporter les valeurs dans le tableau Q4.5 du DR4.

DR4, Q4.5 : angles d'ouverture



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> 1 m : impossible ; 1,5 m : 90° ; 2 m : environ 64,1°.

Question Q.4-6. À partir du coefficient majorateur obtenu selon l'angle d'ouverture et de la charge maximale d'utilisation (CMU), choisir laquelle des trois élingues est la plus appropriée pour soulever la charge du compresseur en toute sécurité.

L'élingue de 1 m est écartée, car sa longueur ne permet pas d'atteindre les points d'accrochage. Pour celle de 1,5 m, l'angle de 90° donne un coefficient majorateur de 1,42 : la charge équivalente est $2318 \times 1,42 = 3291,56$ kg, au-dessus de la CMU de 3 150 kg pour une élingue de 12 mm à 3 ou 4 brins. Pour l'élingue de 2 m, l'angle de 64,1° conduit à retenir le palier supérieur de 70°, soit 1,22. La charge majorée, 2 827,96 kg, reste inférieure à cette CMU. Cette solution est sûre.

DT7 : CMU et coefficient retenus

La CMU correspond à la charge maximale d'utilisation de l'élingue quel que soit le nombre de brins.

	1 brin	2 brins		3 et 4 brins*		Coulissant	Brassière ronde	Brassière cubique
MODE D'ÉLINGAGE								
Angle d'utilisation	vertical	0° à 0 90°	90° à 0 120°	0° à 0 90°	90° à 0 120°	//	β ≤ 45° R = 10 d	β ≤ 45° R ≥ 10 d

Diamètre du câble	CÂBLE ACIER, CMU (en kg)							
4 mm	200	-	-	-	-	160	360	180
5 mm	300	-	-	-	-	240	540	270
6 mm	400	560	400	840	600	320	720	360
7 mm	500	700	500	1050	750	400	900	450
8 mm	750	-	-	-	-	600	1350	675
9 mm	1000	1400	1000	2100	1500	800	1800	900
10 mm	1250	-	-	-	-	1000	2250	1125
12 mm	1500	2100	1500	3150	2250	1200	2700	1350
13 mm	2000	2800	2000	4200	3000	1600	3600	1800
16 mm	2500	3500	2500	5250	3750	2000	4500	2250
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	5400	2700
							7200	3600
							9000	4500
24 mm	6000	8400	6000	12600	9000	4800	10800	5400
26 mm	7500	10500	7500	15750	11250	6000	13500	6750
30 mm	11500	16100	11500	24150	17250	9200	20700	10500

* En cas de levage asymétrique, la CMU à retenir sera celle d'une élingue 2 brins

12 mm, 4 brins : CMU 3 150 kg

Fa 70° : coefficient 1,22

Quand un système de levage utilise une élingue multibrins il faut prendre en compte la géométrie de l'élingage, à savoir que l'effort supporté par les élingues augmente avec leur ouverture d'angle.



Angle entre élingue	Coefficient majorateur
45°	1,08
60°	1,16
70°	1,22
80°	1,31
90°	1,42
100°	1,56
110°	1,75
120°	2

La tension est alors majorée d'un coefficient variant selon cet angle d'ouverture des élingues.

EXAMEN : BTS M.S. – Épreuve : U42– Sujet N° 02MS16 - page 15

✓ RÉPONSE À RETENIR

Choisir l'élingue 12 mm, longueur 2 m, à 4 brins : 2 827,96 kg < CMU 3 150 kg.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2016)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve U42 du BTS Maintenance des systèmes, option Systèmes de production, est celle de la session 2016, code MY42ASA, sujet 02MS16. D'une durée de 4 heures et de coefficient 4, elle étudie la centrale d'énergie CEP et l'installation d'un compresseur C45. Les compétences évaluées couvrent l'analyse des débits, l'électricité, la protection, la supervision, l'adressage réseau et la manutention sécurisée.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- En triphasé, la puissance active s'exprime par P = √3 × U × I × cos φ.
- Pour un réducteur, le couple de sortie tient compte du rapport de réduction et du rendement : Csortie = Centrée × rapport × η.
- Le couple d'un tambour vérifie C = F × r ; l'effort de levage se déduit de F = C/r.
- L'angle d'ouverture d'une élingue multibrins augmente l'effort supporté ; appliquer le coefficient majorateur avant de vérifier la CMU.

Points de vigilance & attentes du jury

- Distinguer puissance installée, puissance consommée et extension prévue avant de calculer le courant d'emploi.
- Distinguer le déclenchement thermique sur surcharge du déclenchement magnétique sur court-circuit.
- En adressage IP, distinguer l'adresse réseau, les adresses hôtes utilisables et l'adresse de diffusion.
- Pour le levage, vérifier l'effort et le coefficient de sécurité, puis intégrer l'angle d'ouverture et la CMU de l'élingue.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer le courant d'un moteur triphasé à partir de sa puissance ?

Appliquez la relation triphasée P = √3 × U × I × cos φ, puis isolez I : I = P/(√3 × U × cos φ). Utilisez la puissance active en watts et la tension entre phases.

Q : Comment choisir une élingue multibrins à partir de son angle d'ouverture ?

Déterminez d'abord l'angle d'ouverture à partir de la géométrie de l'élingage. Relevez le coefficient majorateur correspondant, appliquez-le à la charge, puis vérifiez que la CMU de l'élingue retenue est suffisante.

Q : Y a-t-il un barème ou une répartition du temps imposés pour chaque question ?

Le sujet indique une durée totale de 4 heures et des durées conseillées pour certaines parties. Aucun barème de points par question n'est imprimé ; les durées proposées sont des repères et ne remplacent pas une gestion personnelle du temps.

Q : Quelles conventions faut-il respecter pour les calculs et les conclusions ?

Présentez les relations utilisées, les valeurs substituées et les unités. Pour chaque vérification, comparez explicitement le résultat à la plage de réglage, à la capacité ou à la CMU concernée, puis formulez une conclusion liée à la sécurité.

Sujet officiel associé (PDF) : https://coursbtsms.fr/assets/annales/bts-ms/E4.2 - Analyse des solutions technologiques/2016/BTS MS - E4.2 - Analyse des solutions technologiques - Session 2016 - 1-Sujet.pdf
Ressources BTS Maintenance des Systèmes : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.