



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

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX

SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES

- U4.2 - Sous-épreuve commune aux deux options

SESSION 2017

Durée : 2 heures
Coefficient : 2

Matériel autorisé

Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Circulaire n°99-186, 16/11/1999).

Document à rendre avec la copie :

- Annexe 1..... page 6/9
- Annexe 2..... page 7/9

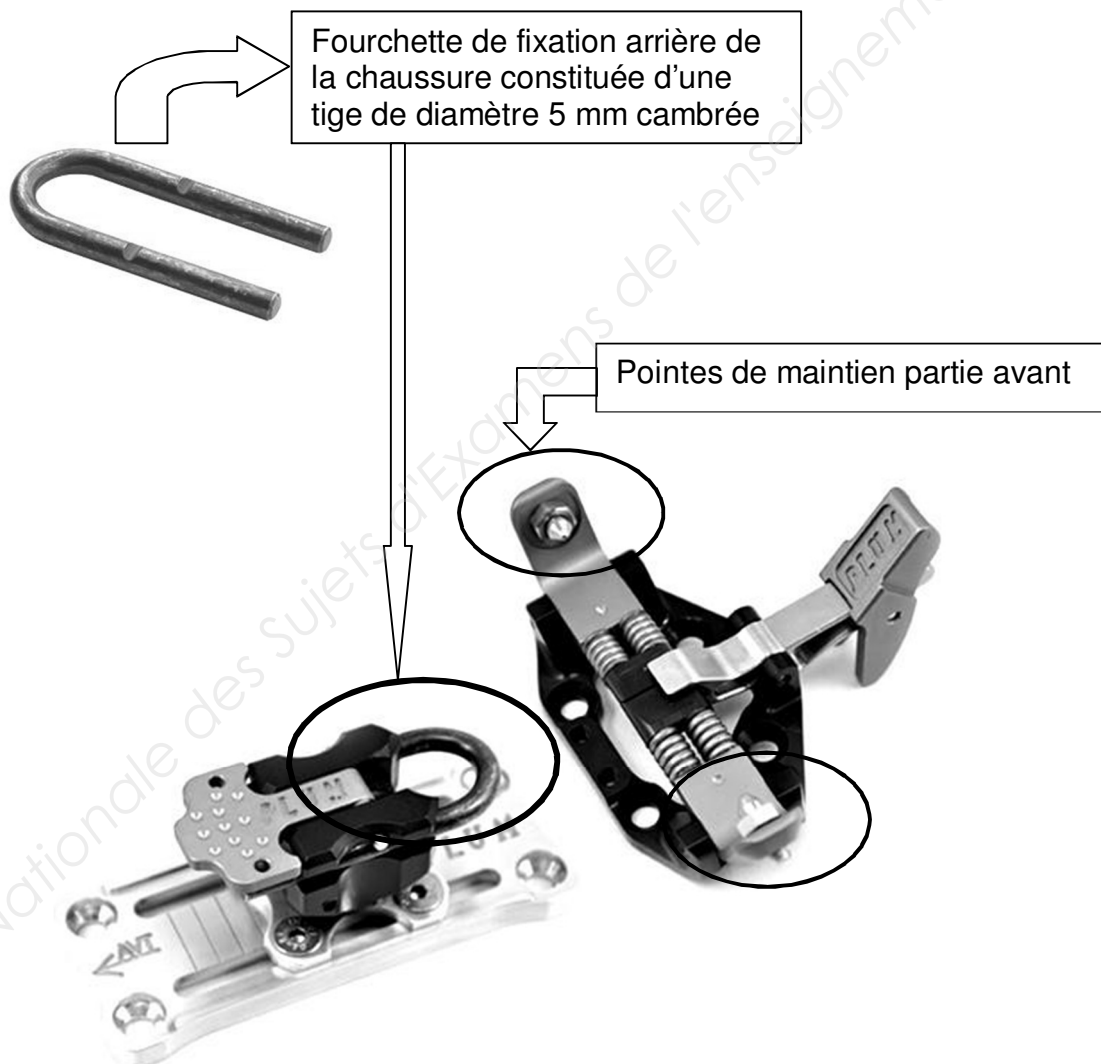
Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 9 pages, numérotées de 1/9 à 9/9.

