



**HAL**  
open science

## Notice d'utilisation des fours RTP As-Master et As-One du LAAS-CNRS

Jean-Christophe Marrot

► **To cite this version:**

Jean-Christophe Marrot. Notice d'utilisation des fours RTP As-Master et As-One du LAAS-CNRS. Rapport LAAS n° 18121. 2018. hal-01778279

**HAL Id: hal-01778279**

**<https://laas.hal.science/hal-01778279>**

Submitted on 25 Apr 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.

# Notice d'utilisation des fours RTP As-Master et As-One du LAAS-CNRS

Septembre 2017

Auteur : Jean-Christophe Marrot



## TABLE DES MATIERES

1	Instructions.....	3
2	Présentation du four .....	3
2.1	Réacteur .....	3
2.2	Four .....	5
3	Démarrage de la machine .....	6
4	Réalisation d'un recuit.....	9
4.1	Chargement d'une recette dans l'interface PC .....	9
4.2	Chargement d'une recette dans l'interface automate.....	10
4.3	Eventuelle modification de la recette .....	11
4.4	Chargement de la plaquette.....	12
4.5	Lancement du programme.....	13
4.6	Relancer un process .....	15
5	Arrêt de l'équipement.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>

## 1 Instructions

Les fours de recuit rapide RTP (Rapid Thermal Processing) peuvent atteindre en quelques secondes des températures de 1100 °C pour l'As One à 1500 °C pour l'AS Master.

Ces fours permettent ainsi d'effectuer un meilleur contrôle de la température et de la redistribution de dopants dans les matériaux semi-conducteur en comparaison à des fours traditionnels qui ont une inertie en température importante.

## 2 Présentation du four

Le four se décompose en deux parties.

Le réacteur et les circuits associés sont installés dans la partie gauche :

- Chambre de procédé
- Four à lampe
- Circuits de refroidissement
- Panneau gaz
- Equipement de vide
- Pyromètre optique

Le système de contrôle est installé dans la partie droite et comprend les éléments suivants:

- Automates programmables
- Régulateur de température
- Relais
- Contacteurs
- Disjoncteurs
- Transformateur et alimentations courant continu
- Convertisseurs de puissance

Le PC est installé à proximité de la machine. Il permet un contrôle complet du procédé, l'acquisition des données et la calibration du pyromètre optique pour différents types de substrats.

### 2.1 Réacteur

Le réacteur est une chambre en acier inoxydable à parois froides refroidies par eau (Figure 1).

Le réacteur est constitué de 2 parties :

- La chambre est installée dans le châssis et sa partie supérieure est fermée par un hublot en quartz. Le four à lampes est installé au-dessus du hublot quartz. La partie inférieure de la chambre est ouverte.
- La sole (Figure 2) porte le substrat à traiter ou un suscepteur avec couvercle de 3 à 6 pouces. Elle a un mouvement horizontal pour permettre le

chargement / déchargement des échantillons ainsi qu'un mouvement vertical pour la fermeture de la chambre. Le mouvement de fermeture est assuré par un vérin pneumatique.

