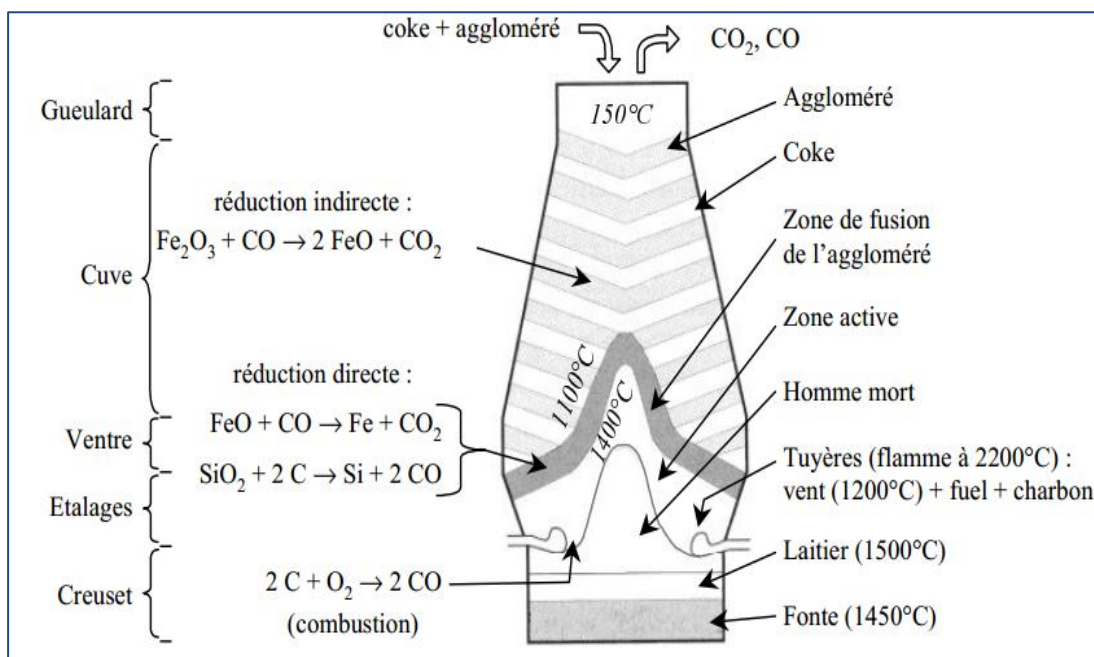


Nom : .....Prénom : .....Classe : .....

**Exercice 1 : Elaboration des Matériaux (5 pts)**

Le haut fourneau est une construction verticale en briques réfractaires d'environ 30 m de hauteur et 5 m de diamètre capable de produire 1000 tonnes de fonte en 24 heures. Ce four est une version chimique du procédé à contre-courant. Des gaz chauds (l'élément réducteur, le CO) ont un mouvement ascendant alors que les matières solides (l'élément à réduire, l'oxyde de fer) puis liquides effectuent un mouvement descendant.



On introduit en haut de cette tour, par le gueulard, de manière alternative le charbon (du coke), le minerai de fer et un fondant de la pierre à chaux. Par des tuyères situées à la base on introduit de l'air préalablement chauffé à 800°C. Certaines installations utilisent de l'oxygène plutôt que de l'air. L'air rencontre le carbone. La majeure partie du gaz carbonique est réduit par le carbone et forme le monoxyde de carbone. L'oxyde de fer est alors réduit. Poursuivant sa descente, le fer fond et absorbe jusqu'à 4 % de carbone pour donner la fonte. Les impuretés du minerai, et principalement la silice, réagissent avec la chaux vive libérée par la pierre à chaux. Il se forme un liquide que l'on appelle le laitier. Les deux liquides se séparent par différence de densité, la fonte plus lourde est surmontée du laitier à densité plus faible comparée à celle de fonte.

1. Discuter l'intérêt pratique de l'étude des phénomènes chimiques, thermiques et métallurgiques associés aux procédés d'élaboration des fontes dans un haut fourneau.

.....  
.....  
.....

2. Décrire brièvement le principe du haut fourneau.

.....  
.....  
.....

3. Expliquer le principe de séparation entre la fonte et le laitier.

.....  
.....  
.....

4. Quel sont, d'après-vous, les principales caractéristiques des fontes. Citer leurs applications industrielles.

.....  
.....  
.....

5. Décrire brièvement la suite de la procédure pour l'élaboration des aciers à partir des fontes sortant de haut fourneau.

.....  
.....  
.....

**Exercice 2 : Désignation des matériaux (6 pts)**

Donner la signification détaillée ou coder les désignations normalisées suivantes :

• Acier faiblement allié avec 0,51% de Carbone, 1% de Chrome et 0,1% de Vanadium :

.....  
.....  
.....

• Acier à outils à 7% de Tungstène (W), 4% de Molybdène, 2% de Vanadium et 5% de Cobalt :

.....  
.....  
.....

• X6 Cr Ni Mo Ti 17-12

.....  
.....  
.....

