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

BACHELOR UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE

GÉNIE MÉCANIQUE ET PRODUCTIQUE

ÉVALUATION DE LA COMPÉTENCE NATIONALE C1 : SPÉCIFIER LES EXIGENCES TECHNICO-ÉCONOMIQUES INDUSTRIELLES

SESSION 2026

Durée : 2 heures

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
GÉNIE MÉCANIQUE ET PRODUCTIQUE	3,0 INDICATIF

Moyens de calculs et matériel autorisés :

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

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

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Ce sujet comporte 12 pages numérotées de 1/12 à 12/12.

Les documents réponses en fin de sujet sont à rendre avec la copie.

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : MÉCAPRÉCIS INDUSTRIE, ATELIER DE FABRICATION, CLERMONT-FERRAND

Cadre de l'évaluation : dans le référentiel national du BUT Génie mécanique et productique, « Spécifier les exigences technico-économiques industrielles » correspond à la compétence C1. C2 désigne « Déterminer la solution conceptuelle ». Le BUT ne définit pas une épreuve terminale nationale unique, ni un code d'épreuve, une durée ou un coefficient propres à cette évaluation écrite. Les modalités locales sont fixées par l'établissement. Les indications de durée et de coefficient ci-dessus constituent les paramètres de cette évaluation.

Mécaprécis Industrie doit industrialiser un support usiné pour un capteur de position destiné à une ligne d'assemblage. Le client demande une série annuelle de 1 200 pièces, livrées par lots de 100. La pièce doit être réalisable en aluminium, compatible avec un environnement industriel intérieur et identifiable par lot de matière. Le besoin fonctionnel, les données de définition, les procédés envisagés et les données économiques figurent dans les documents DT 1 à DT 3.

Le travail demandé consiste à formaliser des exigences vérifiables, à exploiter les données technico-économiques, à proposer une préparation de fabrication et à identifier les mesures de prévention adaptées. Toute hypothèse nécessaire doit être explicitée. Les réponses peuvent être portées sur les documents réponse DR 1 et DR 2.

Partie 1 : Analyse fonctionnelle et exigences (5 points)

Analyse du besoin, formulation et vérifiabilité des exigences

À partir du besoin client et des documents DT 1 et DT 2, distinguer les fonctions attendues des contraintes de réalisation. Une exigence doit être formulée de manière vérifiable et reliée, lorsque cela est possible, à un critère et à un niveau mesurable.

Données du besoin client

Élément	Donnée
Fonction principale	Positionner et maintenir un capteur sur un bâti de ligne d'assemblage
Effort de service maximal	400 N, appliqué suivant l'axe du capteur
Environnement	Atelier intérieur, température de 10 °C à 40 °C, sans contact alimentaire
Quantité prévisionnelle	1 200 pièces par an, livrées par lots de 100
Exigence dimensionnelle critique	Entraxe des deux alésages : 80,00 mm ± 0,10 mm
Traçabilité	Identification du lot de matière conservée jusqu'à l'expédition

Données d'entrée communiquées par le client et reprises dans DT 1.

1.1 (1,5 point) Formuler la fonction principale du support et citer deux contraintes d'environnement ou d'exploitation. Pour chaque contrainte, préciser une conséquence possible sur la spécification du produit.

1.2 (2 points) Rédiger trois exigences techniques vérifiables pour le support : une exigence dimensionnelle, une exigence relative à l'effort de service et une exigence de traçabilité. Pour chacune, indiquer le critère de vérification adapté et la donnée de référence utilisée. Ne pas inventer de valeur de déformation admissible ou de tolérance absente du dossier.

1.3 (1,5 point) Compléter le DR 2 en classant les éléments proposés comme fonction, exigence technique ou contrainte. Signaler toute donnée qui devrait être confirmée avec le client avant de figer le cahier des charges.

