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

SESSION 2023
Métropole

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR AGRICOLE
E7-3 ÉPREUVE INTÉGRATIVE

Option : Génie des équipements agricoles

Durée : 180 minutes

Matériel autorisé : **Calculatrice**

Le sujet comporte 12 pages.

La démarche suivie et la qualité de la rédaction sont évaluées. Tout élément même partiel de raisonnement cohérent pourra être pris en compte.
NB: Les documents ont été modifiés pour les besoins de l'épreuve.

L'annexe A est à rendre avec la copie après avoir été numérotée

---

SUJET

Une entreprise de travaux et services agricoles, ruraux et forestiers (ETARF) dont vous êtes le gérant, propose des prestations de pulvérisation pour des clients agriculteurs dans le bassin parisien. Les parcelles ont généralement des surfaces supérieures à 10 ha et sont réparties sur des plaines. Vous venez d'acheter un pulvérisateur automoteur d'occasion.

À ce titre vous devez :

- Mettre en œuvre et régler l'automoteur lors de sa mise en service. **(16 points)**
- Identifier les leviers permettant d'optimiser la mise en œuvre de l'automoteur. **(12 points)**
- Proposer deux évolutions techniques sur la rampe de pulvérisation d'origine. **(12 points)**

<u>PARTIE 1</u> : MISE EN ŒUVRE ET RÉGLAGES DE L'AUTOMOTEUR (16 points)

Dans le cadre de la mise en service de ce nouveau pulvérisateur automoteur, vous souhaitez effectuer un traitement fongicide « systémique » sur une parcelle de blé d'un client. Le pulvérisateur est équipé d'une régulation DPAE (débit proportionnel à l'avancement électronique).

Données parcellaires :

- Superficie de la parcelle : 28 ha
- Volume de bouillie par hectare : 60 $L.ha^{-1}$
- Volume de produit à l'hectare : 0,5 $L.ha^{-1}$

Données techniques :

- Vitesse de pulvérisation réelle : 14 $km.h^{-1}$
- Largeur du pulvérisateur : 24 m
- Distance entre buses : 0,5 m
- Angle de pulvérisation des buses : 110°
- Hauteur de la cible par rapport au sol : 40 cm

La préparation de la bouillie nécessite la manipulation de produits phytopharmaceutiques. La manipulation de ces produits nécessite le respect des obligations réglementaires.

1. **Citer** 5 Équipements de Protection Individuels (EPI) obligatoires pour manipuler les produits phytopharmaceutiques.

La mise en œuvre du pulvérisateur est réalisée dans une parcelle bordée d'habitations. Vous devez choisir des buses adaptées au contexte. Le **document 1** présente les modèles disponibles.

2. **Choisir** un type de buse approprié au contexte du chantier, en justifiant votre choix.

3. **Déterminer** le volume d'eau et de produit nécessaire pour réaliser le chantier.

4. **Définir**, à l'aide du **document 2**, le modèle précis de buse pour réaliser ce chantier.

Lors de la mise en service et du paramétrage de la machine, l'utilisateur souhaite avoir une dose de 60 litres par hectare.

5. **Calculer** la pression de pulvérisation permettant d'obtenir le débit souhaité avec la buse choisie dans la question 4.

On donne :

$$\text{Pression recherchée (bar)} = \left(\frac{\text{Débit voulu} \quad \text{L.ha}^{-1}}{\text{Débit connu} \quad \text{L.ha}^{-1}}\right)^2 \times \text{Pression connue (bar)}$$

Source : Albuz

Dans le cadre de votre chantier, la vitesse d'avancement de l'automoteur peut s'avérer irrégulière, engendrant des variations de pression importantes.

