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

Épreuve E5 - Conception détaillée, sous-épreuve E51

Session 2015 • Code sujet : **15CSE5CCF** • Durée : **4 h** • Coefficient : **3**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Vérification du dimensionnement d'un convoyeur** (10 questions) — **Page 3**

2. **Détermination et choix d'un vérin** (2 questions) — **Page 7**

3. **Étude du convoyeur aérien** (3 questions) — **Page 8**

4. **Étude de la liaison du vérin d'arrêt des trolleys** (1 question) — **Page 10**

5. **Schéma de câblage du variateur de l'élévateur** (1 question) — **Page 11**

6. **Gestion des slings dans la zone de tri** (3 questions) — **Page 12**

7. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 14**

Sujet officiel (PDF) : https://btscrsa.fr/assets/annales/bts-crsa/E5.1 - Conception détaillée d'une chaîne fonctionnelle/2015/BTS CRSA - E5.1 - Conception détaillée d'une chaîne fonctionnelle - Session 2015 - 1-Sujet.pdf

1. Vérification du dimensionnement d’un convoyeur

Une blanchisserie industrielle réorganise le convoyeur à chaîne qui monte les sacs de linge sale vers le poste de tri, avec une inclinaison portée à 55 degrés. L’étude vérifie la puissance requise et la compatibilité du moteur existant à partir des charges, de la vitesse et des rendements mécaniques.

1.1 Détermination de la puissance en sortie

Question 1. Calculer la charge maximale par crochet, déterminer le nombre de trolleys pouvant se trouver simultanément sur le convoyeur, puis en déduire la charge totale possible sur celui-ci.

Grandeur	Calcul	Résultat
Charge maximale par trolley	3 × 5 kg	15 kg
Trolleys simultanés	14 m permettent 3 intervalles de 3,60 m	4
Charge totale	4 × 15 kg	60 kg

Quatre trolleys occupent 10,8 m entre le premier et le dernier. Un cinquième exigerait 14,4 m d’espacement, au-delà des 14 m disponibles. Avec g = 10 $m \cdot s^{-2}$, les 60 kg correspondent à un poids total de 600 N.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Charge maximale : 15 kg par trolley. Nombre de trolleys : 4. Charge totale : 60 kg, soit 600 N.

Question 2. Pour une inclinaison de 55 degrés, calculer l’effort de traction exercé par la chaîne sur un trolley, puis en déduire l’effort total de traction nécessaire pour monter la charge totale possible.

La masse suspendue à un trolley est de 15 kg, donc son poids vaut 15 × 10 = 150 N. La chaîne compense la composante de ce poids parallèle au rail : $\mathbf{F_{trolley} = 150 \sin(55°) = 122{,}9\ N}$. Pour quatre trolleys chargés simultanément, l’effort total est **F = 4 × 122,9 = 491,5 N**. La réaction du rail est normale au déplacement et n’ajoute pas d’effort longitudinal.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Effort par trolley : 122,9 N. Effort total de traction pour quatre trolleys : 491,5 N.

Question 3. À partir des données de l’étude, calculer la vitesse de convoyage nécessaire pour respecter le temps d’acheminement d’un trolley.

1. Distance parcourue : 14 m.
2. Temps d’acheminement : 21 s.
3. Vitesse : **V = d/t = 14/21 = 0,667 $m \cdot s^{-1}$**.

La vitesse correspond à environ 2,40 $km \cdot h^{-1}$. La tolérance de ±5 % servira à définir la plage acceptable de fréquence moteur, pas à modifier cette vitesse nominale calculée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Vitesse nécessaire : 0,667 $m \cdot s^{-1}$, soit 2,40 $km \cdot h^{-1}$.

Question 4. En déduire la puissance nécessaire en sortie du convoyeur.

