



HAL
open science

Bilan 2015 des activités de la plateforme de micro et nano technologies du LAAS-CNRS

Hugues Granier, Adrian Laborde, Alexandre Arnoult, Antoine Maiorano, Aurélie Lecestre, Benjamin Reig, Bernard Rousset, Christine Fourcade, David Bourrier, David Colin, et al.

► **To cite this version:**

Hugues Granier, Adrian Laborde, Alexandre Arnoult, Antoine Maiorano, Aurélie Lecestre, et al.. Bilan 2015 des activités de la plateforme de micro et nano technologies du LAAS-CNRS. Rapport LAAS n° 16053. 2016. hal-01867462

HAL Id: hal-01867462

<https://laas.hal.science/hal-01867462v1>

Submitted on 4 Sep 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.

2015

Bilan des activités de la plateforme de micro et nano technologies du LAAS-CNRS



Service TEAM

LAAS-CNRS

11/03/2016

BILAN DES ZONES DE LA PLATEFORME

LITHOGRAPHIE LASER.....	2
PHOTOLITHOGRAPHIE.....	6
NANOLITHOGRAPHIES.....	11
EJM	16
TRAITEMENTS THERMIQUES	22
PVD	26
ELECTROCHIMIE	30
CHIMIE.....	36
JET D'ENCRE.....	41
GRAVURE PLASMA.....	47
ASSEMBLAGE	52
IMPLANTATION IONIQUE	57
CARACTERISATION	60
SUPPORT.....	65
SOUTIEN.....	68

LITHOGRAPHIE LASER

EQUIPEMENTS

Liste

Nom	Libre service	Année d'achat	Valeur d'achat (k€)	n° inventaire	Référence dans LIMS	Priorité
Heidelberg DWL 200	Non	2004	858	8408	L1	0
Hamatech HMP 90	Non	2007	90	8773_CV	L5	1
Nanoscribe PP	Non	2013	288,2	0773_PO	L4	0
Kloe Dilase 750	Non	2013	626	10759_CV	L2	0

Maintenances significatives

Année passée

Remplacement d'une alimentation électrique défectueuse dans l'équipement Hamatech et comportement dégradé du laser d'écriture de l'équipement Heidelberg suite à l'arrêt de 12 semaines de la zone pour travaux d'infrastructure.

Année à venir

Equipement Heidelberg :

- Changement du laser d'écriture après 3000 heures d'utilisation,
- Changement du PC Linux de conversion des dessins avec création d'une connexion au réseau du LAAS.

Equipement Nanoscribe :

- Changement de l'ordinateur de commande en raison de dysfonctionnements pendant des écritures de durée supérieure à 20 heures.

Equipement Kloe :

- Calibration de la table XY.

Equipement Hamatech :

- Changement d'un capteur de fin de course et de filtres.

Evolutions significatives

Installation d'un laser 100 mW 266 nm, modifications des tubes optiques et ajout de filtres amovibles dans l'équipement Kloe Dilase 750.

Prospectives

Dilase 3D Kloé (105 k€)

Installation et mise en route d'un prototype d'écriture laser 3D développé par la société Kloé, L Malaquin, R Courson, L Séveno et PF Calmon

Paillasse de chimie pour délaquage des masques et des réticules

Installation d'une nouvelle paillasse avec dans un second temps un bac de rinçage et un bac chauffé pour un mélange piranha adaptés aux formats des masques et réticules optiques.

Evolution de la source laser de la DWL (35 k€)

Un budget de maintenance de 20 k€ est utilisé tous les 24 mois pour le changement du laser He-Cad de l'équipement DWL 200. Le changement de ce laser d'écriture pourrait se faire tous les 5 à 10 ans avec un laser à diode. L'installation d'un laser à diode avec la mécanique et de nouveaux éléments d'optique nécessite un budget de 35 k€. Puis le changement d'un laser à diode tous les 5 à 10 ans nécessitera un budget de 20 k€.

ORGANISATION

Personnel

- Pierre-François Calmon (IR1) : responsable de zone
- Vinciane Luque (TCN)

- Lucie Séveno (Apprentie Ingénieur)
- Sylviane Baster (AI)
- Rémi Courson (IR)
- David Colin (AI)

Gestion des activités

La zone lithographie laser regroupe trois activités :

- la fabrication de masques et de réticules optiques,
- la fabrication de structures 2D et 3D,
- la fonctionnalisation de surfaces par laser.