• Mallechort (alliage de Cuivre) comprenant 10% de Nickel et 27% de Zinc :

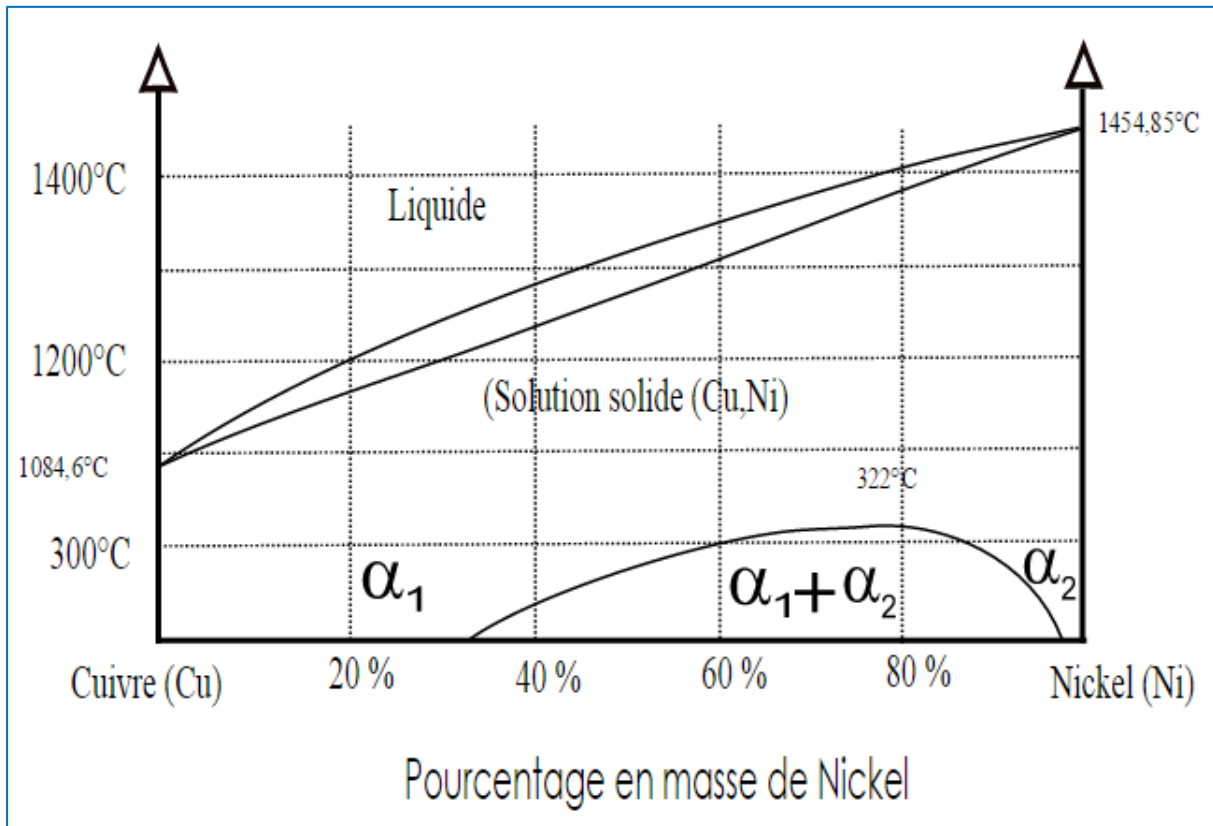
.....  
.....  
.....

• EN-GJL350 : .....

• C45 : .....

**Exercice 3 : Diagramme des phases à l'équilibre des alliages binaires (10 pts)**

On vous donne le diagramme binaire solide – liquide du système Cu -Ni.



1. Donner les températures de fusion de cuivre et de Nickel

Pour un alliage à **40%** ( $C_0=0.4$ ) de **Ni**, on vous demande de :

2. Pour cette composition du mélange, donner et indiquer sur le diagramme l'intervalle de solidification de cet alliage [ $T_1$   $T_0$ ]. (On note :  $T_0$  : La température de début de la solidification et  $T_1$  : La température de la fin de la solidification)

3. Pour la température  $T=1250^\circ\text{C}$ , déterminer, à l'aide de la règle des segments inverses, les fractions des deux phases en coexistence. Déduire la concentration en nickel de chacun d'entre eux.

4. Calculer la variance du mélange pour cette température d'étude. Interpréter le résultat. Conclure.

5. Pour étudier la microstructure du mélange lors du refroidissement, on vous demande de remplir le tableau suivant par schémas explicatifs :

Etat pour $T > T_0$	Microstructure pour $T_1 < T < T_0$
Microstructure pour $T < T_1$	Microstructure à la température ambiante

6. Dédurre du diagramme d'équilibre les marges de concentration en Nickel qui permettent d'avoir à la température ambiante des structures monophasiques. Illustrer également vos réponses sur le diagramme d'équilibre.

.....  
 .....  
 .....

7. Colorier, aux couleurs différentes tout en indexant la légende, sur le diagramme Cu-Ni les lignes de Solidus, Liquidus et Solvus.
8. Discuter l'utilité des diagrammes des phases à l'équilibre dans l'identification des structures associées et de leurs mécanismes de solidification.

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....