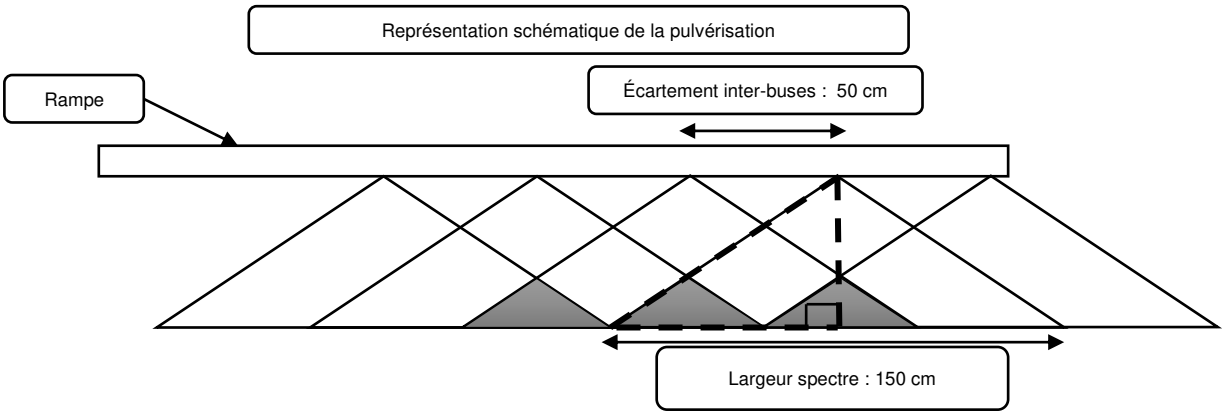
6. **Justifier** de l'intérêt de conserver une vitesse la plus constante possible au niveau de la qualité de pulvérisation.

Avant la mise en œuvre du pulvérisateur, le contrôle des buses doit être mis en œuvre.

7. **Proposer** un protocole de test de débit d'une buse, en donnant les matériels nécessaires pour le réaliser.

8. **Donner** l'intérêt de réaliser un test de débit de buse.

Pour obtenir la dose complète de bouillie sur la largeur de la rampe, il est nécessaire d'avoir un triple recouvrement :



9. **Déterminer,** par rapport au sol**,** la hauteur de réglage de la rampe pour ce chantier.

<u>PARTIE 2</u> : OPTIMISATION DE L'AUTOMOTEUR (12 points)

Soucieux d'optimiser la mise en œuvre de votre automoteur, vous décidez d'étudier quelques paramètres qui peuvent influencer son utilisation.

Dans un premier temps, afin de maîtriser la consommation de l'automoteur, vous consultez les courbes du moteur du **document 3**.
Le moteur fonctionne au GNR (Gazole non routier) de masse volumique $\rho = 840\ g.L^{-1}$

10. **Déterminer,** à partir des courbes fournies par le constructeur du moteur :
- La consommation spécifique au couple maximal.
- La puissance au couple maximal.

11. **Proposer et justifier** le choix d'un régime moteur optimal pour réaliser l'application du produit dans le contexte.

Vous souhaitez maintenant définir l'autonomie de traitement journalière de l'automoteur.
Le réservoir de la machine a une contenance de 360 L. Vous considérez que l'automoteur est majoritairement utilisé au régime de 1 600 $tr.min^{-1}$.

12. **Vérifier**, par le calcul, que la valeur de consommation horaire est d'environ 36 $L.h^{-1}$ lorsque le moteur est au régime de 1 600 $tr.min^{-1}$.

13. **Définir** le nombre d'heures de fonctionnement théorique.

Le moteur est équipé d'une technologie SCR (Selective catalytic reduction) et FAP (Filtre à particules), sans vanne EGR (Exhaust Gas recirculation). Le parc automoteur de votre ETARF est composé d'un autre modèle d'automoteur plus ancien, intégrant une vanne EGR et un FAP uniquement.

14. **Effectuer** un comparatif entre les deux technologies du point de vue de la consommation de produit type « AdBlue® » et de carburant.

On estime la perte de temps globale sur le chantier à 10%.

15. **Déterminer**, en minutes, le temps nécessaire pour effectuer le chantier de 28 ha.

Lors de l'achat de la machine, le vendeur a proposé différentes options afin d'améliorer la maîtrise de l'application des produits.

La première option consiste à proposer deux montes de pneumatiques :
Monte 1 : 340/85 R 48
Monte 2 : 520/70 R 48

16. **Justifier,** par 2 arguments, le choix d'une monte de pneumatique en relation avec le contexte de votre ETARF.

Une deuxième option permet d'obtenir la vitesse réelle d'avancement de l'engin.
2 solutions de mesure sont disponibles :

- Par système GPS
- Par radar

17. **Choisir et argumenter** une solution permettant de mesurer cette grandeur.

Une troisième option permet l'activation de la fonction de modulation intra-parcellaire au niveau de l'afficheur de l'automoteur.

18. **Justifier** l'intérêt de ce système dans le contexte de l'ETARF.

<u>PARTIE 3</u> : ÉVOLUTION TECHNIQUE DE LA RAMPE (12 points)

Le document 4 présente une vue en coupe de l'ensemble vérin et chape de maintien.
L'Annexe A présente l'étude graphique simplifiée de l'ensemble tirant de rampe, cuve et châssis du pulvérisateur automoteur.