La puissance utile en sortie est le produit de l'effort total de traction par la vitesse : $\mathbf{P_s = F \times V}$. Avec F = 491,5 N et V = 14/21 $m \cdot s^{-1}$, on obtient environ 327,7 W. Cette valeur s'arrondit à 330 W, valeur retenue pour la suite de l'étude. Elle est calculée avant prise en compte des pertes mécaniques de la transmission.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Puissance de sortie : environ 327,7 W, arrondie à 330 W.

1.2 Détermination de la puissance moteur

Question 5. Calculer le rendement global de la partie mécanique comprenant le réducteur, les roues, la chaîne et les guidages.

Élément mécanique	Rendement
Réducteur	0,8
Roues et chaîne	0,9
Guidages	0,7
Rendement global	0,8 × 0,9 × 0,7 = 0,504

Les éléments transmettent la puissance en série : leurs rendements se multiplient. Le rendement global est donc de 0,504, soit 50,4 %.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Rendement global : 0,504, soit 50,4 %.

Question 6. À partir du rendement global et de la puissance en sortie donnée de 330 W, déduire la puissance mécanique nécessaire à la sortie du moteur.

La puissance moteur doit compenser les pertes mécaniques. D'après la relation donnée, $\mathbf{P_m = P_s/\eta_{global}}$. Avec P_s = 330 W et η_{global} = 0,504, le calcul donne 654,8 W. C'est la puissance mécanique nécessaire à la sortie du moteur, à comparer à sa puissance nominale.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Puissance mécanique nécessaire à la sortie du moteur : environ 654,8 W, soit 0,655 kW.

1.3 Vérification de la compatibilité du moteur

Question 7. À partir de la vitesse de convoyage et du diamètre de la roue entraînant la chaîne, calculer la fréquence de rotation en sortie du réducteur.

1. Diamètre de la roue : 180 mm, soit 0,180 m.
2. Un tour fait avancer la chaîne de πD.
3. La fréquence de rotation en tr·min^{-1} vaut donc $\mathbf{N_{sortie} = 60 \times 0{,}67/(\pi \times 0{,}180) = 71{,}1\ tr\cdot min^{-1}}$.

Cette fréquence est celle de la roue entraînant la chaîne, située en sortie du réducteur.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Fréquence en sortie du réducteur : environ 71,1 tr·min^{-1}.

Question 8. À partir du rapport de réduction du réducteur, calculer la fréquence de rotation du moteur.

Le rapport de réduction est 1/39 : la fréquence de sortie vaut la fréquence moteur divisée par 39. Ainsi, la fréquence moteur requise est $\mathbf{N_{moteur} = 71{,}0892 \times 39 = 2\ 772{,}5\ tr\cdot min^{-1}}$. Cette valeur correspond à la vitesse de convoyage de 0,67 m·s^{-1} donnée pour cette partie de l'étude.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Fréquence moteur requise : environ 2 772,5 tr·min^{-1}.

Question 9. Définir la plage acceptable de fréquence de rotation du moteur en tenant compte de la tolérance de plus ou moins 5 % sur la vitesse.

Limite	Calcul	Fréquence moteur
Minimum, −5 %	2 772,48 × 0,95	2 633,85 tr·min^{-1}
Maximum, +5 %	2 772,48 × 1,05	2 911,10 tr·min^{-1}

Le rapport de réduction étant fixe, la fréquence moteur varie dans la même proportion que la vitesse de convoyage. La fréquence nominale du moteur doit se trouver entre ces deux limites.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Plage acceptable : de 2 633,85 à 2 911,10 tr·min^{-1}.

Question 10. Préciser, en justifiant la réponse à partir des caractéristiques du moteur actuel, si celui-ci pourra être conservé dans la nouvelle installation.

La documentation indique pour le SEW DT80 K2 une puissance nominale de 0,75 kW et une fréquence nominale de 2 700 tr·min^{-1}. La puissance requise, environ 655 W, reste inférieure aux 750 W disponibles. De plus, 2 700 tr·min^{-1} appartient à la plage acceptable de 2 633,85 à 2 911,10 tr·min^{-1}. Le moteur satisfait donc les critères de puissance et de vitesse.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Oui. Le moteur SEW DT80 K2 peut être conservé : 0,75 kW et 2 700 tr·min^{-1} conviennent.

