



**HAL**  
open science

## Notice d'utilisation du profilomètre TENCOR P17

Benjamin Reig, Séverine Vivies

► **To cite this version:**

Benjamin Reig, Séverine Vivies. Notice d'utilisation du profilomètre TENCOR P17 . Rapport LAAS n° 18128. 2018. hal-01791451

**HAL Id: hal-01791451**

**<https://laas.hal.science/hal-01791451>**

Submitted on 14 May 2018

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

# Notice d'utilisation du profilomètre TENCOR P17



**Notice établie dans le cadre du projet THERMIE :**

Filière pour la conception et le développement de nouveaux nanomatériaux et nanostructures réactifs pour la fabrication d'initiateurs pyrotechniques sécurisés de nouvelles générations

Date : 11/07/2017

Auteur : S.VIVIES, B. REIG

## Table des matières

Résumé.....	3
Chapitre 1 : Le principe du profilomètre mécanique .....	4
Chapitre 2 : Procédure pour la mesure d'épaisseur et de rugosité .....	5
2-1 : Sélection de la recette et réglages des paramètres .....	5
2-2 : Présentation de l'interface de mesure XY VIEW SCREEN.....	6
2-3 : Mise en place de l'échantillon et mesure.....	6
Chapitre 3 : Procédure pour la mesure du stress différentiel .....	8
3-1 : Mise en place de l'échantillon et mesures du pré-stress.....	8
3-2 : Mesures du post-stress.....	9
3-3 : Exploitations des résultats .....	10
Chapitre 4 : Procédure pour utiliser une séquence de mesures .....	12
4-1 : Présentation de l'application .....	12
4-2 : Création d'un programme de séquence .....	12
4-3 : Utilisation d'une séquence.....	17

## Résumé

Cette notice explique de façon pratique comment réaliser des mesures avec le profilomètre mécanique (TENCOR). Il sera abordé la façon :

- de faire des mesures de marche pour des épaisseurs allant de 10nm à 300µm.
- de mesurer le stress différentiel venant de l'analyse du changement de courbure d'un wafer par l'ajout d'une couche de matériau.
- d'utiliser une séquence de mesures pour obtenir une cartographie d'un échantillon de manière répétable et automatisé.

## Chapitre 1 : Le principe du profilomètre mécanique

Le profilomètre mécanique sert à mesurer des profils (hauteur de marche et rugosité) et des contraintes dû au dépôt de films minces sur un substrat.

Il est constitué :

- d'une tête de mesure (pointe avec un système de mesure transduction électro-mécanique),
- d'un système optique permettant la visualisation de notre échantillon (de biais ou de dessus),
- d'un plateau déplaçant l'échantillon (déplacement XYθ)
- et d'un ordinateur assurant le contrôle de la machine et le traitement des mesures.

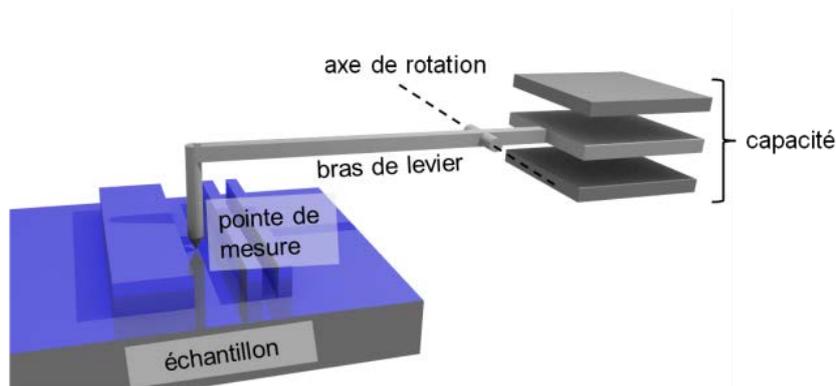


Figure 1: schéma du système de mesure

Pendant la mesure, la pointe vient en contact avec la surface du substrat qui se déplace linéairement (Figure 1). Les mouvements verticaux du stylet sont transmis à la capacité qui retransmet le signal mécanique en signal électrique, donnant ainsi la topographie de surface de l'échantillon après calibration.

Attention, le profil ainsi obtenu ne représente pas le profil réel mais le profil convolué par la forme de la pointe (Figure 2). Nous ne pouvons donc mesurer la profondeur d'un trou de faibles dimensions latérales. La gamme de mesure en Z va de la dizaine de nanomètres à 300µm maximum.

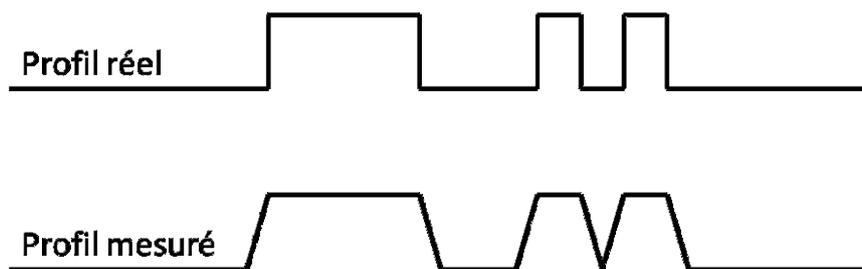
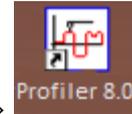


Figure 2: exemple d'une différence entre un profil réel et mesuré

La mesure de contrainte dans une couche mince est faite en étudiant la variation de rayon de courbure d'un wafer entier avant et après le dépôt d'un film. Cette méthode est limitée aux couches minces qui recouvrent tout le wafer et dont l'épaisseur est inférieure à un dixième de l'épaisseur de substrat.

## Chapitre 2 : Procédure pour la mesure d'épaisseur et de rugosité

### 2-1 : Sélection de la recette et réglages des paramètres



Si le logiciel est fermé, cliquer sur l'icône situé sur le bureau « Profiler 8.0 », laisser l'initialisation se faire. Une fois celle-ci terminée, la page « catalog » apparaît (Figure 3) et le choix du mode et des recettes de mesure sont possibles.

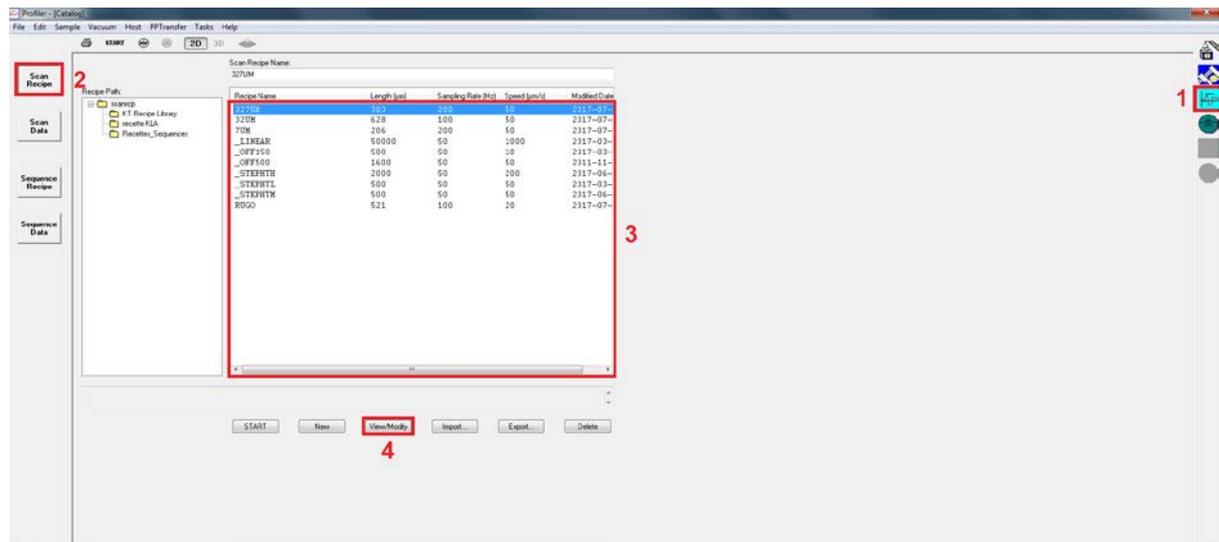


Figure 3: Page Catalog

Sur la page « catalog », cliquer sur l'onglet « scan » (1) puis sur « scan recipe » (2) et choisir la recette adaptée à votre mesure (3) en cliquant sur « view/Modify » (4) ou en double cliquant sur la recette. La page « Recipe editor » apparaît (Figure 4) :

