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 consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du BP Conducteur Engins, veuillez visiter :
bpconducteurdengins.fr/annales-sujets-et-corriges

BREVET PROFESSIONNEL

CONDUCTEUR D'ENGINS : TRAVAUX PUBLICS ET CARRIÈRES

SESSION 2026

ÉPREUVE E4 : ÉTUDE MATHÉMATIQUE ET SCIENTIFIQUE

Coefficient : 2 Durée : 2 heures

Aucun document ou matériel autorisé en dehors de ceux fournis avec le sujet.

Composition de l'épreuve	Support
Exercice 1 : Déplacement d'un engin sur une piste (5 points)	Dossier Questionnement
Exercice 2 : Vérin hydraulique d'un engin (5 points)	Dossier Questionnement
Exercice 3 : Neutralisation d'une eau de carrière (5 points)	Dossier Questionnement
Exercice 4 : Refroidissement de l'huile hydraulique (5 points)	Dossier Questionnement
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES (DT 1)	Fourni avec le sujet
DOCUMENTS RÉPONSES (DR 1) : À RENDRE AVEC LA COPIE	Fin de sujet

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire, « type collège », est autorisé.

Ce sujet comporte 8 pages numérotées de 1/8 à 8/8.
Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

LES DOCUMENTS RÉPONSES SITUÉS EN FIN DE DOSSIER SONT À COMPLÉTER ET À RENDRE OBLIGATOIREMENT AVEC LA COPIE.

DOSSIER SUJET

CONSIGNES GÉNÉRALES DE L'ÉPREUVE : CHANTIERS ET CARRIÈRES DES MONTS, SECTEUR DE SAINT-FLOUR

Les situations proposées portent sur des opérations courantes de travaux publics et de carrières : déplacement d'un engin, utilisation d'un vérin hydraulique, traitement d'une eau acide et refroidissement d'une huile hydraulique.

Le sujet comporte quatre exercices indépendants. Le total est de 20 points. Les réponses doivent être accompagnées des calculs utiles, des unités et d'un résultat clairement présenté. Les résultats numériques seront arrondis à trois chiffres significatifs lorsque cela est nécessaire. Les données utiles sont fournies dans le sujet et dans le document technique DT 1. Le document réponse DR 1 est à rendre avec la copie.

Exercice 1 : Déplacement d'un engin sur une piste (5 points)

Exploiter des mesures de distance et de temps

Un engin se déplace sur une piste rectiligne. La distance parcourue depuis le point de départ est relevée à intervalles réguliers. On note t le temps, en minutes, et d la distance parcourue, en mètres.

On suppose que le mouvement est uniforme entre les relevés. La relation de vitesse est $v = \dfrac{d}{t}$.

Pour convertir une vitesse en mètres par minute en mètres par seconde, on utilisera $1\ \text{min} = 60\ \text{s}$.

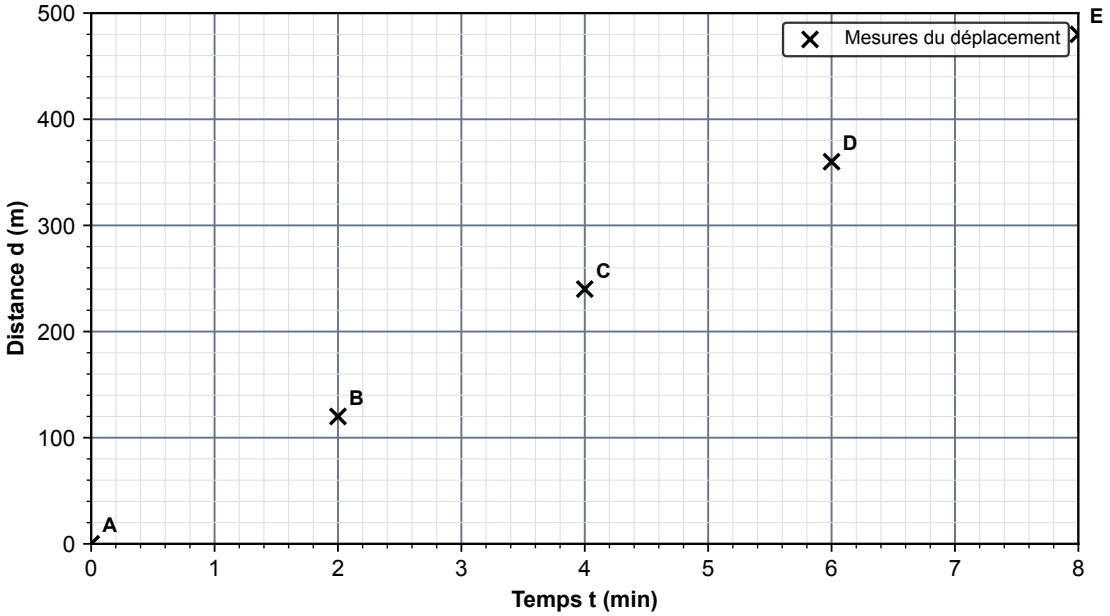
Le graphique du DR 1 est gradué en minutes et en mètres.

