

# Exercice pour le cours de EE-206 Systèmes de mesure

Jean-Marie Fürbringer

28 mai 2020

## Exercice 2 - Couche mince sur du silicium

### Énoncé

Avec l'objectif d'optimiser un dépôt d'une couche mince sur un wafer de silicium, des expériences selon un plan de Doehlert ont été réalisées. L'expérience consiste à placer un Wafer dans un four maintenu dans des conditions déterminées de température et de pression et d'injecter différents gaz en relation avec la nature du dépôt souhaité. Dans la situation présente, trois facteurs ont été variés, à savoir la concentration de  $C_2H_2$ , la concentration de  $CO_2$  et la pression dans le four. Le résultat mesuré est l'énergie de surface qui est en lien avec la qualité du dépôt. Les données de l'expérience sont disponibles dans la table 1.

1. Faire un diagramme bloc de la situation expérimentale.
2. Faire une *mindmap* de la situation expérimentale.
3. Construire la matrice standardisée et non-standardisée du modèle quadratique (la fonction *doehlert.m* est disponible sur Moodle)
4. Inférer les effets (standard et non-standard) pour les résultats expérimentaux donnés en annexe
5. Réaliser une analyse canonique du modèle non-standard et déterminer la forme canonique du modèle.
6. Réaliser un graphe 3D *slice* du modèle standard avec 3 plans passant par le point fixe.
7. Réaliser un graphique 3D d'une surface d'iso-réponse pour illustrer la géométrie du modèle.

TABLE 1 – Données d'un plan de Doehlert

	$C_2H_2$ [sccm]	$CO_2$ [sccm]	Pressure [μbar]	Energie de surface [mN/m]
min	10	10	100	
max	30	16	200	
I	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$y$
1	0	0	0	51.72
2	-1	0	0	49.50
3	1	0	0	50.05
4	-0.5	-0.866	0	54.19
5	0.5	0.866	0	48.17
6	-0.5	0.866	0	46.78
7	0.5	-0.866	0	49.25
8	-0.5	-0.2887	-0.8165	50.56
9	0.5	0.2887	0.8165	49.38
10	-0.5	0.2887	0.8165	47.95
11	0	-0.5774	0.8165	51.42
12	0.5	-0.2887	-0.8165	52.12
13	0	0.5774	-0.8165	50.14