V Luque réceptionne et crée des dessins puis programme l'équipement d'écriture laser pour la fabrication des masques. PF Calmon traite plus particulièrement la fabrication des réticules et le développement de nouveaux procédés. S Baster apporte un soutien aux actions de chimie pour la fabrication des masques. L Séveno participe à des nouveaux développements. R Courson traite plus particulièrement le développement de procédés pour la fonctionnalisation de surface. D Colin se forme à la fabrication des masques.

Les dessins des masques qui nous sont transmis, sont réalisés par des personnes ayant les compétences suivantes :

- Connaissances des procédés technologiques de la salle blanche
- Connaissances des logiciels de CAO

Au final, les dessins des masques doivent être validés par le responsable du demandeur.

Une bibliothèque des masques existants est visible vers le lien : \\Pongo\partage_team\Dessins des masques. Cette bibliothèque contient aussi des fichiers de mires d'alignement et des tableaux pour l'identification des masques: Liste des Masques.xls et l'enregistrement de nouvelles demandes: EXXX_DEMANDE_MASQ.xls.

Calibrations / validations des équipements et procédés.

Existantes

Objectif	Nature de l'action conduite	Fréquence
Calibration DWL 200	Ecritures paramétrées au bord d'un masque Mesures automatiques DWL 200 Analyse des résultats	1 fois par semestre
Changement laser DWL 200	Alignement du laser Réglage machine	1 fois tous les 2 ans

Qui vont être mises en place

Objectif	Nature de l'action conduite	Fréquence
Suivi DWL 200	Ecritures motifs critiques au bord des masques Mesures et observations Analyse statistique	1 fois par mois

BUDGET

Exécuté l'année passée

2015	Fourniture	Consommables	Maintenances	Support	Sécurité
Montants En K€	11	3	0	0	0

En 2015 pas de pannes des équipements nécessitant une intervention extérieure.

Prévisionnel année à venir

2015	Fourniture	Consommables	Maintenances	Support	Sécurité
Montants En K€	15	1	29	5	1

Un budget de maintenance de 20 k€ est utilisé tous les 24 mois pour le changement du laser He-Cad de l'équipement DWL 200. Le changement de ce laser d'écriture pourrait se faire tous les 5 à 10 (cf. prospective équipement)

FORMATIONS

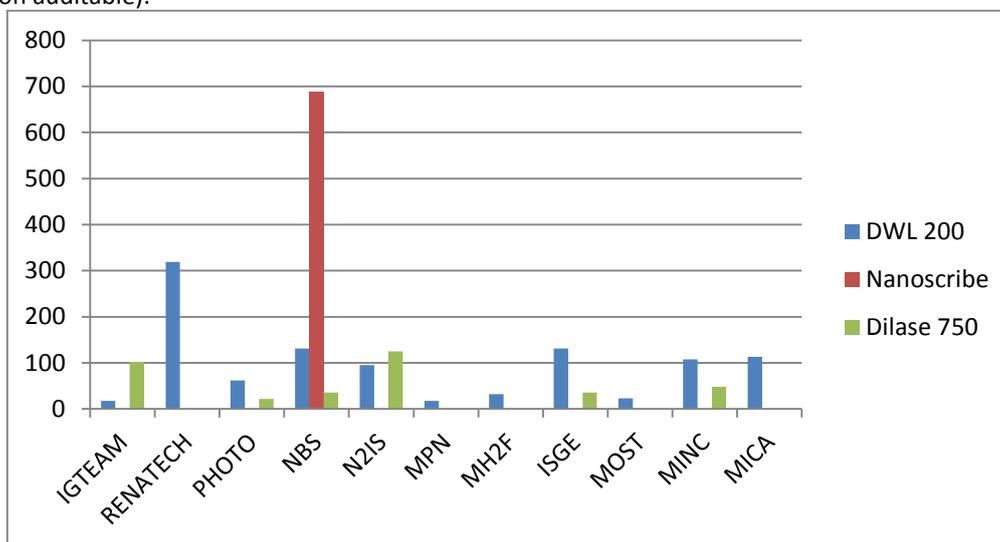
Type	Intitulé	Durée (h)	Nombre de sessions/an	Durée totale/an(h)	Nombre total de participants /an
Cours TEAM	Règles de dessin pour la fabrication des masques	1h30	1	1h30	45
Formation pratique	Logiciel CleWin 5	1h30	A la demande	12	20
	Dilase 750	4h	A la demande	12	3
	DWL 200	4h	A la demande	4	1

Un nouveau cours TEAM sur les techniques de lithographie laser sera proposé l'année prochaine. Une nouvelle formation pratique utilisant la lithographie laser pourrait être créée en collaboration avec l'organisme CNRS formation entreprises.