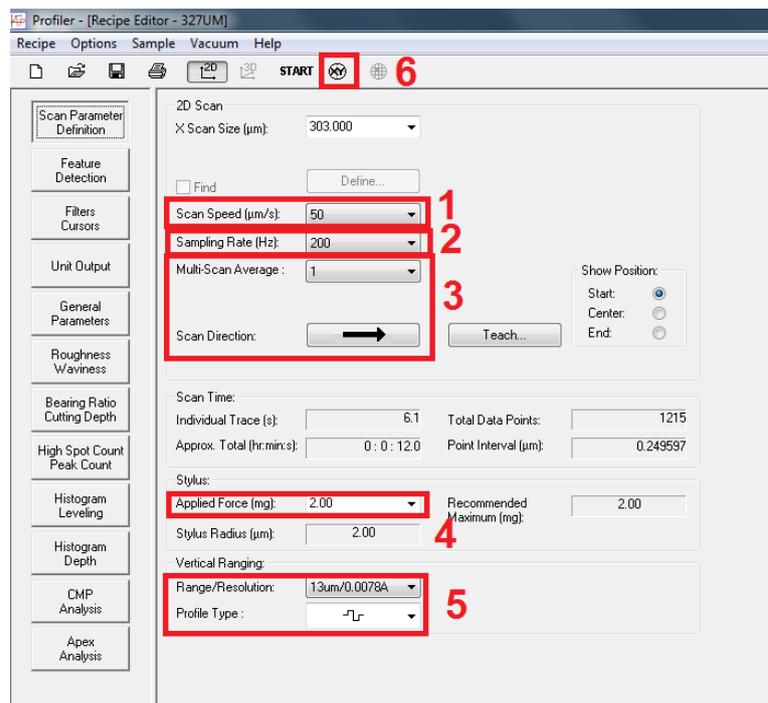


Figure 4: Page Recipe Editor

Sur cette page, vérifier et adapter les paramètres de vos mesures :

- (1) Régler la vitesse de déplacement (généralement 20,50 ou 100µm)
- (2) Régler le nombre de points (même valeur que la vitesse sauf cas particuliers)
- (3) Vérifier le sens et le nombre de passage
- (4) Vérifier la force (généralement 2mg)
- (5) Choisir la gamme de mesure (normalement correspondante à la recette)

Le choix de la longueur du scan peut être réalisé après.

Cliquer sur XY (6) pour passer à la partie échantillon.

## 2-2 : Présentation de l'interface de mesure XY VIEW SCREEN

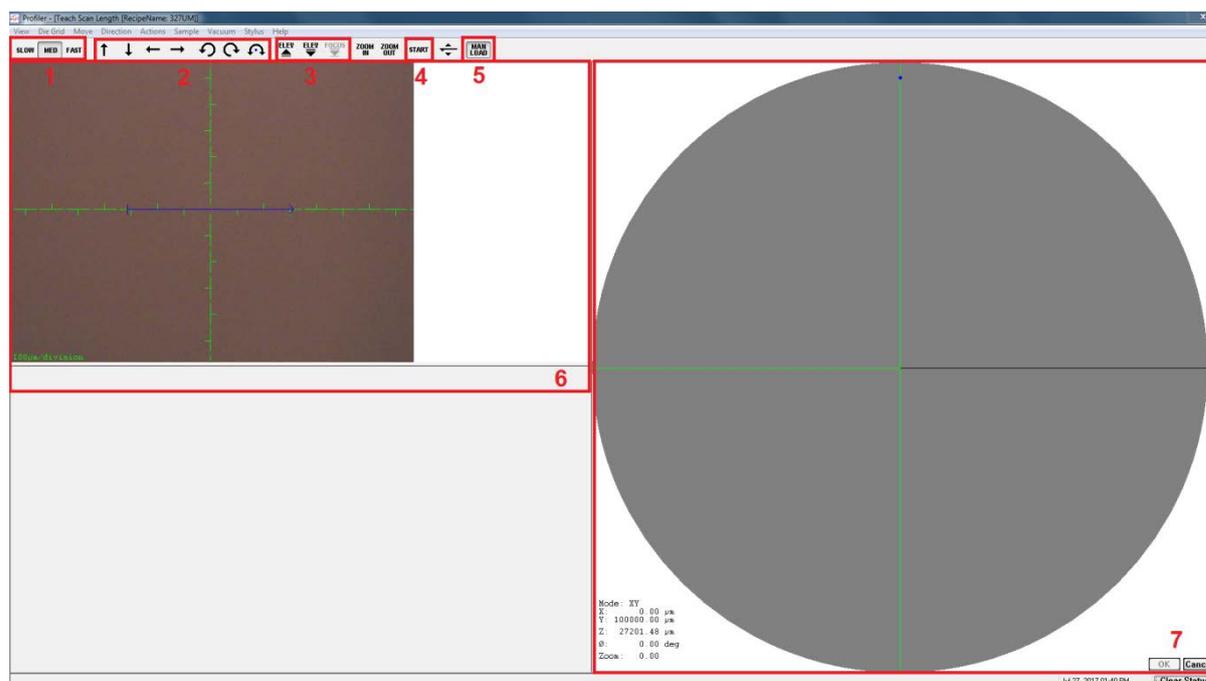


Figure 5: Page Teach Scan Length

- 1 : choix de la vitesse de déplacement du plateau
- 2 : sélection du sens de déplacement du plateau
- 3 : réalisation du focus sur le substrat
- 4 : démarrage de la mesure
- 5 : chargement / déchargement de l'échantillon
- 6 : vue de l'échantillon par la caméra
- 7 : position de la pointe sur le substrat

## 2-3 : Mise en place de l'échantillon et mesure

**Ne jamais mettre la main à l'intérieur de l'enceinte de mesure.**

Positionner l'échantillon sur le plateau, mettre le vide, fermer la porte et cliquer sur « Man Load » (5) sur la page Teach Scan Length (Figure 5) pour permettre au plateau d'aller sous la tête de mesure.

Cliquer sur « Focus » (3).

Se positionner sur la zone de mesure à l'aide de (1), (2) et (7).

Faire un cliquer-glisser avec le trackball pour choisir précisément la zone et la longueur de la mesure.

Appuyer sur « Start » (4).

Lorsque la mesure est terminée, l'écran présentant les données s'affiche (Figure 6).

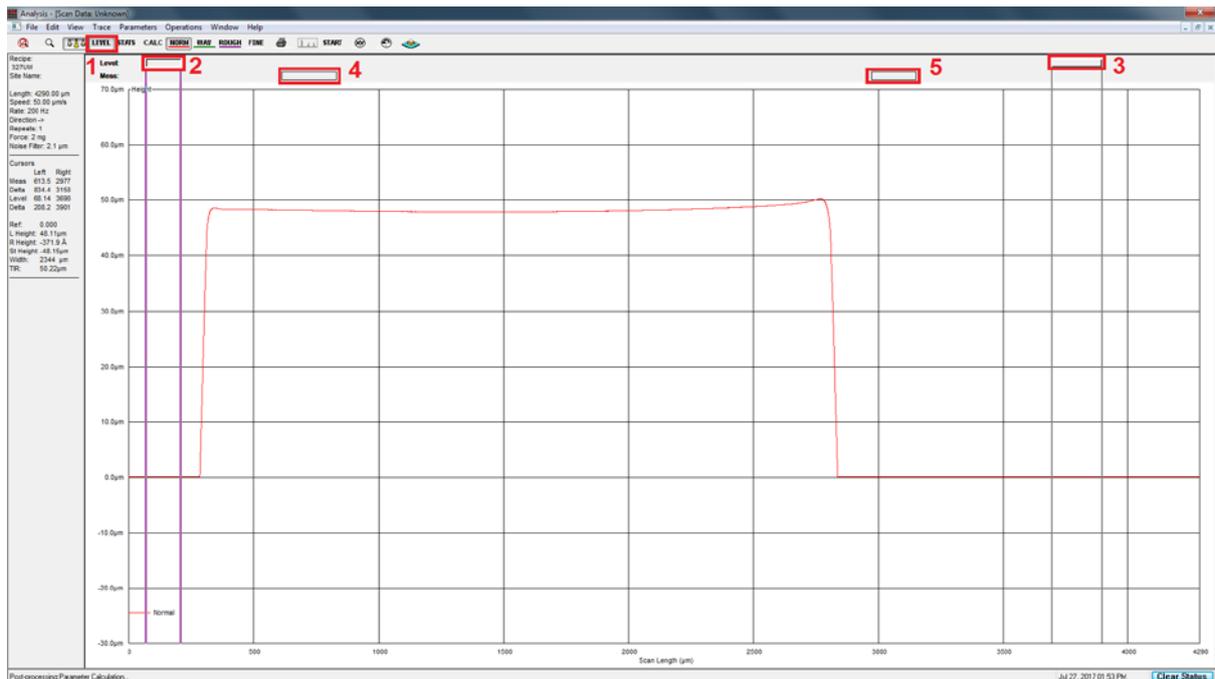


Figure 6: Page Analysis Scan Data

Avant d'effectuer la mesure, vérifier si le niveau est corrigé. Si tel n'est pas le cas, appuyez sur « Level » (1) puis mettre les 2 curseurs de niveau (2 et 3) au même niveau et appuyez sur « Level ». Ceci réalise le niveau mais active également les curseurs de mesure (4 et 5). Faire la mesure de marche en plaçant les curseurs de mesure (4 et 5) aux points d'intérêts.

