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

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INDUSTRIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE : ENSEIGNEMENT SPÉCIFIQUE INNOVATION TECHNOLOGIQUE ET ÉCOCONCEPTION

SESSION 2026

ÉPREUVE DE SPÉCIALITÉ : INGÉNIERIE, INNOVATION ET DÉVELOPPEMENT DURABLE (2I2D), PARTIE SPÉCIFIQUE ITEC

Coefficient : 16 Durée : 4 heures

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

Composition de l'épreuve	Support
PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et exigences applicables (5 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 2 : Étude technologique, matériaux et dimensionnement (7 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 3 : Préparation de fabrication et protocole opératoire (5 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 4 : Prévention et sécurité en atelier (3 points)	Dossier Questionnement
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES (DT 1, DT 2, DT 3)	Fourni avec le sujet
DOCUMENTS RÉPONSES (DR 1, DR 2) : 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 13 pages numérotées de 1/13 à 13/13.
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

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : ATELIER MÉCADESIGN, ENTREPRISE DE CONCEPTION ET DE PROTOTYPAGE, 12 RUE DES ATELIERS, 44000 NANTES

L'entreprise MécaDesign étudie la fabrication d'un caisson isotherme réutilisable destiné au transport de repas préparés. Le caisson est installé sur un chariot de livraison et doit pouvoir être manipulé par une personne. Vous intervenez comme technicienne ou technicien en bureau d'études et en préparation d'atelier. Vous devez analyser le besoin, vérifier des choix de conception, préparer la fabrication d'un prototype et proposer des mesures de prévention adaptées.

L'épreuve comporte une analyse commune au programme de 2I2D et des questions mobilisant plus particulièrement l'enseignement spécifique ITEC. Toutes les données nécessaires figurent dans le sujet et dans le dossier technique DT 1 à DT 3. Les réponses aux questions indiquées sont à reporter sur les documents réponses DR 1 et DR 2 ou sur la copie.

Cahier des charges : dimensions extérieures du caisson assemblé : 600 mm × 400 mm × 350 mm ; épaisseur nominale des panneaux isolants : 40 mm ; charge utile maximale : 20 kg ; résistance thermique nominale minimale d'une paroi plane : 1,50 m²·K/W ; masse du caisson équipé : au plus 8,0 kg ; surface nette de revêtement extérieur à débiter : 1,10 m². Le caisson doit être démontable et réparable, et les matériaux en contact avec les aliments doivent disposer des justificatifs de conformité appropriés.

Les références réglementaires et normatives citées dans le dossier servent à orienter l'analyse. Aucune certification du prototype ne peut être déduite du seul traitement des questions de l'épreuve.

PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et exigences applicables (5 points)

Analyser le besoin, les fonctions et les contraintes de conception

À partir du cahier des charges et du document DT 1, caractérisez le service rendu par le caisson et vérifiez la cohérence des principales exigences. Le système étudié est le caisson complet, couvercle fermé et accessoires de fermeture montés.

Exigences principales du cahier des charges

Exigence	Valeur ou condition	Vérification attendue
Dimensions extérieures	600 mm × 400 mm × 350 mm	Contrôle dimensionnel
Charge utile maximale	20 kg	Vérification mécanique
Résistance thermique d'une paroi	Au moins 1,50 m²·K/W	Calcul à partir de l'épaisseur et de la conductivité
Masse du caisson équipé	Au plus 8,0 kg	Pesée du prototype
Réparabilité	Assemblages démontables et pièces remplaçables	Analyse de l'architecture

Données de conception à exploiter

1.1 (2 points) Formulez la fonction principale du caisson en indiquant l'élément transporté, le service attendu et le contexte d'utilisation. Relevez ensuite deux fonctions contraintes associées au cahier des charges.

1.2 (1,5 point) Classez les exigences « maintien thermique », « charge utile de 20 kg », « masse maximale de 8,0 kg » et « démontabilité » en exigences de performance, contraintes dimensionnelles ou exigences de cycle de vie. Justifiez brièvement chaque classement.

1.3 (1,5 point) À partir du DT 3, identifiez les justificatifs à demander pour le matériau de la face intérieure en contact avec les aliments et une mesure de prévention à appliquer lors de l'utilisation de la scie circulaire. Expliquez en une phrase l'utilité de chacun.