BILAN

Par équipement

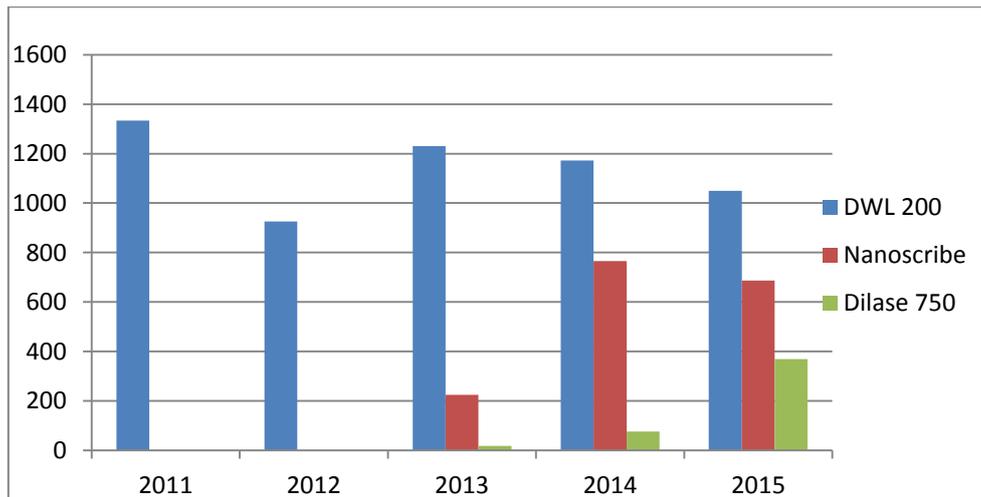
Le graphique ci-dessous donne par équipement le nombre d'heures d'utilisation (unités d'œuvres définies en facturation auditable).



L'équipement Nanoscribe est utilisé pour un projet NBS. 25% (67/269) des masques ou réticules ont été fabriqués pour des demandes RENATECH.

Evolution au cours des années

Le graphique suivant donne par équipement le nombre d'heures d'utilisation sur les 5 dernières années.



Les nouveaux procédés disponibles pour la Dilase 750 ont fait croître le nombre total d'écriture laser en 2015.

SYNTHÈSE

Fabrication des masques et réticules

Nous sommes de plus en plus sollicités pour la fabrication de masques 7 pouces et réticules 6 pouces. Les équipements d'écriture laser, développement résine et attaque chrome sont adaptés pour les plaques 6 et 7 pouces. En revanche nous sommes en attente d'une paillasse équipée d'un bain piranha chauffé + bac de rinçage pour le nettoyage résine des masques et réticules. Actuellement cette opération finale pour la fabrication des masques 7 pouces et réticules 6 pouces est difficilement réalisable avec nos moyens.

Equipex LEAF

L'installation récente d'un laser 266 nm dans la Dilase 750 et l'arrivée prochaine de la nouvelle machine Dilase 3D nous permettra d'expérimenter prochainement de nouveaux procédés.

Personnel

En trois ans le nombre de lasers d'écriture dans la zone est passé de 1 à 5. Chaque laser a permis de développer de nouveaux procédés et d'autres développements restent encore à mener. De plus des procédures de suivi des procédés et des équipements devront être instaurées.

En trois ans le nombre de personnel TEAM œuvrant dans la zone est passé de 2 à 6. 5 d'entre eux interviennent à temps partiel et leur connaissance des équipements est fractionnée. Un nouveau poste d'ingénieur ayant une connaissance générale de tous les équipements de la zone semble nécessaire pour faire face aux nombreux développements à venir.