Partie 2 : Étude technologique et technico-économique (6 points)

Choix du matériau, calculs de débit, usinage et comparaison des solutions

Utiliser les données numériques des DT 1 à DT 3. Pour les calculs, présenter les formules, les substitutions numériques, les unités et les résultats arrondis de façon adaptée. Pour le calcul du coût matière de la solution A, tenir compte du taux de pièces rebutées indiqué.

Données de calcul à mobiliser

Paramètre	Valeur
Ébauche brute solution A	130 × 65 × 22 mm
Masse volumique de l'aluminium	2,70 kg/dm³
Prix matière solution A	6,80 €/kg
Taux de rebut solution A	3 %
Diamètre de la fraise	12 mm
Vitesse de coupe recommandée	180 m/min
Avance par dent et nombre de dents	fz = 0,05 mm/dent ; z = 3

Les données détaillées et les conventions de calcul sont précisées dans DT 2 et DT 3.

2.1 (2 points) Pour la solution A, calculer le volume et la masse d'une ébauche brute. Calculer son coût matière brut, puis le coût matière imputé à une pièce conforme en tenant compte d'un taux de rebut de 3 %. Utiliser les relations $V = L \times l \times e$, $m = \rho V$ et $C_{matière,conforme} = C_{matière,brut}/(1 - r)$, où r est le taux de rebut. Convertir les unités avant le calcul de la masse.

2.2 (2 points) Pour l'opération de fraisage avec la fraise de diamètre 12 mm, calculer la fréquence de rotation $n = 1000V_c/(\pi D)$, puis la vitesse d'avance $V_f = f_z z n$. L'opération comprend deux passes de longueur programmée 180 mm chacune. Calculer le temps de coupe correspondant, en minutes, avec $t = 2L/V_f$. Donner les unités utilisées et arrondir les résultats à trois chiffres significatifs.

2.3 (2 points) À partir du tableau économique du DT 3, calculer le coût complet estimé par pièce conforme pour les solutions A et B, puis leur écart. Retenir une solution au regard de la quantité annuelle de 1 200 pièces et justifier le choix par le coût calculé et par au moins un critère industriel non financier. Les coûts de rebut éventuellement inclus dans le tableau ne doivent pas être ajoutés une seconde fois.

Partie 3 : Préparation de fabrication et contrôle (5 points)

Séquence opératoire, moyens de production et plan de contrôle

En vous appuyant sur la définition de la pièce du DT 1 et les moyens disponibles indiqués au DT 3, établir une proposition de préparation de fabrication cohérente. Les contrôles doivent vérifier des exigences effectivement spécifiées dans le dossier.

Moyens disponibles dans l'atelier

Moyen	Capacité ou usage	Limite connue
Scie à ruban	Débit de barres aluminium	Longueur de coupe maximale : 1 500 mm
Centre d'usinage 3 axes	Fraisage et perçage	Course utile : 500 × 300 × 250 mm
Étau avec mors doux	Maintien des ébauches	Mors à adapter pour limiter le marquage
Pied à coulisse	Contrôle dimensionnel courant	Résolution : 0,02 mm
Machine de mesure tridimensionnelle	Contrôle de position et d'entraxe	Disponible sur demande au laboratoire métrologie

Extrait des moyens déclarés disponibles par Mécaprécis Industrie.

3.1 (2 points) Compléter le DR 1 par une séquence opératoire ordonnée, depuis la réception de la matière jusqu'au conditionnement. Indiquer au moins quatre opérations, leur moyen principal et une précaution de mise en œuvre pour chacune. La proposition doit permettre de réaliser les deux alésages et de préserver les surfaces fonctionnelles.

3.2 (2 points) Compléter le tableau de contrôle du DR 1 pour l'entraxe 80,00 mm ± 0,10 mm, le diamètre nominal des alésages et la traçabilité matière. Pour chaque caractéristique, préciser le moyen ou la méthode de contrôle et le moment pertinent du contrôle. Le DT 1 ne fixe pas de tolérance de diamètre : indiquer cette limite documentaire et proposer l'action à mener avant le lancement en série.