PARTIE 2 : Étude technologique, matériaux et dimensionnement (7 points)

Comparer des matériaux et vérifier des performances à partir de données

Le caisson est constitué de panneaux isolants de 40 mm, d'un revêtement extérieur et d'une face intérieure en polypropylène (PP). Le schéma coté et les caractéristiques sont donnés dans les DT 1 et DT 2. Pour les calculs, prendre l'accélération de la pesanteur égale à 9,81 m/s². Les panneaux sont modélisés comme des parois planes homogènes pour le calcul thermique demandé.

Extrait des données matériaux et prix

Matériau	Conductivité thermique λ (W/(m·K))	Contrainte admissible retenue (MPa)	Prix indicatif
Panneau PIR	0,024	Non applicable au calcul simplifié	48,00 € par panneau de 1 200 mm × 1 200 mm × 40 mm
Panneau EPS	0,036	Non applicable au calcul simplifié	32,00 € par panneau de 1 200 mm × 1 200 mm × 40 mm
Profilé aluminium 6060-T6	Non applicable	80	11,50 € par mètre
Revêtement aluminium	Non applicable	Non applicable	38,00 € par m² de stock
Adhésif compatible avec les panneaux	Non applicable	Non applicable	12,00 € par kg
Kit de fermeture et visserie	Non applicable	Non applicable	3,20 € par caisson

Valeurs fournies pour le prototype

2.1 (2 points) À l'aide du DT 2, calculez la résistance thermique d'une paroi de 40 mm en PIR avec la relation $R = e/\lambda$, où e est exprimée en mètres. Comparez le résultat à l'exigence de 1,50 m²·K/W. Calculez également la résistance thermique obtenue avec l'EPS de même épaisseur et concluez sur le choix à retenir au regard de cette seule exigence.

2.2 (2 points) Le fond repose sur quatre appuis identiques en profilé aluminium. Pour le dimensionnement simplifié, la charge de calcul est égale à la charge utile multipliée par un coefficient de sécurité de 2,5. La section résistante d'un appui est de 20 mm × 3 mm et la charge est répartie uniformément entre les quatre appuis. Calculez la charge de calcul totale, l'effort par appui et la contrainte moyenne $\sigma = F/S$. Comparez cette contrainte à la valeur admissible fournie au DT 2. La masse propre des pièces est négligée dans ce modèle simplifié.

2.3 (1,5 point) À partir de la nomenclature du DT 2 et des dimensions du DT 1, complétez dans le DR 2 la feuille de débit des six panneaux isolants. Calculez leur surface totale nette en m². Le stock disponible est un panneau de 1 200 mm × 1 200 mm ; le DT 2 confirme que le plan de nesting fourni permet d'y disposer les six pièces. Calculez le taux de chute surfacique selon $\text{taux de chute} = (S_{stock} - S_{net})/S_{stock} \times 100$.

2.4 (1,5 point) Calculez le coût matière indicatif d'un caisson en retenant un panneau PIR, 1,20 m² de revêtement aluminium acheté, 0,18 kg d'adhésif et un kit de fermeture. Calculez aussi le taux de chute du revêtement, sachant que sa surface nette est de 1,10 m² et que la surface achetée est de 1,20 m². Présentez les opérations et arrondissez le coût total au centime.

PARTIE 3 : Préparation de fabrication et protocole opératoire (5 points)

Préparer le débit, le collage et l'usinage du prototype

La fabrication est réalisée dans l'atelier de MécaDesign à partir du plan de débit du DT 2. Les panneaux sont découpés à la scie circulaire sur table. Les opérations de finition du profilé de fermeture sont réalisées sur une fraiseuse équipée d'un outil deux dents de diamètre 10 mm. Les valeurs d'usinage et les données de dosage figurent au DT 2.

Données de préparation de fabrication

Opération ou donnée	Valeur
Vitesse de rotation de la fraiseuse	6 000 tr/min
Diamètre de l'outil	10 mm
Nombre de dents	2
Avance de la table	1 200 mm/min
Dose d'adhésif	120 g/m² de surface collée
Surface totale à coller	1,50 m²

Paramètres imposés pour le prototype

3.1 (2 points) Complétez dans le DR 2 la nomenclature de fabrication : indiquez la désignation, la matière ou le matériau, la quantité et la principale opération de mise en forme pour les panneaux isolants, le revêtement extérieur, le profilé des quatre appuis et la face intérieure en PP. Utilisez les données des DT 1 et DT 2.

3.2 (1,5 point) Calculez la masse d'adhésif nécessaire pour la surface collée donnée. Indiquez si un conditionnement de 250 g suffit et justifiez par un calcul. La masse calculée correspond à la masse à appliquer, sans marge de pertes.