Présentation de l'étude

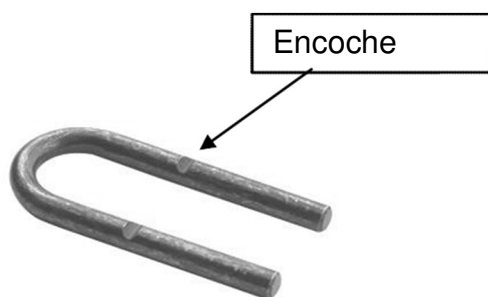
Une société conçoit et réalise des fixations de ski destinées à la pratique du ski-alpinisme en compétition. Cette fixation se compose de deux parties :

- une partie avant sur laquelle sont serties deux **pointes de maintien** de la chaussure permettant la rotation de l'avant de la chaussure en montée ;
- une partie arrière, la talonnière, où est montée la **fourchette arrière** pour le blocage de la chaussure en descente.

L'étude portera sur ces deux pièces les plus sollicitées à l'usure par le frottement de la chaussure à chaque utilisation :



Partie 1 : étude de la fourchette



Extrait du cahier des charges

Matière : 100 Cr 6

Structure : présence de carbures secondaires en globules

Caractéristiques mécaniques finales requises : dureté = 62 ± 1 HRC

Gamme de fabrication simplifiée :

Phases	Opérations
10	Débit par sciage des fils Ø 5mm Longueur 100 mm
20	Traitement thermique : recuit de globulisation
30	Cambrage du lopin (mise en forme à froid)
40	Usinage de l'encoche
50	Traitements thermiques de trempe et revenu
60	Traitements de surfaces

1.1 Désignation matière

1.1.1 D'après sa désignation, donner, en toutes lettres, la nature et la composition chimique moyenne de la nuance d'acier utilisée.

1.2 Étude du recuit de globulisation (phase 20)

1.2.1 Justifier l'utilité de ce recuit.

1.2.2 Tracer son cycle thermique en précisant les paramètres utiles : temps, température et mode de refroidissement.

1.3 Étude du traitement thermique (phase 50)

1.3.1 À partir des deux micrographies de structures après trempe fournies en **annexe 1**, identifier les constituants et justifier leur présence.

1.3.2 Choisir et justifier la température d'austénitisation adéquate.

1.3.3 Tracer sur le diagramme TRC, fourni en **annexe 2**, la loi correspondant à la vitesse critique de trempe martensitique et en donner la définition, ainsi que la dureté visée.

1.3.4 À l'aide des **annexes 2 et 3**, on demande de définir la gamme complète de traitements thermiques permettant de répondre au cahier des charges. Pour cela, dessiner le cycle thermique complet en justifiant les températures choisies, les temps de maintien ainsi que les modes de refroidissement.

1.4 Contrôle des caractéristiques mécaniques finales

1.4.1 Justifier le choix de l'essai HRC.

1.4.2 En décrire le principe à l'aide d'un schéma sur lequel sera précisé la valeur des charges mises en jeu, la forme et la matière du pénétrateur et la mesure h servant à obtenir la valeur de dureté de cet essai.

(Rappel : dureté Rockwell C = $100 - h / 0,002$)

1.5 Étude des traitements de surfaces – cf. annexe 4

Les fourchettes doivent subir un traitement de zingage électrolytique de 25 μm suivi d'une passivation.

Les aciers dont la R_m est supérieure à 1100 MPa sont dits fragilisables par l'hydrogène. On donne les paramètres de traitement de défragilisation après dépôt électrolytique :

R_m en MPa	Traitement de défragilisation
≤ 1100	non obligatoire
$1100 < R_m \leq 1450$	8 h à 190-230 °C
$1450 < R_m \leq 1800$	18 h à 190-230 °C
> 1800	24 h à 190-230 °C

1.5.1 Justifier que l'acier est concerné par la fragilisation liée à l'hydrogène.

1.5.2 Choisir la température et le temps du traitement de défragilisation à appliquer en prenant soin de ne pas altérer les propriétés mécaniques obtenues lors de la trempe et le revenu.

1.5.3 Lister l'ensemble des opérations de la gamme de traitements de surfaces en précisant les précautions à prendre.

Fonctionnement du bain de zingage électrolytique :

- densité de courant cathodique : $J = 2 \text{ A} \cdot \text{dm}^{-2}$

- rendement : $\eta = 0,95$

- paramètres donnés : valence du zinc $n = 2$

masse molaire du zinc $M = 65,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

masse volumique du zinc $\rho = 7,1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

1 Faraday = $96\,500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$

1.5.4 Calculer le temps d'électrolyse en minutes pour déposer les 25 μm de zinc.

Partie 2 : étude des pointes de maintien

Gamme de fabrication simplifiée :

Phases	Opérations
10	Débit
20	Usinage (tour 5 axes)
30	Traitement thermique : trempe superficielle par induction
40	Traitement de surface

Matière : 35NiCr6

2.1 Désignation matière

2.1.1 Préciser le caractère alphagène, gammagène et carburigène des éléments d'addition ainsi que leur influence sur la trempabilité.

