

Nom : ..... Prénom : .....

## Contrôle S1

### Exercice N°1 Questions de cours (8pts) :

1. C'est quoi un matériau solide poly-cristallin? (1pt)
2. Citer quatre types des alliages avec un exemple pour chaque type? (2pts)
3. La croissance d'une couche mince s'effectue en plusieurs étapes. Citer par ordre ces étapes ? (3pts)
4. Citer deux techniques de dépôt physique et deux techniques de dépôt chimique ? (2pts)

### Exercice N°2 (5pts)

Le schéma de principe du dispositif expérimental d'une technique Sol-Gel de dépôt d'une couche mince, est présenté à la figure suivante (Figure 1).

- 1- Comment s'appelle cette technique de dépôt. (1pt)
- 2- Donner la signification des deux mots : Sol et Gel? (2pt)
- 3- Donner le nom des étapes a), b), c) et d) de cette technique. (2pts)

### Exercice N°3 (7pts)

On veut élaborer des couches minces d'oxyde de zinc (ZnO) non-dopées et dopées Aluminium (Al) par la technique Sol-Gel présentée dans l'exercice précédent.

La préparation chimique des solutions est obligatoire pour obtenir les liquides (Sol). On commence par la préparation de la solution pour le ZnO non dopé avec une concentration ( $C_F = 0,6 \text{ mol/L}$ ) et son volume ( $V_F = 15 \text{ ml}$ ), où on doit mettre une masse de l'Acétate de Zinc dihydraté  $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$  comme un précurseur, et de l'Isopropanol ( $CH_3CH(OH)-CH_3$ ) comme un solvant. On place la solution dans un mélangeur magnétique pendant 15 minutes à  $50^\circ C$ . Notez que la solution est blanche, puis on met un volume de Monoéthanolamine ( $NH_2CH_2CH_2OH$ ). La couleur de la solution devient transparente et on entame le processus de mélange pour une durée de 2 heures, on laisse la solution au repos pendant 24 heures à la température ambiante pour plus de stabilité.

On fait suivre les mêmes étapes pour obtenir de ZnO dopé à l'Aluminium où on ajoute un bloc de zinc contenant du Chlorure d'aluminium hexahydraté: comme une source de dopant ( $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ ) afin d'obtenir différents pourcentages de l'Aluminium, 0%, 1%, 2%, et 3%.

- 1- Tracer un algorithme qui représente de façon schématique les étapes de préparation d'une couche mince d'oxyde de zinc (ZnO) non-dopées et dopées Aluminium (Al) par ce procédé? (2pts)
- 2- Compléter le Tableau 2.

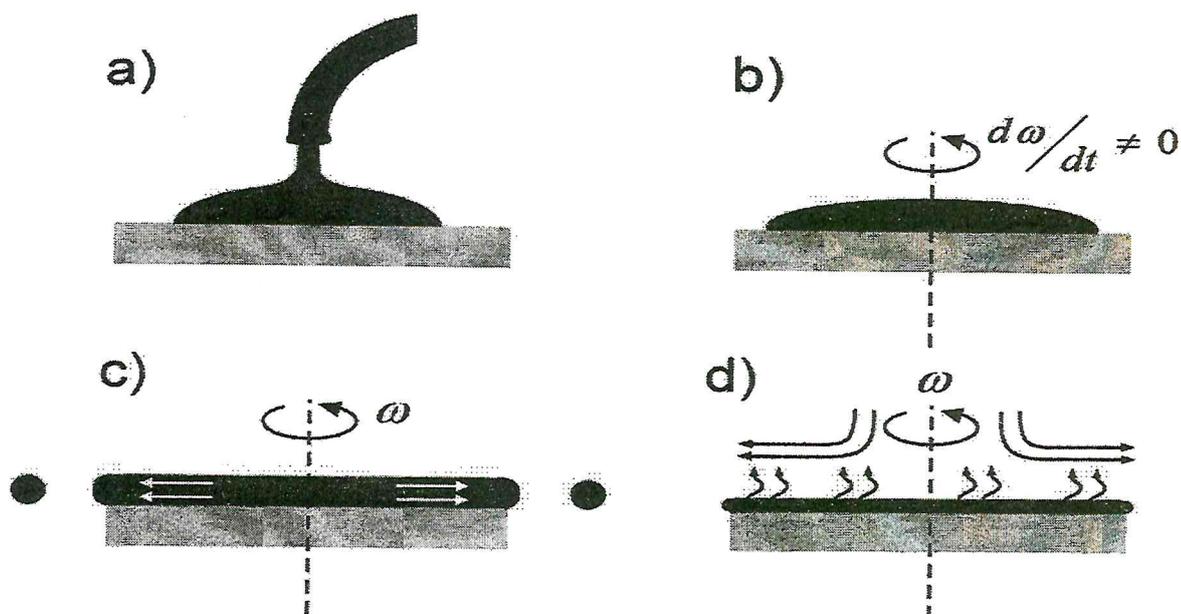


Figure 1: Schéma de principe du dispositif expérimental utilisé pour la déposition des couches minces.

Propriétés physiques et chimiques	Acétate de Zinc dihydraté	Chlorure d'Aluminium hexahydraté	Isopropanol (Solvant)	Monoéthanolamine (MEA)
Formule	$Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ .	$AlCl_3 \cdot 6H_2O$	$CH_3CH(OH)-CH_3$ .	$NH_2CH_2CH_2OH$ .
Forme et Couleur	Solide, Blanc	Solide, Blanc	Liquide, Incolore	Liquide, Incolore à jaune
Point de fusion	237 °C	100 °C		
Masse molaire	219,49 g/mol	241.43 g/mol	60,1 g/mol	61,08 g/mol
Densité à 20 °C	1,74 g/cm <sup>3</sup>	2.4 g/cm <sup>3</sup>	0,786g/cm <sup>3</sup>	1,01 g/cm <sup>3</sup>
Solubilité dans l'eau à 20 °C	430 g/l			170 °C

Tableau 1. Eléments chimiques intervenant dans la préparation des solutions.

