

Manuel d'utilisation de la BAS 450

Table des matières

Introduction	1
Dangers	2
Arrêt d'urgence	2
Mode opératoire	3
1. Ouverture de la chambre	3
2. Chargement / Déchargement des plaques	3
3. Changement des cibles	3
4. Pompage de la chambre	3
5. Option : Chauffage des substrats	4
6. Option : Piège à azote liquide	4
7. Opérations à effectuer 10 à 20 minutes avant le dépôt: - Préchauffage du spectromètre de masse. - Mise en fonction du circuit de refroidissement	4
8. Opérations à effectuer juste avant le dépôt: - Relevés des pressions et pressions partielles - Purges des lignes de gaz	4
9. Option : Nettoyage de la surface du substrat <u>Silicium</u> ou <u>Quartz</u> (RF ETCH)	5
10. Option Dépôt DC : Nettoyage de la cible et dépôt	5
11. Option Dépôt RF : Nettoyage de la cible et dépôt	6
12. Opérations à effectuer après le dépôt	6
13. Déchargement des plaques	7
14. État normal de l'installation	7
15. Cibles à disposition :	7
16. Positions de l'obturateur (Shutter) entre les plaques et la cible ou électrode RF	7
17. Étalonnage du chauffage	8
18. Détermination du « Range » du « Rate-Time-Adder »	8
19. Réglage des capacités d'accord et d'adaptation d'impédance des sources RF ETCHING ou RF SPUTTERING	9
20. Vitesse de rotation du porte-substrats en fonction de la valeur de codage	9

Introduction

Cette installation a les caractéristiques suivantes :

- Vide limite dans la chambre : $8 \cdot 10^{-7}$ mbar, jauge Pfeiffer.
- Température de dépôt maximum de 300°C.
- Le dépôt de couches conductrices : dépôt par pulvérisation DC (DC-sputtering).
- Le dépôt de couches non conductrices : dépôt par pulvérisation RF (RF-sputtering).
- Le dépôt de couches d'oxyde avec pression partielle d'O₂: dépôt réactif (reactive sputtering).
- Le dépôt de couches de nitrure avec pression partielle de N₂: dépôt réactif (reactive sputtering).
- Le nettoyage de surface des plaques (oxydes natifs) par bombardement (RF-etching).
- Nombre maximum de plaques 100mm : 9 plaques.
- Nombre maximum de plaques 3 pouces ou 2 pouces : 24 plaques
- Nombre maximum de plaques 150mm : 3 plaques.

La pulvérisation est obtenue à l'aide de:

- Un magnétron plan de dimension 5"x10" (127x254 mm) refroidi à l'eau ; une uniformité verticale de $\pm 3\%$ est obtenue sur des plaques 100mm;
- La pression d'argon peut varier de 5×10^{-4} à $2 \cdot 10^{-2}$ mbar;
- Les débits d'argon, d'oxygène et d'azote peuvent atteindre 100 sccm.
- Le substrat peut être chauffé jusqu'à 300°C maximum;
- La puissance DC maximum est de 5 kW;
- La puissance nominale RF (50 Ohms) est de 2 kW, avec une fréquence de 13.56 Mhz.

Le vide est assuré par :

- Une pompe primaire à palettes Alcatel SD 2063 (63m³/h) ;
- Une pompe turbo moléculaire Pfeiffer TMH 1600 (1600m³/h).
- Une trappe Meissner (piège à azote liquide) pour piéger l'eau.

Le contrôle du vide est réalisé à l'aide de:

- Jauges Pirani (10⁻³ mbar) Pirani (TPG 070) : contrôle du vide primaire;
- Jauge Pfeiffer-Vacuum.

Dangers

Avertissement : Cette section contient des informations que l'opérateur doit connaître et comprendre afin de minimiser les risques d'accident. Il est impératif de lire cette introduction à l'utilisation de la BAS 450 et de suivre les instructions. En cas de dommages occasionnés à l'installation, l'utilisateur pourra se voir exclure l'accès à l'équipement.

De la haute tension DC et RF est utilisée. A l'ouverture de la chambre, avant le changement de cibles ou de plaques, il est impératif de mettre à la terre les différents composants avec la canne de mise à la terre, fixée sur le côté droit de l'installation vers la paroi de la zone.

Il est impératif de :

- **ne pas endommager les tuyaux d'eau lors du changement d'une cible, et d'être attentif à toute éventuelle fuite d'eau (présence de haute tension).**
- **ne pas saisir le porte cible par les raccords rapides de l'eau de refroidissement.**
- **ne pas endommager les tuyaux d'eau de refroidissement et couper tout de suite la circulation de l'eau de refroidissement en cas de fuite.**
- **ne pas chauffer les substrats à une température supérieure à 300°C.**
- **ne jamais commuter les interrupteurs RF Sputt et RF Etch lorsque la source RF est sur ON.**

Le porte-substrats tourne uniquement dans un seul sens, ne pas forcer la rotation dans le sens opposé !

Après chaque dépôt remettre à 0 les potentiomètres de puissance.

Toute intervention dans l'installation (chambre, baies électriques, bâtis, etc.) se fait uniquement par un membre du CMI.

Arrêt d'urgence

L'installation peut être arrêtée d'urgence à l'aide d'un bouton poussoir « coup de poing ».

En cas d'arrêt d'urgence, appeler un responsable membre du CMI.

Mode opératoire

1. Ouverture de la chambre.

- 1.1. Se **connecter** sur l'équipement via le PC de zone. Le relais de puissance est alors activé.
- 1.2. Presser sur **HEAT** (inscription en jaune, situé sous PUMP) du module **PC 101**. La circulation d'eau chaude dans les parois de la chambre et cible évite la condensation de l'humidité de l'air dans l'équipement.
- 1.3. Attendre environ 10 minutes.
- 1.4. Presser sur **VENT** sur le module **PC 101**.
- 1.5. Attendre environ 5 minutes pour ne pas endommager le vérin lors de l'ouverture de la chambre. Le couvercle se soulève d'un à deux millimètres lorsque la chambre est à pression atmosphérique.
- 1.6. Presser sur le bouton poussoir **LIFT BELL JAR**, baie de droite, en bas à gauche, module **EAU 301**.

2. Chargement / Déchargement des plaques.

- 2.1. Avec la canne de mise à la terre, toucher les porte-substrats.
- 2.2. Décrocher les porte-substrats avec les outils adaptés (manche noir) à disposition sur la table de chargement. Procéder délicatement. Attention **Le porte substrats tourne uniquement dans un seul sens, ne pas forcer la rotation dans le sens opposé !**
- 2.3. Libérer les plaques d'appui en pivotant les languettes de fixation (ou ressort de maintien).
- 2.4. Installer la plaque et par-dessus la plaque d'appui en aluminium.
- 2.5. Remettre la languette de fixation.
- 2.6. Bien replacer les porte substrats, au fond de leur logement.
- 2.7. Vérifier que le couvercle de la chambre est bien positionné par rapport au guide du vérin.
- 2.8. Presser en même temps les deux boutons poussoirs **CLOSE BELL JAR**, module **EAU 301**.

