

1. Quelle est la plus petite distance centre à centre entre 2 atomes, en fonction de a ? On notera cette distance c . En déduire le rayon atomique du phosphore noir. (1 pt)
2. Calculer la compacité de la structure cubique simple, en détaillant le calcul. (1 pt)
3. Dans la maille cubique simple, il y a un espace vide au centre de la maille élémentaire. Quel est le diamètre maximal d'un atome qui occuperait le site au centre de la maille cubique simple du phosphore noir ? (2 pts)

Plasticité et mécanisme de durcissement (4 pts)

La figure ci-dessous est un cliché microscopique de fer pur. Des matériaux C et D, a) dites lequel sera le plus dur, b) expliquez pourquoi, c) dites quel mécanisme de durcissement est concerné et d) expliquez le principe de celui-ci.

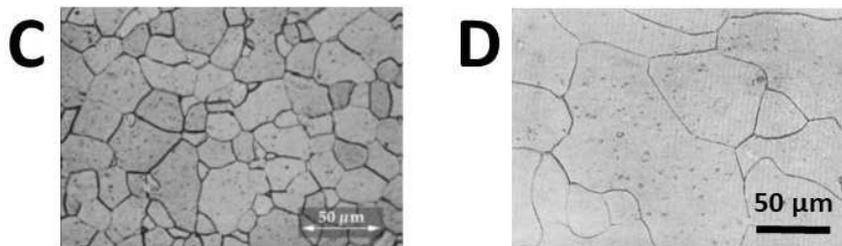


Diagramme de phases (8 pts) :

Les alliages aluminium-cuivre sont très utilisés dans la marine ou le ferroviaire : ils ont une résistance mécanique importante (analogue à des aciers demi-durs) et une bonne résistance à la corrosion. Le diagramme de phase des alliages aluminium-cuivre est présenté ci-dessous :

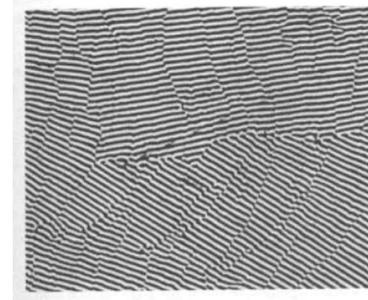
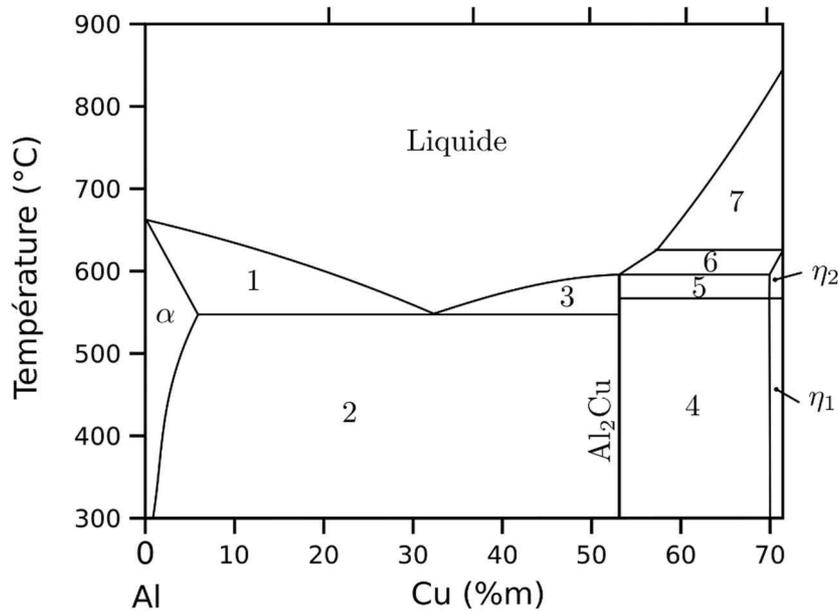


Figure 1 : microstructure eutectique, composée de lamelles de α et de Al₂Cu (d'après Alloy Phase Diagrams, ASM 1992)

Par ailleurs, lorsqu'un alliage aluminium-cuivre est refroidi lentement au niveau du point eutectique, il se forme une microstructure particulière, constituée de lamelles (voir Figure 1). On appellera P le constituant qui correspond à cette microstructure lamellaire.

1. Quelle(s) phase(s) sont des solutions solides, et quelle(s) phase(s) sont des composés définis ? (0,5 pts)

- Solutions solides :
- Composés définis :

2. Quelle(s) phase(s) sont présentes dans les zones suivantes : (1 pt)

- Zone 6:
- Zone 1 :

3. Donnez la solubilité maximale du cuivre dans la phase α (0,5 pts)

4. Indiquez sur le diagramme le point eutectique (E) et les zones hypo- et hyper-eutectiques. (0,5 pts)

Dans toute la suite de l'exercice, on considère 150 g d'un alliage Al-Cu constitué de 50 % de cuivre.

5. Quel est l'intervalle de solidification pour de ce mélange ? (0,5 pts)

6. Quelles sont les phases en présence à 400°C ? Donnez leur composition, ainsi que la proportion des phases dans l'alliage en détaillant votre démarche. (2 pts)
7. Donnez la masse de chacune des phases à 400°C. (0,5 pts)
8. Faites un schéma de la microstructure et donnez les noms des constituants de l'alliage à 400°C. (0,5 pts)
9. Calculez la proportion des constituants présents dans l'alliage à 400°C. Déduisez-en la masse de chacun des constituants. (1 pt)
10. Calculez la masse de Al_2Cu qui est présente dans le constituant eutectique P. (1 pt)