PHOTOLITHOGRAPHIE

EQUIPEMENTS

Liste

Nom	Libre service	Année d'achat	Valeur d'achat (k€)	n° inventaire	Référence dans LIMS	Priorité
EVG 120	Oui	2003	892	7582_W	P1	0
EVG 620	Oui	2003		7583_W	P5	1
Spraycoater	Oui	2011	166.7	10163_W	P2	0
Stepper Canon	Oui	2009	984	9522_W	P3	0
Stepper Ultratech	Oui	2013	0	11140_W	P4	1
Suss MA150	Oui	1998	457	7037_I	P6	0
Suss MA 6	Oui	2002	137.2	9823_PV	P7	1
Suss MJB3 GaAs	Oui	1985	61	11141_PO	P8	2
Suss MJB3 Si	Oui	1980	58	11160_PO	P9	1
Plaque chauffante SU8 n°1	Oui	2005	26	7859_W	P10	0
Plaque chauffante SU8 n°2	Oui	2002	26	6974_PV	P11	1
Etuve HMDS auto JPK	Oui	2005	46.3	8008_W	P13	0
Etuve HMDS manuelle YES	Oui	1999	17	8009_W	P14	1
Tournette Suss n°1 (procédés standards)	Oui	2015	7.6		P18	1
Tournette Suss n°2 (procédés spécifiques)	Oui	2003	23	6769_CE	P20	1
Tournette Suss n°3 (procédés compatibles MOS)	Oui	2003	18.4	7852_CV	P22	1
Etuve polymère	Oui			8008_W	P12	1
Microscope Leica automatique	Oui	2005	12.5	7957_W	P16	1
Microscope Leica manuel	Oui	2005	12.5	7982_W	P15	1
Paillasses photo 1, 2 et 3	Oui	2006		7843_CV, 7844_CV, 7846_CV, 7845_CV, 7850_CV, 7847_CV	P17 à P22	1
Centrifugeuses Semitool 4 et 6 pouces	Oui					1
Etuves (4)	Oui			7064_CV		1
Plaques chauffantes (5)	Oui	2010	1.26	9821_W 9820_V		1
Armoires réfrigérées (2)	Oui	2005	4	7943_W		1

Maintenances significatives

Année passée

- EVG 120 : Pannes sur le système de dispense automatique, 13.8K€ (intervention constr.).
- Spray Coater : pannes sur :
 - Moteur + contrôleur : 1560€ + 760€
 - Contrôleur + pompes : 15.5K€ (intervention constr.)
- Maintenances préventives constructeurs Canon et Suss Microtec.

Année à venir

- Maintenances préventives classiques (Canon, Suss microtec, EVG 120).

Prospectives

Machine d'alignement

Renouvellement du parc en remplacement d'un des équipements MJB3 (années 1980 et 1985), plusieurs options en fonction du budget :

Caractéristiques des deux équipements :

- Taille échantillons : 0,5 pouces à 4 ou 6 pouces



Machine d'alignement MJB4,
budget ≈150K€



Machine d'alignement MA6, budget
≈300K€

Kloé UV -KUB

« Petit équipement » de photolithographie pour procédés simples et rapides.

Budget : 15 à 30K€ en fonction des options

Sécurité

Travail sur les paillasse de photolithographie pour améliorer l'aspiration et la sécurité des opérateurs.

Ajout d'un système d'aspiration au niveau des armoires réfrigérées.

Achat d'un nouveau détecteur de COV.

ORGANISATION

Personnel

- Mazenq Laurent (AI) :
 - responsable de zone
 - en 2016, à 50% sur la zone (préparation mémoire CNAM sur projet NBS Olympia)
- Laborde Adrian (AI)
- Durlach Arnaud (AI) : CDD de 01/02/2016 au 31/01/2017 à 50% sur la zone photolithographie.

Gestion des activités

- Les équipements de la zone photolithographie sont en **libre-service après formation**.
- Les réservations des équipements se font au moyen de l'outil de réservation en ligne.
- La répartition des activités est la suivante :
 - **Formation :**
 - Adrian L. est en charge des formations des nouveaux entrants.
 - Arnaud D. et Laurent M. assurent le support aux utilisateurs.
 - **Procédés : (Adrian L.)**
 - le suivi des procédés.
 - le développement de nouveaux procédés.

- Arnaud D. assure les qualifications des procédés standards.
- **Equipements (Adrian L.)**
 - les réparations de premier niveau.
 - le suivi des interventions des équipementiers.
- **Gestion :**
 - Laurent M. est en charge de la gestion organisationnelle (bilans d'activité, budgets, qualité, sécurité).
 - Adrian L. et Arnaud D. assurent le suivi des ressources matérielles.
- Vinciane Luque participe au suivi des procédés avec Arnaud dans la zone.

Christine Fourcade et Vinciane Luque sont en charge du suivi et des commandes des fournitures : consommables chimie (pipettes, embouts, pinces), boîtes...

Calibrations / validations des équipements et procédés.