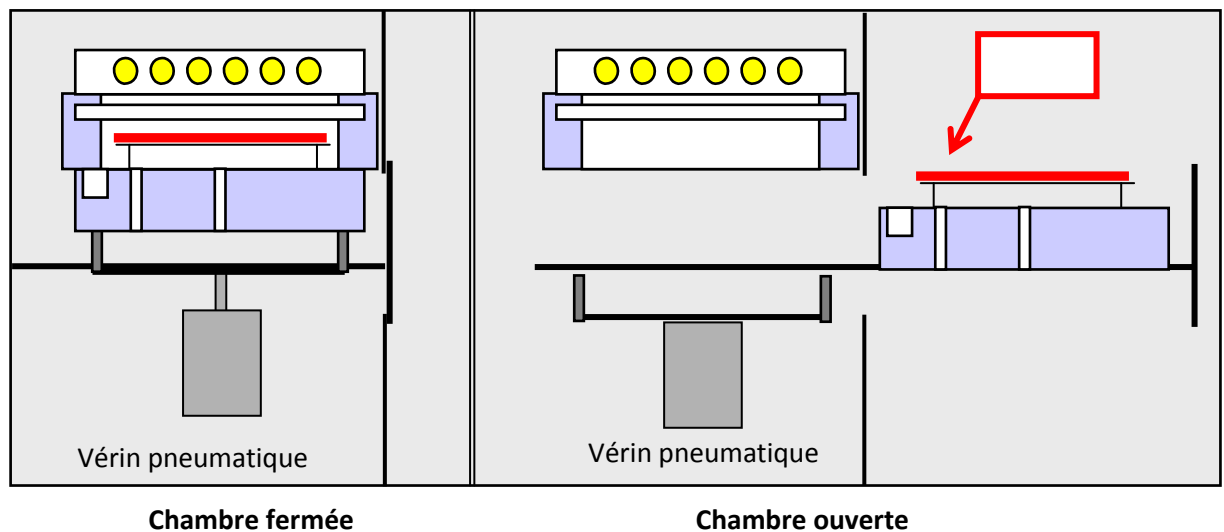


Figure 1: Vue en coupe du système d'ouverture et de fermeture de la chambre

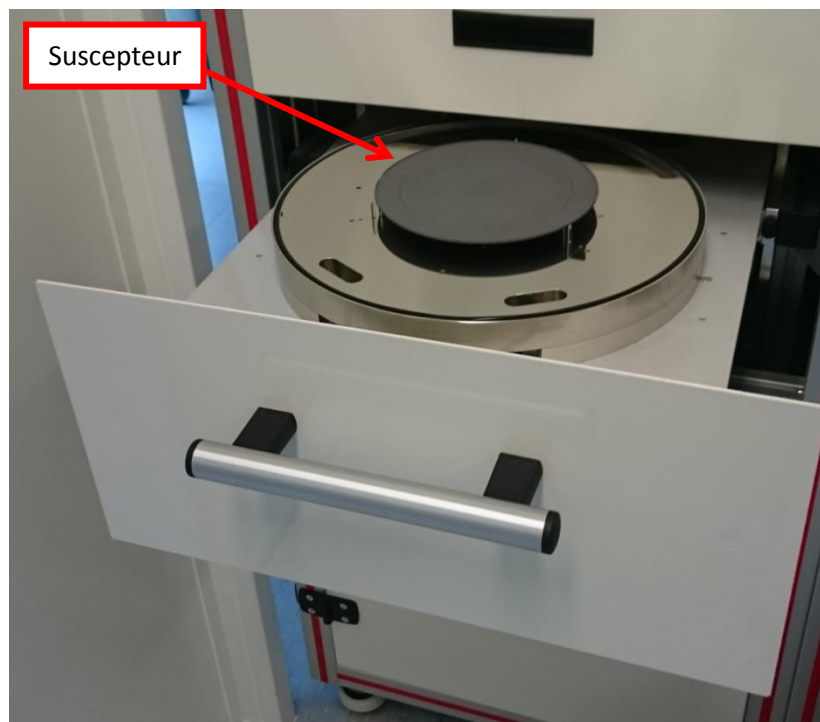


Figure 2: Sole avec suscepteur

Les gorges d'injection de gaz sont situées sous le hublot en quartz et à l'avant du réacteur. Ce système de distribution gazeux évite d'avoir des points froids sur le substrat pendant le procédé qui seraient dus à la circulation des gaz. Les gaz sont évacués ou pompés à l'arrière de la chambre par une large gorge dans la sole.

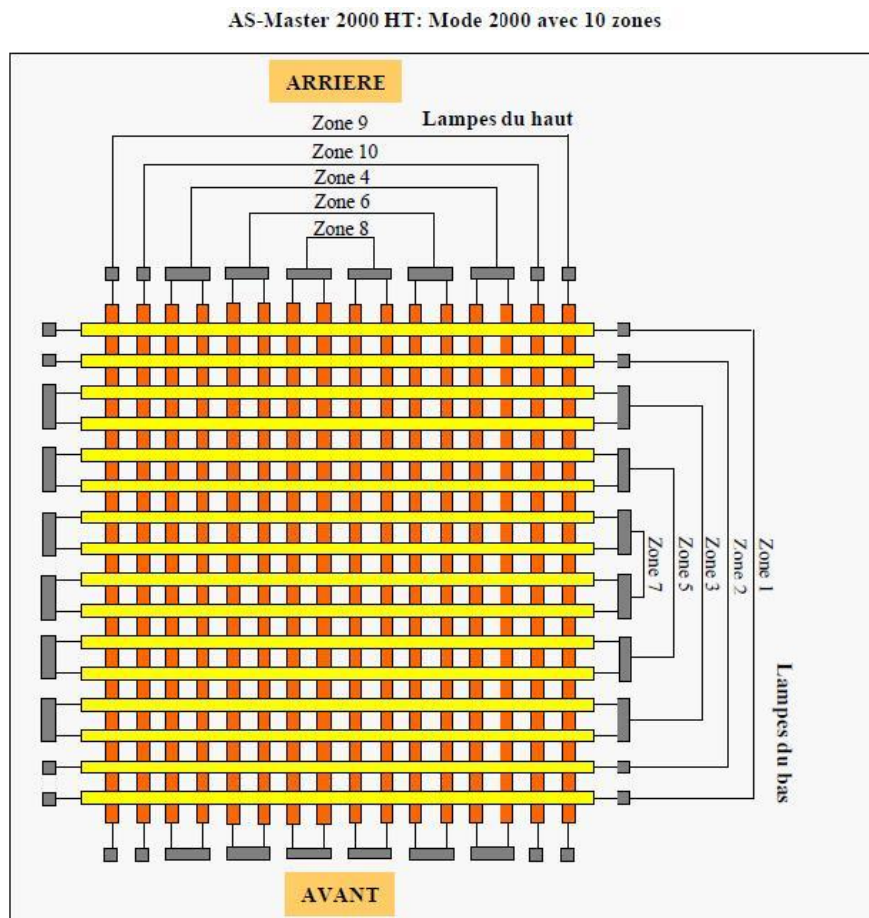
La sole est équipée de plusieurs passages, pour thermocouples mais également pour l'installation de hublots de pyromètres optiques. Le pyromètre peut être installé au centre ou sur le bord du substrat pour la régulation de température sur les suscepteurs.

Le réacteur est étanche et permet de faire des procédés sous vide ou à pression atmosphérique et sous atmosphère contrôlée (N<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>)

Trois picots quartz supportent le substrat, ils sont conçus de façon à limiter les transferts thermiques entre le substrat et les picots, ainsi que pour assurer une bonne uniformité de la température. Les picots peuvent être facilement remplacés par des picots spéciaux qui permettent de supporter des substrats de petite taille. Ces picots spéciaux sont disponibles sur demande.

## 2.2 Four

Le four à lampes halogènes (32) est installé dans la partie supérieure du réacteur et chauffe le substrat à travers un hublot en quartz. Les lampes halogènes (6000 W chacune) sont installées dans un réflecteur en acier inoxydable poli, doré et refroidi par eau. Les lampes sont réparties en 10 zones alimentées par 10 convertisseurs de puissance spécialement développées pour les procédés de recuit rapide (Figure 3). Les convertisseurs de puissance contrôlent la puissance (courant et tension) appliquée aux lampes. Les lampes sont refroidies par air par un circuit en boucle fermée.



### 3 Démarrage de la machine

Vérifier en zone grise le démarrage de la pompe primaire.

Dans le cas où il n'y a pas d'accès à l'interface PC (Figure 4), veuillez-vous logger et entrer le mot de passe Annealsoft de l'AS Master.

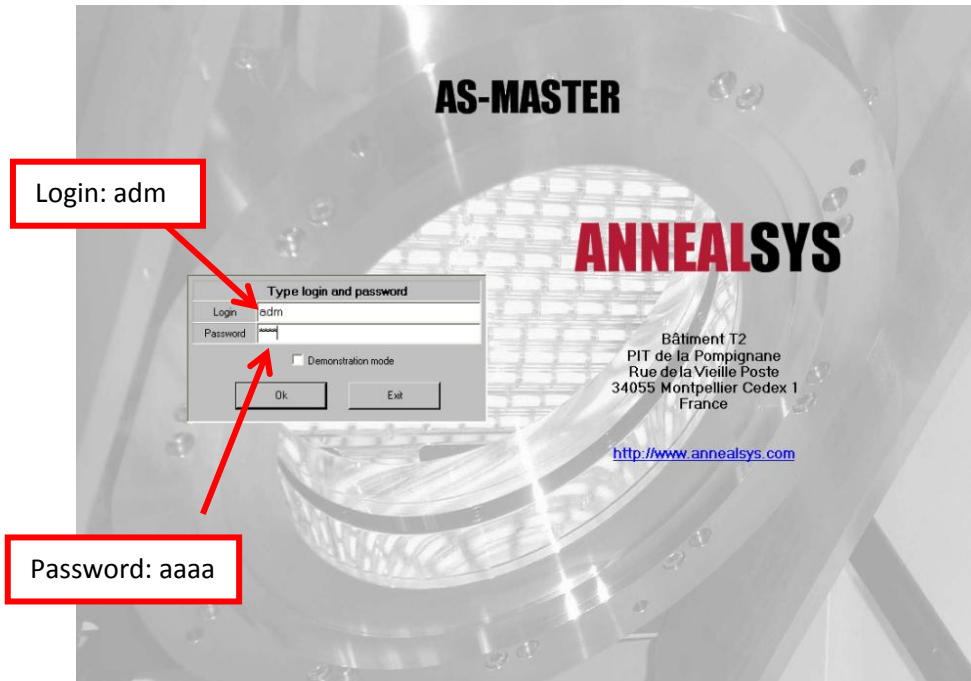


Figure 4: Ecran d'accueil du logiciel Annealsoft

Pour avoir accès aux commandes de l'équipement, dans l'onglet "Process", télécharger une recette dans le menu déroulant de "Recipe to download" (Figure 5).

Temperature (°C)	Gas (sccm)	Setpoint	Readout	Pressures (mBar)	Recipe parameters	Machine parameters
Control mode: <b>POWER control</b>	N2: 0.0	0.0	0.0	Full Range: <b>NA</b>	Recipe time: 0.0	Idle
Setp. [%]: 0.0	O2: 0.0	0.0	0.0	Capa: 1.33E+1	Step time: 0.0	System DN
Power [%]: 0.0	Ar: 0.0	0.0	0.0		Step number: 0	Cooling: <b>Not cooling</b>
TC1: <b>Absent</b>					Step comment:	Process: <b>Idle</b>
Pyro1: 3.0					Condition:	Chamber: <b>Closed</b>
TC2: <b>Absent</b>					Recipe name: Segton 1000 30s	

Last downloaded recipe		Recipe to download	
Name	Segton 1000 30s	Name	<input type="text"/>
Date of last download	07/09/2015	Creation date	
Hour of last download	15:17:56	Modification date	
User name	Adm	User name	
PID table	Segton-FID-SU-200-picots 2mm	PID table	
TC1 calibration table	Default_TC_Table	TC1 calibration table	
TC2 calibration table	Default_TC_Table	TC2 calibration table	
Pyrometer 1 calibration table	CAL_SU_200mm_2014-09-24-picots 2mm	Pyrometer 1 calibration table	
IR Compensation table	532_ASMAS1_EH2000_S115U-1_AAS-Int4	IR Compensation table	
Post recipe action	Purge	Post recipe action	
Furnace configuration	2000	Furnace configuration	
Recipe extracted from : C:\AnnealSys\Historicals\Segton 1000-500 P 30.his			

Machine	Chamber
Start purge	Open chamber
Purge until ATM	

Recipes	<b>Process</b>	Historicals	Configuration	Manual Mode	Diagnostics	Shut down	Adm/Administrator
---------	----------------	-------------	---------------	-------------	-------------	-----------	-------------------

Software version : 3.7.0  
PCD Version : 3.7.0  
09/10/2015 - 09:51:06

Figure 5: Ecran de chargement d'une recette

Celle-ci va permettre l'utilisation de tous les paramètres, puis valider en cliquant sur **Download** (Figure 6).