2.2 Étude de la trempe superficielle par induction

2.2.1 Donner le but et le principe de ce traitement thermique.

2.3 Étude du traitement de surface

Les traitements de surfaces appliqués sur ces picots sont désignés de la manière suivante :

Cr (XII) + Zn20 (I) / Fe

2.3.1 Décoder la désignation de ces traitements.

2.3.2 Indiquer le but de ces traitements.

Barème

Partie 1							
Questions	1.1	1.2.1	1.2.2	1.3.1	1.3.2	1.3.3	1.3.4
Points	0,5	0,5	1	1,5	1	1	2

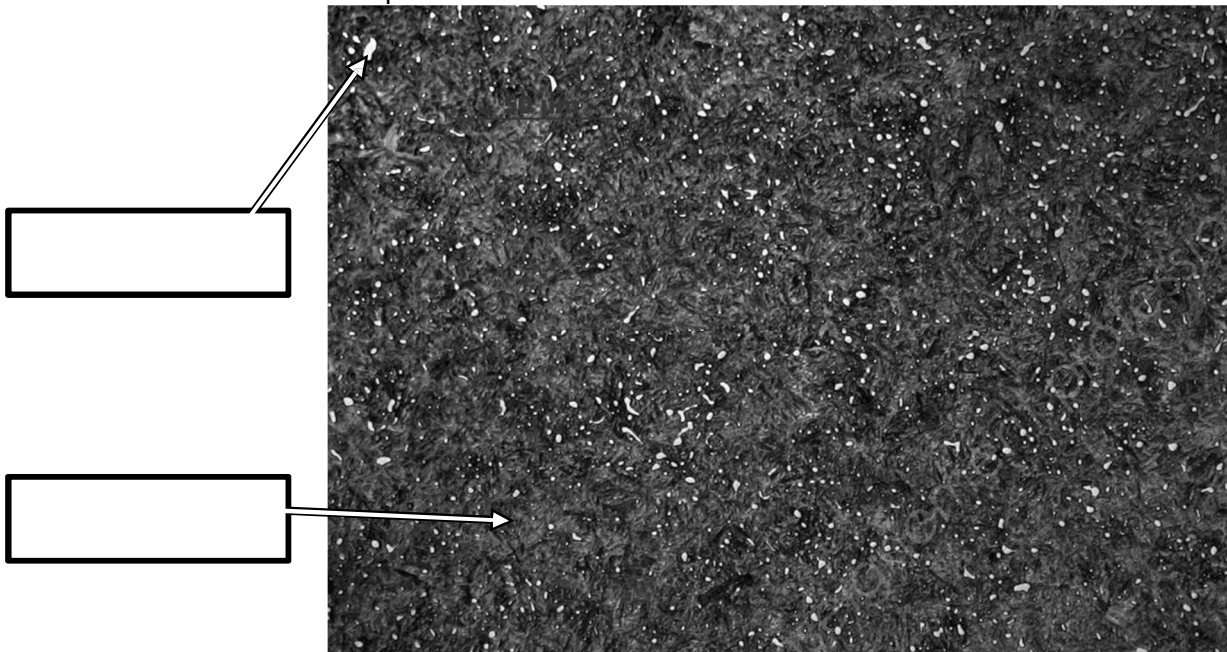
Partie 1 (suite)						
Questions	1.4.1	1.4.2	1.5.1	1.5.2	1.5.3	1.5.4
Points	0,5	1,5	0,5	1	3	2

