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

BTSA GDEA

E 7-3 Épreuve intégrative - Option Génie des équipements agricoles

Session 2019 • Code sujet : **2019-BTS153-NOR-ME** • Durée : **180 minutes**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Le moteur thermique (8 questions) **Page 3**

2. Les pneumatiques (4 questions) **Page 7**

3. La transmission hydrostatique (6 questions) **Page 9**

4. L’équilibre du tracteur enjambeur (5 questions) **Page 12**

5. Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 14**

Sujet officiel (PDF) : https://btsagdea.fr/assets/annales/btsa-gdea/E7 - Présenter un équipement en situation/2019/BTSA GDEA - E7 - Présenter un équipement en situation - Session 2019 - 1-Sujet.pdf

1. Le moteur thermique

L'étude porte sur un moteur Diesel turbocompressé à quatre temps et quatre cylindres équipant un tracteur enjambeur, dont les caractéristiques techniques sont fournies. Les questions abordent son cycle, ses performances, les normes antipollution et l'évolution possible vers des motorisations électriques ou hybrides.

Question 1.1. Calculer la cylindrée du moteur en cm³ à partir de son alésage, de sa course et de son nombre de cylindres.

Le volume balayé d'un cylindre vaut l'aire de sa section multipliée par la course. Pour quatre cylindres d'alésage 100 mm et de course 120 mm : $V = 4 \times \frac{\pi}{4} \times 100^2 \times 120 = 3\,769\,911\ \text{mm}^3$. La conversion en cm³ consiste à diviser par 1 000. Le résultat est une cylindrée totale d'environ 3 770 cm³.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La cylindrée totale est d'environ 3 770 cm³, soit 3,77 L, pour ce moteur à quatre cylindres.

Question 1.2. Compléter le tableau de l'annexe A en associant à chaque intervalle du diagramme la phase correspondante du cycle du moteur à quatre temps. Numéroter et rendre l'annexe avec la copie.

On lit le diagramme pression-volume dans le sens du cycle. La variation de volume permet de distinguer admission, compression, détente et échappement. Les segments verticaux traduisent un changement de pression à volume constant, tandis que le segment horizontal supérieur représente l'apport de chaleur à pression constante. La chute verticale F-B correspond à l'ouverture de l'échappement et à la détente des gaz brûlés.

Intervalle	Phase du cycle à 4 temps
A-B	Admission
B-C	Compression
C-D	Combustion à volume constant
D-E	Combustion à pression constante
E-F	Détente
F-B	Ouverture de l'échappement, chute de pression
B-A	Échappement

Annexe A complétée

rrespondant au moteur étudié :

Phase	Phase du cycle à 4 temps
A-B	**Admission**
B-C	**Compression**
C-D	**Combustion à volume constant**
D-E	**Combustion à pression constante**
E-F	**Détente**
F-B	**Ouverture échappement**
B-A	**Échappement**

✓ RÉPONSE À RETENIR

A-B admission ; B-C compression ; C-D combustion à volume constant ; D-E combustion à pression constante ; E-F détente ; F-B ouverture échappement ; B-A échappement.

Question 1.3. Préciser la plage d'utilisation du moteur en exploitant les caractéristiques fournies.

Les caractéristiques situent le régime de travail utile autour de 1 350 à 2 200 tr/min. À 1 350 tr/min, le moteur délivre son couple maximal de 460 N·m. Il atteint sa puissance maximale de 75 kW à 2 000 tr/min, puis sa puissance nominale de 74 kW à 2 200 tr/min. Le régime maximal à vide de 2 320 tr/min est une limite, et non un régime de travail normal.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Plage utile indicative : 1 350 à 2 200 tr/min ; couple maximal à 1 350 tr/min et puissance maximale à 2 000 tr/min.

Question 1.4. Montrer que la consommation spécifique du moteur à sa puissance nominale est de 227 g/kWh.

À la puissance nominale, le moteur consomme 20 L/h. La masse volumique du gazole, 840 kg/m³, équivaut à 0,840 kg/L. La consommation massique est donc $20 \times 0{,}840 = 16{,}8\ \mathrm{kg/h}$. En rapportant cette valeur à la puissance nominale de 74 kW, on obtient $16{,}8/74 = 0{,}227\ \mathrm{kg/kWh}$, soit environ 227 g/kWh.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La consommation spécifique à 74 kW est d'environ 227 g/kWh.

Question 1.5. Estimer, sans calcul, l'ordre de grandeur du rendement d'un moteur thermique Diesel avec et sans turbocompresseur.