Temperature [°C]		Gas (sccm)	Setpoint	Readout	Pressures (mBar)		Recipe parameters		Machine parameters	
Control mode	POWER control	N2	0.0	0.0	Full Range	86	Recipe time	0.0	Idle	
Setp. [%]	0.0	O2	0.0	0.0	Capa	1.33E+1	Step time	0.0	System ON	
Power [%]	0.0	Ar	0.0	0.0			Step number	0	Cooling	Not cooling
TC1	Absent					Step comment			Process	Idle
Pyro1	1.					Condition			Chamber	Closed
TC2	Absent					Recipe name	Segton 1000 30s			

Last downloaded recipe		Recipe to download	
Name	Segton 1000 30s	Name	Segton 1000 30s
Date of last download	07/09/2015	Creation date	07/06/2011 - 14:49:25
Hour of last download	15:17:56	Modification date	07/09/2015 - 15:19:33
User name	Adm	User name	Adm
PID table	Segton-PID-SU-200-picots 2mm	PID table	Segton-PID-SU-200-picots 2mm
TC1 calibration table	Default_TC_Table	TC1 calibration table	Default_TC_Table
TC2 calibration table	Default_TC_Table	TC2 calibration table	Default_TC_Table
Pyrometer 1 calibration table	CAL_SU_200mm_2014-0924-picots 2mm	Pyrometer 1 calibration table	CAL_SU_200mm_2014-0924-picots 2mm
IR Compensation table	9323_ASMAS1EH2000_S115U-1AAS-Int4	IR Compensation table	9323_ASMAS1EH2000_S115U-LAAS-Int4
Post recipe action	Purge	Post recipe action	Purge
Furnace configuration	2000	Furnace configuration	2000

Machine	Chamber
Start purge	Open chamber
Purge until ATM	

Recipes	Process	Historicals	Configuration	Manual Mode	Diagnostics	Shut down	Adm/Administrator Software version: 3.7.0 PCD Version: 3.7.0 09/10/2015 - 09:55:34
---------	---------	-------------	---------------	-------------	-------------	-----------	---

Figure 6: Validation d'une recette

Puis cliquer sur **Manuel Mode** (Figure 6). Une fenêtre "Warning" s'ouvre, cliquer sur **OK de la fenêtre Warning** (Figure 7) pour ouvrir le synoptique de commande du four.

Temperature [°C]		Gas (sccm)	Setpoint	Readout	Pressures (mBar)		Recipe parameters		Machine parameters	
Control mode	POWER control	N2	0.0	0.0	Full Range	NA	Recipe time	0.0	Idle	
Setp. [%]	0.0	O2	0.0	0.0	Capa	1.33E+1	Step time	0.0	System ON	
Power [%]	0.0	Ar	0.0	0.0			Step number	0	Cooling	Not cooling
TC1	Absent					Step comment			Process	Finished
Pyro1	6.1					Condition			Chamber	Opened
TC2	Absent					Recipe name	Segton 1000+700			

**AnnealSys Control Software**

**Warning**

Manual mode allows direct control of the heating, vacuum and gas equipment. This mode is dedicated to maintenance operation and some safety interlocks are not activated in this mode. Manual mode operations must only be carried out by persons who have been trained by AnnealSys or its representative field service engineers and who have the necessary experience of the system, the processes, the gases and the related risks. Special precautions must be taken in order to avoid dangerous gas mixtures inside the process chamber, or heating with potential explosive gas mixture inside the process

Ok

Software version: 3.7.0  
PCD Version: 3.7.0

Recipes	Process	Historicals	Configuration	Manual Mode	Diagnostics	Shut down	Adm/Administrator Software version: 3.7.0 PCD Version: 3.7.0 11/24/2015 - 15:07:36
---------	---------	-------------	---------------	-------------	-------------	-----------	---

Figure 7: Ouverture de la fenêtre "Warning"



Démarrer la pompe turbo et attendre les 1500 tour/minute (Figure 8).