2. Détermination et choix d’un vérin

Un ascenseur pneumatique doit élever un sling de la zone de tri à la zone de stockage, sur une hauteur de 0,85 m. L’étude porte sur le dimensionnement d’un vérin FBO en tirant pour remédier au risque de flambage, puis sur les paramètres de choix du guidage.

2.1 Dimensionnement du vérin

Question 11. En tenant compte des données, déterminer les caractéristiques du vérin nécessaires pour élever un sling, puis donner la référence nécessaire pour remplir le bon de commande du fournisseur. Utiliser le coefficient de charge de 0,6 et la pression disponible de 0,6 MPa.

La charge totale est de 320 + 500 = 820 N. Avec un coefficient de charge de 0,6, l’effort requis est de 820 / 0,6 = 1 366,7 N. À 0,6 MPa, le diamètre théorique minimal est de 53,9 mm. La course nécessaire dépasse 850 mm : la table des courses recommandées ne propose une course de 1 000 mm qu’à partir de l’alésage 100 mm. On retient donc un vérin à tirants série PC, alésage 100 mm et course 1 000 mm, à tige simple, sans détection ni amortissement, tige chromée et tube aluminium.

Dans l’ordre du code fournisseur : série, course, matière de tige, matière de tube, type de tige, amortissement, alésage.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Vérin FBO série PC : alésage 100 mm, course 1 000 mm. Référence : PC 1000 C F 1 N 100.

2.2 Pré-étude du guidage

Question 12. Sans faire de calcul, préciser les paramètres et les contraintes à prendre en compte pour choisir un guidage approprié.

Le guidage doit supporter la plateforme et les efforts dus à la charge déportée, sans faire reprendre ces efforts par la tige du vérin. Il faut notamment considérer :

- la charge totale de 820 N et le porte-à-faux de 1 m ;
- la course verticale de 0,85 m, le parallélisme et le risque de coincement ;
- la rigidité du bâti, la stabilité de l’ascenseur et la sécurité contre la chute ;
- les efforts admissibles, le frottement, la vitesse, la fréquence des cycles, l’encombrement et la maintenance.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Choisir un guidage rigide, stable et sans coincement, dimensionné pour le porte-à-faux et les efforts transversaux, sans charge latérale sur la tige du vérin.

3. Étude du convoyeur aérien

Dans la zone de tri, des trolleys chargés descendent par gravité sur un rail de 10 m, à proximité du personnel. Les résultats d'une simulation sous NX 8.5 servent à choisir une inclinaison qui respecte la vitesse maximale de 15 km.h-1 et une durée de descente ne dépassant pas 5 s.

3.1 Détermination de l'inclinaison nécessaire des rails

Question 13. À partir des résultats fournis par l'inspecteur runtime, calculer la vitesse de déplacement du trolley le long du rail pour chaque inclinaison.

Le rail est dans le plan YZ : la vitesse le long du rail est la norme des composantes Y et Z de « linear velocity ». Les valeurs étant en mm/s, on convertit ensuite en km/h en multipliant par 3,6 après division par 1 000.

Inclinaison	Calcul (mm/s)	Vitesse
3°	$\sqrt{2703.530550^2 + 142.257392^2}$	9,75 km/h
5°	$\sqrt{3662.041903^2 + 319.979787^2}$	13,23 km/h
7°	$\sqrt{4401.509285^2 + 542.135119^2}$	15,97 km/h
9°	$\sqrt{5076.736450^2 + 795.751214^2}$	18,50 km/h

✓ RÉPONSE À RETENIR

3° : 9,75 km/h ; 5° : 13,23 km/h ; 7° : 15,97 km/h ; 9° : 18,50 km/h.

Question 14. À partir des résultats de l'éditeur de séquences, déduire pour chaque inclinaison la durée de descente du trolley sur le rail de 10 m.