Un moteur Diesel convertit en énergie mécanique une partie de l'énergie chimique du carburant ; le reste est principalement dissipé sous forme de chaleur. Sans turbocompresseur, on retient un rendement thermique de l'ordre de 30 %. Le turbocompresseur améliore le remplissage et permet généralement d'augmenter le rendement. Un ordre de grandeur de 35 à 40 % est alors plausible. Ces estimations dépendent notamment du régime et de la charge.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Ordres de grandeur : rendement Diesel atmosphérique proche de 30 % et rendement Diesel turbocompressé autour de 35 à 40 %.

Question 1.6. Comparer les rendements des moteurs thermiques Diesel avec celui d'un moteur électrique.

Le moteur électrique a généralement un rendement nettement supérieur à celui du moteur Diesel : environ 80 à 90 %, contre approximativement 30 à 40 % pour le Diesel. Il convertit plus efficacement l'énergie reçue en mouvement et rejette moins d'énergie sous forme de chaleur. Cette comparaison concerne les moteurs eux-mêmes, sans intégrer les pertes de production, de stockage et de conversion de l'électricité.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le moteur électrique est plus efficace : environ 80 à 90 % de rendement, contre 30 à 40 % pour le Diesel.

Question 1.7. À partir du document 1, qui décrit l'évolution des normes antipollution de TIER 1 à TIER 4, expliquer le principe de fonctionnement des deux types de solutions technologiques mises en œuvre par les constructeurs pour passer de la norme TIER 3 à la norme TIER 4.

Le document présente deux voies vers Tier 4. La stratégie de combustion froide utilise l'EGR, qui réintroduit une partie des gaz d'échappement et réduit la formation des NOx ; un filtre à particules retient ensuite les suies. La stratégie de combustion chaude privilégie l'injection à haute pression pour limiter les particules. Un système SCR traite alors les NOx dans l'échappement grâce à un réactif, généralement à base d'urée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Voie froide : EGR et filtre à particules. Voie chaude : injection haute pression et réduction des NOx par SCR.

Question 1.8. Estimer l’avenir des tracteurs électriques ou hybrides et justifier votre réponse.

Les tracteurs électriques ou hybrides devraient se développer progressivement. L’électrique est particulièrement adapté aux travaux courts ou intermittents : il offre un bon rendement, un fonctionnement silencieux et aucune émission locale à l’usage. Son développement reste toutefois limité par le coût, la masse et l’autonomie des batteries, surtout pour les travaux exigeant une forte puissance durable. L’hybridation peut constituer une étape intermédiaire pour certains usages.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Un développement progressif est probable : l’électrique convient aux travaux adaptés et l’hybridation peut compléter le thermique.

2. Les pneumatiques

Cette partie étudie les pneumatiques avant portant le marquage 285/80 R 16 et la traction du pneu sur le sol. Le document 2 présente le coefficient de traction agricole en fonction du glissement, en lien avec l'intérêt et les effets du lestage.

Question 2.1. Préciser les informations apportées par le marquage 285/80 R 16 des pneumatiques avant.

Dans le marquage **285/80 R 16**, 285 indique la largeur nominale du pneu en millimètres. Le nombre 80 est le rapport entre la hauteur du flanc et la largeur, exprimé en pourcentage : le flanc mesure donc 228 mm. La lettre R signifie que la carcasse est de structure radiale. Enfin, 16 indique le diamètre de la jante, en pouces.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Largeur nominale : 285 mm ; flanc : 228 mm ; carcasse radiale ; jante : 16 pouces.

Question 2.2. À l'aide du document 2, qui représente l'évolution du coefficient de traction agricole en fonction du glissement du pneu par rapport au sol, justifier l'intérêt d'un lestage des roues de l'enjambeur.

Le document 2 montre que le coefficient de traction agricole augmente avec le glissement, puis atteint un palier. L'effort de traction transmissible dépend à la fois de ce coefficient et de l'effort normal exercé par le pneu sur le sol : un lestage augmente cet effort normal. Les roues peuvent ainsi transmettre davantage d'effort de traction et, pour un effort demandé donné, réduire le patinage. Le lest doit toutefois rester adapté, car une charge excessive pénalise le sol.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le lest augmente l'effort normal et l'effort de traction transmissible, et peut limiter le patinage.

Question 2.3. Expliquer la procédure de lestage des roues.

Le lestage doit répondre au besoin de traction et respecter les limites de charge du constructeur.