3.3 (1,5 point) Calculez la vitesse de coupe de la fraiseuse en m/min avec $V_c = \pi D n / 1000$, où D est en millimètres et n en tr/min. Calculez ensuite l'avance par dent avec $f_z = V_f / (n z)$, où V_f est l'avance en mm/min et z le nombre de dents. Comparez la vitesse de coupe calculée à la plage conseillée de 150 à 220 m/min donnée au DT 2.

PARTIE 4 : Prévention et sécurité en atelier (3 points)

Repérer les risques et proposer des mesures de prévention

Avant le lancement du prototype, l'équipe prépare le poste de débit et le poste de collage. Les risques identifiés dans le DT 3 doivent être traités selon les principes de prévention : supprimer ou réduire le risque à la source, protéger collectivement, organiser le travail puis compléter par les équipements de protection individuelle adaptés.

Situations de travail à analyser

Situation	Danger ou exposition
Découpe à la scie circulaire	Contact avec la lame, projection de copeaux, bruit et poussières
Fraisage du profilé	Projection de copeaux et entraînement au voisinage de l'outil en rotation
Application de l'adhésif	Contact cutané ou inhalation de vapeurs selon la fiche de données de sécurité
Manutention du caisson	Effort de portage et risque de chute de la charge

Extrait du repérage des risques de l'atelier

4.1 (1,5 point) Pour la découpe à la scie circulaire et le fraisage, proposez une mesure de prévention collective ou liée à l'organisation du poste pour chacun des deux risques. Indiquez également une règle de conduite concernant les vêtements ou les mains à proximité d'un outil en rotation.

4.2 (1,5 point) Pour le collage et la manutention, indiquez une mesure de prévention adaptée à chaque situation. Pour le collage, votre réponse doit faire référence à la consultation de la fiche de données de sécurité. Pour la manutention, proposez une mesure permettant de limiter le risque lors du déplacement du caisson.

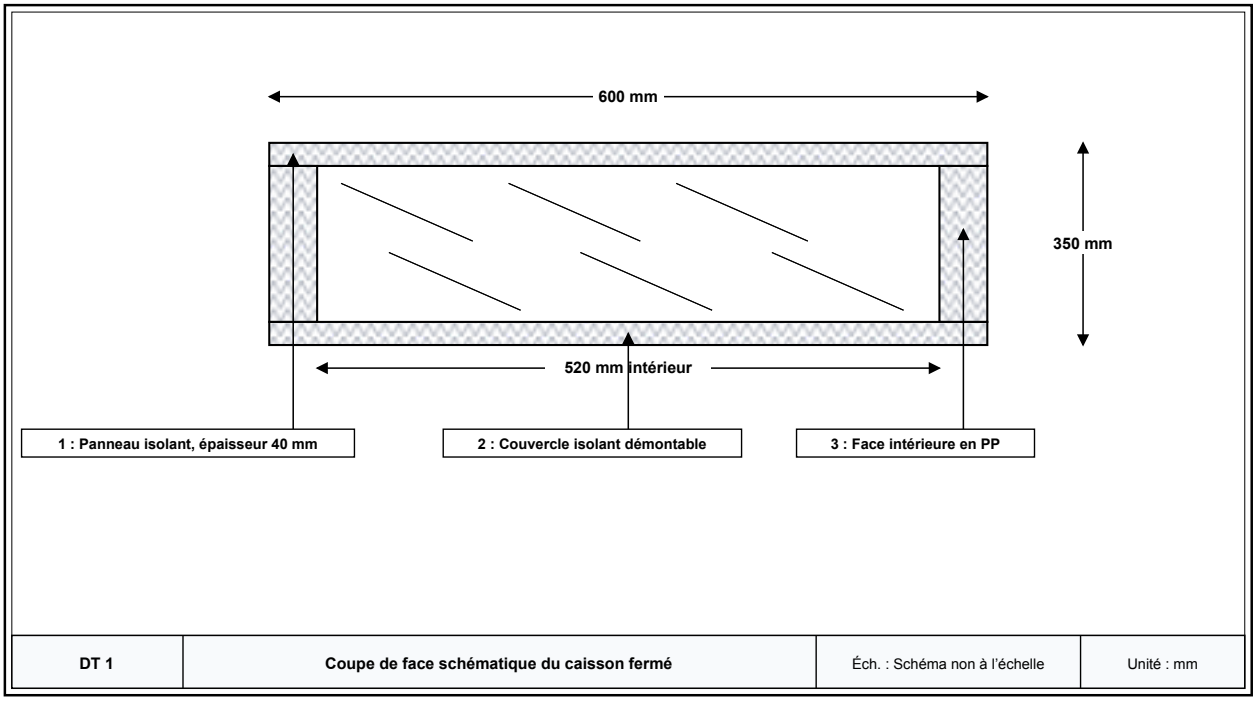
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : ARCHITECTURE DU CAISSON ET COUPE COTÉE