Après un certain nombre d'heures d'utilisation, vous constatez la rupture de l'axe de maintien (Diamètre 22 mm) du vérin de repliage de celle-ci.

En vue de corriger cette problématique, vous réalisez une estimation des efforts et des contraintes agissant sur celui-ci.

19. **Réaliser** l'étude statique graphique du tirant de rampe sur l'**Annexe A** (à rendre avec la copie après avoir été numérotée). En **déduire** F_A et F_B.

De manière à remplacer l'axe défectueux, vous consulter le **document 4** identifiant les contraintes mécaniques pouvant s'exercer sur les axes. On cherche donc à identifier les causes de la déformation de l'axe et une solution de réparation possible.

20. **Identifier** la contrainte subie par l'axe de diamètre 22 mm.

Vous décidez de remplacer l'axe de maintien (diamètre 22) par un axe constitué d'un autre matériau en acier doux. Le coefficient de sécurité retenu pour le nouvel axe est égal à 5.

21. **Calculer** la contrainte sur l'axe.

22. **En déduire** la résistance élastique Re du matériau constituant l'axe en acier doux.

23. **Choisir** un matériau pour l'axe de remplacement parmi les suivants : S165, S235. **Justifier** sur votre choix.

De façon à mieux appréhender les traitements de nuit, vous décidez d'équiper votre rampe de pulvérisateur d'un éclairage spécifique.

24. **Lister** les composants électriques nécessaires pour mettre en œuvre cette évolution. Prendre en compte le fait que la commande de l'éclairage sera assurée par un calculateur supportant une intensité maximale de 0,5 A (Ampère) sur son étage de sortie.

Vous souhaitez proposer l'adaptation à votre concessionnaire et conserver une trace dans la notice d'utilisation de l'automoteur.

25. **Proposer** un schéma électrique normalisé de l'éclairage de la rampe du pulvérisateur. La représentation normée du calculateur n'est pas exigée.

DOCUMENT 1

Tableau de choix du type de buse

CHOIX DU TYPE DE BUSE		APE Buse à fente standard	ADE Buse à réduction de dérive	AXI 80°/110° Buse à fente à grand champ de pression	FAXI Buse à fente avec écrou monobloc	ADI 110° Buse à fente à réduction de dérive (pastille)	CVI 110° Buse à fente anti-dérive Venturi basse pression
							
FORME DU JET		 80° à 110°	 110°	 80° à 110°	 80° à 110°	 110°	 110°
TAILLE DES GOUTTELETTES							
DÉRIVE		Moyenne	Faible	Moyenne	Moyenne	Faible	Très faible
PRESSIONS RECOMMANDÉES		2 - 3 bar	2 - 3 bar	1,5 - 2 bar	1,5 - 2 bar	2 - 3 bar	1,5 - 3 bar
HERBICIDES	Traitement incorporé	Bon	Excellent	Bon	Bon	Excellent	Excellent
	Pré-levée	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Bon
	Contact	Bon	Excellent	Bon	Bon	Excellent	Bon
	Systémique	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
FONGICIDES	Contact	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Bon
	Systémique	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
INSECTICIDES	Contact	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Bon
	Systémique	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
ENGRAIS LIQUIDES		Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Excellent

Source : ALBUZ

DOCUMENT 2

Tableau de débit de buse

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

- **Plage d'utilisation de pressions de 1,5 bar à 3 bar.**
- Orifices en céramique rose ALBUZ® (excellente précision et grande résistance à l'usure).
- Jet plat, angle de 110° : recouvrement des jets nécessaire pour obtenir une répartition uniforme.
- Adaptée à tous les porte-buses, s'utilise avec le même écrou que les buses ISO (exemple : buses AXI).

CARACTÉRISTIQUES SPÉCIFIQUES

- Buse à aspiration d'air (système Venturi) : pulvérise de grosses gouttes chargées de bulles d'air, qui ne dérivent pas et éclatent en fines gouttelettes au contact des plantes.
- Supprime presque totalement la dérive tout en augmentant le nombre d'impacts (excellente couverture des zones traitées).
- Design anti-bouchage et double orifice d'admission d'air.
- Format compact (longueur 22 mm) adapté à toutes les rampes et porte-jets.
- Buse opérationnelle dès 1,5 bar, compatible avec tous les systèmes de pompes.
- Hauteur minimum de rampe recommandée : 50/60 cm.
- **Pression recommandée : 2 bar.**

APPLICATIONS

Tous types de traitements (produits systémiques et de contact) y compris l'application d'engrais liquides