1. Immobiliser le tracteur sur un sol stable et appliquer les consignes de sécurité avant toute intervention.
2. Ajouter des masses prévues pour les roues, ou un lest liquide compatible avec les pneus si le constructeur l'autorise.
3. Répartir le lest symétriquement, puis contrôler les charges par essieu, la pression de gonflage et la fixation des masses.
4. Vérifier l'absence de fuite et effectuer un essai à faible vitesse.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Installer un lest autorisé et équilibré, puis vérifier charges, pressions, fixations et étanchéité.

Question 2.4. Analyser les conséquences agronomiques dues au lestage des roues du tracteur enjambeur.

Le lest améliore la motricité, mais augmente la charge transmise au sol. En vignoble, les passages répétés, surtout sur sol humide, peuvent entraîner une compaction et des ornières.

- La compaction réduit la porosité et l'aération du sol, et limite l'infiltration de l'eau.
- Elle peut freiner l'enracinement de la vigne et favoriser le ruissellement.
- Un patinage réduit peut cependant limiter le cisaillement et le remaniement superficiel du sol.

Il faut donc ajuster le lest au travail réalisé et aux conditions du sol.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le lest améliore la traction, mais un excès peut compacter le sol, réduire l'infiltration et gêner l'enracinement.

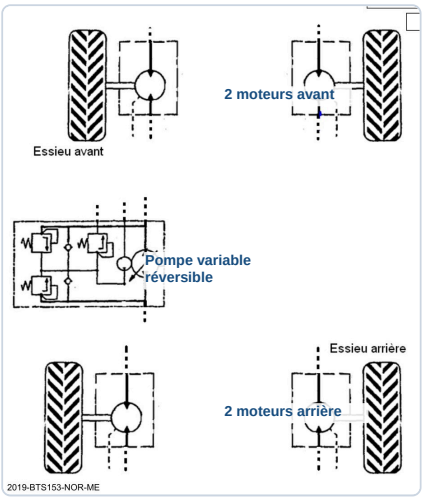
3. La transmission hydrostatique

L'enjambeur étudié possède une transmission hydrostatique comprenant une pompe à débit variable et un moteur hydraulique dans chacune des quatre roues. Les données de cylindrée, de rayon sous charge et de vitesse d'avancement servent à étudier le schéma, le débit, la protection du circuit et les avantages de cette transmission.

Question 3.1. Compléter le schéma hydraulique de la transmission hydrostatique sur l'annexe B, puis numéroter et rendre cette annexe avec la copie.

Repérer sur l'annexe les quatre moteurs hydrauliques, un par roue, puis la pompe à débit variable et à deux sens de flux. Les moteurs sont alimentés en parallèle par les deux lignes de la transmission hydrostatique, en boucle fermée. La variation du débit de la pompe commande la vitesse d'avancement ; l'inversion du sens de flux inverse le déplacement. Compléter les repères du schéma sans modifier les symboles déjà dessinés, puis numéroter l'annexe B.

Annexe B repérée



✓ RÉPONSE À RETENIR

Pompe à débit variable et réversible alimentant en boucle fermée les quatre moteurs hydrauliques des roues.

3.2

Question 3.2.1. Pour une vitesse d'avancement de 7 km/h, montrer que les fréquences de rotation sont de 50 tr/min pour les roues avant et de 41 tr/min pour les roues arrière, en utilisant les rayons sous charge indiqués.

La vitesse linéaire vaut d'abord $7 \times 1000/60 = 116{,}67$ m/min. Pour une roue roulant sans glissement, la fréquence de rotation est $N = v/(2\pi R)$, avec le rayon sous charge exprimé en mètres. À l'avant, $R = 0{,}370$ m donne environ 50,2 tr/min ; à l'arrière, $R = 0{,}450$ m donne environ 41,3 tr/min. Les fréquences demandées, arrondies à l'unité, sont donc 50 et 41 tr/min.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Roues avant : 50 tr/min. Roues arrière : 41 tr/min.

Question 3.2.2. **Calculer le débit maximal de la pompe correspondant à cette vitesse d'avancement.**

Essieu	Débit des moteurs	Débit total
Avant	2 × 250 × 50	25 000 cm³/min
Arrière	2 × 300 × 41	24 600 cm³/min

Le débit total demandé à la pompe est la somme des débits nécessaires aux quatre moteurs. On utilise les fréquences arrondies obtenues à la question précédente et les cylindrées indiquées pour chaque roue. La conversion en litres par minute s'effectue en divisant le résultat en cm³/min par 1 000. Ce débit théorique ne tient pas compte des fuites ni du rendement volumétrique.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Débit maximal nécessaire à 7 km/h : 49,6 L/min.