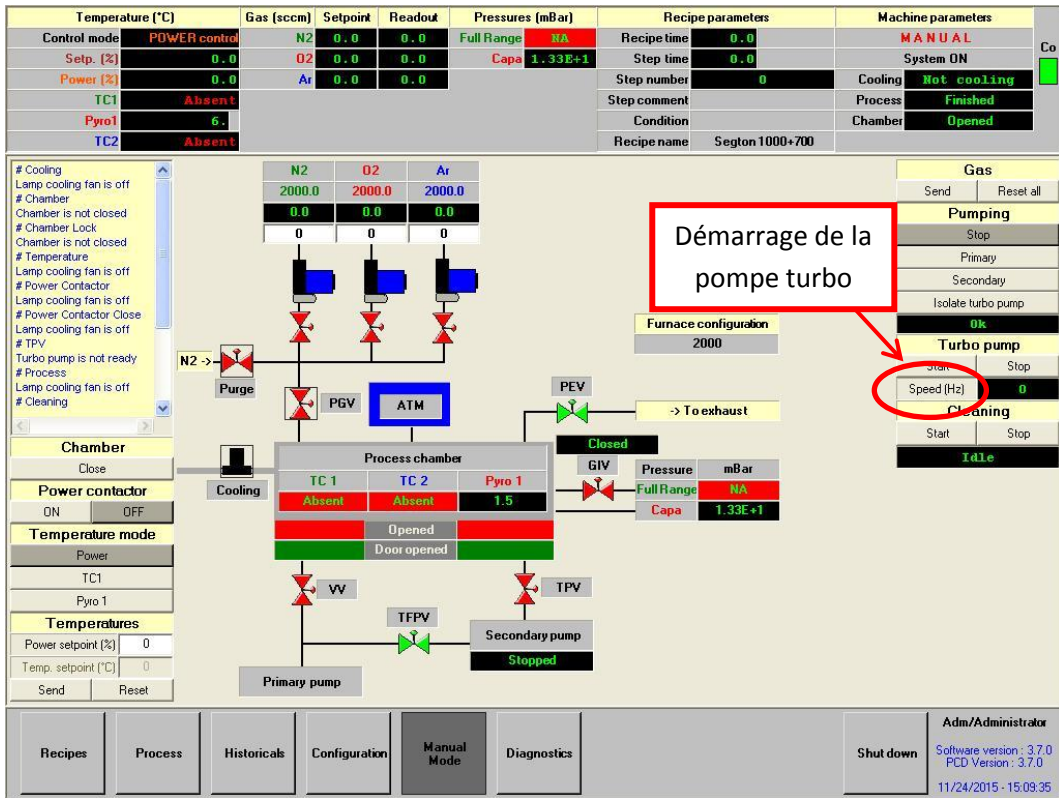


Figure 8: Démarrage de la pompe turbo

Le four est maintenant opérationnel (Figure 9).

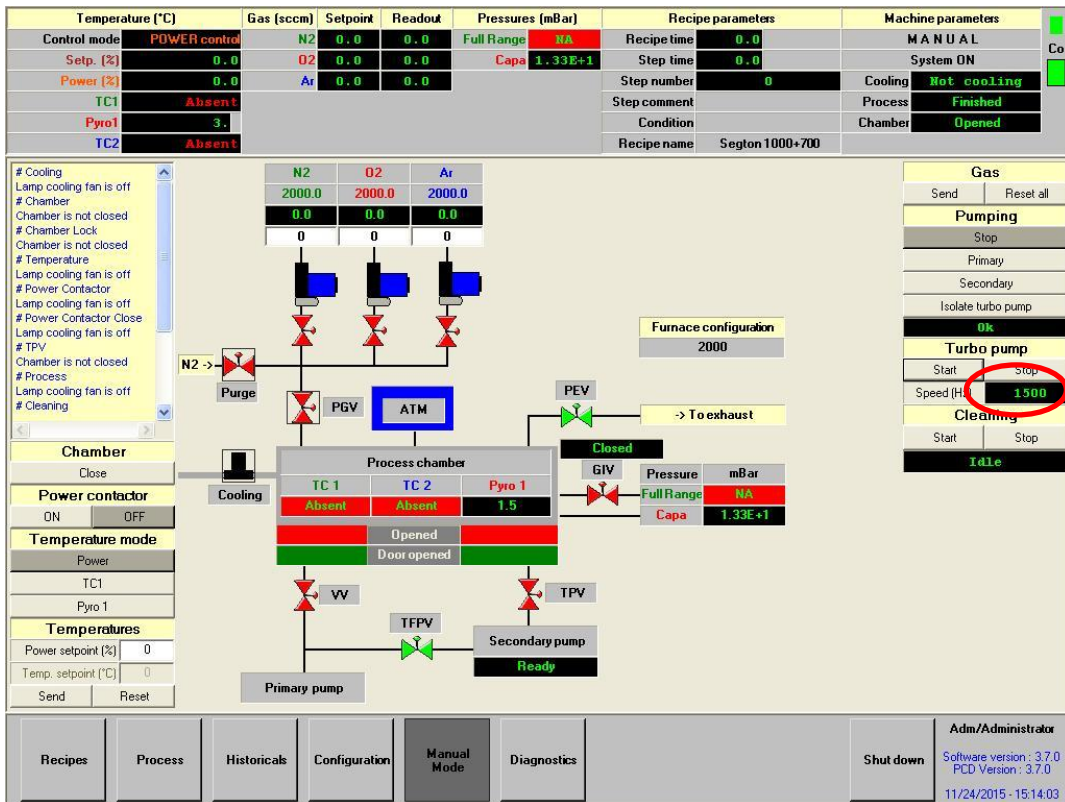


Figure 9: Synoptique du four opérationnel

## 4 Réalisation d'un recuit

### 4.1 Chargement d'une recette dans l'interface PC

Dans l'onglet "Process", sélectionner la recette dans le menu déroulant "Recipe to download" (Figure 10).

Lorsque la recette est sélectionnée, cliquer sur Download pour valider (Figure 11).

Recipes	<b>Process</b>	Historicals	Configuration	Manual Mode	Diagnostics	Shut down	Adm/Administrator Software version : 3.7.0 PCD Version : 3.7.0 11/24/2015 - 15:03:51
---------	----------------	-------------	---------------	-------------	-------------	-----------	---

Temperature (°C)	Gas (sccm)	Setpoint	Readout	Pressures (mBar)	Recipe parameters	Machine parameters
Control mode: POWER control	N2	0.0	0.0	Full Range NA	Recipe time: 0.0	Idle
Setp. (%): 0.0	O2	0.0	0.0	Capa: 1.33E+1	Step time: 0.0	System ON
Power (%): 0.0	Ar	0.0	0.0		Step number: 0	Cooling: Not cooling
TC1: Absent					Step comment:	Process: Finished
Pyro1: 1.					Condition:	Chamber: Opened
TC2: Absent					Recipe name: Segton 1000+700	

Last downloaded recipe		Recipe to download	
Name	Segton 1000+700	Name	<input type="text"/>
Date of last download	23/11/2015	Creation date	
Hour of last download	13:42:43	Modification date	
User name	Adm	User name	
PID table	Segton-PID-SU-200-picots 2mm	PID table	
TC1 calibration table	Default_TC_Table	TC1 calibration table	

Figure 10: Sélection d'une recette dans l'onglet "Process"