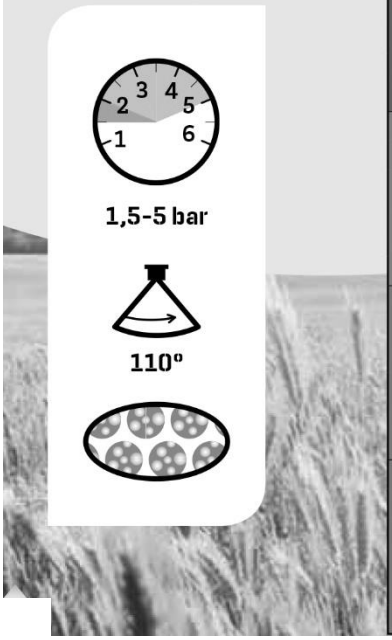


TABLEAU DE DÉBITS

Couleur	Code ISO	#	Pression (bar)		L/min	Litres par hectare - Distance entre 2 buses : 50 cm									
						9 km/h	10 km/h	12 km/h	14 km/h	16 km/h	18 km/h	20 km/h	22 km/h	24 km/h	26 km/h
VERT	CVI 110015	100 Mesh	1,5	TG	0,42	56	50	42	36	32	28	25	23	21	19
			2	TG	0,49	65	59	49	42	37	33	29	27	25	23
			2,5	TG	0,54	72	65	54	46	41	36	32	30	28	25
			3	TG	0,60	80	72	60	51	45	40	36	33	30	28
			4	G	0,69	92	83	69	59	52	46	41	38	35	32
			5	G	0,77	103	92	77	66	58	51	46	42	39	36
JAUNE	CVI 11002 ZNT	100 Mesh	1,5	TG	0,57	76	68	57	49	43	38	34	31	29	26
			2	TG	0,66	88	79	66	57	50	44	44	35	33	30
			2,5	TG	0,73	97	88	73	63	55	49	48	40	37	34
			3	G	0,80	107	96	80	69	60	53	52	44	40	37
			4	G	0,91	121	109	91	78	68	61	55	50	46	42
			5	G	1,03	137	124	103	88	77	69	62	56	52	48
LILAS	CVI 110025 ZNT	50 Mesh	1,5	TG	0,71	95	85	71	61	53	47	35	39	36	33
			2	TG	0,82	109	98	82	70	62	55	49	45	41	38
			2,5	G	0,91	121	109	91	78	68	61	55	50	46	42
			3	G	1,00	133	120	100	86	75	67	60	55	50	46
			4	G	1,15	153	138	115	99	86	77	69	63	58	53
			5	G	1,29	172	155	129	111	97	86	77	70	65	60
BLEU	CVI 11003 ZNT	50 Mesh	1,5	TG	0,85	113	102	85	73	64	57	51	46	43	39
			2	TG	0,98	131	118	98	84	74	65	66	53	49	45
			2,5	G	1,10	147	132	110	94	83	73	72	60	55	51
			3	G	1,20	160	144	120	103	90	80	78	65	60	55
			4	G	1,39	185	167	139	119	104	93	83	76	70	64
			5	G	1,55	207	186	155	133	116	103	93	85	78	72
ROUGE	CVI 11004 ZNT	50 Mesh	1,5	TG	1,13	151	136	113	97	85	75	68	62	57	52
			2	G	1,31	175	157	131	112	98	87	80	71	66	60
			2,5	G	1,46	195	175	146	125	110	97	87	80	73	67
			3	G	1,60	213	192	160	137	120	107	94	87	80	74
			4	TG	1,85	247	222	185	159	139	123	111	101	93	85
			5	TG	2,07	276	248	207	177	155	138	124	113	104	96
MARRON	CVI 11005 ZNT	50 Mesh	1,5	TG	1,41	188	169	141	121	106	94	85	77	71	65
			2	G	1,63	217	196	163	140	122	109	98	89	82	75
			2,5	G	1,82	247	220	183	156	137	121	110	100	92	84
			3	G	2,00	267	240	200	171	150	133	120	109	100	92
			4	XG	2,31	308	277	231	198	173	154	139	126	116	107
			5	TG	2,58	344	310	258	221	194	172	155	141	129	119