Question 3.2.3. **Justifier que le circuit hydraulique est protégé par un limiteur de pression.**

La pression peut augmenter fortement lorsque la transmission est très chargée ou qu'une roue est bloquée. Une pression excessive risque d'endommager la pompe, les moteurs hydrauliques, les flexibles et les raccords. Le limiteur de pression s'ouvre dès que la pression atteint sa valeur de réglage. Il dévie alors l'huile de la ligne haute pression vers le retour ou la ligne basse pression, ce qui empêche la pression de dépasser la limite admissible du circuit.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le limiteur évacue l'excès de pression et protège les composants hydrauliques.

Question 3.2.4. **Citer un type de capteur permettant de mesurer la vitesse de rotation des moteurs hydrauliques et décrire succinctement son principe de fonctionnement.**

Un capteur inductif peut mesurer le régime d'un moteur hydraulique. Une cible métallique dentée est fixée sur l'arbre tournant ; le capteur détecte le passage successif de ses dents sans contact mécanique. Chaque passage produit une impulsion électrique. La fréquence de ces impulsions augmente avec la vitesse de rotation : l'électronique du tracteur peut donc en déduire le régime du moteur et l'afficher ou l'utiliser pour la commande de la transmission.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Capteur inductif : il détecte les dents d'une cible tournante et déduit le régime de leur fréquence de passage.

Question 3.2.5. Préciser l’intérêt d’un enjambeur à transmission hydrostatique et quatre roues motrices dans un vignoble, par comparaison avec un tracteur à deux roues motrices de moindre coût.

Les quatre roues motrices améliorent la motricité et limitent le patinage sur les sols meubles, humides ou en pente, fréquents dans les vignobles. La transmission hydrostatique permet de faire varier continûment la vitesse et le couple transmis aux roues, sans changement de rapport mécanique. Elle facilite ainsi les déplacements lents et les manœuvres précises dans les rangs. Ces atouts sont utiles en terrain difficile, mais s’accompagnent d’un coût et d’une complexité supérieurs à ceux d’un tracteur deux roues motrices.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Meilleure motricité et réglage continu de la vitesse, particulièrement utiles en pente et pour manœuvrer dans les rangs.

4. L’équilibre du tracteur enjambeur

Cette partie étudie la stabilité statique de l’enjambeur à partir de la position de son centre de gravité et de la répartition des masses sur les essieux. Le document 3 représente le tracteur sur terrain horizontal puis sur une pente de 30°, afin d’analyser le risque de basculement et les moyens d’améliorer la stabilité.

Question 4.1. Montrer que la distance horizontale BGx du centre de gravité G vaut 750 mm, sachant que la masse totale est de 4 000 kg, que 30 % de la masse repose sur l’essieu avant, que 70 % repose sur l’essieu arrière et que l’empattement AB vaut 2 500 mm.

À l’équilibre, le moment de la réaction de l’essieu avant autour de B équilibre le moment du poids total appliqué en G. La réaction avant vaut 30 % du poids. Ainsi, en prenant les moments autour de B, la masse totale s’élimine : **BGx = 0,30 × 2 500 = 750 mm**. Le résultat représente la distance horizontale entre le centre de gravité et l’essieu arrière B.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **BGx = 750 mm**

Question 4.2. Déterminer la distance BGx du centre de gravité lorsque l’angle de la pente est de 30°, en vous appuyant sur le document 3.

Grandeur	Valeur
BGx sur terrain horizontal	750 mm
BGy, estimé par proportion sur le document 3	≈ 1 250 mm
Bras de stabilité sur la pente	750 cos(30°) − 1 250 sin(30°) ≈ 25 mm

La projection de G sur la pente se rapproche de B. La cote BGy n’étant pas chiffrée sur le dessin, sa valeur est estimée à l’échelle de la figure, en la comparant à AB = 2 500 mm.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **BGx ≈ 25 mm** à 30°, d’après l’échelle du document 3.

Question 4.3. Commenter le résultat obtenu.

> La projection du centre de gravité ne se trouve plus qu’à environ 25 mm de B.

Le bras de stabilité est donc presque nul. L’enjambeur est très proche du basculement autour de l’essieu aval. Une irrégularité du terrain, un déplacement de charge ou une faible augmentation de la pente peut alors faire passer la projection du poids au-delà de la zone d’appui et provoquer le renversement.