Temperature (°C)	Gas (sccm)	Setpoint	Readout	Pressures (mBar)	Recipe parameters	Machine parameters
Control mode: POWER control	N2	0.0	0.0	Full Range NA	Recipe time: 0.0	Idle
Setp. (%): 0.0	O2	0.0	0.0	Capa: 1.33E+1	Step time: 0.0	System ON
Power (%): 0.0	Ar	0.0	0.0		Step number: 0	Cooling: Not cooling
TC1: Absent					Step comment:	Process: Finished
Pyro1: 3.0					Condition:	Chamber: Opened
TC2: Absent					Recipe name: Segton 1000+700	

Last downloaded recipe		Recipe to download	
Name	Segton 1000+700	Name	Segton 1000+700
Date of last download	23/11/2015	Creation date	07/06/2011 - 14:49:25
Hour of last download	13:42:43	Modification date	24/11/2015 - 10:36:24
User name	Adm	User name	Adm
PID table	Segton-PID-SU-200-picots 2mm	PID table	Segton-PID-SU-200-picots 2mm
TC1 calibration table	Default_TC_Table	TC1 calibration table	Default_TC_Table
TC2 calibration table	Default TC Table	TC2 calibration table	Default TC Table

Figure 11: Validation de la sélection d'une recette

## 4.2 Chargement d'une recette dans l'interface automate

Dans l'onglet "Recipes", rechercher le nom de la recette puis valider en cliquant sur "Save" (Figure 12).

Temperature [°C]	Gas (sccm)	Setpoint	Readout	Pressures (mBar)	Recipe parameters	Machine parameters
Control mode: POWER control	N2: 0.0	0.0	0.0	Full Range: NA	Recipe time: 0.0	Idle
Setp. [3]: 0.0	O2: 0.0	0.0	0.0	Capa: 1.33E+1	Step time: 0.0	System ON
Power [3]: 0.0	Ar: 0.0	0.0	0.0		Step number: 0	Cooling: Not cooling
TC1: Absent					Step comment:	Process: Finished
Pyro1: 4.6					Condition:	Chamber: Opened
TC2: Absent					Recipe name: Segton 1000+700	

**Recipe header information**

System: AS-MASTER  
 Creation date: 07/06/2011 - 14:49:25  
 Modification date: 24/11/2015 - 10:36:24  
 User Name: Adm

Recipe name: **Segton 1000+700**

TC1 calibration table: Default\_TC\_Table  
 TC 2 calibration table: Default\_TC\_Table  
 Pyrometer 1 calibration table: CAL\_SU\_200mm\_2014-0924-picots  
 PID control parameter table: Segton-PID-SU-200-picots 2mm  
 IR compensation table: 5323\_ASMASTER2000\_S1150-LAAS  
 Furnace configuration: 2000 HT  
 Post recipe action: Purge Clean None

Buttons: New, Browse, Delete, Print, Save as, Save

Bottom navigation: Recipes, Process, Historicals, Configuration, Manual Mode, Diagnostics, Shut down

Figure 12: Chargement d'une recette dans l'onglet "Recipes"

Valider lors de l'ouverture de la première fenêtre puis confirmer lors de l'ouverture de la fenêtre suivante (Figure 13).

**Validation**

Confirmation dialog: Overwrite file C:\AnnealSys\Recipes\Segton 1000+700 already exists. Overwrite it? [Ok] [No]

**Confirmation**

Information dialog: The file has been successfully saved. [Ok]

Figure 13: Fenêtres de confirmation et d'information de la sélection d'une recette

Si cette action n'est pas effectuée lors du lancement du recuit (Start Process), le programme prendra en compte la dernière recette utilisée précédemment.

### 4.3 Eventuelle modification de la recette

En cliquant sur l'onglet "Steps", on accède à tous les paramètres permettant la modification de la recette. Après avoir modifié les paramètres, veuillez sauvegarder en cliquant sur Save (Figure 14).

Figure 14: Fenêtre d'édition des paramètres de la recette

Valider lors de l'ouverture de la première fenêtre puis confirmer lors de l'ouverture de la fenêtre suivante (Figure 15).

Figure 15: Fenêtres de validation et confirmation des paramètres de la recette

#### 4.4 Chargement de la plaquette

Pour charger la plaquette, revenir dans l'onglet "Process" puis cliquer sur "Open Chamber" (Figure 16).