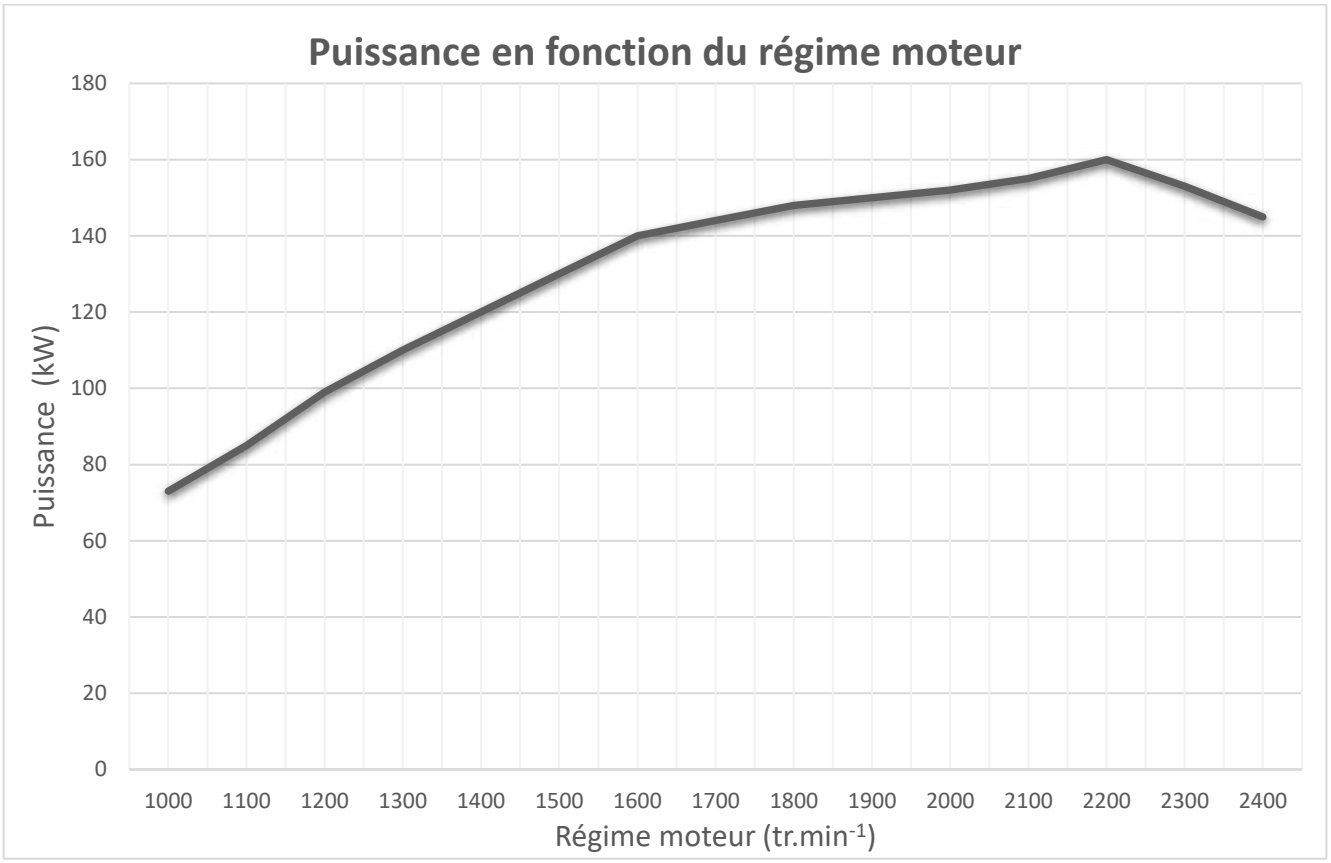
Source : ALBUZ

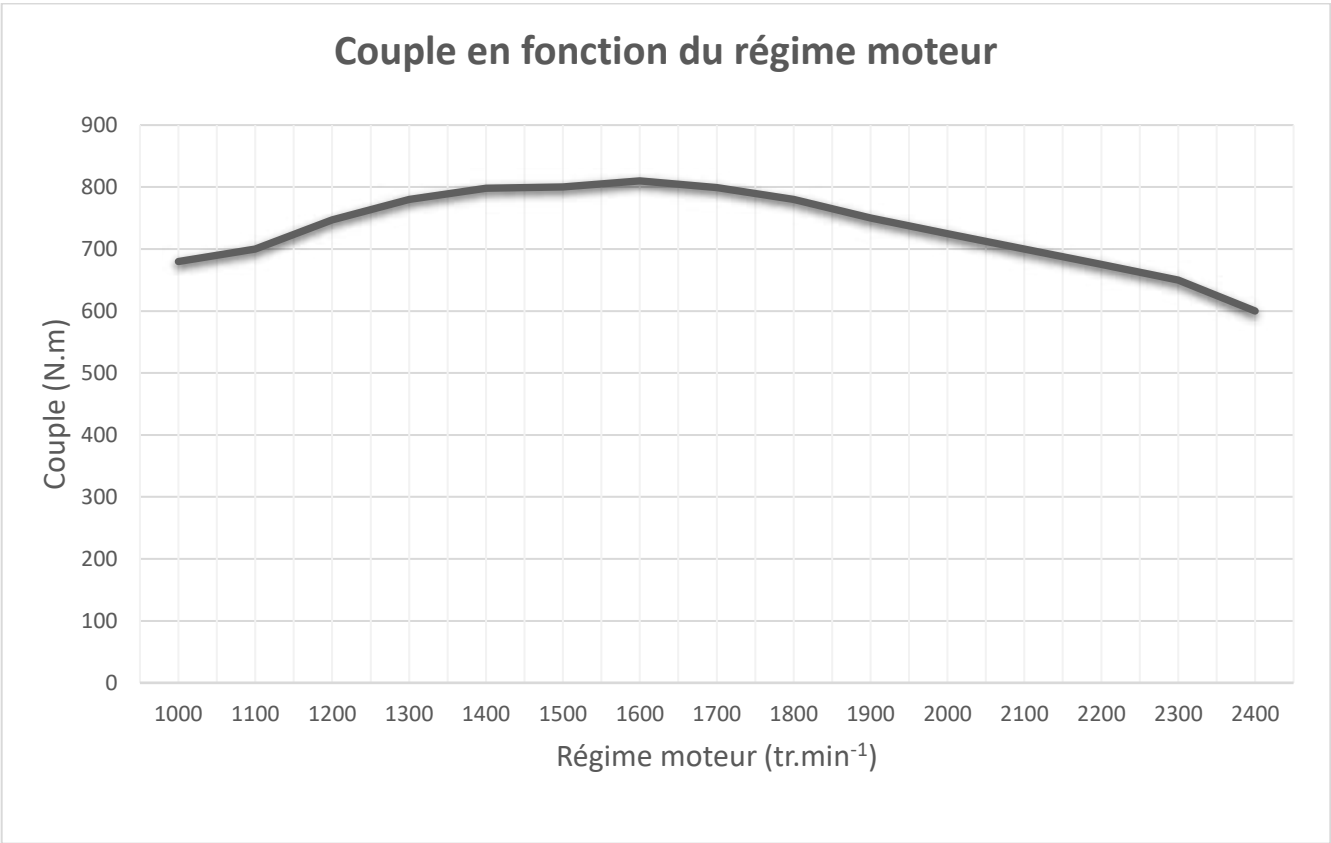
Légende :

TF = Très fine
F = fine
M = moyenne
G = grosse
TG = Très grosse
XG = Extrêmement grosse