Pour refaire des mesures sur une autre zone de l'échantillon, fermer la fenêtre « Analysis » sans sauver le résultat (sauf exceptions), appuyer sur « XY », sauver la recette et positionner la pointe sur un autre point puis recommencer la mesure.

Quand celles-ci sont terminées, cliquer sur « Man load » dans la fenêtre « XY view screen », attendre que le plateau soit bien devant soi pour ouvrir la porte car celui-ci s'arrête dès que la porte est ouverte. Enlever le vide et récupérer l'échantillon.

Remarques :

- Si le bandeau en bas est rouge, c'est qu'il y a une erreur. Lisez la et cliquez sur « Clear status » pour l'enlever et faites les corrections nécessaires pour pouvoir faire la mesure.
- Si la mesure n'est pas celle attendue, vérifiez que la gamme de mesure choisie est correcte.

## Chapitre 3 : Procédure pour la mesure du stress différentiel

La procédure du stress repose sur la comparaison entre une analyse avant dépôt (pré-stress) et une analyse après dépôt (post-stress) sur le **même** wafer. Les deux scans sont ensuite comparés et un calcul du stress différentiel est effectué par le système. Pour que les résultats soient cohérents, il faut placer le **même wafer de façon identique avant et après traitement** sur le plateau du profilomètre car les wafers même neuf ont une courbure naturelle et parfois différente dans le même lot.

### 3-1 : Mise en place de l'échantillon et mesures du pré-stress

Sur la fenêtre « stress » (figure 7), cliquer sur l'onglet « stress » (1) puis sur « 2D » (2) ensuite sur « Scan Recipe » (3) et choisir la recette adaptée à votre mesure (4).

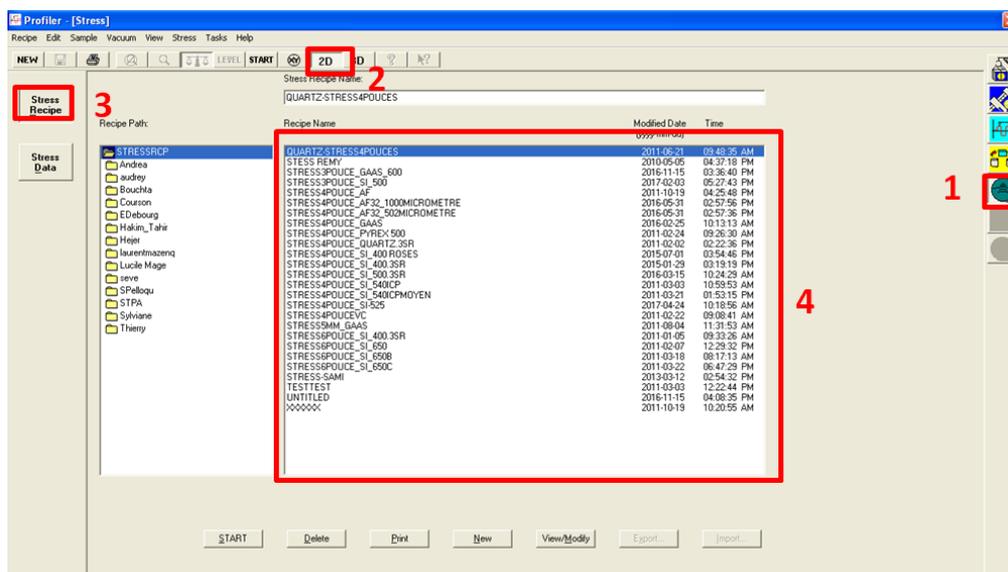


Figure 7: Choix de l'option stress

Vérifier que les informations de la recette correspondent à la mesure que vous voulez effectuer. Appuyer sur « XY » pour passer à la partie échantillon.

Ouvrir la porte et positionner la plaque permettant la mesure du stress sur le plateau du profilomètre (Figure 8).



Figure 8 : Plaque pour mesure du stress

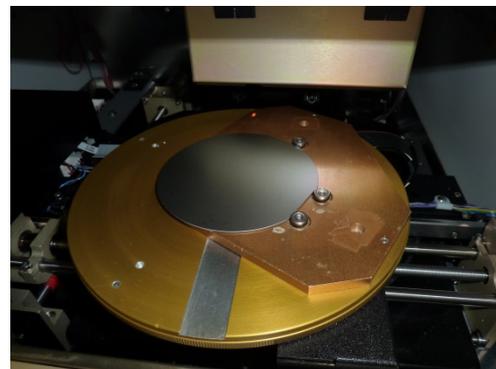


Figure 9 : wafer sur la plaque

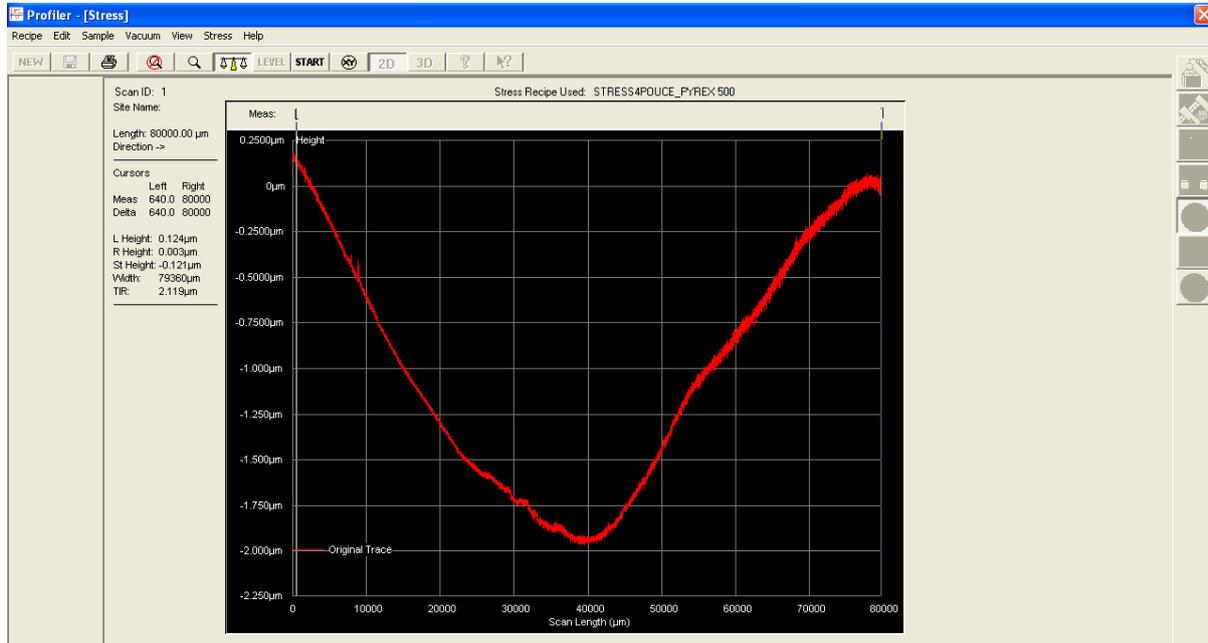
Mettre le wafer (Figure 9) sur cette plaque **sans** mettre le vide.

**Attention : il est important de placer la plaque et le wafer toujours de la même façon.**

Fermer la porte du profilomètre et appuyer sur « Man Load ». Lorsque le plateau est arrivé sous la tête de mesure, appuyez sur « Start ».

Renseigner le nom de votre échantillon pour la sauvegarde du résultat en faisant figurer à quelle étape du process cela correspond.