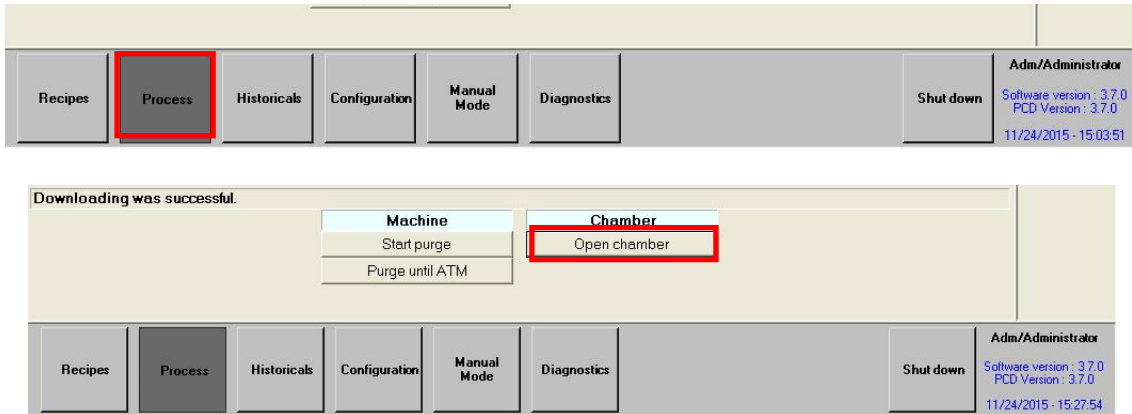


Figure 16: Ouverture de la chambre

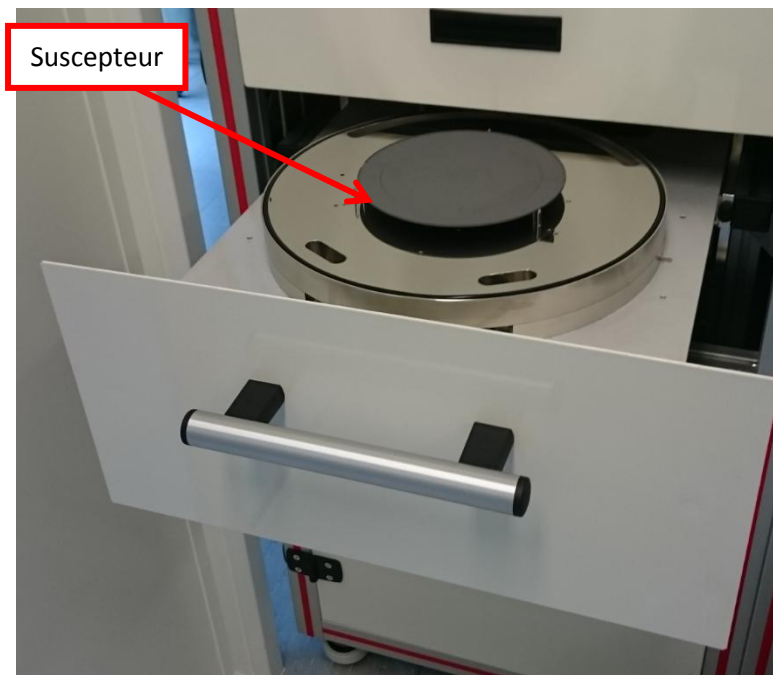


Figure 17: Chambre ouverte

Ouvrir la chambre, positionner le wafer sur le suscepteur puis fermer la chambre (Figure 17). Verrouiller la chambre en appuyant sur "Close Chamber" (Figure 18).

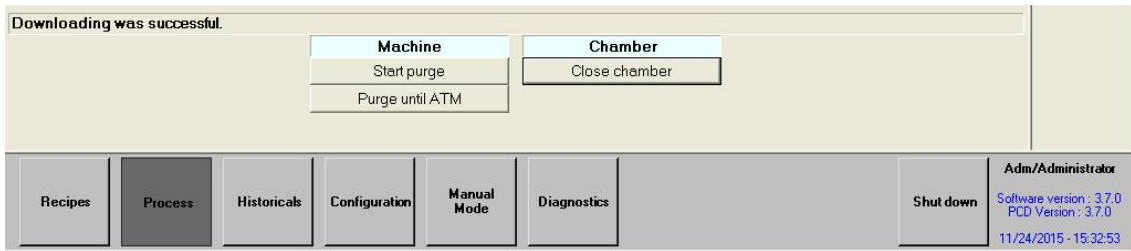


Figure 18: Verrouillage de la chambre

Valider le chargement en cliquant sur **Download** puis **Start process** ().



Figure 19: Validation du chargement

#### 4.5 Lancement du programme

Avant de démarrer le recuit, il est nécessaire de déterminer le "donneur d'ordre" ainsi que l'"historical name". Cliquer ensuite sur "Start" ().

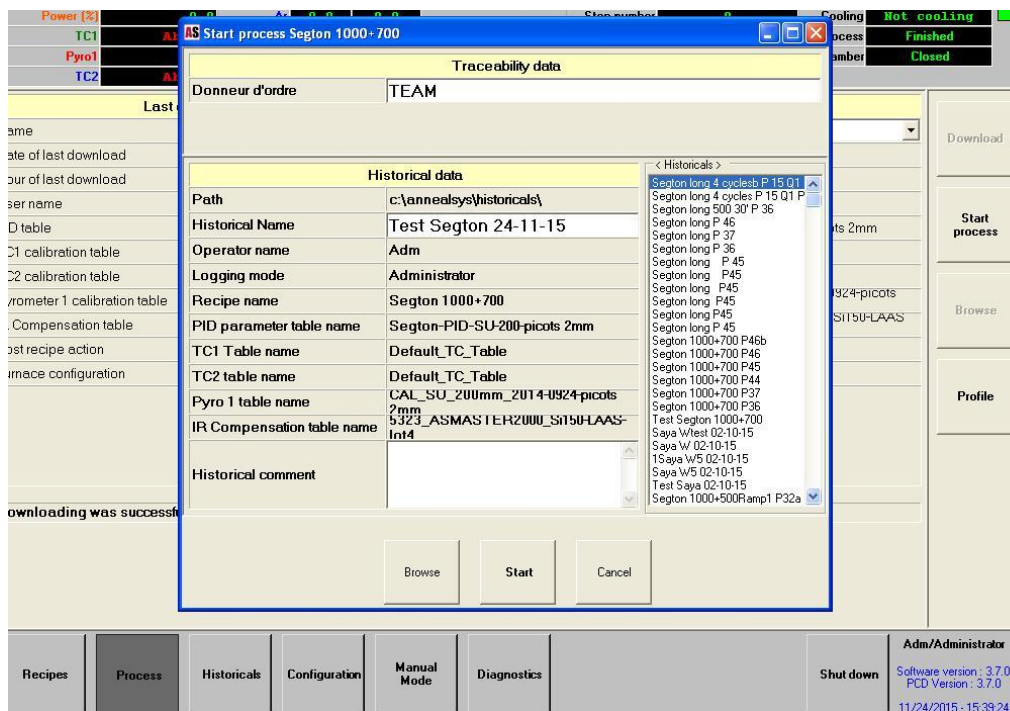


Figure 20: Démarrage du recuit

Le recuit démarre avec les principaux paramètres affichés, température, gaz, pression, décompte du temps écoulé de la recette ainsi que le temps de refroidissement à respecter avant l'ouverture de la chambre de recuit (Figure 21).