DOCUMENT 3

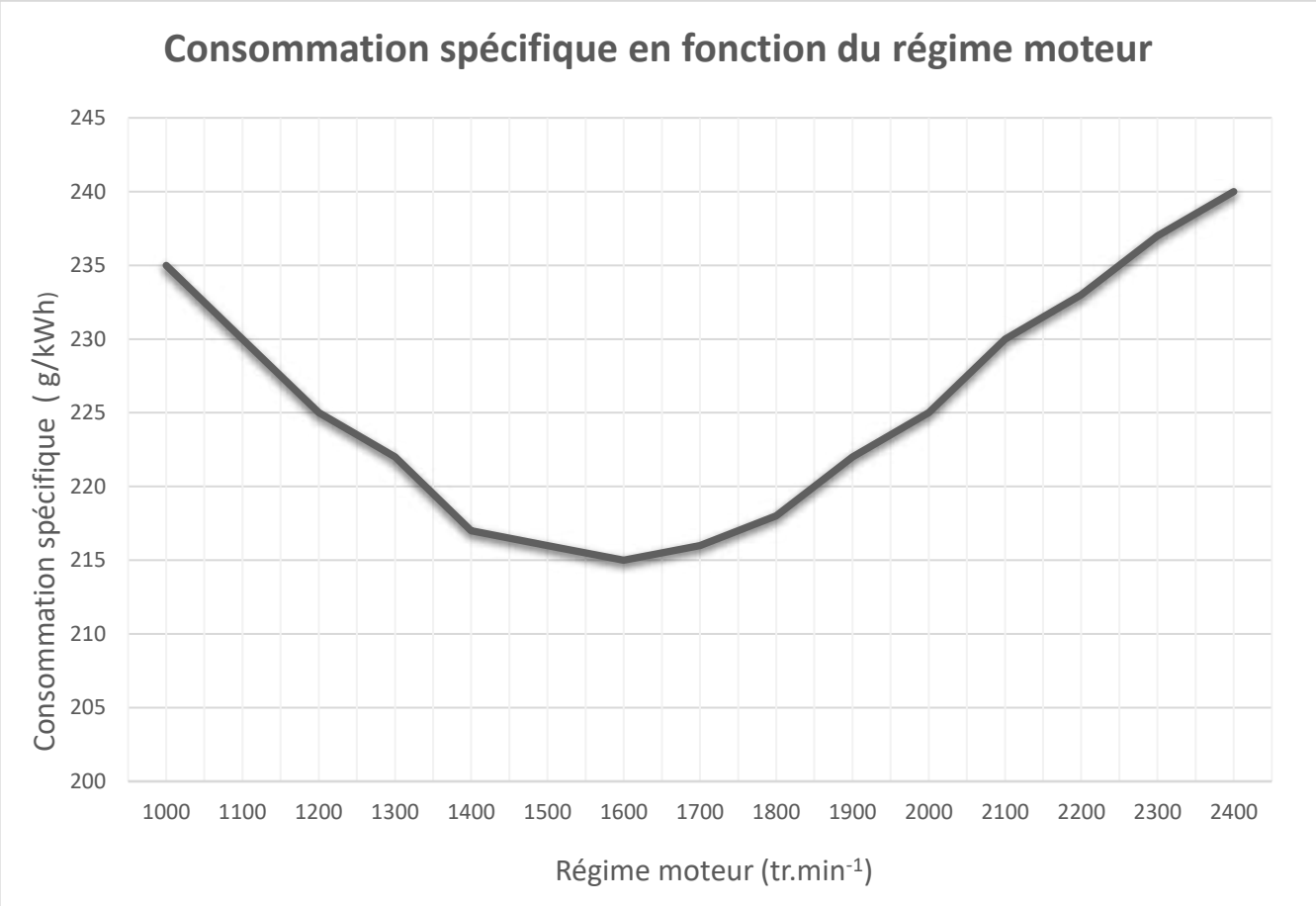
Courbes caractéristiques du moteur de l'automoteur





<u>DOCUMENT 3</u> (suite et fin)

Courbes caractéristiques du moteur de l'automoteur



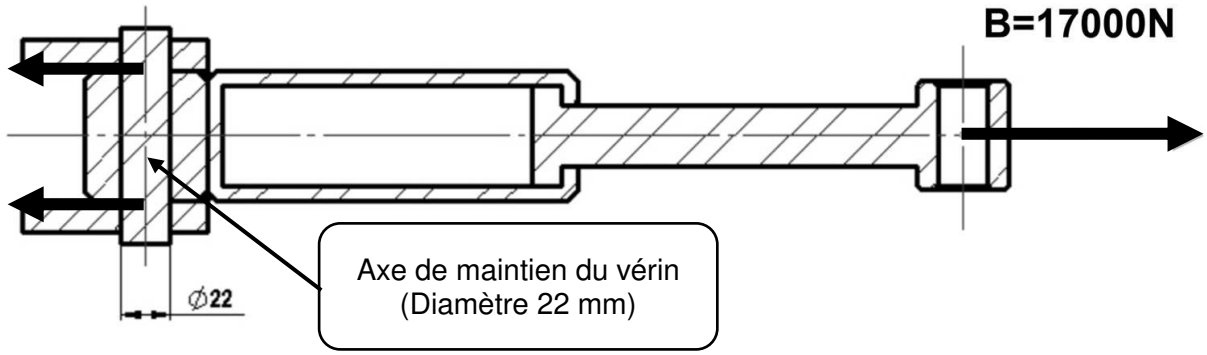
Courbes caractéristiques du moteur

Valeurs mesurées selon la norme ISO 14396

(Source DEUTZ moteur)

DOCUMENT 4

Vue en coupe de l'ensemble vérin et chape de maintien



Contraintes de Traction-Compression :

$$\sigma = \frac{N}{S} = \frac{Re}{k}$$

σ : contrainte en MPa
N : effort de traction ou compression en N
S : surface en mm²
Re : Résistance élastique en MPa
k : coefficient de sécurité

Contraintes de cisaillement :

$$\tau = \frac{T}{S} = \frac{Reg}{k}$$

τ : contrainte en MPa
T : effort tranchant en N
S : surface en mm²
Reg : Résistance élastique au glissement
k : coefficient de sécurité
Re : résistance élastique en MPa