3. Changement des cibles.

- 3.1. Les cibles sont dans le coffre-fort dans la zone 4.
- 3.2. Dévisser les quatre écrous du boîtier rouge.
- 3.3. Retirer bien horizontalement le boîtier rouge (les contacts électriques sont fragiles !).
- 3.4. **Avec la canne de mise à terre, toucher les 3 contacts du porte cible.**
- 3.5. Tourner d'un demi-tour les 4 blocages rapides.
- 3.6. Sortir le support de la cible et le coucher à côté. **Attention de ne pas tenir le porte cible par les connexions d'eau.**
- 3.7. Dévisser le cadre de maintien de la cible.
- 3.8. Changer la cible, contrôler que la feuille d'indium permettant un bon contact thermique et électrique soit bien en place sous la cible, la feuille ne doit pas être pliée ou froissée.
- 3.9. Replacer le cadre et approcher les vis. Elles doivent toutes être vissées sans peine. Serrer les vis modérément et progressivement en alternant le serrage sur les vis opposées. La force de serrage est suffisante avec 3 doigts.
- 3.10. Contrôler l'état du joint d'étanchéité, le nettoyer avec un papier salle blanche. Prohiber l'alcool pour le nettoyage.
- 3.11. Remettre le support de la cible en place et le fixer à l'aide des 4 blocages rapides.
- 3.12. Remettre le boîtier rouge en veillant à ne pas contraindre les contacts électriques.
- 3.13. Les cibles non utilisées sont à ranger correctement dans leur logement à leur nom dans le coffre-fort.
- 3.14. Mettre à jour la feuille des cibles en place : opérateur, type de cible, date.

4. Pompage de la chambre.

- 4.1. Presser sur **PUMP** du module **PC 101**. Le vide primaire est obtenu par la pompe à palettes. Lorsque la pression est inférieure au seuil défini à $6 \cdot 10^{-2}$ mbar sur la jauge Pirani **TPG 070, P2**, le pompage s'effectue alors par la turbo ce qui permet d'atteindre la pression nécessaire au dépôt. **Contrôler que cette opération s'effectue correctement.**
- 4.2. La durée de pompage est au minimum de 3 heures. La pression indiquée sur la jauge **Pfeiffer-Vacuum** doit être égale à $1 \cdot 10^{-5}$ mbar environ.

5. Option : Chauffage des substrats.

- 5.1. Pour effectuer un dépôt en température, 3 conditions doivent être remplies pour pouvoir chauffer les substrats :
 - 5.1.1. Relais de puissance actif : Etre connecté sur l'équipement via le PC de zone.
 - 5.1.2. Refroidissement des cibles, de la chambre : Enclencher la circulation d'eau froide en pressant le bouton **COOL** sur **PC 101**.
 - 5.1.3. Rotation des porte substrats module **BSD 301** pendant toute la durée de mise en température : Enclencher l'alimentation **BSD 301**. Régler la vitesse à **0** (vitesse minimale). Presser sur **START**. Cette vitesse minimale de rotation est choisie dans le seul but d'économiser la durée de vie des joints d'étanchéité du passage rotatif.
- 5.2. Enclencher le module **TKU 401**. Programmer la consigne en température selon les valeurs de la courbe d'étalonnage (cf. §17) : modifier le **SET POINT** en utilisant les flèches haute et basse du programmeur **EUROTHERM**. Mettre l'interrupteur à bascule **HEATER** sur **ON**.
- 5.3. **Une durée d'environ 90 minutes** est nécessaire à la stabilisation de la température des substrats. Six heures sont nécessaires pour refroidir des substrats chauffés à 300°C. Il faut donc prévoir 2 périodes de réservation.

6. Option : Piège à azote liquide.

- 6.1. Pour les dépôts en température (maxi. 300°C), il est préférable d'utiliser le piège à azote liquide (Meissner trap) situé à l'intérieur de la chambre.
- 6.2. Le remplissage d'azote liquide du récipient adiabatique « Dewar » situé au niveau -2 est effectué par une personne du CMI.
- 6.3. Retirer la canne de soutirage, pour ce faire enlever la bride de serrage KF 50. Les 2 vannes manuelles fixées sur la canne de soutirage sont et doivent toujours être ouvertes.
- 6.4. Remplir le récipient à la citerne extérieure.
- 6.5. Réinstaller la canne de soutirage en contrôlant le joint d'étanchéité.
- 6.6. Pour mettre en route la circulation d'azote liquide, il faut brancher le tuyau vert avec le raccord rapide sur la canne.
- 6.7. La pression ne doit pas dépasser 0.5 à 0.6 bars, si besoin est effectuer le réglage avec le détendeur.
- 6.8. Dans les plus brefs délais presser sur **COOL** sur le module **BSM 104** pour enclencher la circulation d'azote liquide.

7. Opérations à effectuer 10 minutes avant le dépôt:

- Circuit de refroidissement et rotation du porte-substrat

- 7.1. Presser sur **COOL** du module **PC 101** pour la circulation de l'eau de refroidissement.
- 7.2. Enclencher l'alimentation **BSD 301**. Régler la vitesse à **0** (vitesse minimale). Presser sur **START**. Contrôler l'étanchéité du passage rotatif du porte-substrats : la valeur de pression sur la jauge **Pfeiffer-Vacuum** doivent rester stable durant 1 minute.
- 7.3. Augmenter progressivement la vitesse de rotation du porte-substrats (module **BSD 301**) de **0** à la valeur souhaitée (**5.0** en général ; cf. § 20).

8. Opérations à effectuer juste avant le dépôt:

- Relevés avant dépôt

- Réglage zéro jauge de pression et purges des lignes de gaz.

- 8.1. Remplir la feuille de procédé avec votre nom, date, type de dépôt, pressions initiales et le maximum d'indications concernant le dépôt.
 - 8.1.1. Contrôler que le vide est de l'ordre de 1.10^{-7} à 1.10^{-6} mbar sur la jauge **Pfeiffer Vacuum** et noter la valeur.
 - 8.1.2. Relever la température initiale. Le cas échéant, enclencher le module de chauffage **TKU 401**.
 - 8.1.3. Relever la valeur du **RTA 3**.
- 8.2. Purge de la ligne d'argon : Ouvrir la vanne d'argon en pressant une seule fois sur la flèche « vers le haut » sur le canal **Ar** du **ROD-4**, et attendre environ 10 secondes pour que la pression redescende.
- 8.3. **Option dépôt réactif (oxygène ou azote)** - Purge de la ligne d'oxygène ou d'azote : ouvrir la vanne d'oxygène ou d'azote en pressant une seule fois sur la flèche « vers le haut » sur le canal **O₂** ou **N₂** du **ROD-4**, et attendre environ 10 secondes pour que la pression redescende.

9. Option : Nettoyage de la surface du substrat Silicium ou Quartz (RF ETCH).

- 9.1. Vérifier que **RF-ETCH** est sélectionné, module **HF-SWITCH CONTROL**.
- 9.2. Tourner le volet en position **A**.
- 9.3. Régler la consigne de débit d'argon soit en utilisant les flèches soit en pressant sur **SET POINT** quelques secondes pour obtenir un affichage clignotant puis en tapant la valeur sur le clavier numérique.
- 9.4. Pour obtenir une pression d'argon supérieure à 4.10^{-3} mbar, il faut entre-fermer la vanne se situant entre la chambre et la pompe turbo. Il faut pour cela presser sur le bouton **THROTTLE VALVE** sur le module **BRS 201**.
- 9.5. Vérifier le bon fonctionnement de la jauge Pfeiffer-Vacuum: Pression d'argon environ égale à $5.3 \cdot 10^{-3}$ mbar pour 36.0 sccm d'argon.
- 9.6. Presser sur **ON SOURCE** sur le module « Radio Frequency Power Supply » **RFS 102**.
- 9.7. Augmenter la puissance incidente (**INCIDENT POWER**) à 500W sur le module **RFS 102** (250 sur l'encodeur mécanique).
- 9.8. Pour être dans les conditions d'allumage du plasma se référer aux anciens réglages de **TUNE** et **LOAD** pour le module **TC 101 - RF ETCHING** (voir fiches de procédé antérieures).
- 9.9. Vérifier que la puissance réfléchie est proche de zéro. Si la puissance réfléchie est importante, bouger légèrement le volet autour de la position **A** pour favoriser l'allumage du plasma. Le cas échéant, régler **TUNE** et **LOAD** module **TC 101 - RF ETCHING** (cf. § 19).
- 9.10. Un nettoyage standard dure environ 5 minutes (pour 20 à 30 Angström d'oxyde natif). Utiliser un chronomètre.
- 9.11. Presser sur **OFF SOURCE** sur le module « Radio Frequency Power Supply » **RFS 102**.
- 9.12. Mettre à zéro la puissance incidente (**INCIDENT POWER**) sur le module **RFS 102**.

Dépôt.**10. Option Dépôt DC : Nettoyage de la cible et dépôt.**

- 10.1. Pour chaque type de dépôt, programmer un module "Rate Time Adder" **RTA 101** ou **RA 101**.
 - 10.1.1. Programmer le nombre d'impulsions (Pulses) nécessaires aux nettoyages de cibles et aux dépôts (somme des deux valeurs), en s'aidant du tableau Conditions de dépôt (cf. § 21).
 - 10.1.2. Programmer le commutateur **RANGE**, en s'aidant du tableau Conditions de dépôt (cf. § 21).
 - 10.1.3. Positionner le commutateur **CHANNEL** sur le numéro de cible correspondant.
- Répéter cette séquence pour chaque type de dépôt :*
- 10.2. **Option dépôt réactif (oxygène)** : Régler la consigne de débit d'oxygène soit en utilisant les flèches soit en pressant sur **SET POINT** quelques secondes pour obtenir un affichage clignotant puis en tapant la valeur sur le clavier numérique.
- 10.3. Régler la consigne de débit d'argon sur le canal **Ar** du **ROD-4** de la même manière.
- 10.4. Pour obtenir une pression d'argon supérieure à 4.10^{-3} mbar, il faut entre-fermer la vanne se situant entre la chambre et la pompe turbo. Vérifier que **THROTTLE VALVE** est actif (module **BRS 201**), sinon presser sur le bouton.
- 10.5. Contrôler la pression de la jauge Pfeiffer-Vacuum. Pour obtenir une pression de dépôt donnée, ajuster le débit d'argon et relever le flux sur la feuille de procédé sous la rubrique Φ Ar.
- 10.6. Sélectionner le numéro de cible sur le commutateur de codage **CHANNEL SELECT** sur le module **MCU 105**. La **LED verte RTA ON** du module **RTA 101** ou **RA 101** programmé pour le dépôt considéré s'allume. Vérifier que les deux autres LED verte RTA ON sont éteintes.
- 10.7. Mettre le volet en position de nettoyage de cible, (cf. position de l'obturateur, §16).
- 10.8. Sur le module « Magnétron Control Unit » **MCU 105**, presser **ON** et augmenter le **P/I LEVEL** à la puissance voulue (cf. Conditions de dépôt, §21), pour établir le plasma. La puissance est affichée sur le **vue-mètre P/I** (unité : kW). Le module **RTA 101** effectue le décompte des impulsions.
- 10.9. Lorsque le nombre d'impulsions prévues pour le nettoyage de la cible est écoulé, basculer le volet en position de dépôt (cf. position de l'obturateur, §16), déclencher le chronomètre au même moment.
- 10.10. Le compteur **RTA 101** une fois à zéro coupe l'alimentation DC. Le dépôt est terminé. Arrêter le chronomètre.
- 10.11. Incrire la durée du dépôt sur la feuille de procédé.
- 10.12. Remettre le **P/I LEVEL** à zéro sur le module **MCU 105**.

11. Option Dépôt RF : Nettoyage de la cible et dépôt.

- 11.1. Presser le bouton **RF-SPUTT.** (module adjacent au module RTA 101).
- 11.2. **Option dépôt réactif (oxygène)** : Régler la consigne de débit d'oxygène soit en utilisant les flèches soit en pressant sur **SET POINT** quelques secondes pour obtenir un affichage clignotant puis en tapant la valeur sur le clavier numérique.
- 11.3. Régler la consigne de débit d'argon sur le canal **Ar** du **ROD-4** de la même manière.
- 11.4. Pour obtenir une pression d'argon supérieure à 4.10^{-3} mbar, il faut entre-fermer la vanne se situant entre la chambre et la pompe turbo. Vérifier que **THROTTLE VALVE** est actif (module **BRS 201**), sinon presser sur le bouton.
- 11.5. Contrôler la pression de la jauge Pfeiffer-Vacuum. Pour obtenir une pression de dépôt donnée, ajuster le débit d'argon et relever le flux sur la feuille de procédé sous la rubrique Φ Ar.
- 11.6. Mettre le volet en position de nettoyage de cible (**C** cible fermée ; cf. position de l'obturateur, §16).
- 11.7. Presser sur **ON SOURCE** du module "Radio Frequency Power Supply" **RFS 102**.
- 11.8. Augmenter progressivement la puissance incidente sur le module **RFS 102** (encodeur mécanique à la valeur de la puissance en Watt /2).
- 11.9. Pour être dans les conditions d'allumage du plasma se référer aux anciens réglages de **TUNE** et **LOAD** pour le module **TC 101 - RF SPUTTERING** (voir fiches de procédé antérieures).
- 11.10. Vérifier que la puissance réfléchie est proche de zéro. Si la puissance réfléchie est importante, augmenter la pression d'argon quelques secondes pour favoriser l'allumage du plasma. Le cas échéant, régler **TUNE** et **LOAD** module **TC 101 - RF SPUTTERING** (cf. § 19).
- 11.11. Attendre le temps nécessaire pour un nettoyage de la cible, environ 600 secondes. Ceci permet en outre une stabilisation du procédé en température.
- 11.12. Ouvrir le volet en position **D** (cible ouverte sur substrats) et attendre la durée nécessaire afin d'obtenir l'épaisseur voulue (cf. Conditions de dépôt, §21). Utiliser un chronomètre.
- 11.13. En fin de dépôt, presser sur **OFF SOURCE** du module « Radio Frequency Power Supply » **RFS 102**.
- 11.14. Mettre à zéro la puissance incidente sur le module **RFS 102**.

12. Opérations à effectuer après le dépôt.

- 12.1. Régler le(s) débit(s) de gaz de travail à 0 sur le module **ROD-4** et presser sur le bouton **THROTTLE VALVE** du module **BRS 201** (ouverture complète de la vanne).
- 12.2. Arrêter la rotation du porte-substrats : baisser la vitesse à 0, presser sur le bouton poussoir **STOP** et basculer sur **OFF** l'interrupteur de la commande **BSD 301**.
- 12.3. Relever la température affichée sur le module **TKU 401**.
- 12.4. Option : Chauffage des substrats :
 - couper le chauffage des substrats : basculer l'interrupteur sur **OFF** de **HEATER** module **TKU 401**. Une durée d'environ 6 heures est nécessaire pour refroidir les substrats chauffés à 300°C, prévoir 2 périodes de réservation.
- 12.5. Option : Piège à azote liquide :
 - Si l'on a fait circuler de l'azote liquide dans le piège Messner : aller au niveau -2 pour enlever le raccord rapide du tuyau de mise en pression du récipient adiabatique « Dewar ». **RAPPEL : NE FERMER AUCUNE VANNE SUR LA CANNE DE SOUTIRAGE. Vérifier qu'un flux d'azote sort par le raccord et que la pression chute dans le récipient. Si ce n'est pas le cas, ouvrir complètement le manomètre et en informer un membre du CMI.**
 - Si le dépôt a été effectué sans chauffage des substrats, presser sur le bouton **HEAT** module **BSM 104** pour enclencher la circulation d'air chaud dans le piège Messner. Attendre 30 minutes que tous les éléments soient à température ambiante pour éviter la condensation de l'humidité de l'air dans l'équipement lors de l'ouverture de la chambre.
 - Presser sur le bouton poussoir **COOL** de la commande **BSM 104** pour couper la circulation d'azote liquide.
- 12.6. Relever la pression de la jauge **Pfeiffer-Vacuum**, 2mn après la fin du dépôt.
- 12.7. Noter la valeur **RTA 3**
- 12.8. Après environ 10 minutes, couper la circulation de l'eau de refroidissement en pressant sur le bouton **PUMP** du module **PC 101**.

13. Déchargement des plaques.

- 13.1. Procéder à l'ouverture de la chambre en se référant aux paragraphes 1.2 à 2.3.
 13.2. Retirer les plaques et remettre les plaques d'appui en aluminium.
 13.3. Procéder à la fermeture de la chambre en se référant aux paragraphes 2.5 à 2.8.
 13.4. Procéder à la mise sous vide de la chambre en se référant au paragraphe 4.
 13.5. Se **déconnecter** de l'équipement via le PC de zone.

14. État normal de l'installation




- 14.1. La touche **PUMP** du module module **PC 101** doit être allumée.
 14.2. Vanne d'argon fermée (contrôlée par le module **ROD-4**), débit sur 0.
 14.3. Module de la rotation du porte-substrats **BSD 301** : éteint.
 14.4. Commande des lampes de chauffage **TKU 401** : éteinte.
 14.5. Porte-substrats et plaques d'appui dans la chambre sous vide.
 14.6. Aucune connexion sur l'équipement via le PC de zone..

15. Cibles à disposition :

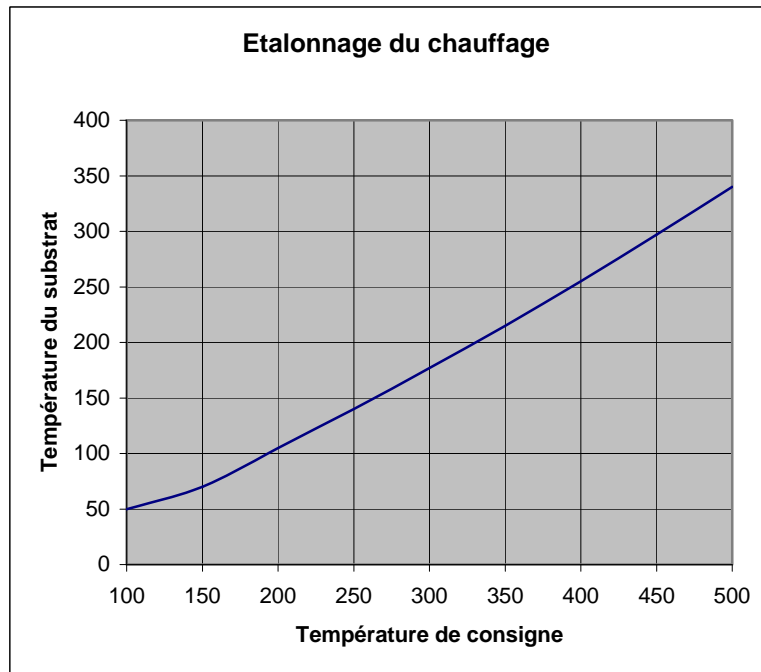
Consulter le site du CMi : « Available PVD Targets ».

16. Positions de l'obturateur (Shutter) entre les plaques et la cible ou électrode RF.

Coffrets	A	B	C	D
	Cible n°1 DC	Cible RF	Electrode RF (nettoyage plaques)	Cible n°3 DC
AI				
A				
BI				
B				
CI				
C				
DI				
D				

	Ouvert
	90% fermé
	Fermé

17. Étalonnage du chauffage.



18. Détermination du « Range » du « Rate-Time-Adder »

La quantité d'énergie sur la cible, définie comme étant l'intégrale de la puissance sur la durée du dépôt, est utilisée pour déterminer l'épaisseur du film.