# Correction d'Examen 1

## Semester 1

Module: Couches minces

Exo 1:

1) Un matériau polycristal est un matériau solide constitué d'une multitude de petits cristaux appelés: "cristallites" de taille et d'orientation variées.

2) quatre types des alliages:

- Un seul élément chimique: "unaire" → exple: Si, Ge ...

- Pour deux atomes: "binaire" exple:  $\text{Cu}_2\text{O}$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{CdS}$ ,  $\text{GaAs}$  ...

- Pour trois éléments chimiques: "ternaire" exple: Al Ga As ...

- Pour quatre éléments chimiques exple:  $\text{Al}_x\text{In}_{1-x}\text{Ga}_2\text{Se}_4$ ,  $\text{Al}_2\text{Zn}_4\text{S}_4\text{Se}_4$

3) La croissance d'une

couche mince s'effectue en plusieurs étapes:

a) L'arrivée ou l'adsorption

des atomes sur la surface

b) la diffusion en surface des atomes

c) L'interaction en surface des atomes déposés pour la formation de liaisons stables

d) La Nucléation de la couche

e) La croissance en volume

f) La diffusion des atomes en volume et dans le substrat

4) deux types des techniques chimiques:

- Electrodeposition -

- Sping-Coating -

- dip-coating

• deux techniques physique

- pulvérisation cathodique

- Evaporation Thermique

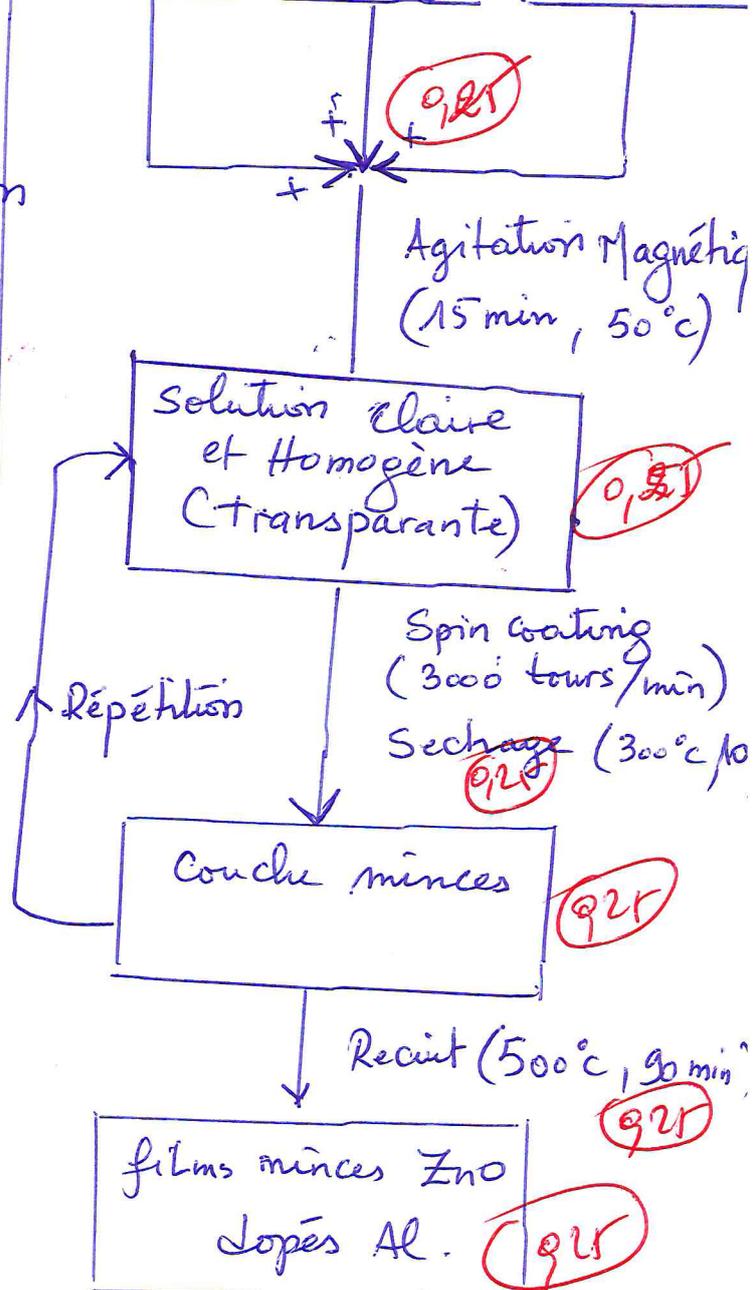
- Co-évaporation

⋮

## Ex02 :

- 1) La technique s'appelle :  
"Spin-Coating" (1)
- 2) Sol = Solidification (1)  
Gel = Gelification (1)
- 3)
  - a) = versement de la solution (dépôt) (0,25)
  - b) = Debut de la Rotation (0,1)
  - c) = Rotation à vitesse constante à durée limitée (0,1)
  - d) = Evaporation des solvant les plus volatils.. (0,1)

Solvant	Précurseur	Stabilisat
Isopropanol : $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$	Acétate de Zinc $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ Chlorure d'Aluminium Hexahyd.	Mono-Éthanolamine $\text{C}_2\text{H}_7\text{NO}$



## EX03 :

- 1) Algorithme qui représente de façon schématique les étapes de préparation d'une couche minces:

