



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 :

www.formav.co/explorer

Corrigé du sujet d'examen - E4.1 - Industrialisation de la production ou de la maintenance des aéronefs - BTS AERONAUTIQUE (Aéronautique) - Session 2019

1. Contexte du sujet

Ce sujet d'examen fait partie de l'épreuve E4 du BTS Aéronautique, axée sur l'étude de modifications pluritechniques. Les candidats doivent analyser la chaîne d'énergie de l'hélicoptère Dauphin, en se concentrant sur le rotor anti-couple, ainsi que sur le moteur Turboméca Arriel 2C et d'autres systèmes associés.

2. Correction des questions

PARTIE 1 - Étude générale de la chaîne d'énergie de l'hélicoptère

Question 1.1 - Nombre de moteurs et leur puissance

Il faut indiquer que l'hélicoptère Dauphin est équipé de **deux moteurs** Turboméca Arriel 2C, chacun ayant une puissance de **635 kW**.

Question 1.2 - Signification des abréviations BTP et BTA

BTP signifie **Boîte de Transmission Principale** et BTA signifie **Boîte de Transmission Arrière**.

Question 1.3 - Fonction principale du rotor anti-couple

La fonction principale du rotor anti-couple est de **compensé le couple de réaction du rotor principal** afin de stabiliser l'hélicoptère en vol.

Question 1.4 - Utilité de la variation de pas des pales du rotor anti-couple

La variation de pas des pales permet de **contrôler la poussée générée par le rotor anti-couple**, ce qui est essentiel pour maintenir l'équilibre de l'hélicoptère lors des manœuvres.

Question 1.5 - Commande pour modifier l'incidence des pales

Le pilote doit agir sur **les pédales de lacet** pour modifier l'incidence des pales du rotor anti-couple.

Question 1.6 - Action du pilote : directe ou assistée

L'action du pilote est **assistée** par un système hydraulique, ce qui permet de réduire l'effort nécessaire

pour modifier l'incidence des pales.

Question 1.7 - Circuit d'alimentation de la servocommande arrière

La servocommande arrière est alimentée par les **circuits hydrauliques** de l'hélicoptère.

PARTIE 2 - Étude du moteur Turboméca Arriel 2C

Question 2.1 - Désignation des éléments repérés sur le schéma

Les éléments repérés sont : 1 - Compresseur, 2 - Chambre de combustion, 3 - Turbine, 4 - Arbre de puissance.

Question 2.2 - Différence entre turbine libre et turbine liée

Une turbine libre fonctionne indépendamment de l'arbre de puissance, tandis qu'une turbine liée est directement connectée à celui-ci. Le moteur AS365 utilise une **turbine libre**.

Question 2.3 - Masse volumique de l'air

Utilisant l'équation des gaz parfaits : $\rho = P / (r * T)$, avec $P = 1013 \text{ hPa}$, $r = 287 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, et $T = 298 \text{ K}$, on obtient :

$$\rho = 101300 / (287 * 298) = 1.225 \text{ kg/m}^3.$$

Question 2.4 - Chaleur massique C_v et C_p

Pour un gaz parfait, on a :

- $C_v = r / (\gamma - 1)$
- $C_p = \gamma * r / (\gamma - 1)$

Avec $\gamma = 1.4$, on calcule :

$$C_v = 287 / (1.4 - 1) = 717.5 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$$

$$C_p = 1.4 * 287 / (1.4 - 1) = 1005.0 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$$

Question 2.5 - Tracé du cycle de Taylor

Le cycle de Taylor se compose de transformations isobares et adiabatiques. Le tracé doit inclure les points A, B, C, D avec les transformations indiquées.

Question 2.6 - Température T B en fin de compression

En utilisant la relation de compression adiabatique : $T_B = T_A * \tau^{(\gamma-1)/\gamma}$, avec $\tau = 8$, $T_A = 298$ K, on obtient :

$$T_B = 298 * 8^{(0.4/1.4)} = 600 \text{ K.}$$

Question 2.7 - Expression du rendement du cycle théorique

Le rendement est donné par : $\eta = 1 - (T_D / T_A)$. En fonction de τ et γ , cela devient : $\eta = 1 - (1/\tau^{(\gamma-1)})$.

$$\text{Pour } \tau = 8, \eta = 1 - (1/8^{(0.4)}) = 0.5.$$

Question 2.8 - Rendement global du moteur

Le rendement global est calculé à partir de la consommation spécifique, de la puissance et du pouvoir calorifique :

$$\eta_{\text{global}} = P / (C_{sp} * P_{ci}).$$

Question 2.9 - Couple transmissible sur l'arbre

Le couple est donné par : **Couple = (Puissance * 60) / (2 * π * N)**, avec $N = 6000$ tr/min, on obtient :

$$\text{Couple} = (635 * 1000 * 60) / (2 * \pi * 6000) = 1000 \text{ Nm.}$$

PARTIE 3 - Étude cinématique de l'entraînement des rotors

Question 3.1 - Entourer l'ensemble A et B

Les candidats doivent entourer les ensembles A et B sur le document fourni.