✓ RÉPONSE À RETENIR

À 30°, la marge de stabilité est presque nulle : l'enjambeur est proche du basculement.

Question 4.4. Indiquer, en justifiant votre réponse, en quoi la position du centre de gravité influence la stabilité de l'enjambeur sur un terrain pentu ou en dévers.

La stabilité est assurée tant que la projection verticale du centre de gravité reste à l'intérieur du polygone de sustentation délimité par les roues. En pente ou en dévers, cette projection se déplace vers l'aval.

- Plus G est haut, plus son déplacement vers l'aval est important pour une même inclinaison.
- Un centre de gravité bas et centré maintient mieux la projection dans la zone d'appui et réduit le risque de renversement.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Un centre de gravité bas et centré améliore la stabilité en limitant le déplacement de la projection du poids vers l'aval.

Question 4.5. Proposer une solution, hors lestage des pneumatiques, pour pallier le manque de stabilité des tracteurs enjambeurs évoluant sur des terrains difficiles.

Une solution consiste à abaisser le centre de gravité, sans ajouter de lest aux pneumatiques :

1. Placer les organes lourds le plus bas possible dans le châssis.
2. Si la largeur des rangs le permet, augmenter la voie afin d'élargir le polygone de sustentation.
3. Adapter la vitesse et la trajectoire aux pentes et aux dévers.

Ces mesures améliorent la stabilité, tout en tenant compte des contraintes de circulation dans le vignoble.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Abaisser le centre de gravité et, si possible, élargir la voie.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2019)

Bilan de l'épreuve : L'épreuve intégrative E 7-3 du BTSA Génie des équipements agricoles, session 2019 en Métropole, porte le code 2019-BTS153-NOR-ME et dure 180 minutes. Aucun coefficient n'est imprimé. Notée sur 40 points, elle étudie un tracteur enjambeur viticole et évalue les connaissances sur son moteur Diesel, ses pneumatiques, sa transmission hydrostatique et sa stabilité.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Le cycle d'un moteur à quatre temps comprend l'admission, la compression, la combustion-détente et l'échappement.
- La consommation spécifique est la masse de carburant consommée par unité d'énergie mécanique produite, généralement exprimée en g/kWh.
- La fréquence de rotation d'une roue se déduit de sa vitesse et de son rayon : n = v/(2πr), avec conversion en tr/min.
- Sur une pente, la stabilité dépend de la position de la projection du centre de gravité par rapport à la zone de sustentation des roues.

Points de vigilance & attentes du jury

- Convertir les unités avant les calculs de cylindrée, de vitesse, de débit et de fréquence de rotation.
- Pour le marquage 285/80 R 16, distinguer largeur, rapport hauteur/largeur, structure radiale et diamètre de jante.
- S'appuyer sur les axes et les graduations des documents pour interpréter traction, glissement et position du centre de gravité.
- Compléter, numéroter et rendre les annexes A et B avec la copie.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer la cylindrée totale du moteur à partir de l'alésage et de la course ?

Calculer le volume d'un cylindre avec $V = \pi D^2 C/4$, où D est l'alésage et C la course. Multiplier ce volume par le nombre de cylindres, puis convertir le résultat en cm^3.

Q : Comment obtenir la fréquence de rotation d'une roue à partir de sa vitesse d'avancement ?

La roue parcourt une circonférence 2πr à chaque tour. Diviser la vitesse linéaire par cette circonférence pour obtenir des tours par seconde, puis multiplier par 60 pour obtenir des tours par minute.

Q : Comment organiser les 180 minutes de l'épreuve entre les quatre parties ?

Le sujet ne fixe pas de durée par partie. Répartissez le temps selon le barème, soit 12, 8, 8 et 12 points sur 40, et gardez quelques minutes pour vérifier les calculs et rendre les annexes.

Q : Quelles consignes formelles et quels supports faut-il particulièrement surveiller ?

La calculatrice est autorisée et chaque partie doit être traitée sur une feuille séparée. Les annexes A et B sont à compléter, numéroter et rendre avec la copie; les documents 1 à 3 appuient plusieurs questions.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsagdea.fr/assets/annales/btsa-gdea/E7 - Présenter un équipement en situation/2019/BTSA GDEA - E7 - Présenter un équipement en situation - Session 2019 - 1-Sujet.pdf
Ressources BTSA Génie Des Équipements Agricoles : 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.