Existantes

Objectif	Nature de l'action conduite	Fréquence
Qualification des procédés de photolithographie les plus courants : <ul style="list-style-type: none"> • ECI 1.1µm stepper • ECI 1.1µm MA150 • NLOF 5µm • AZ40XT 40µm • SU8 100µm 	Réalisation des procédés	<ul style="list-style-type: none"> • 1 fois par mois : Conformité procédé, épaisseur et résolution • 1 fois / trimestre : observations profils au SEM
Qualification procédés HMDS	Réalisation des procédés	<ul style="list-style-type: none"> • 1 fois / trimestre : Mesure des angles de contact
Qualifications équipements : <ul style="list-style-type: none"> • Machines d'alignement 	Vérification machine	<ul style="list-style-type: none"> • 1 fois par mois : Contrôle intensité lumineuse, homogénéité, changement lampe si nécessaire (si t>650h)
Qualifications équipements : <ul style="list-style-type: none"> • Tournettes et EVG 120 	Vérification machine	<ul style="list-style-type: none"> • 1 fois / trimestre : Vérification vitesse de rotation
Vérif installations / zone : <ul style="list-style-type: none"> • paillasse 	Vérification des débits d'extraction	<ul style="list-style-type: none"> • 2 fois / an : Vérification des débits et flux laminaire
Vérif installations / zone : <ul style="list-style-type: none"> • Nettoyage, rangement, • état des stocks, 	5S, heure soleil	<ul style="list-style-type: none"> • 1 fois / semaine

BUDGET

Exécuté l'année passée

2015	Fourniture	Consommables	Maintenances	Support	Sécurité
Montants En K€	45,7	42,4	78,1		7,6

- Fournitures :
 - 75% des commandes ont été réalisées dans le cadre de l'avis de publicité.
 - *Evolution par rapport à 2014 : -28%*
- Consommables :
 - *Evolution par rapport à 2014 : -19%*
- Maintenances :
 - Stepper Canon : achat d'un support 4 pouces en spare : 8.5K€
 - EVG 120 : Panne sur le système de dispense automatique : 13.8K€ (intervention constr.).
 - Spray Coater : pannes sur le moteur et les pompes : 17.8K€ (intervention constr.).
 - *Evolution par rapport à 2014 : +7%*

- Sécurité :
 - Achat d'une nouvelle tournette en capot fermé (sécurité ++) : 7.6K€

Prévisionnel année à venir

2016	Fourniture	Consommables	Maintenances	Support	Sécurité
Montants En K€	45.75	42.5	72.7 (+ 38.8 retardables)	10	9.7

- Maintenances :
 - Achat de 2 chucks tournette MOS (1.45K€ x 2)
 - Achat d'un UV mètre pour qualifier le stepper Ultratech : 20K€ (retardable)
- Support :
 - Travaux de sécurisation paillasse de photolithographie
- Sécurité :
 - Achat d'un nouveau détecteur de COV : 8.5K€
 - Bras d'aspiration articulés sur 2 réfrigérateurs 1.2K€

FORMATIONS

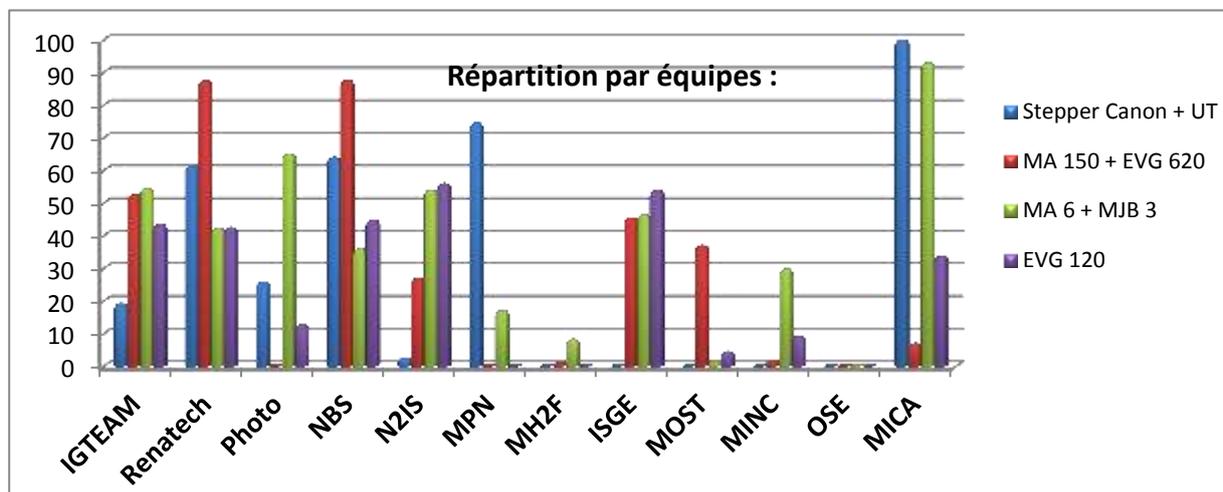
Type	Intitulé	Durée (h)	Nombre de sessions/an	Durée totale/an(h)	Nb total de participants /an
Cours TEAM	Procédés de photolithographie (Réalisé par Laurent Mazenq)	1h	1	1h	27
	Equipements et environnement en photolithographie (Réalisé par Laurent Mazenq)	1h	1	1h	27
	Procédés sur les résines épaisses (Réalisé par Véronique Conedera)	1h30	1	1h30	5
Formation pratique	Procédés de photolithographie	1h30	18	27	45