Mesures du déplacement

Temps t (min)	0	2	4	6	8
Distance d (m)	0	120	240	360	480

Relevés effectués sur la piste.

Relevés expérimentaux du déplacement



Les points sont les mesures du tableau. Le DR 1 comporte un repère à compléter.

1.1 (1,5 point) Sur le DR 1, placer les points correspondant aux mesures du tableau, puis tracer la représentation graphique de la distance d en fonction du temps t.

1.2 (1,5 point) À partir de deux points de la droite, calculer la vitesse de l'engin en mètres par minute, puis en mètres par seconde. Donner les étapes du calcul.

1.3 (1,5 point) En supposant le mouvement uniforme, calculer la durée nécessaire pour parcourir une distance de 900 m. Exprimer le résultat en minutes.

1.4 (0,5 point) Justifier, à partir du tableau ou du graphique, que le mouvement étudié est uniforme.

Exercice 2 : Vérin hydraulique d'un engin — (5 points)

Pression, force et débit volumique

Un vérin hydraulique équipe un engin de chantier. Le diamètre intérieur du piston est $d = 0{,}12\ \text{m}$. La pression du fluide dans le vérin est $p = 18\ \text{MPa}$. La surface du piston est donnée par $S = \dfrac{\pi d^2}{4}$, avec $\pi = 3{,}14$. La force exercée par le vérin est $F = pS$, avec $1\ \text{MPa} = 10^6\ \text{Pa}$.

Une charge de masse $m = 18\,000\ \text{kg}$ est soulevée verticalement. Son poids est calculé par $P = mg$, avec $g = 9{,}81\ \text{N/kg}$. Le débit de la pompe est $Q = 42\ \text{L/min}$. Pour une sortie du vérin de $0{,}50\ \text{m}$, le volume de fluide nécessaire est $V = S\ell$, où ℓ est la course du piston.