Sur chaque chronogramme, la durée est l'écart entre l'activation du détecteur haut et celle du détecteur bas. On la lit sur l'échelle en secondes ; les marqueurs étant placés entre les graduations, les résultats sont approximatifs.

1. 3° : environ 6,2 s.
2. 5° : environ 4,6 s.
3. 7° : environ 3,9 s.
4. 9° : environ 3,3 s.

Ces durées correspondent au parcours des 10 m entre les deux détecteurs.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Durées : 3° ≈ 6,2 s ; 5° ≈ 4,6 s ; 7° ≈ 3,9 s ; 9° ≈ 3,3 s.

Question 15. Préciser, en justifiant la réponse au regard des limites de vitesse et de durée, quelle(s) inclinaison(s) peut ou peuvent être retenue(s).

Pour être retenue, une inclinaison doit respecter simultanément les deux limites : vitesse maximale de 15 km/h et durée maximale de 5 s.

- 3° : vitesse conforme, mais durée trop longue (environ 6,2 s).
- 5° : 13,23 km/h et environ 4,6 s, les deux critères sont respectés.
- 7° et 9° : durées conformes, mais vitesses excessives.

La seule inclinaison compatible avec les contraintes est donc 5°.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Inclinaison à retenir : 5°.

4. Étude de la liaison du vérin d’arrêt des trolleys

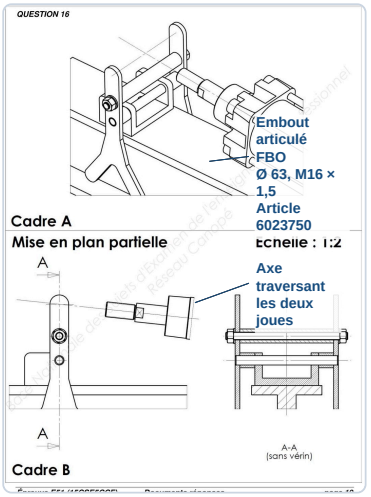
Au poste d’alimentation, un vérin FBO à tirant actionne un levier à bascule qui contrôle le passage des trolleys. Il faut concevoir la liaison entre la tige du vérin et le levier à partir de la représentation du poste, de la documentation des accessoires et du document réponse.

Question 16. Sur le document réponse, représenter une proposition de liaison entre la tige du vérin et le levier à bascule et repérer les éléments technologiques choisis. Sur feuille de copie, dresser une nomenclature et donner les précisions nécessaires à la compréhension de la solution.

Visser sur la tige l’embout articulé FBO adapté au vérin de Ø 63 mm. Relier son œil au levier par un axe traversant les deux joues, puis retenir l’axe axialement. Cette articulation permet le pivotement du levier.

Repère	Désignation	Précision
1	Embout articulé FBO pour tige	Ø 63 mm, filetage M16 × 1,5, article 6023750
2	Axe de liaison	Traversant l’œil et les deux joues du levier, avec retenue axiale

Liaison de la tige au levier



✓ RÉPONSE À RETENIR

Embout articulé FBO Ø 63 mm, M16 × 1,5, article 6023750, relié au levier par un axe traversant retenu axialement.

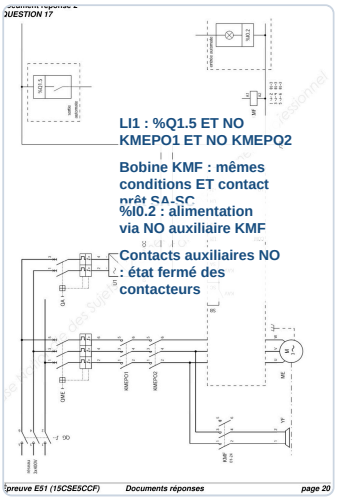
5. Schéma de câblage du variateur de l’élévateur

Un variateur ATV18 commande le moteur de l’élévateur, tandis que des contacteurs assurent la mise hors énergie électrique et qu’un autre contacteur commande le frein. Il faut compléter le schéma de commande en traduisant les conditions imposées pour l’entrée LI1, la commande du contacteur KMF et le retour d’état du frein à l’automate.