3.3 (1 point) Indiquer deux jalons à prévoir avant la production série et préciser, pour chacun, la décision ou le résultat attendu. Votre réponse doit prendre en compte la validation de la définition et la validation du procédé.

Partie 4 : Prévention et sécurité au poste (4 points)

Identification des risques et définition de mesures de prévention

Les opérations sont réalisées dans un atelier de mécanique. L'évaluation des risques et le choix des mesures de prévention relèvent de l'employeur, conformément aux principes généraux de prévention du Code du travail. La norme NF EN ISO 12100 fournit une méthode d'appréciation et de réduction des risques liés aux machines. Les données de situation sont précisées dans le DT 3.

Situations de travail à analyser

Situation	Danger ou événement redouté
Débit de la barre	Contact avec l'outil en mouvement ou projection de copeaux
Chargement et bridage de l'ébauche	Pincement ou déplacement de la pièce pendant l'usinage
Évacuation des copeaux	Coupure lors de la manipulation de copeaux métalliques
Nettoyage de la machine	Mise en mouvement intempestive si une intervention est effectuée machine non sécurisée

Extrait de l'observation du poste de débit et d'usinage.

4.1 (2 points) Pour deux situations du tableau, identifier le danger, l'événement dangereux et un dommage possible. Proposer ensuite une mesure de prévention collective ou technique pour chacune, en privilégiant la réduction du risque à la source.

4.2 (2 points) Énoncer quatre consignes opératoires adaptées au débit ou à l'usinage : au moins une sur le bridage, une sur les copeaux, une sur les équipements de protection individuelle et une sur la sécurisation de la machine avant nettoyage ou intervention. Préciser pourquoi le port de gants à proximité d'un outil tournant peut créer un risque d'entraînement.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

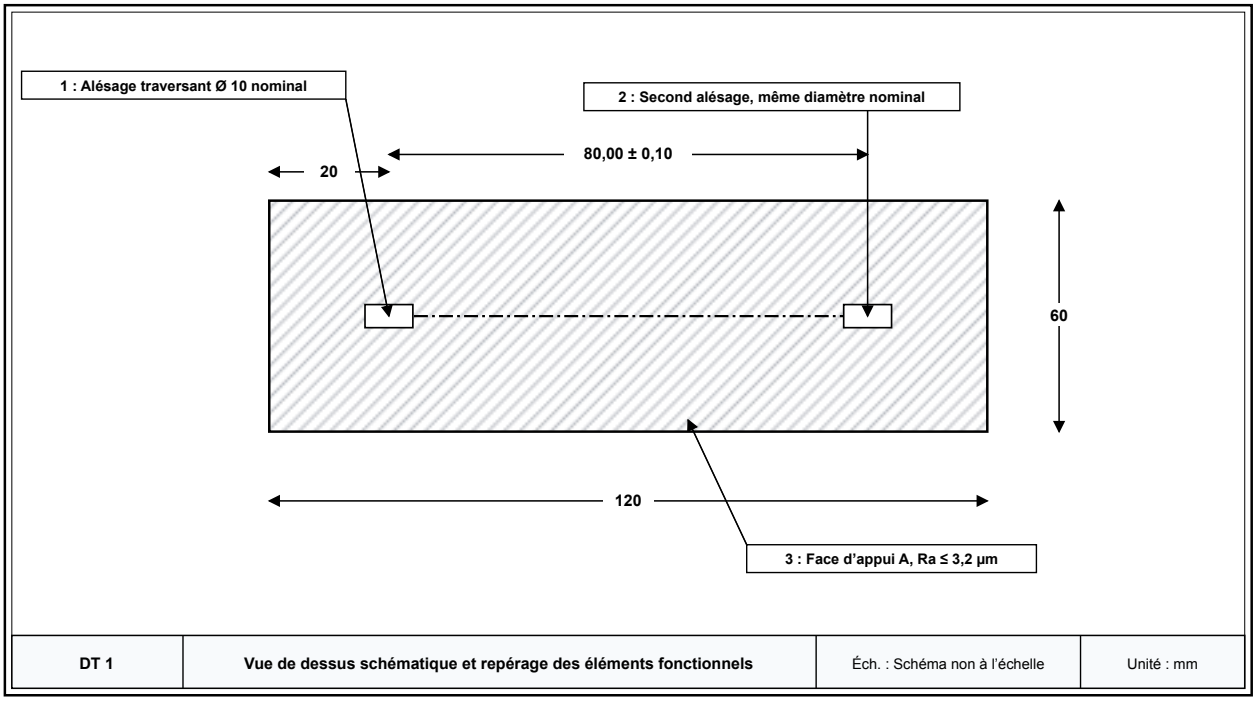
Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : DÉFINITION FONCTIONNELLE ET GÉOMÉTRIQUE DU SUPPORT DE CAPTEUR