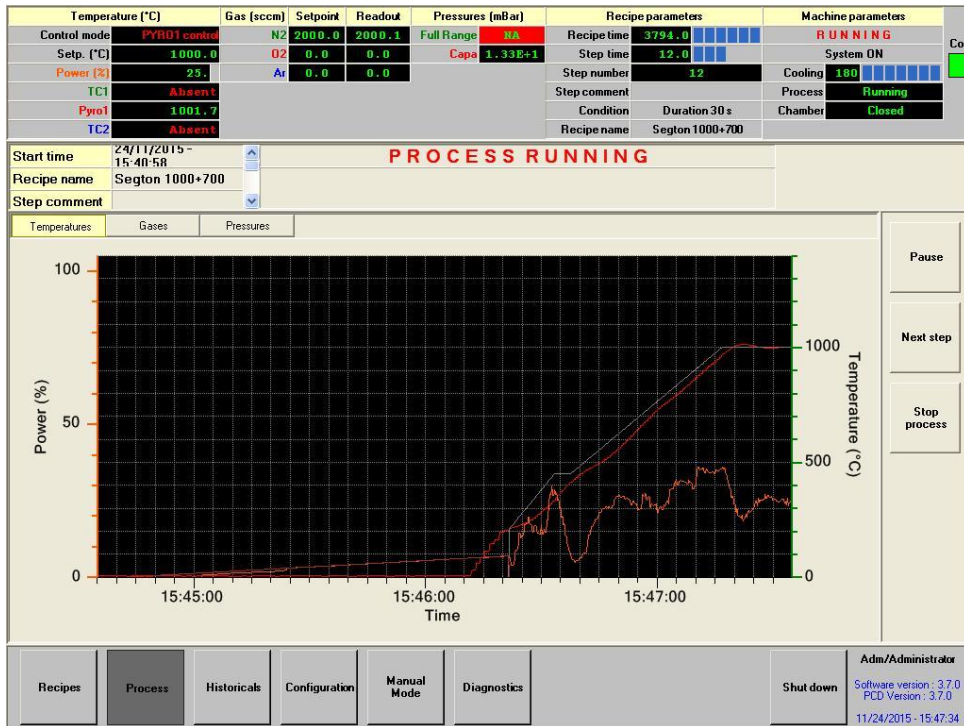


Figure 21: Ecran de contrôle lors d'un recuit en cours

Il est impossible d'effectuer une modification en cours de recuit mais rien n'empêche un retour sur la visualisation de la recette en cliquant sur l'onglet "Recipes". En revanche et si nécessaire l'arrêt du process reste possible en cliquant sur "Stop process". Dans ce cas de figure, après avoir validé sur "Stop process", l'accès aux commandes du four ne pourra se faire qu'après avoir respecté les trois minutes de refroidissement.

Lorsque le recuit est terminé, la fenêtre ci-dessous apparaît. Cliquer sur **OK** afin de valider définitivement la fin du recuit (Figure 22), la page d'accueil apparaît, veuillez procéder à l'ouverture de la chambre (**Open chamber**) pour récupérer le substrat.

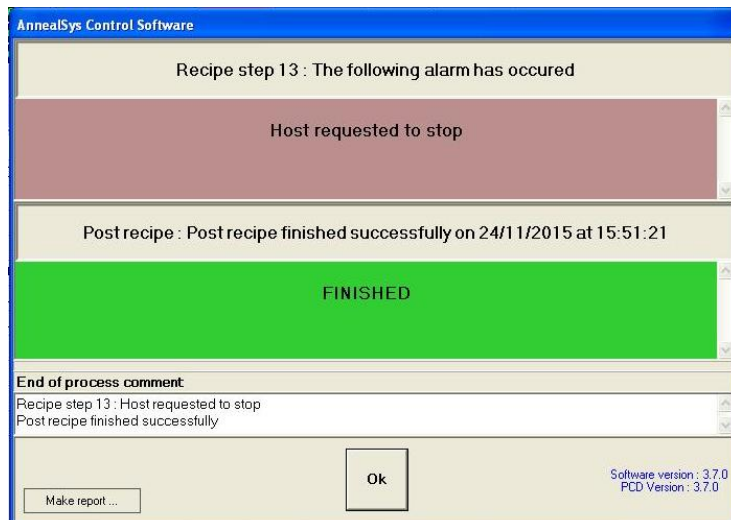


Figure 22: Validation de la fin du recuit

#### 4.6 Relancer un process

Il est possible de relancer aussitôt un recuit :

1. Refermer la chambre
2. "Close Chamber"
3. "Start process"
4. Donneur d'ordre
5. Historical name
6. "Start process"

Tout utilisateur ayant constaté une défaillance ou une anomalie dans le fonctionnement des deux fours RTP de la centrale de technologies du LAAS est tenu d'en informer les personnes concernées de la zone:

- Eric Imbernon : 6834
- Jean-Christophe Marrot : 6995