- Amélioration du processus de formations des nouveaux entrants :
 - Coordination des sessions de formation avec les autres zones.
 - Affichage du planning accessible sur l'intranet.
 - Création d'un « kit de formation » (délivrance du cahier, pinces, etc...).
 - Edition d'un questionnaire pour vérifier la maîtrise des procédés et des consignes de sécurité.

BILAN

Par équipements

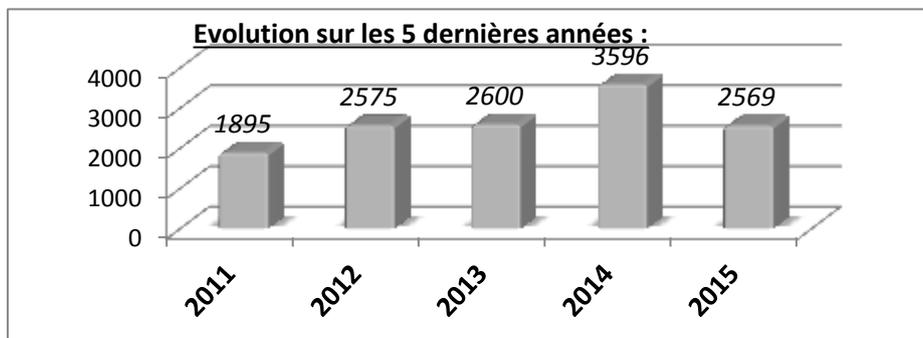
Répartition des heures d'utilisation par familles d'équipements et par groupes :



- Temps total d'utilisation sur 2015 : **1444 heures** (2628 sur tous les équipements).
 - *Evolution par rapport à 2014 : -27%*
- **L'équipement le plus utilisé en 2015 est le stepper Canon** (329h) puis la MA6, l'EVG120 et la MA150.
- **Renatech est le groupe qui a le plus utilisé les équipements** (326h) puis MICA et NBS.

Evolution au cours des années

Evolution de la consommation de substrats sur les 5 dernières années :



- Volume de substrats commandés en 2015 : **2569 substrats**.
 - *Evolution par rapport à 2014 : -29%*

SYNTHESE

Qualité

- Des actions sont prises pour améliorer les activités :
 - Fiabilisation, qualification des procédés,
 - Maintenances préventives,
 - Coordination des formations,
 - Généralisation des modes opératoires.

Evolution de l'activité

- 45 nouveaux utilisateurs ont été formés en 2015. (*Evolution par rapport à 2014 : -8%*).
- L'activité est en baisse par rapport aux années précédentes :
 - Commandes substrats : -29%
 - Temps utilisation machine : -27%
- Malgré cela, le coût de la maintenance a augmenté de 7% en raison de pannes répétées sur les pistes EVG 120, le spray coater et le stepper Canon.
- Sur 2016, Laurent Mazenq sera à 50% dans ses activités pour le service TEAM. Cette absence est compensée par l'arrivée d'Arnaud Durlach à 50% sur la zone photolithographie en CDD pour une durée de 1 an.

NANOLITHOGRAPHIES

EQUIPEMENTS

Liste

Nom	Libre service	Année d'achat	Valeur d'achat (k€)	n° inventaire	Référence dans LIMS	Priorité
Masqueur RAITH150	Oui	2005	907	7563_W	N1	0
Plateforme antivibratoire	-	2007	29	9760_CW	-	0
NANONEX NX2500		2010	269	9931_PO	N2	
Système de démoulage	Oui	2010	16			
Supports d'alignement	oui	2010	14			
Pistolet ionisant	Oui	2010	1			
Tournette	Oui	2013	4.2			
Plaque chauffante	Oui	2013	1.5			

Maintenances significatives

Année à venir

Changement de pointe sur le masqueur électronique

Année à venir

Interféromètre LASER du masqueur électronique (possible)

Evolutions significatives

Installation d'une hotte solvants de classe 10 avec tournette et plaque chauffante

Prospectives

Lithographie électronique (2-3M€)

Nouveau masqueur électronique : meilleures performances (rapidité, automatisme focus astigmatisme, chargement automatique de 10 échantillons, meilleure résolution – 100keV).