Tableau de résistance des aciers

Si Re < 270 Mpa	Reg = 0,5 x Re Acier doux
Si 500 > Re > 270 Mpa	Reg = 0,7 x Re Acier mi-dur
Si Re > 500 Mpa	Reg = 0,8 x Re Acier dur

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

NOM :

(EN MAJUSCULES)
Prénoms :

Date de naissance :

EXAMEN :

Spécialité ou Option :

EPREUVE :

Centre d'épreuve :

Date :

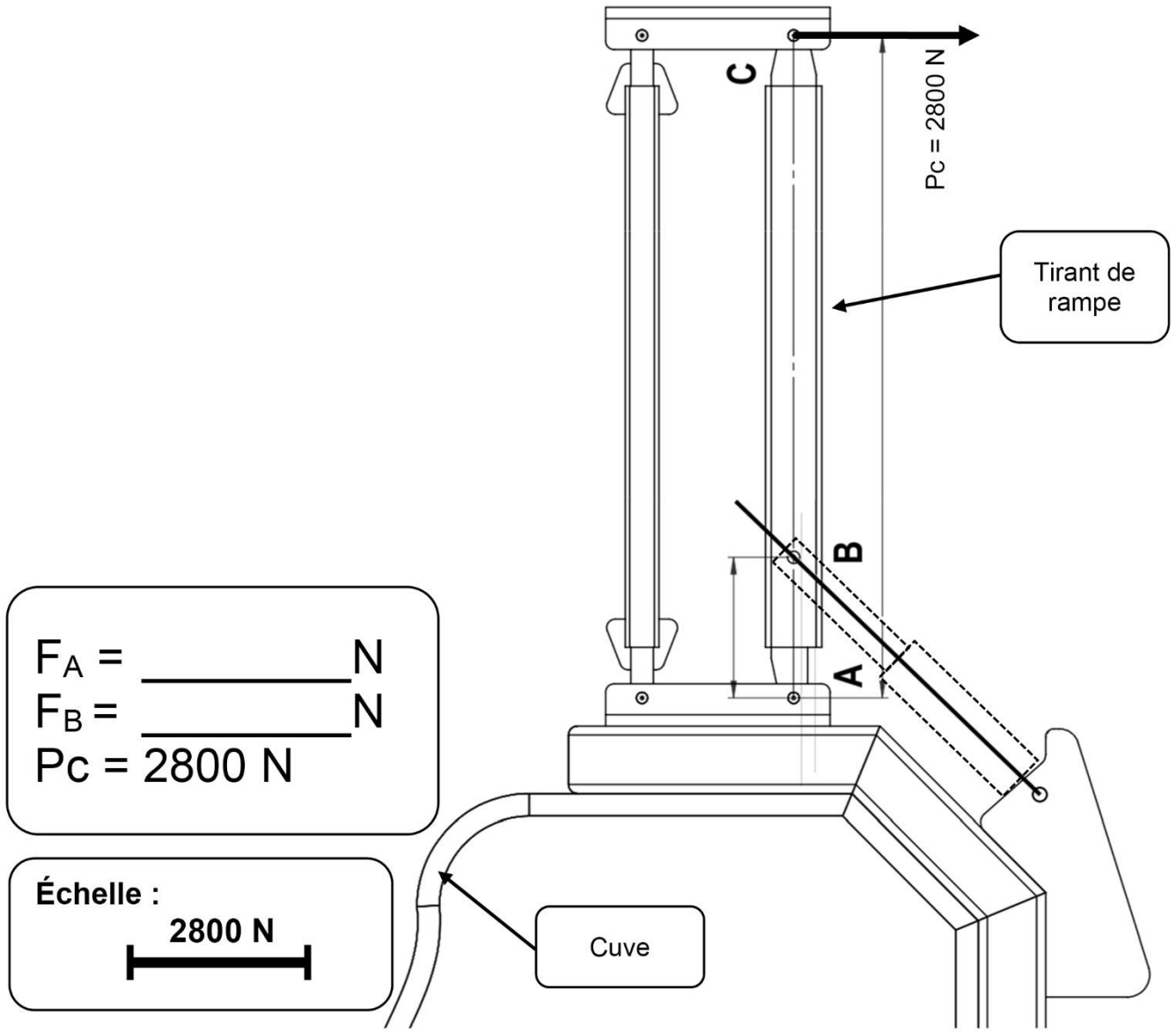
N° ne rien inscrire

N° ne rien inscrire

<u>ANNEXE A</u> ***(à compléter, numéroter et à rendre avec la copie)***

Question 19

Vue de l'ensemble tirant de rampe, cuve et châssis



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.