Le caisson est constitué d'un fond, de deux grands côtés, de deux petits côtés et d'un couvercle. Les six panneaux isolants ont une épaisseur nominale de 40 mm. Le fond et le couvercle mesurent chacun 600 mm × 400 mm. Les deux grands côtés mesurent chacun 600 mm × 270 mm. Les deux petits côtés mesurent chacun 320 mm × 270 mm. Une fois assemblés, les côtés reposent sur le fond ; le couvercle ferme le caisson. Les dimensions extérieures nominales sont 600 mm × 400 mm × 350 mm. Le volume intérieur utile nominal est 520 mm × 320 mm × 270 mm. Les appuis sont quatre profilés de longueur 300 mm. Le plan de nesting des panneaux isolants sur un panneau de stock de 1 200 mm × 1 200 mm a été vérifié en atelier.

La coupe schématique ci-dessous représente une vue de face. Les traits obliques dans les zones de panneaux symbolisent les hachures de matière ; le schéma n'est pas un plan de fabrication à l'échelle.



Dimensions nominales extérieures et repérage des composants. Schéma non destiné au contrôle à l'échelle.

Nomenclature dimensionnelle des panneaux

Repère	Désignation	Quantité	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Épaisseur (mm)
P1	Fond	1	600	400	40
P2	Couvercle	1	600	400	40
P3	Grand côté	2	600	270	40
P4	Petit côté	2	320	270	40

Dimensions unitaires de débit avant prise en compte du trait de coupe

DT 2 : CARACTÉRISTIQUES MATÉRIAUX, CALCULS ET DONNÉES DE FABRICATION

Les valeurs ci-dessous sont les données retenues pour l'étude de conception du prototype. Pour une paroi homogène, utiliser $R = e/\lambda$, avec e en mètres et λ en W/(m·K). La résistance calculée est nominale : les ponts thermiques, les joints et les échanges superficiels ne sont pas pris en compte.

Pour le calcul mécanique simplifié, la charge utile de 20 kg est multipliée par 2,5. L'effort est réparti également entre quatre appuis. La section résistante de chaque appui est de 20 mm × 3 mm. La contrainte moyenne vaut $\sigma = F/S$ et la contrainte admissible retenue pour le profilé est de 80 MPa.

Le plan de nesting validé par l'atelier permet de débiter les six panneaux isolants dans un panneau PIR de 1 200 mm × 1 200 mm. La surface nette du revêtement extérieur nécessaire est de 1,10 m². Le stock de revêtement est acheté par surface de 1,20 m². La surface totale des zones recevant l'adhésif est de 1,50 m².

Pour la fraiseuse, utiliser $V_c = \pi D n / 1000$, avec D en mm et n en tr/min, et $f_z = V_f / (n z)$. La plage recommandée de vitesse de coupe pour l'outil et la matière considérés est de 150 à 220 m/min.

Fiche de données techniques et de fabrication

Paramètre	Donnée
Panneau PIR	λ = 0,024 W/(m·K) ; épaisseur 40 mm ; 48,00 € par panneau de 1 200 mm × 1 200 mm
Panneau EPS	λ = 0,036 W/(m·K) ; épaisseur 40 mm ; 32,00 € par panneau de 1 200 mm × 1 200 mm
Profilé des appuis	Aluminium 6060-T6 ; section résistante 20 mm × 3 mm ; contrainte admissible 80 MPa ; longueur par appui 300 mm
Revêtement extérieur	Surface nette 1,10 m² ; surface achetée 1,20 m² ; prix 38,00 €/m²
Adhésif	Surface à coller 1,50 m² ; dosage 120 g/m² ; prix 12,00 €/kg ; conditionnement disponible 250 g
Fermetures et visserie	Un kit par caisson ; prix 3,20 €
Fraiseuse	D = 10 mm ; n = 6 000 tr/min ; z = 2 dents ; V_f = 1 200 mm/min
Nesting des panneaux	Un panneau PIR de 1 200 mm × 1 200 mm suffit pour les six pièces ; surface stock = 1,44 m²