Cet achat permettrait sans conteste d'affirmer la position du LAAS comme un acteur essentiel dans les nanotechnologies mais surtout il ouvrirait une très large fenêtre de nouveaux procédés.

Evolution de la lithographie électronique (100k€)

Faute de financement pour l'achat d'un nouveau masqueur électronique l'investissement dans un système FBMS/MBMS sur notre masqueur actuel apparaît comme une solution permettant de débloquent la situation pour certains projets/développements : amélioration de la vitesse d'insolation, pas de raccords de champs limitant la réponse des structures optiques,

Le système restera limité en terme de performances (vitesse, précisions d'alignement et de positionnement) et ne restera accessible qu'après formation longue (30 – 40h) par manque d'automatisation (focus, astigmatisme, chargement d'échantillons).

Nanoréplication

Afin de diminuer le bruit dans la salle nanolithographies au moment de la descente du piston, de minimiser les mouvements d'air pour maintenir la classe 10, il faut prolonger l'évacuation des deux lignes d'azote (pilotage des vérins et évacuation de la pression de la chambre), pour rejeter l'azote à l'extérieur de la pièce en faux plancher.

ORGANISATION

Personnel

- Franck Carcenac – IR : responsable lithographie électronique - réalisation des moules de nano-impression, caractérisations MEB, mise au point de procédés formation des utilisateurs, encadrement et suivi des projets
- Emmanuelle Daran – IR : responsable nanoréplication - mise au point des procédés, réalisation des moules, formation des utilisateurs, encadrement et suivi des projets, caractérisations AFM et MEB
- Jean-Baptiste Doucet – IE : chimie de surface, nouveaux polymères, mise au point des procédés, caractérisations AFM et MEB, formation des utilisateurs, encadrement et suivi des projets
- Amandine Lestras – AI (CDD – jusqu'en décembre 2015) : mise au point de procédés, caractérisations AFM et MEB

Gestion des activités

Le fonctionnement de la zone repose sur la formation, l'ouverture et le partage des procédés. Toute personne formée quel que soit son statut peut utiliser l'équipement et les procédés mis au point précédemment.

Calibrations / validations des équipements et procédés.

Existantes

Objectif	Nature de l'action conduite	Fréquence
Insolation de nanostructures par lithographie électronique	Insolations des utilisateurs	
Réplication de nanostructures	Nano-impressions des utilisateurs	

Qui vont être mises en place

Objectif	Nature de l'action conduite	Fréquence
Qualification de la résolution en lithographie électronique	Insolation générique sur PMMA (20kV – diaphragme 20um – 7mm de distance de travail)	1 fois par an minimum et à la demande d'un utilisateur ou en cas de problème
Qualification procédés de nano-impression	<ol style="list-style-type: none"> Duplication de nanostructures dans un film ZEONOR Duplication de nanostructures à l'aide du test précédent sur du silicium et dans la résine NILUV-135 	1 fois par an minimum et à la demande d'un utilisateur ou en cas de problème

BUDGET

Exécuté l'année passée

Lithographie électronique :

2015	Fourniture	Consommables	Maintenances	Support	Sécurité
Montants En K€	0	2,1	14,9	0	0

Nanoréplication :

2015	Fourniture	Consommables	Maintenances	Support	Sécurité
Montants En K€		1,15	0	0	0

Prévisionnel année à venir :

Lithographie électronique :

2015	Fourniture	Consommables	Maintenances	Support	Sécurité
Montants En K€	0	2,5	5	0	0

Nanoréplication :

2015	Fourniture	Consommables	Maintenances	Support	Sécurité
Montants En K€		3	?	2	1

Général à la zone : l'installation de la hotte va générer un coût d'utilisation un tout petit peu plus important du fait des consommables tels que liners pour la tournette, pipettes, ... Nous n'avions pas pensé à intégrer les évolutions suivantes dans la proposition de budget initial: mettre la poubelle sous extraction, installer un système de ionisation d'air dans la hotte (récupéré de chez FREESCALE), installer un pistolet ionisant (si non retenu dans le marché), déporter les lignes de remise en pression atmosphérique sous plancher, ...