Lorsque la mesure est terminée, l'écran suivant s'affiche (Figure 10).



**Figure 10: Résultat d'une courbure de wafer**

Pour récupérer le wafer, cliquer sur « XY » puis sur « Man Load ». Lorsque le plateau est devant la porte, ouvrir celle-ci. Récupérer le wafer et enlever la plaque du plateau.

Attention, sur les wafers très contraints, il est possible que la mesure ne soit pas réalisable si le wafer n'est pas à plat, cela se voit lors de l'acquisition de la mesure.

### 3-2 : Mesures du post-stress

Lorsque le dépôt a été réalisé, reproduire les mêmes étapes qu'au paragraphe 3-1 sur le wafer.

Ces mesures doivent se faire :

- sur le même wafer que pour le pré-stress
- avec la même recette que l'analyse de pré-stress
- et en positionnant exactement la plaque et le wafer de la même manière que pour la réalisation du pré-stress.

**Attention : bien se rappeler quel fichier correspond au stress avant dépôt et celui après dépôt.**



Sur la Figure12, les résultats (1) sont affichés en MPa et dynes / cm<sup>2</sup>, une explication des symboles utilisés est donnée dans le tableau 1.

Résultats	Explications
Désignation du stress	Compression Valeur négative du stress
	Traction Valeur positive du stress
Ave	Stress moyen sur l'ensemble du profil
Max	Contrainte maximale sur l'ensemble du profil
Center	Stress au centre du profil
R	Représente la modification du rayon de courbure

**Tableau 1 : Signification des symboles pour le résultat du stress**

## Chapitre 4 : Procédure pour utiliser une séquence de mesures

### 4-1 : Présentation de l'application

Le profilomètre TENCOR P17 possède une application « Séquence » qui permet en un seul programme de combiner plusieurs recettes pour réaliser des balayages multiples sur un échantillon de manière répétable et automatique. Ceci permet d'économiser du temps mais surtout de réaliser des mesures sur les mêmes emplacements sur des échantillons différents.

Les séquences peuvent être créées en utilisant n'importe quelle combinaison de recettes. La recette contient des informations qui orientent le système pour positionner précisément l'échantillon sous la tête de mesure pour chaque mesure.

L'application « Séquence » offre les possibilités :

- de combiner jusqu'à 20 emplacements de mesures et recettes,
- de définir des points de référence pour corriger les variations de translation et de rotation entre substrats,
- d'afficher et de tracer les profils pour tous les emplacements de mesures.

Seul le personnel de TEAM est habilité à créer le programme d'une séquence.

### 4-2 : Création d'un programme de séquence

Ouvrir la porte du profilomètre et positionner 3 picots dans les trous annotés 100mm du plateau. Mettre 2 picots pour le méplat et 1 pour le côté du wafer (Figure13). Ces picots servent à positionner le wafer de manière identique à chaque mesure.

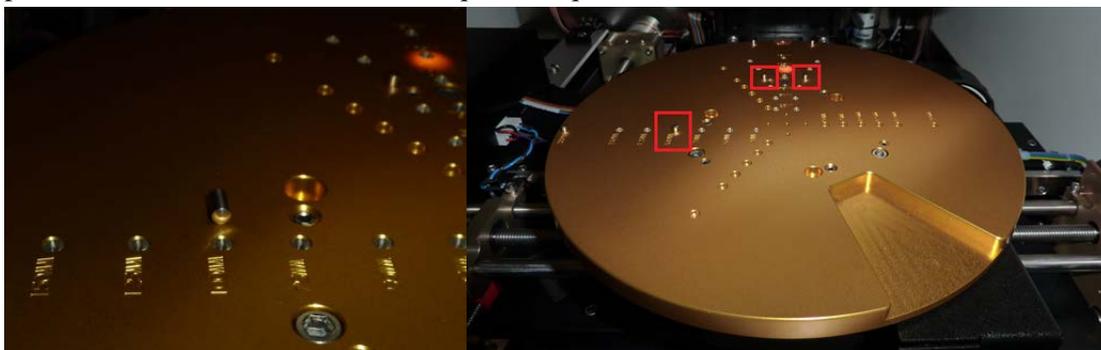


Figure 13 : Picots positionnés sur plateau

Mettre le wafer sur le plateau en venant bien en butée contre les picots (Figure 14), mettre le vide et fermer la porte. Cliquer ensuite sur « Man Load » puis sur « Focus ».



Figure 14 : Positionnement du wafer

#### 4-2-1 : Création de la recette source

Dans la fenêtre « Catalog » (Figure 15), cliquer sur l'onglet « scan » (1) puis sur « scan recipe » (2) et sur « new » (3). Renseigner le nom de la recette.

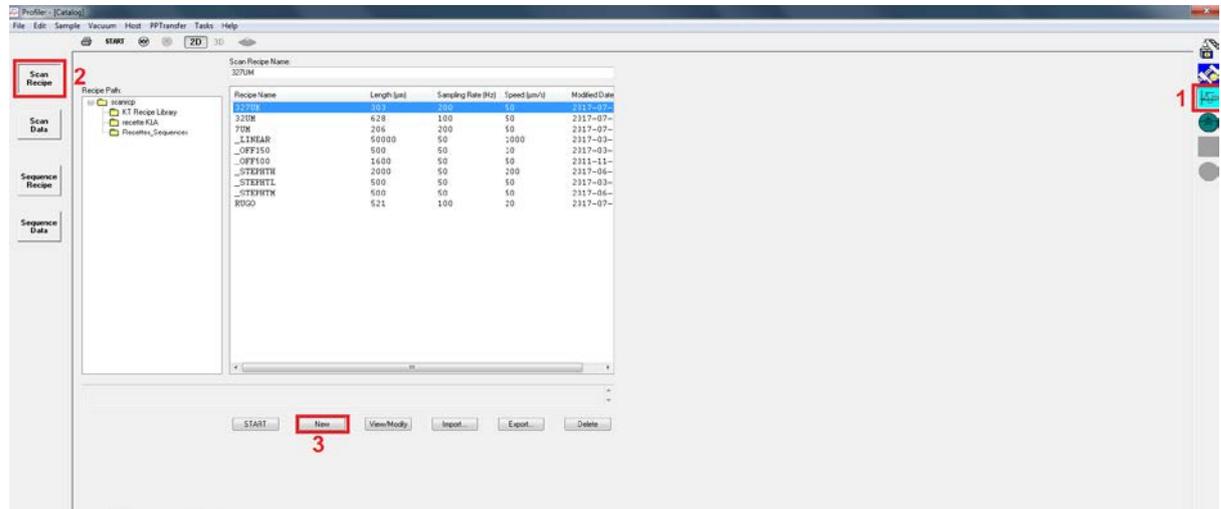


Figure 15 : Catalog

La fenêtre « Recipe editor » (Figure 16) apparaît avec des paramètres par défauts.

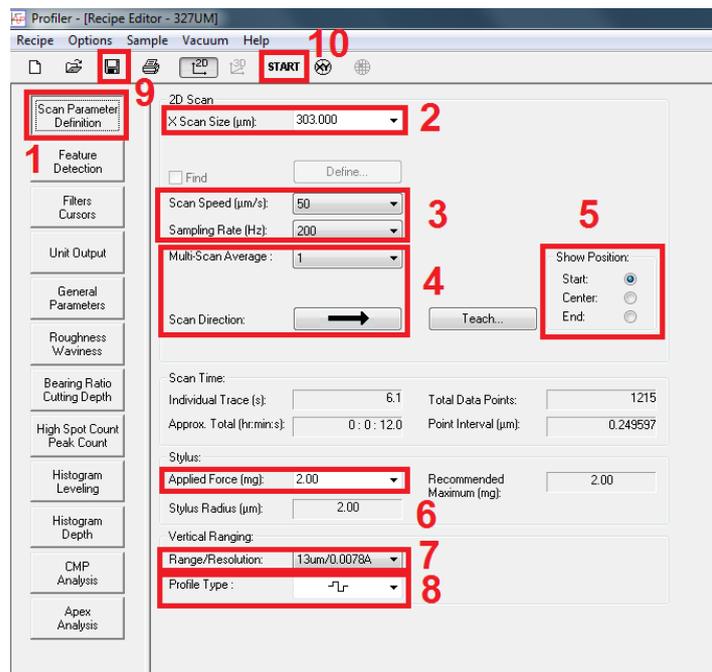


Figure 16 : Recipe editor

Cliquer sur « Scan Parameter Definition » (1) et adapter les paramètres pour les mesures :

- (2) Régler la longueur du scan
- (3) Régler la vitesse de déplacement (20,50 ou 100µm) et le nombre de points (même valeur que la vitesse sauf cas particuliers)
- (4) Vérifier le sens et le nombre de passage
- (5) Choisir la position de référence

- (6) Vérifier la force (généralement 2mg)
- (7) Choisir la gamme de mesure
- (8) Choisir le profil de la mesure.