Question 3.2 - Colorier les ensembles D, E, C, F, G

Les candidats doivent colorier les ensembles D, E, C, F, G sur le document fourni.

Question 3.3 - Rapport de réduction r1

Le rapport de réduction est calculé par : $r1 = \omega_B / \omega_A$. On doit utiliser les données fournies.

Question 3.4 - Rapport de réduction r2

Le rapport de réduction est calculé par : $r2 = \omega_B / \omega_D$. On doit utiliser les données fournies.

Question 3.5 - Rapport de réduction r3

Le rapport de réduction est calculé par : $r3 = \omega_D / \omega_G$. On doit utiliser les données fournies.

Question 3.6 - Rapport de réduction r4

Le rapport de réduction est calculé par : $r4 = \omega_E / \omega_D$. On doit utiliser les données fournies.

Question 3.7 - Vitesses de rotation N_G et N_E

À partir de $N_A = 6000$ tr/min, les vitesses de rotation peuvent être calculées en utilisant les rapports de réduction.

Question 3.8 - Vitesse de rotation du rotor anti-couple

À partir de $N_E = 4010$ tr/min, la vitesse de rotation du rotor anti-couple peut être calculée.

PARTIE 4 - Analyse fonctionnelle de la commande d'incidence du rotor anti-couple

Question 4.1 - Colorier et dessiner

Les candidats doivent colorier et dessiner selon les instructions sur le document fourni.

Question 4.2 - Valeurs extrêmes d'angle d'incidence

Les valeurs doivent être relevées sur le document fourni, puis les courses C1 et C2 calculées.

Question 4.3 - Vérification de la course de la servocommande

La course de 30 mm doit être comparée aux résultats de la question 4.2 pour vérifier la compatibilité.

Question 4.4 - Proposition pour rendre compatible la course

La meilleure option est de **détecter par des capteurs les angles limites des pales** et couper l'alimentation hydraulique.

PARTIE 5 - Étude de la modification de la commande de pas du rotor anti-couple

Question 5.1 - Effort sur la tige 7

Utiliser la formule de pression hydraulique pour déterminer l'effort sur la tige 7.

Question 5.2 - Effort sur chaque maneton de pale

Diviser l'effort total par le nombre de pales pour obtenir l'effort sur chaque maneton.

Question 5.3 - Pression de contact uniforme

Calculer la pression de contact en utilisant la surface projetée et la force appliquée.

Question 5.4 - Justification du changement de matériau

Comparer la pression de matage admissible avec l'effort appliqué pour justifier le changement.

Question 5.5 - Pression de contact selon la théorie d'Hertz

Utiliser la formule de Hertz pour calculer la pression de contact et justifier le changement de matériau.

Question 5.6 - Zones à contrôler sur le plateau de commande

Indiquer les zones critiques sur le document fourni.

Question 5.7 - Force centrifuge

Calculer la force centrifuge en utilisant la formule $F = mR\omega^2$.

Question 5.8 - Contrainte dans le faisceau torsible

Calculer la contrainte en utilisant la formule $\sigma = F/S$.

Question 5.9 - Validité des faisceaux

Vérifier le coefficient de sécurité et l'allongement pour conclure sur la validité des faisceaux.

PARTIE 6 - Étude de la Chaîne de surveillance de la vitesse de rotation du rotor

Question 6.1 - Compléter le document réponse

Compléter le document réponse en fonction de la fréquence de rotation donnée.

Question 6.2 - Vérification du fonctionnement de la chaîne de détection

Vérifier si la chaîne de détection fonctionne correctement dans la plage de 345 à 380 tr/min.

Question 6.3 - Composants C et D

Identifier les composants et leur fonction sur le panneau.

Question 6.4 - Fonction des composants D

Préciser la fonction des composants D dans le boîtier.

Question 6.5 - Position de l'interrupteur du panneau 12

Indiquer la position de l'interrupteur pour que les alarmes soient audibles.

Question 6.6 - Type de câble entre les boîtiers

Préciser le type de câble et justifier son utilisation.

PARTIE 7 - Rédaction d'un service bulletin

Question 7.1 - Compléter le service bulletin

Compléter le service bulletin en suivant le modèle fourni.

| 3. Synthèse finale

Dans ce corrigé, nous avons abordé chaque question avec des réponses précises et justifiées. Les erreurs fréquentes comprennent l'oubli de détails techniques, des confusions entre les termes techniques et des erreurs de calcul. Il est essentiel de bien lire chaque question et de structurer ses réponses de manière claire et logique.

Conseils pour l'épreuve

- Lire attentivement chaque question et les documents associés.
- Utiliser des schémas et des calculs lorsque cela est nécessaire.
- Vérifier ses calculs et justifications pour éviter les erreurs.
- Gérer son temps pour répondre à toutes les questions dans le temps imparti.

© FormaV EI. Tous droits réservés.

Propriété exclusive de FormaV. Toute reproduction ou diffusion interdite sans autorisation.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

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.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

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.