Produit : support de capteur de position, pièce monobloc en aluminium, destinée à être fixée sur un bâti de ligne d'assemblage. Le support doit positionner un capteur et résister à un effort de service maximal de 400 N suivant l'axe du capteur. Le dossier client ne fournit ni calcul de déformation admissible, ni durée de vie chiffrée, ni tolérance de diamètre pour les alésages : ces données ne doivent pas être inventées et devront être confirmées avant validation de la définition.

Géométrie nominale : encombrement 120 × 60 × 20 mm. Deux alésages traversants de diamètre nominal 10 mm, disposés sur l'axe longitudinal médian et séparés par un entraxe de 80,00 mm ± 0,10 mm. Le centre du premier alésage est à 20 mm de l'extrémité gauche. La face inférieure est la référence de mise en position A ; la face longitudinale arrière est la référence B. État de surface demandé sur les faces d'appui : Ra ≤ 3,2 µm. Les dimensions sont en millimètres. Les arêtes non fonctionnelles sont ébavurées sans créer de blessure ni modifier les surfaces d'appui.

Exigence documentaire : le plan de définition validé devra porter les tolérances manquantes, les références géométriques nécessaires, les exigences d'état de surface et les modalités de contrôle. Les spécifications géométriques devront être définies selon les principes GPS applicables, notamment les normes ISO 8015 et ISO 1101, dans leur édition en vigueur.



Cotes et repères fonctionnels fournis pour l'analyse. L'épaisseur de la pièce est de 20 mm.

Caractéristiques de définition et critères disponibles

Caractéristique	Valeur ou exigence	Vérification envisageable
Encombrement	120 × 60 × 20 mm	Contrôle dimensionnel selon plan validé
Entraxe des alésages	80,00 mm ± 0,10 mm	Machine de mesure tridimensionnelle ou moyen adapté validé
Diamètre des alésages	Ø 10 mm nominal, tolérance absente	À définir au plan avant choix définitif du moyen de contrôle
Effort de service	400 N suivant l'axe du capteur	Justification de conception et essai à définir avec le client
État de surface des faces d'appui	Ra ≤ 3,2 µm	Rugosimètre ou méthode de contrôle définie au plan
Traçabilité	Lot de matière conservé jusqu'à l'expédition	Enregistrement des lots et rapprochement avec les lots livrés

Les exigences non renseignées doivent faire l'objet d'une clarification client.

DT 2 : MATÉRIAU, MATIÈRES PREMIÈRES ET EXIGENCES DE CONFORMITÉ

Matériau retenu pour l'étude : aluminium EN AW-6082 T6, sous forme de barre ou d'ébauche approvisionnée. Masse volumique pour les calculs : 2,70 kg/dm³. Prix de référence de la barre pour la solution A : 6,80 €/kg. Le fournisseur doit transmettre un document de conformité matière et permettre l'identification du lot livré. La compatibilité finale de l'alliage, de l'état métallurgique et des caractéristiques mécaniques avec l'effort de service doit être validée à partir des données fournisseur et de la justification de conception.