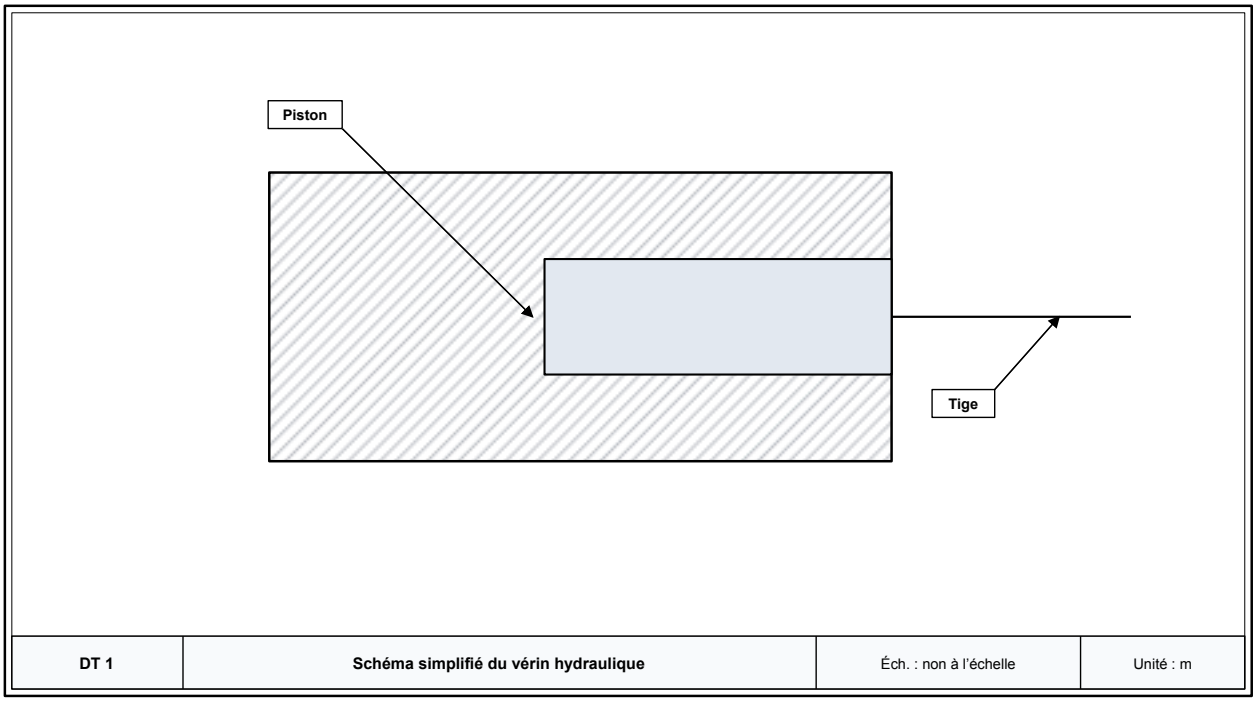


Schéma non à l'échelle. Les dimensions utiles sont indiquées dans l'énoncé.

2.1 (2 points) Calculer la surface S du piston, puis la force F exercée par le vérin. Donner la force en newtons et en kilonewtons.

2.2 (1 point) Calculer le poids de la charge. Comparer ce poids à la force calculée en 2.1 et conclure, dans le modèle proposé, si la force du vérin est supérieure au poids de la charge.

2.3 (2 points) Calculer le volume de fluide nécessaire à la sortie du vérin de 0,50 m, en litres. En déduire la durée de sortie du vérin avec le débit indiqué, en secondes. On rappelle que $1\ \mathrm{m^3} = 1\,000\ \mathrm{L}$ et $1\ \mathrm{min} = 60\ \mathrm{s}$.

Exercice 3 : Neutralisation d'une eau de carrière (5 points)

pH, quantité de matière et réaction chimique

Une cuve contient $1{,}00\ \mathrm{m^3}$ d'eau de carrière dont le pH initial est égal à 3,0. On assimile l'acidité de l'eau à une solution diluée d'ions oxonium. On utilise la relation $\mathrm{pH} = -\log_{10}([\mathrm{H_3O^+}])$, où la concentration est exprimée en $\mathrm{mol/L}$.

On ajoute du carbonate de calcium selon la réaction $\mathrm{CaCO_3 + 2H_3O^+ \rightarrow Ca^{2+} + CO_2 + 3H_2O}$. On suppose que la réaction est complète, qu'il n'y a pas d'autre substance acide dans l'eau et que l'objectif est d'atteindre un pH de 7,0. La masse molaire du carbonate de calcium est $M(\mathrm{CaCO_3}) = 100\ \mathrm{g/mol}$. Le produit commercial utilisé contient 80 % de carbonate de calcium en masse.

Données pour le traitement de l'eau

Grandeur	Valeur
Volume d'eau	1,00 m³
pH initial	3,0
pH visé	7,0
Masse molaire de $CaCO_3$	100 g/mol
Fraction massique de $CaCO_3$ dans le produit	0,80

Valeurs à utiliser dans les calculs.

3.1 (1,5 point) Calculer la concentration initiale en ions $\mathrm{H_3O^+}$, en $\mathrm{mol/L}$, à partir du pH mesuré.

3.2 (1 point) Convertir le volume d'eau en litres, puis calculer la quantité de matière initiale d'ions $\mathrm{H_3O^+}$, en moles.