Enregistrer la recette (9) et cliquer sur « Start » (10) pour réaliser une mesure. Vérifier que la mesure se réalise correctement (longueur de scan...). Réaliser le niveau et relever les coordonnées des curseurs. Réaliser la mesure de la marche et relever les coordonnées des curseurs.

Revenir sur la fenêtre « Recipe editor » (figure 17) et cliquer sur « Filters cursors » (1) pour pouvoir déterminer le positionnement des curseurs de niveau et de mesure afin que cela puisse se faire automatiquement. Dans les paramètres des curseurs (figure 17), renseigner les abscisses X1 et X2 des deux curseurs de niveaux ainsi que des deux curseurs de mesures.

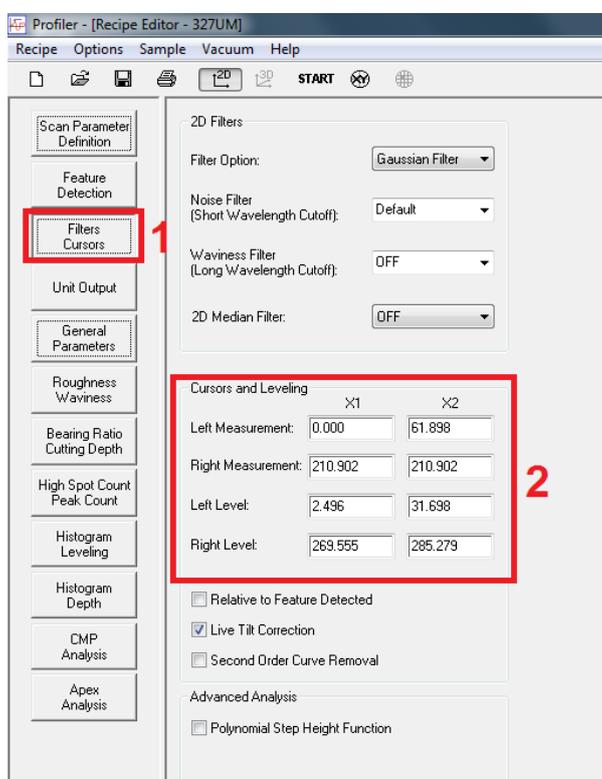


Figure 17 : Recipe editor – Filters cursors

Si la recette est pour mesurer une marche, dans la fenêtre « Recipe editor » (figure 18) cliquer sur « General Parameter »(1) et sélectionner les résultats (2) à afficher lors de la mesure et enregistrer (3).

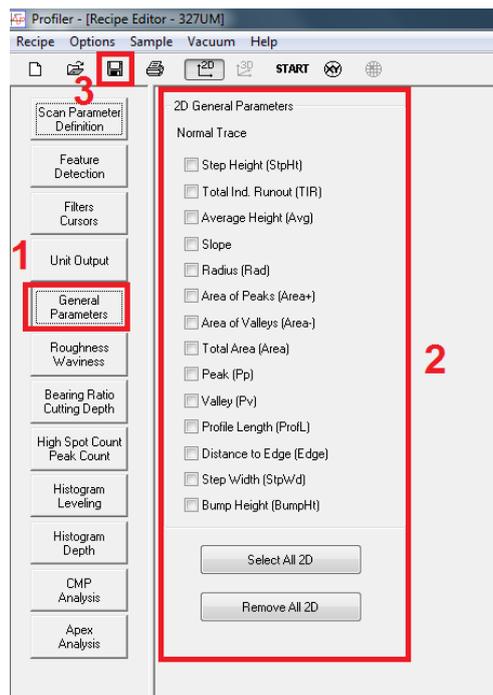


Figure 18 : Recipe editor – General Parameters

Si la recette est pour mesurer une rugosité, dans la fenêtre « Recipe editor » (figure 19) cliquer sur « Roughness Waviness » (1), sélectionner les résultats (2) à afficher lors de la mesure et enregistrer (3).

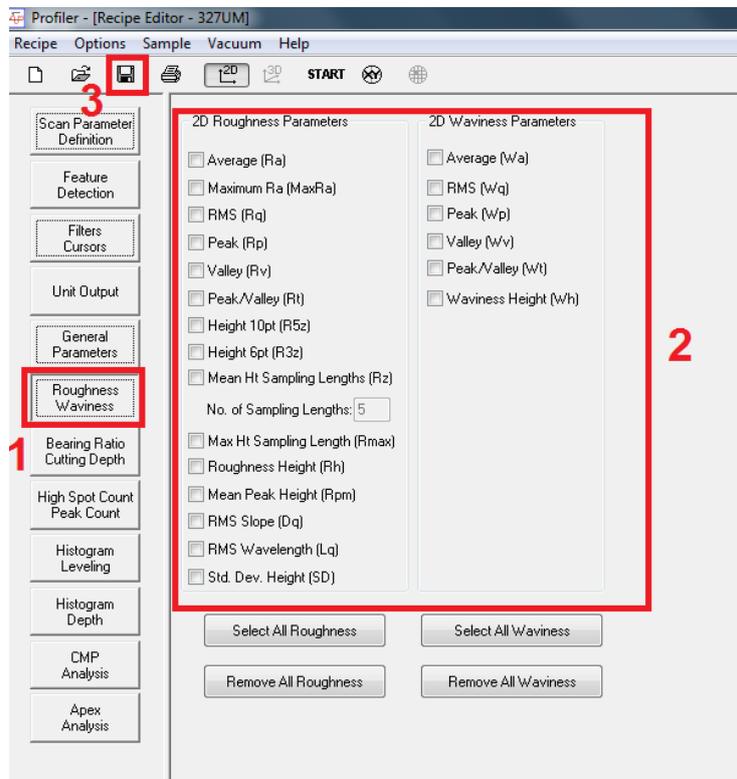


Figure 19 : Recipe Editor – Roughness Waviness

#### 4-2-2 : Création de la séquence

Dans la fenêtre « Catalog » (Figure 20), cliquer sur « Sequence Recipe » (1) puis sur « New » (2).

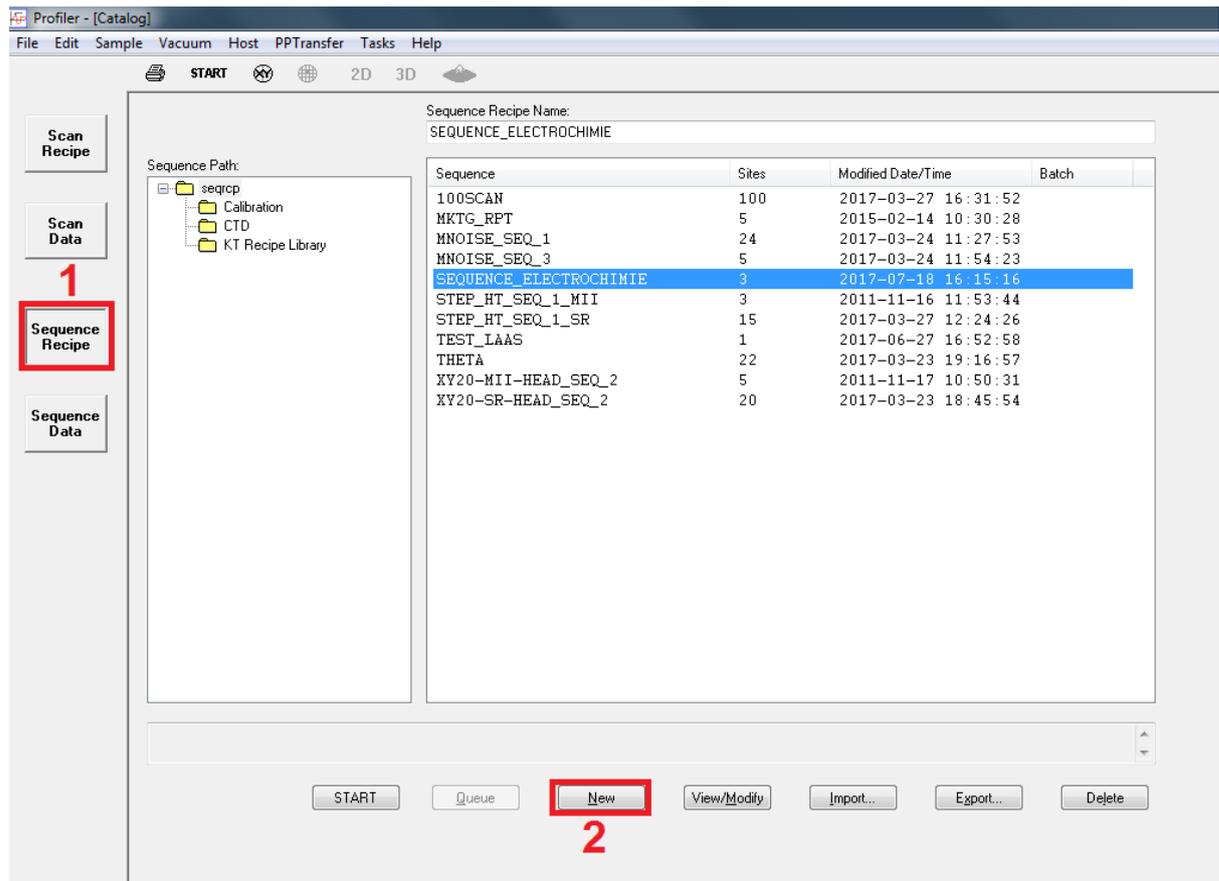


Figure 20 : Catalog – création séquence

Dans la fenêtre « Sequence Editor » (Figure 21), rechercher et sélectionner la recette (1) puis cliquer sur « Add » (2) autant de fois que le nombre de mesures (limiter à 20 mesures). Il peut y avoir panachage de recette pour réaliser différents types de mesures. Les recettes ajoutées s'affichent dans le cadre (3).

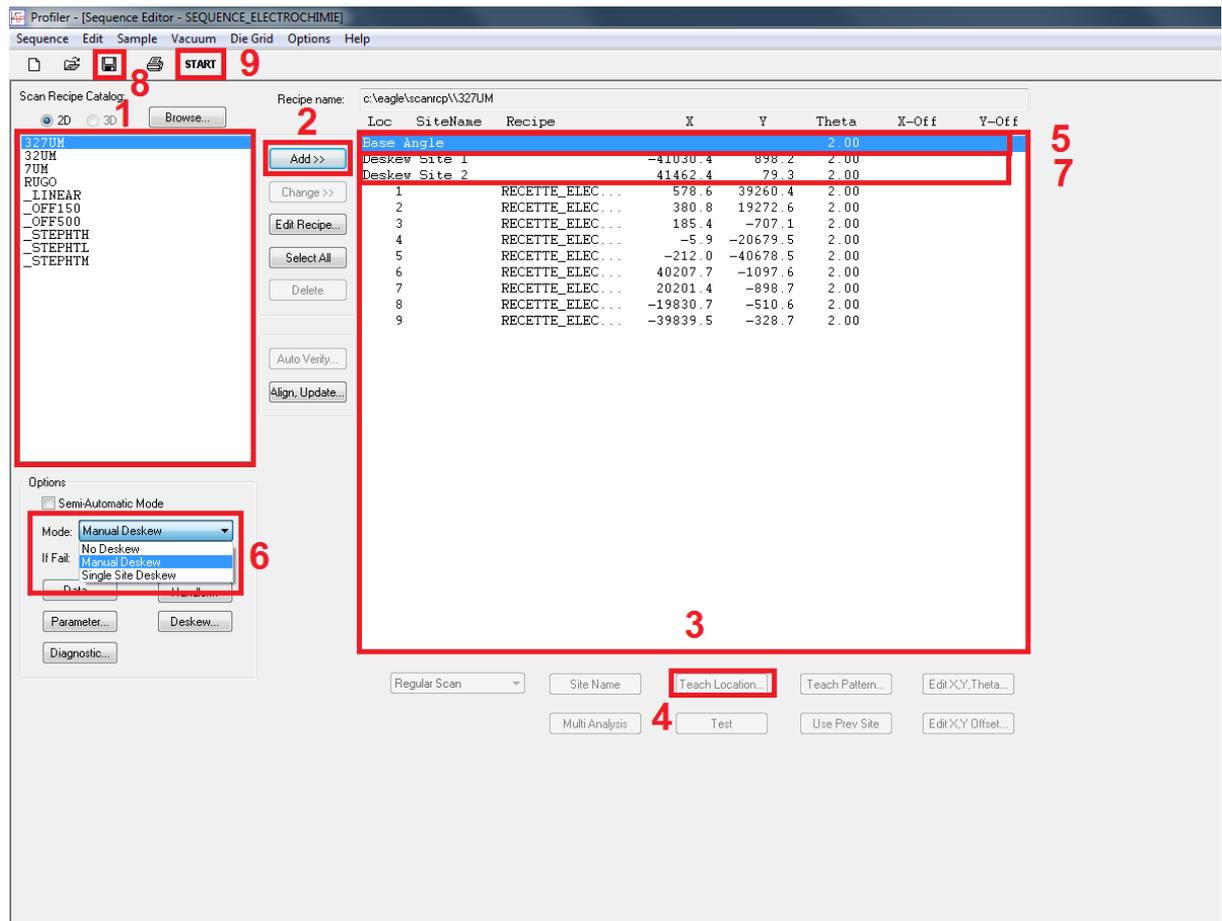


Figure 21 : Sequence Editor

Pour définir chaque point de mesure, sélectionner la ligne en question dans le cadre (3), cliquer sur « Teach Location » (4) et se placer sur le point de mesure puis cliquer sur OK. Répéter cette opération pour chaque recette ajoutée.

Double-cliquer sur « Base Angle » (5) afin de pouvoir réaliser la correction du  $\theta$ . Une fois la correction réalisée, cliquer sur OK.

Dans « Mode » (6), sélectionner MANUEL DESKEW. Ce mode permet de sélectionner deux points de référence afin de pouvoir corriger mathématiquement les variations de translation entre substrats. Deux lignes (7) s'affichent dans le cadre (3). Double-cliquer sur l'une d'elles, se placer sur le premier point de référence puis cliquer sur OK. Répétez l'opération pour référencer le deuxième point de référence.

Enregistrer la séquence (8) et cliquer sur « Start » (9).

### 4-3 : Utilisation d'une séquence

Ouvrir la porte du profilomètre et positionner 3 picots dans les trous annotés 100mm du plateau. Mettre 2 picots pour le méplat et 1 pour le côté du wafer (Figure22). Ces picots servent à positionner le wafer de manière identique à chaque mesure.

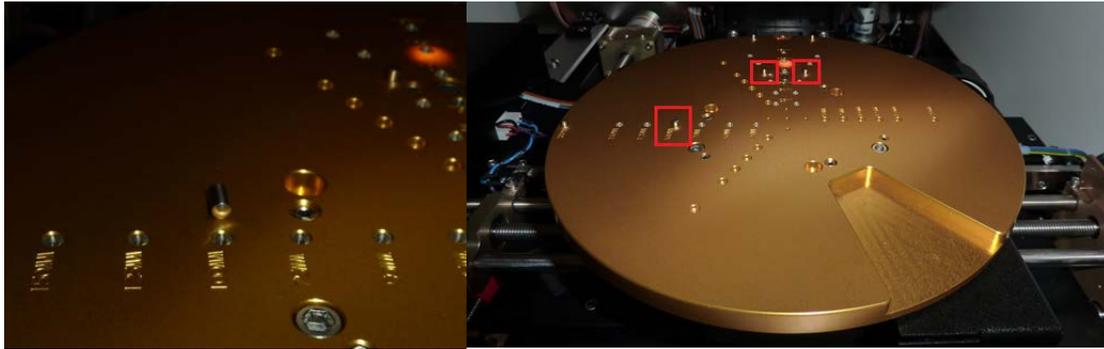


Figure 22 : Picots positionnés sur plateau

Mettre le wafer sur le plateau en venant bien en butée contre les picots (Figure 23), mettre le vide et fermer la porte. Cliquer ensuite sur « Man Load » puis sur « Focus ».



Figure 23 : Positionnement du wafer

Dans la fenêtre « Catalog » (Figure 24), cliquer sur « Scan » (1) puis sur « Sequence Recipe » (2) et double-cliquer sur la séquence à réaliser (3).

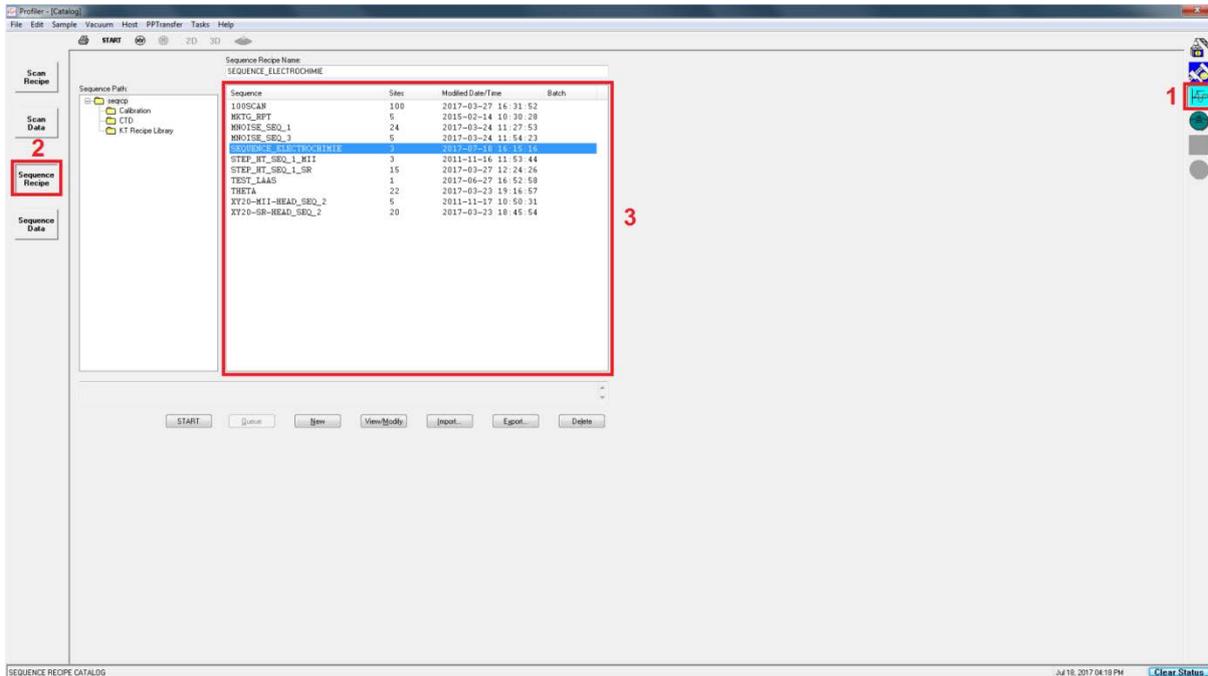


Figure 24 : choix de la séquence

Dans la fenêtre « Sequence editor » (Figure 25), double-cliquer sur « Base angle » (1) afin d'avoir la possibilité de pouvoir corriger le  $\theta$  de l'échantillon. Mettre OK (2) au message qui s'affiche.

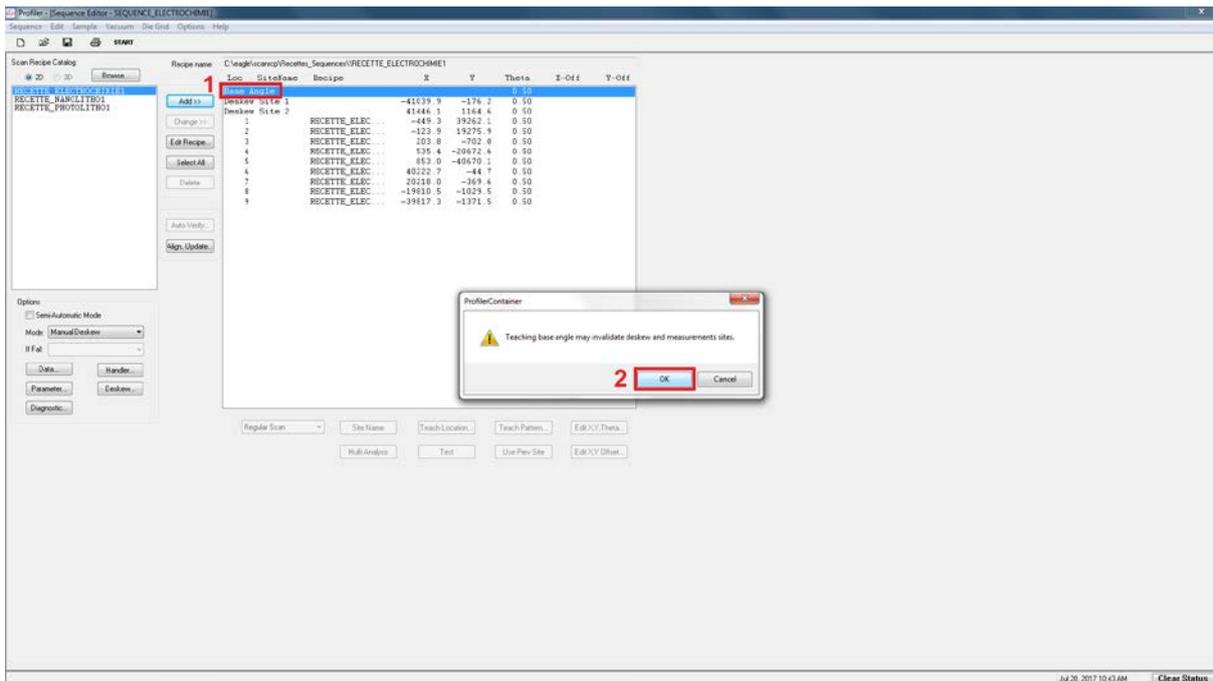


Figure 25 : Sequence editor

A l'aide des boutons (1) de la figure 26, faites tourner le plateau du profilomètre de manière à rectifier le  $\theta$  puis cliquer sur OK (2).

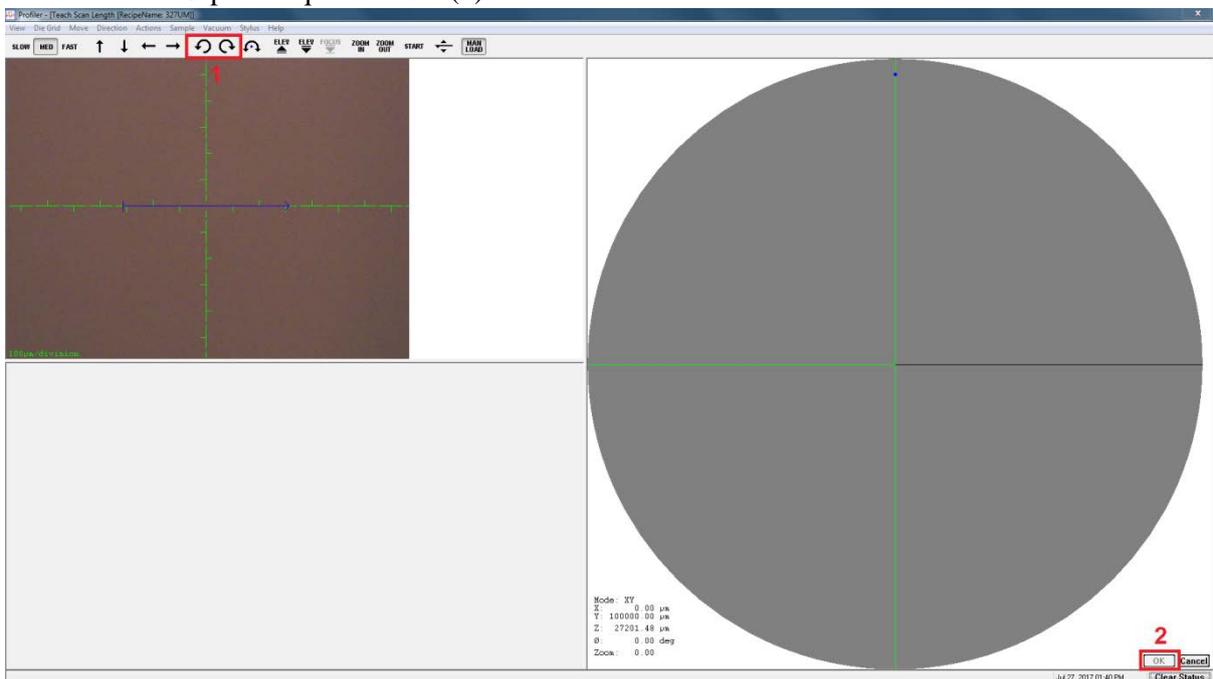


Figure 26 : Teach scan length

La fenêtre « Sequence editor » (Figure 27) s'affiche, appuyer sur « Start » (1). Enregistrer les changements dans la séquence (2) puis cliquer sur OK (3).

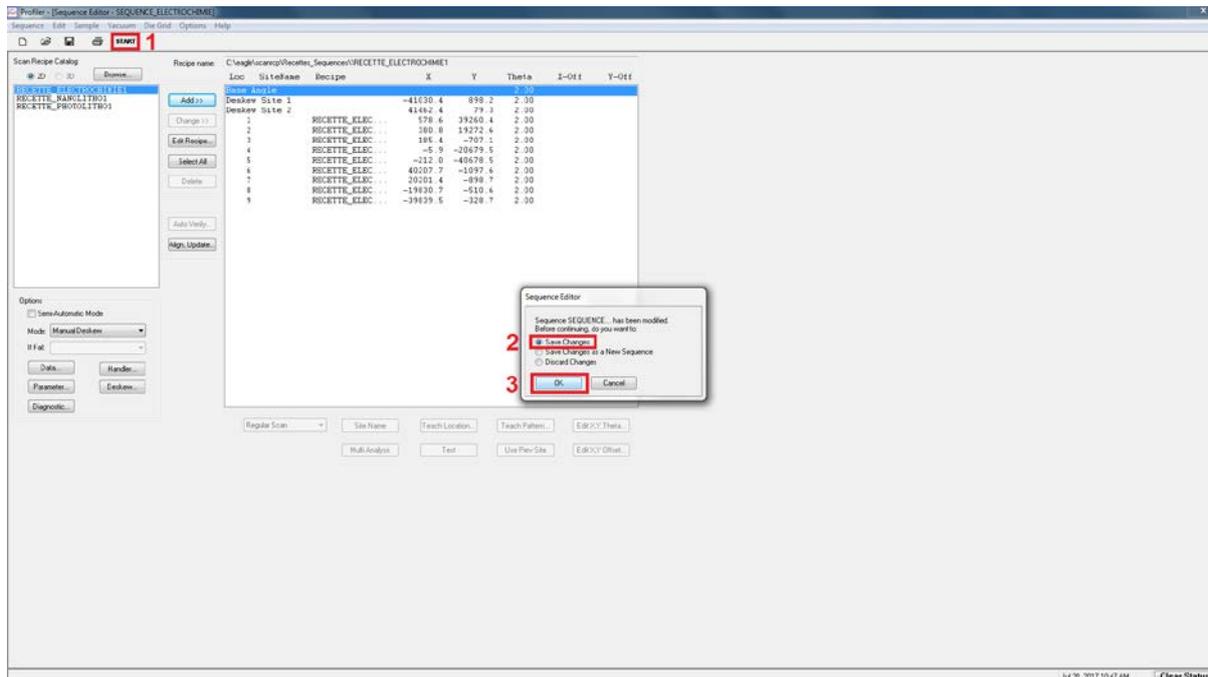


Figure 27 : Sequence editor

Avant la réalisation des mesures, il va être demandé de se placer sur les 2 points définis, lors de l'enregistrement de la séquence, comme les 2 points de référence afin de pouvoir corriger mathématiquement les variations de translation entre substrats.

Une fois bien positionner sur le premier point de référence, cliquer sur OK (2) (Figure 26), et recommencer l'opération pour le deuxième point.

Les mesures débutent et s'enchaînent les unes après les autres sans manipulation de l'opérateur.

Une fois les mesures terminées, les résultats s'affichent (Figure 28). En cliquant sur chaque site (point de mesure), son profil s'affiche. Il y a possibilité de déplacer les curseurs afin de réaliser d'autre point de mesure sur le profil.

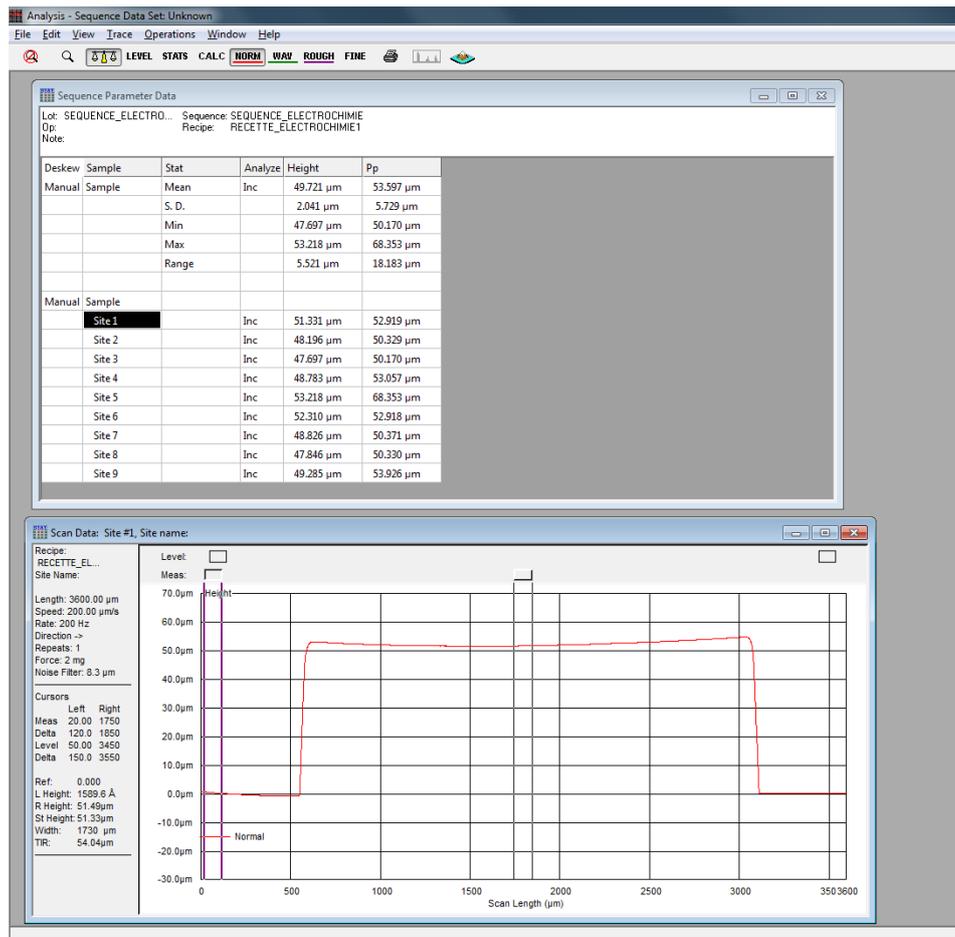


Figure 28 : Résultats des mesures de la séquence

Une fois les résultats relevés, fermez toutes les fenêtres pour revenir sur la fenêtre « Catalog » (Figure 29). Cliquer sur « Scan recipe » (1), sélectionner le dossier racine (2) puis cliquer sur « XY » (3). Cliquer sur « Man Load », attendre que le plateau soit bien devant soi pour ouvrir la porte. Enlever le vide puis le wafer et pour terminer les 3 picots.

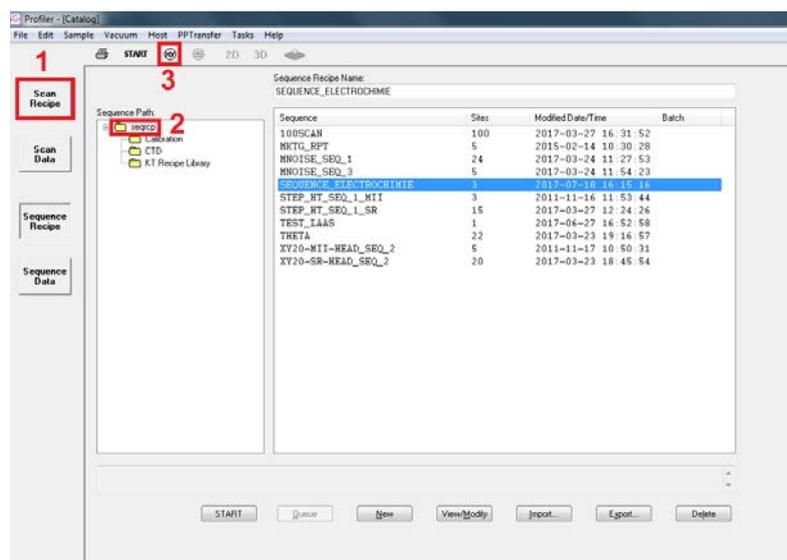


Figure 29 : Catalog