Définition de l'ébauche solution A : 130 × 65 × 22 mm. La pièce finie présente un encombrement nominal de 120 × 60 × 20 mm. Une perte de matière liée au débit et à l'usinage est donc prévue. Le taux de rebut estimé de la solution A est de 3 % ; pour le calcul simplifié du coût matière, le coût d'une ébauche est réparti sur une pièce conforme selon $C_{conforme} = C_{brut}/(1 - r)$.

Références techniques : les tolérances et spécifications géométriques doivent être portées sur un plan de définition maîtrisé, en cohérence avec les principes de cotation GPS. La norme ISO 8015 expose les principes fondamentaux du système GPS ; la norme ISO 1101 traite des tolérances géométriques. Les éditions applicables sont à vérifier lors de la création du dossier contractuel. Aucune conformité réglementaire du produit fini n'est présumée par le seul choix du matériau.

Données matière et règles de spécification

Donnée	Valeur ou règle	Conséquence pour le dossier
Alliage	EN AW-6082 T6	Vérifier l'adéquation à l'effort et aux conditions d'utilisation
Masse volumique	2,70 kg/dm³	Utilisable pour estimer la masse des ébauches
Prix solution A	6,80 €/kg	Base du calcul matière, hors opérations de fabrication
Taux de rebut solution A	3 %	À intégrer au calcul du coût matière par pièce conforme
État de surface d'appui	Ra ≤ 3,2 µm	Prévoir un procédé et un moyen de contrôle adaptés
Tolérance du diamètre des alésages	Non communiquée	Clarification nécessaire avant gel du plan et lancement série

Données communiquées pour l'étude de faisabilité.

DT 3 : PROCÉDÉS ENVISAGÉS, DONNÉES ÉCONOMIQUES ET PRÉVENTION

Solution A : usinage dans la masse. Ébauche brute 130 × 65 × 22 mm. Prix matière : 6,80 €/kg. Taux de rebut estimé : 3 %. Le temps machine total retenu pour le chiffrage comparatif est de 8,0 min par pièce conforme ; il comprend les opérations de fraisage, perçage et les déplacements de positionnement. Ce temps est une donnée de chiffrage, distinct du calcul ponctuel du temps de coupe demandé en question 2.2. Coût d'outillage et consommables : 0,42 €/pièce. Taux horaire machine : 48 €/h. Le coût matière par pièce conforme est à calculer en appliquant le taux de rebut.

Solution B : ébauche proche de la forme finale puis usinage. Prix de l'ébauche : 4,10 €/pièce conforme, rebut déjà intégré. Coût d'usinage : 5,20 €/pièce conforme. Coût d'outillage spécifique amorti sur 1 200 pièces : 1 800 € au total, soit $1800/1200$ par pièce. Ces valeurs incluent les coûts de rebut et ne doivent pas être majorées une seconde fois. Les deux solutions sont comparées sur 1 200 pièces annuelles.

Paramètres de coupe pour l'opération de fraisage étudiée : fraise de diamètre $D = 12$ mm, vitesse de coupe $V_c = 180$ m/min, avance par dent $f_z = 0,05$ mm/dent et nombre de dents $z = 3$. Longueur programmée : 180 mm par passe ; nombre de passes : 2. Les formules à utiliser sont $n = 1000V_c/(\pi D)$, $V_f = f_z z n$ et $t = 2L/V_f$.