Le produit Puissance x Temps est déterminé par

- un convertisseur Puissance – Tension,
- un convertisseur Tension – Fréquence suivi d'un diviseur de fréquence (Range),
- un compteur de pulses.

Le convertisseur Puissance – Tension fournit une tension U_E (en Volt) à partir de la puissance P de la source exprimée en Watt, selon la formule suivante (MPS 105, 713 W/V):

$$U_E = P / 713$$

Le coefficient de conversion Tension – Fréquence est de 25 Hz / Volt. La fréquence est ensuite divisée par le facteur 2^{range} ($1 \leq range \leq 4$). La fréquence F du signal (en Hz ou encore en pulses / seconde) s'exprime donc par la formule :

$$F = f_1 \cdot U_E = \frac{25}{2^{range}} \cdot U_E \quad ; \quad 1 \leq range \leq 4$$

Pour obtenir la plus grande résolution possible dans l'épaisseur du film, la fréquence de comptage doit être aussi haute que possible (range aussi faible que possible). Toutefois, la fréquence maximum du comptage du « Rate-Time-Adder » ne doit pas excéder la valeur de 20 impulsions par seconde :

$$F_{\max} = 20 \text{ Hz.}$$

Le signal en sortie du diviseur de fréquence commande le décomptage de pulses. Lorsque le nombre de pulses est à zéro, la puissance DC est coupée et le dépôt est terminé.

Il faut choisir la bonne valeur du « range » correspondant à la puissance de travail et au nombre total de pulses nécessaires J (maximum : 99999 , soit environ 1h23 pour $F = 20$ Hz)

Range	Pulses/Volt sec [f_1]	Tension d'entrée U_E maximale pour F_{max}	Puissance P Maximale pour F_{max}
1	12.5	1.6 V	1140 W
2	6.25	3.2 V	2280 W
3	3.125	7 V	5000 W
4	1.5625	10 V	5000 W
5	0.078125	10 V	5000 W

Le range 5 est normalement prévu pour estimer la durée de vie des cibles. Il n'est pas utilisé car, au CMI, une ou deux cibles sont installées quasiment avant chaque dépôt.

Le nombre d'impulsions est calculé à l'aide de la formule suivante: $J = f_1 \cdot U_E \cdot T$

avec

- J: affichage du Rate-Time-Adder
 U_E : tension d'entrée [V]
T: durée du dépôt [sec]
 f_1 : fréquence de comptage [Pulses/V sec]

19. Réglage des capacités d'accord et d'adaptation d'impédance des sources RF ETCHING ou RF SPUTTERING

- 19.1. Vérifier que le plasma est allumé (luminescence au travers du hublot).
- 19.2. Pour la source **RF ETCHING**, bouger légèrement le volet autour de la position **A** pour favoriser l'allumage du plasma.
- 19.3. Pour la source **RF SPUTTERING**, augmenter la pression d'argon quelques secondes pour favoriser l'allumage du plasma.
- 19.4. Basculer le commutateur **AUTOMATIC** du module **AC 101** vers le haut pour être en mode manuel.
- 19.5. Régler alternativement **TUNE** et **LOAD** du module **TC 101** pour obtenir le maximum de tension négative DC, affichée sur le module **AM 101**. Les LED rouges **DEVIATION** du module **TC 101** allumées indiquent que le réglage est en cours et que la consigne n'est pas atteinte. Le temps de réaction pour **TUNE** est bref. Celui pour **LOAD** est plus long. La recherche de la position optimale doit être lente et progressive en veillant à ce que les LED rouges **DEVIATION** soient éteintes.
- 19.6. Lorsque la puissance réfléchie est proche de zéro, le réglage est correct. Basculer le commutateur **AUTOMATIC** du module **AC 101** vers le bas pour être en mode automatique.

20. Vitesse de rotation du porte-substrats en fonction de la valeur de codage.