Question 17. En tenant compte de la documentation technique du variateur ATV18 et des consignes de câblage, compléter le schéma de commande du variateur sur le document réponse.

Utiliser les contacts auxiliaires normalement ouverts de KMEPO1 et KMEPO2 pour confirmer la fermeture de leurs pôles principaux. Alimenter LI1 lorsque %Q1.5 est active et que ces deux contacts sont fermés. Alimenter la bobine KMF sous ces mêmes conditions, en ajoutant en série le contact prêt du variateur SA-SC. Câbler le retour d’état vers %I0.2 à travers un contact auxiliaire normalement ouvert de KMF. Respecter la tension des bobines et relier les communs au 0 V de la commande.

Document réponse 2 complété : commande du variateur



✓ RÉPONSE À RETENIR

LI1 : %Q1.5 et les auxiliaires NO de KMEPO1 et KMEPO2 en série. KMF : mêmes conditions, avec SA-SC en série. %I0.2 : alimentée par un auxiliaire NO de KMF.

6. Gestion des slings dans la zone de tri

Un capteur de force raccordé à une entrée analogique mesure le remplissage des slings, et une colonne lumineuse indique si le dépôt de linge est autorisé. Les mesures d'étalonnage à vide et avec une masse étalon de 50 kg permettent de convertir les valeurs analogiques et de définir les seuils ainsi que la logique des voyants.

Question 18. Calculer la masse de linge dans le sling, notée masse_linge, lorsque la valeur émise par l'interface d'entrée analogique est mesure_sling = 843.

La relation entre la masse et le signal est linéaire. À vide, le signal vaut 89 ; à 50 kg, il vaut 1326, soit une variation de 1237 unités pour 50 kg. Pour mesure_sling = 843, la masse de linge correspond à l'écart au signal à vide, ramené à cette variation : masse_linge = (843 - 89) × 50 / (1326 - 89). On arrondit le résultat au centième de kilogramme.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> masse_linge = 30,48 kg

Question 19. Calculer les valeurs émises par l'interface d'entrée analogique correspondant aux seuils de remplissage de 45 kg, noté seuil_45, et de 49 kg, noté seuil_49.

Donnée	Valeur
Signal à vide	89
Signal à 50 kg	1326
Variation pour 50 kg	1237

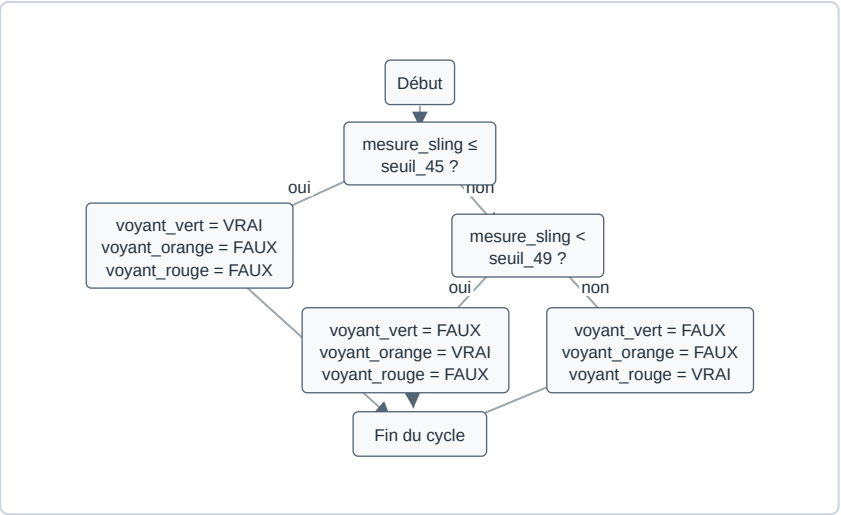
Le signal correspondant à une masse donnée se calcule par 89 + masse × 1237 / 50. On obtient 1202,3 pour 45 kg et 1301,26 pour 49 kg. Les seuils étant des variables INTEGER, on arrondit chaque résultat à l'entier le plus proche, conformément à la résolution du signal.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> seuil_45 = 1202 ; seuil_49 = 1301

Question 20. Donner l'algorigramme du bloc fonctionnel de contrôle du remplissage d'un sling.