Prévention : les opérations de débit et d'usinage exposent notamment aux risques de contact avec un outil en mouvement, de projection, de pincement lors du bridage et de coupure par copeaux. Appliquer les principes généraux de prévention du Code du travail, les consignes de l'entreprise et les instructions des fabricants des équipements. La norme NF EN ISO 12100 constitue une référence méthodologique pour l'appréciation et la réduction des risques liés aux machines. Les protecteurs et dispositifs de sécurité ne doivent pas être neutralisés. Les copeaux sont retirés avec un outil adapté, machine à l'arrêt et dans un état sûr. Les gants ne sont pas portés à proximité d'éléments tournants lorsqu'ils créent un risque d'entraînement ; les règles du poste et l'évaluation des risques s'appliquent.

Comparaison économique des solutions

Poste	Solution A : usinage dans la masse	Solution B : ébauche proche de la forme
Coût matière ou ébauche	À calculer à partir de la masse et du taux de rebut	4,10 €/pièce conforme, rebut inclus
Coût d'usinage	8,0 min à 48 €/h	5,20 €/pièce conforme
Outillage et consommables	0,42 €/pièce	1 800 € d'outillage spécifique amortis sur 1 200 pièces
Quantité de comparaison	1 200 pièces par an	1 200 pièces par an
Rebut	3 %, à prendre en compte pour le coût matière	Déjà intégré aux coûts annoncés

Montants hors taxes par pièce conforme, sauf indication contraire.

Données de prévention à prendre en compte

Opération	Risques à considérer	Mesures attendues dans l'analyse
Débit	Contact avec la lame, projection	Protecteurs en place, usage conforme, pièce maintenue
Usinage	Outil tournant, pièce mal bridée, copeaux projetés	Bridage vérifié, protecteurs fermés, dispositifs non neutralisés
Retrait des copeaux	Coupures et entraînement	Machine arrêtée, outil adapté, absence de contact avec les éléments tournants
Nettoyage et maintenance	Démarrage intempestif ou mouvement résiduel	Machine sécurisée selon la procédure de l'entreprise avant intervention

Éléments de l'observation du poste de fabrication.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : questions 3.1 et 3.2 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter les tableaux avec une proposition ordonnée. Les moyens de contrôle et les précautions doivent être cohérents avec les caractéristiques spécifiées et les ressources indiquées dans le dossier technique. Pour toute exigence manquante, écrire l'action de clarification nécessaire.

Gamme prévisionnelle de fabrication

N°	Opération	Moyen principal	Précaution ou point de vigilance
10	.....	.....	.....
20	.....	.....	.....
30	.....	.....	.....
40	.....	.....	.....
50	.....	.....	.....

À compléter par le candidat.

Plan de contrôle prévisionnel

Caractéristique	Exigence disponible	Moyen ou méthode	Moment ou fréquence	Action si exigence insuffisante
Entraxe des alésages	80,00 mm ± 0,10 mm	.....	.....	.....
Diamètre des alésages	Ø 10 mm nominal, tolérance non fournie	.....	.....	.....
Identification du lot matière	Lot traçable jusqu'à l'expédition	.....	.....	.....
État de surface des faces d'appui	Ra ≤ 3,2 µm	.....	.....	.....

À compléter par le candidat. Les fréquences de contrôle sont à proposer et à justifier.

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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Document réponse à rendre avec la copie : question 1.3 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Classer chaque élément dans la catégorie appropriée. Compléter les cases marquées « ... ». Si une valeur ou une condition manque pour rendre l'élément vérifiable, indiquer la clarification à demander au client.

Matrice de formalisation du besoin

Élément étudié	Fonction	Exigence technique	Contrainte	Critère ou clarification nécessaire
Positionner et maintenir le capteur sur le bâti	.....	.....	.....	.....
Entraxe des alésages : 80,00 mm ± 0,10 mm	.....	.....	.....	.....
Effort de service maximal : 400 N suivant l'axe du capteur	.....	.....	.....	.....
Utilisation en atelier intérieur de 10 °C à 40 °C	.....	.....	.....	.....
Traçabilité du lot de matière jusqu'à l'expédition	.....	.....	.....	.....
Alésages de diamètre nominal 10 mm sans tolérance spécifiée	.....	.....	.....	.....

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.