3.3 (1 point) À partir de l'équation de réaction fournie, indiquer la quantité de matière de carbonate de calcium nécessaire pour neutraliser la quantité d'ions $\mathrm{H_3O^+}$ calculée en 3.2.

3.4 (1,5 point) Calculer la masse de carbonate de calcium pur nécessaire, puis la masse de produit commercial à peser pour tenir compte de sa fraction massique de 0,80.

Exercice 4 : Refroidissement de l'huile hydraulique (5 points)

Fonction exponentielle, dérivée et évolution d'une grandeur physique

Après l'arrêt d'un engin, la température de l'huile hydraulique diminue. La température ambiante est de 20 °C et la température initiale de l'huile est de 80 °C. Pour les temps $t \geq 0$, exprimés en minutes, on modélise la température par la fonction $T(t) = 20 + 60e^{-0{,}08t}$, en degrés Celsius.

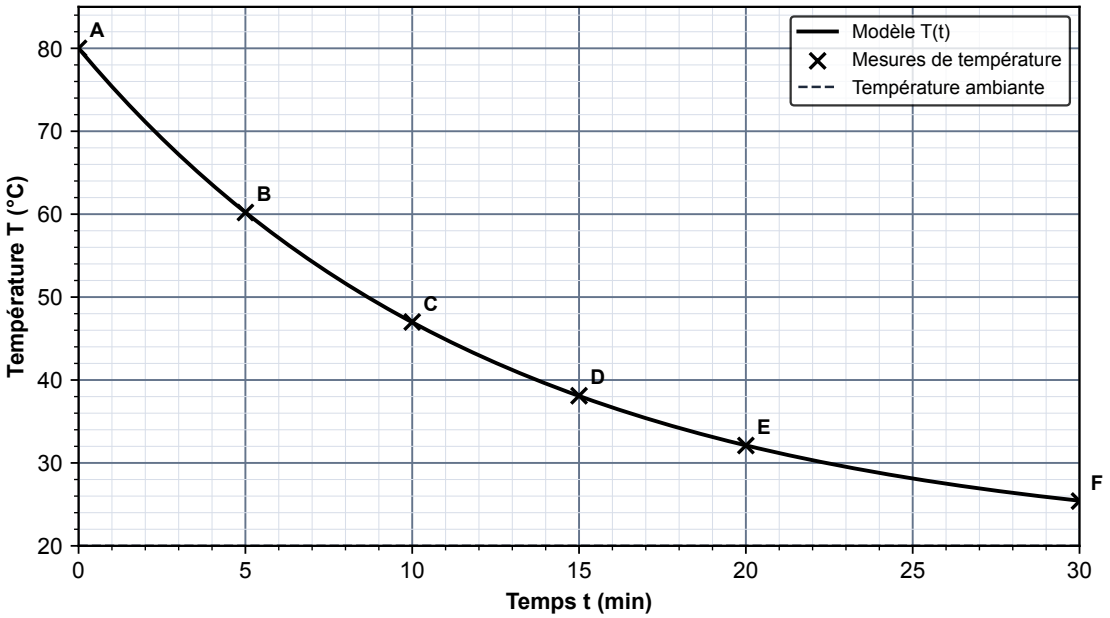
La dérivée de cette fonction permet d'obtenir la vitesse de refroidissement en $^\circ\mathrm{C/min}$. Pour résoudre une équation faisant intervenir une exponentielle, on pourra utiliser le logarithme népérien, avec $\ln(e^x) = x$.

Mesures de température de l'huile

Temps t (min)	0	5	10	15	20	30
Température T (°C)	80,0	60,2	47,0	38,1	32,1	25,4

Mesures relevées après l'arrêt de l'engin.

Évolution de la température de l'huile



Les points représentent les mesures du tableau. La courbe du modèle est indiquée.

Variations de la température modélisée

Temps t (min)	**0**	$+\infty$
Signe de T'(t)	**−**	
Variations de T	**80** ↘	**20**

4.1 (1 point) Calculer la température prévue par le modèle au bout de 10 minutes. Comparer le résultat à la mesure du tableau.

4.2 (1,5 point) Déterminer l'expression de la dérivée $T'(t)$, puis calculer $T'(0)$. Interpréter le signe et l'unité de cette valeur.