Comparer mesure_sling aux deux seuils, en respectant les bornes indiquées dans le tableau de l'énoncé. À chaque exécution, affecter les trois sorties afin qu'un ancien état ne reste pas actif. Si la mesure ne dépasse pas seuil_45, seul voyant_vert est activé. Sinon, tester seuil_49 : en dessous, seul voyant_orange est activé ; à partir de ce seuil, seul voyant_rouge est activé et le dépôt de linge est interdit.

Algorigramme du contrôle de remplissage du sling



Chaque branche affecte les trois voyants ; le rouge correspond au dépôt interdit.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Vert si mesure_sling ≤ seuil_45 ; orange si seuil_45 < mesure_sling < seuil_49 ; rouge si mesure_sling ≥ seuil_49.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2015)

Bilan de l'épreuve : Cette sous-épreuve E51 du BTS Conception et réalisation de systèmes automatiques, session 2015, code 15CSE5CCF, dure 4 h et a un coefficient 3. Sur le thème d'une blanchisserie industrielle, elle évalue le dimensionnement d'un convoyeur et d'un vérin, l'exploitation de simulations, la conception d'une liaison mécanique, le câblage d'un variateur et la réalisation d'un algorigramme de contrôle du remplissage des slings.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La puissance mécanique utile se calcule par P = F × V ; la puissance moteur requise est Pm = Ps / ηglobal.
- Pour des éléments mécaniques en série, le rendement global est le produit des rendements de chaque élément.
- La vitesse de déplacement le long du rail s'obtient en projetant les composantes de la vitesse linéaire sur l'axe du rail.
- Une conversion analogique linéaire se déduit des deux points d'étalonnage : sling vide et masse étalon de 50 kg.

Points de vigilance & attentes du jury

- Distinguer la charge par crochet, la charge par trolley et la charge totale présente sur le convoyeur.
- Vérifier les unités lors des calculs de vitesse, de fréquence de rotation et de puissance.
- Comparer chaque inclinaison aux deux limites imposées : vitesse maximale et durée de descente.
- Respecter les conditions logiques de câblage et les bornes inclusives des seuils des voyants.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer la puissance nécessaire à partir d'un effort de traction ?

Utiliser P = F × V, avec l'effort en newtons et la vitesse en mètres par seconde pour obtenir une puissance en watts. Pour déterminer la puissance moteur à partir de la puissance utile, diviser celle-ci par le rendement global.

Q : Comment exploiter les composantes de vitesse données par la simulation ?

Repérer les composantes de la vitesse linéaire dans le repère lié au rail, puis calculer la composante dans la direction de déplacement. Le rail se trouvant dans le plan YZ, ne pas confondre la vitesse projetée avec la vitesse angulaire.

Q : Le sujet indique-t-il un barème ou une répartition des points par question ?

Aucun barème par exercice ou par question n'est imprimé dans le sujet. L'épreuve dure 4 h et comporte six parties, avec des calculs, des choix technologiques, des représentations, un schéma de câblage et un algorigramme.

Q : Quelles règles logiques faut-il respecter pour les voyants de remplissage ?

Le voyant vert correspond à une masse inférieure ou égale à 45 kg. L'orange s'allume au-dessus de 45 kg et en dessous de 49 kg. Le rouge s'allume à partir de 49 kg et interdit le dépôt de linge.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btscrsa.fr/assets/annales/bts-crsa/E5.1 - Conception détaillée d'une chaîne fonctionnelle/2015/BTS CRSA - E5.1 - Conception détaillée d'une chaîne fonctionnelle - Session 2015 - 1-Sujet.pdf
Ressources BTS Conception et Réalisation de Systèmes Automatiques : 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.