Partie 2				
Questions	2.1.1	2.2.1	2.3.1	2.3.2
Points	1	1	1	1

Annexe 1 – à rendre avec la copie

Micrographie du 100Cr6

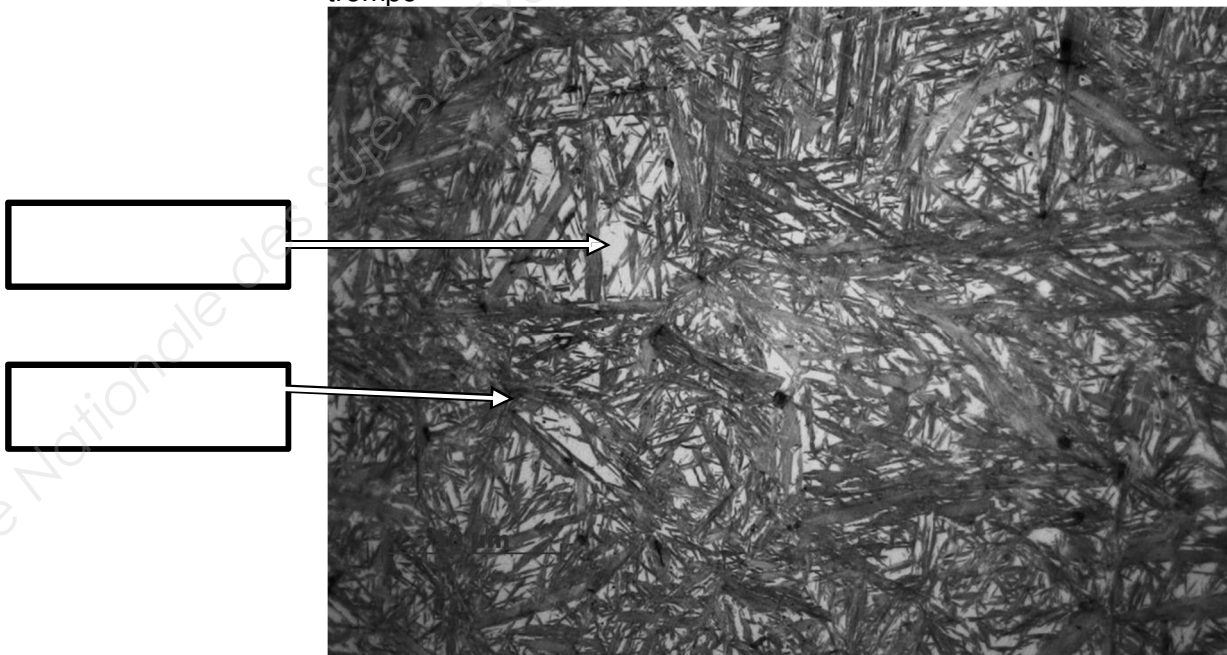
100Cr6 : austénitisé à 850 °C (domaine austénitique + carbures) puis trempé



Nital 4 %

Observations :

100Cr6 : austénitisé à 950 °C (domaine austénitique homogène) puis trempé



Nital 4 %

Observations :