4.3 (1 point) À l'aide de la dérivée ou du modèle, compléter la conclusion du tableau de variations : la température est-elle croissante ou décroissante pour $t \geq 0$? Indiquer sa limite lorsque le temps augmente indéfiniment.

4.4 (1,5 point) Déterminer au bout de combien de minutes la température atteint 30 °C. Écrire l'équation utilisée et donner le résultat arrondi à la minute, en utilisant le logarithme népérien.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : DONNÉES ET RELATIONS UTILES

Conversions : $1\ \mathrm{MPa} = 10^6\ \mathrm{Pa}$, $1\ \mathrm{m^3} = 1\,000\ \mathrm{L}$, $1\ \mathrm{min} = 60\ \mathrm{s}$. Masse volumique et constantes utilisées : $g = 9{,}81\ \mathrm{N/kg}$, $\pi = 3{,}14$.

Mécanique et hydraulique : $S = \dfrac{\pi d^2}{4}$, $F = pS$, $P = mg$, $V = S\ell$, $Q = \dfrac{V}{t}$. Dans la dernière relation, les unités de V et Q doivent être cohérentes.

Chimie : $\mathrm{pH} = -\log_{10}([\mathrm{H_3O^+}])$. La quantité de matière est donnée par $n = cV$, avec c en $\mathrm{mol/L}$ et V en L. La masse est calculée par $m = nM$.

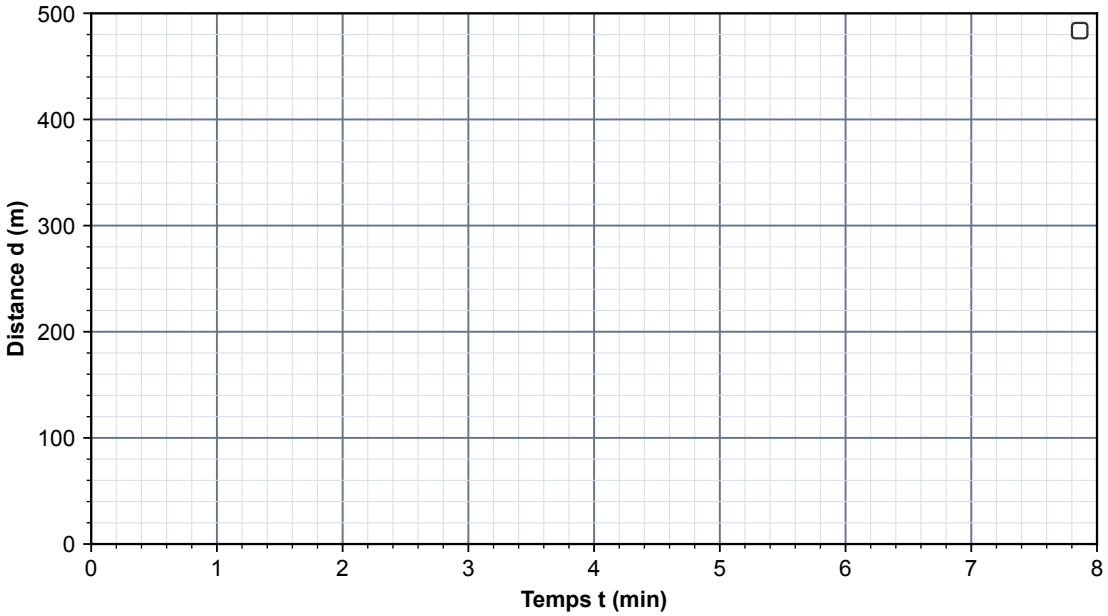
Fonction exponentielle : $\dfrac{d}{dt}(e^{at}) = ae^{at}$. Logarithme népérien : $\ln(e^x) = x$.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : Exercice 1, question 1.1 | **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Reporter les mesures du tableau de l'exercice 1 sur le repère ci-dessous. Tracer ensuite la représentation graphique de la distance en fonction du temps. Indiquer le nom des axes et leurs unités.

Distance parcourue en fonction du temps



Repère à compléter par le candidat.

Cadre réservé aux justifications, calculs complémentaires ou schémas du candidat :

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.