Valeurs à utiliser pour les calculs du sujet

Masse et cycle de vie : données de comparaison

Élément	PIR	EPS
Masse volumique indicative	32 kg/m³	20 kg/m³
Réparabilité du caisson	Panneaux maintenus par assemblages démontables	Panneaux maintenus par assemblages démontables
Fin de vie	Séparation des matériaux facilitée si les assemblages mécaniques sont conservés	Séparation des matériaux facilitée si les assemblages mécaniques sont conservés

Éléments utiles à l'analyse des choix de conception

DT 3 : RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES, JUSTIFICATIFS ET PRÉVENTION EN ATELIER

Contact alimentaire : le règlement (CE) n° 1935/2004 établit les exigences générales applicables aux matériaux et objets destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires. Le règlement (UE) n° 10/2011 concerne les matériaux et objets en matière plastique destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires. Pour le prototype, le fournisseur de la face intérieure en PP doit fournir les documents de conformité et les conditions d'emploi applicables. L'isolant et les autres composants ne doivent pas être considérés comme aptes au contact alimentaire sur la seule base de leur présence dans le caisson.

Prévention : les articles R. 4323-1 et suivants du Code du travail encadrent l'utilisation des équipements de travail et la mise à disposition des protections nécessaires. Le poste de scie doit conserver ses protecteurs en place et être utilisé avec un dispositif de maintien de la pièce et une aspiration adaptée. Le poste de fraisage doit être utilisé avec les protections prévues et une pièce correctement bridée. Les vêtements flottants, bijoux et cheveux non attachés présentent un risque d'entraînement par les pièces en rotation ; les mains ne doivent pas être placées dans la zone de coupe. Les équipements de protection individuelle sont choisis en fonction de l'évaluation des risques et des instructions de l'atelier.

Collage : avant emploi, consulter la fiche de données de sécurité de l'adhésif pour connaître les risques, les moyens de ventilation, les protections cutanées, les premiers secours et les conditions de stockage. Éviter toute utilisation hors des conditions indiquées par le fournisseur.

Manutention : la charge utile est limitée à 20 kg. Le caisson doit être déplacé par ses poignées, sans obstruer la visibilité ; un chariot adapté est à privilégier pour les déplacements répétés ou sur une distance importante.

Références et mesures à prendre en compte

Domaine	Référence ou donnée	Conséquence pour l'étude
Matériaux au contact des aliments	Règlement (CE) n° 1935/2004	Demander les justificatifs appropriés au fournisseur
Plastiques au contact des aliments	Règlement (UE) n° 10/2011	Vérifier la conformité et les conditions d'emploi du PP intérieur
Équipements de travail	Code du travail, articles R. 4323-1 et suivants	Maintenir les protections, utiliser l'équipement conformément aux consignes
Scie circulaire	Protecteur, maintien de la pièce, aspiration adaptée	Réduire les risques de contact, de projection et d'exposition aux poussières
Adhésif	Fiche de données de sécurité du fournisseur	Choisir ventilation et protections selon les informations de la fiche

Extraits documentaires fournis pour l'analyse de l'épreuve

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : question 1.2 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter le tableau en indiquant la catégorie retenue et une justification courte pour chaque exigence. Reporter une réponse dans chaque case contenant « ... ».

Classement des exigences

Exigence	Catégorie	Justification
Maintien thermique	.....	.....
Charge utile de 20 kg	.....	.....
Masse maximale de 8,0 kg	.....	.....
Démontabilité	.....	.....

À compléter par le candidat

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 : questions 2.3 et 3.1 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter la feuille de débit et la nomenclature de fabrication à partir des DT 1 et DT 2. Les dimensions sont données en millimètres. Inscrire les calculs de surface sur la copie et reporter les résultats dans les cases « ... ».

Feuille de débit des panneaux isolants

Repère	Désignation	Quantité	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Épaisseur (mm)	Surface totale (m^2)
P1	Fond	1	600	400	40	.....
P2	Couvercle	1	600	400	40	.....
P3	Grand côté	2	600	270	40	.....
P4	Petit côté	2	320	270	40	.....
.....	Total net des six panneaux	.....	.....	.....	.....	.....

Quantités et dimensions unitaires à renseigner ou à vérifier par le candidat

Nomenclature de fabrication du caisson

Sous-ensemble ou pièce	Matière ou matériau	Quantité	Opération principale
Panneaux isolants	.....	6	.....
Revêtement extérieur	.....	.....	.....
Appuis	.....	4	.....
Face intérieure	.....	.....	.....

Compléter les désignations manquantes et les opérations principales

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.