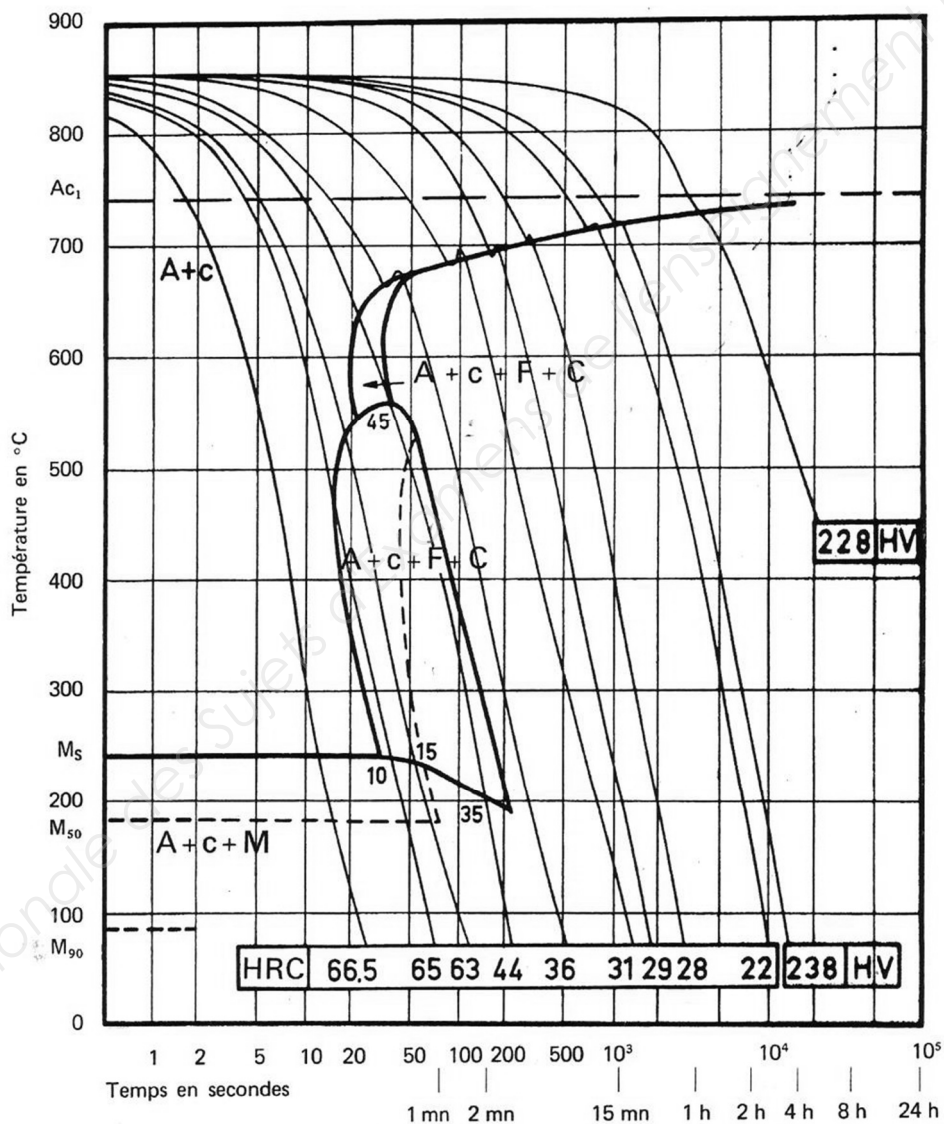
Annexe 2 – à rendre avec la copie

Diagramme TRC du 100Cr6

C %	Mn %	Si %	S %	P %	Ni %	Cr %	Mo %	Cu %	V %	Ti %
1,00	0,30	0,27	0,030	0,013	0,21	1,71	0,04	0,14	0,010	0,02

Austénitisé à 850 °C 30 mn

Grosseur du grain : 7-8



Annexe 3

Extrait de la fiche technique du 100Cr6

N° matière	1.3505						
AFNOR	100 C 6						
Composition chimique	C	Mn	Si	Cr	Mo	P	S
(Valeurs normalisées en %)	0,95	0,20	0,15	1,35	max.	max.	max.
(Selon NFA 35-552 d'avril 1983)	1,10	0,40	0,35	1,60	0,10	0,030	0,025
Propriétés	trempant à l'huile, bonne trempabilité et résistant à l'usure						
Formage à chaud	Forgeage	°C	Refroidissement				
	1050-850		lent par exemple au four				
Traitement thermique	Recuit	°C	Refroidissement		Dureté HB à l'état recuit		
	710-750		Four		max. 217		
	Trempe	°C	Milieu de trempe		Dureté sous pleine trempe		
	825-875		huile		64		
	Revenu	°C HRC	100 64	200 62	300 57	400 53	

Annexe 4

Tableau de correspondance des propriétés mécaniques

HV30	HBS HBW	HRB	HRC	Rm MPa	HV30	HBS HBW	HRB	HRC	Rm MPa	HV30	HRC	Rm MPa
80	76	36	Non Valable dans ce domaine	270	280	266	Non Valable dans ce domaine	27	890	660	58.5	2175
85	81	42		310	285	271		28	910	670	59	2210
90	85	47		320	290	276		28.5	930	680	59.2	2220
95	90	52		340	295	280		29	940	690	59.7	2250
100	95	56		350	300	285		30	960	700	60	2270
105	100	60		370	310	295		31	990	720	61	2350
110	105	62		380	320	304		32	1020	740	62	2425
115	109	65		390	330	314		33	1060	760	62.5	2470
120	114	67		410	340	323		34	1090	780	63	2525
125	119	69		420	350	333		35.5	1120	800	64	2600
130	124	71		440	360	342		36.5	1160	820	64.5	2645
135	128	73		450	370	352		38	1190			
140	133	75		470	380	361		39	1220			
145	138	77		480	390	371		40	1260			
150	143	79		500	400	380		41	1290			
155	147	80		510	410	390		42	1330			
160	152	82		530	420	399		43	1360			
165	156	83		540	430	409		43.5	1400			
170	162	85		550	440	418		44.5	1430			
175	166	86		570	450	428		45	1470			
180	171	87		580	460	437		46	1500			
185	176	88		600	470	447		47	1540			
190	181	90		610	480	456		48	1570			
195	185	91		630	490	466		48.5	1610			
200	190	92		650	500	475		49	1650			
205	195	93		660	510	485		50	1680			
210	199	94		680	520	494		50.5	1720			
215	204	95		690	530	504		51	1760			
220	209	96		710	540	513		52	1790			
225	214	97		720	550	523		52.5	1830			
230	219	98		740	560	532		53	1870			
235	223	99		750	570	542		53.5	1910			
240	228	100	20	770	580	551	Non Valable dans ce domaine	54	1940			
245	233		21	780	590	561		54.5	1980			
250	238		22	800	600	570		55	2020			
255	242		23	820	610	580		56	2060			
260	247		24	830	620	589		56.5	2100			
265	252		25	850	630	599		57	2140			
270	257		26	860	640	608		57.5	2180			
275	261		26.5	880	650	618		58	2220			

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.