Concernant la nanoréplication : depuis l'achat de la machine, nous n'avons fait faire aucune maintenance, nous nous sommes débrouillés en achetant des pièces et en les changeant nous-mêmes. L'idée est d'essayer de

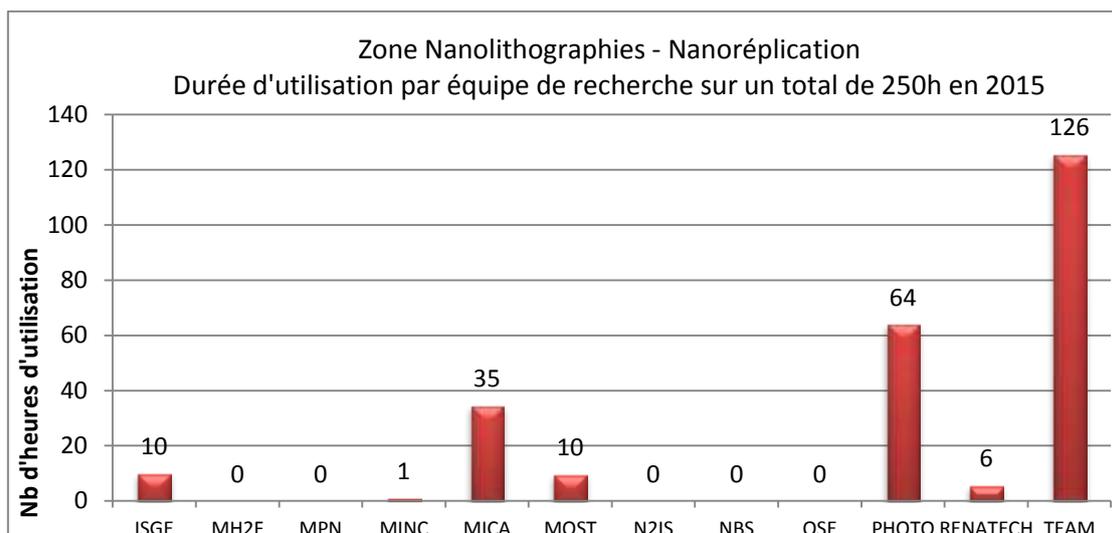
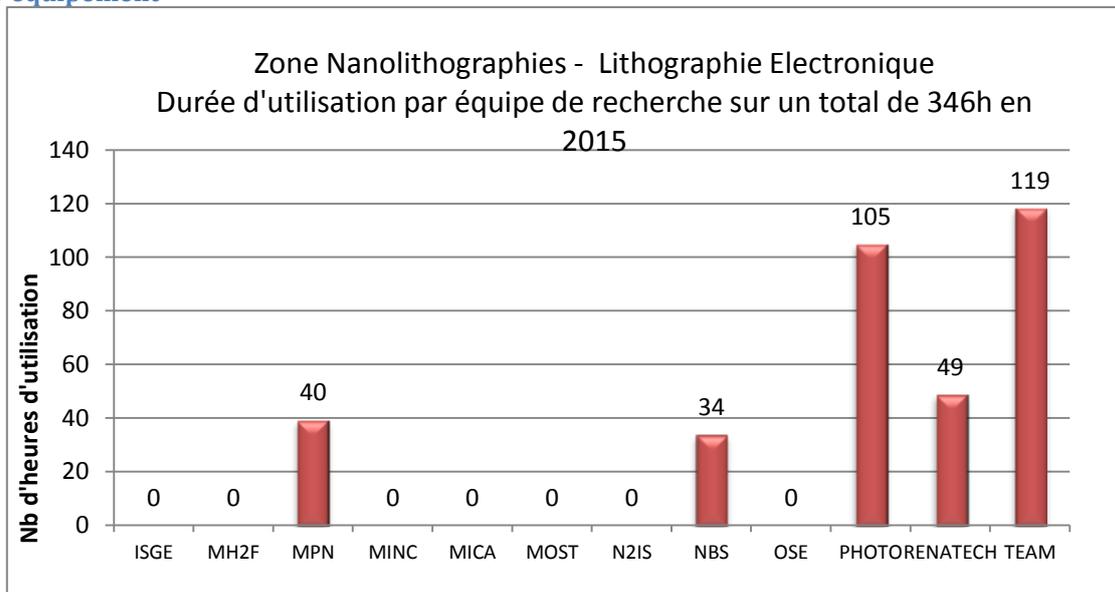
trouver quelqu'un localement pour la maintenance du compresseur et de continuer à faire la maintenance nous-même en achetant les pièces tant que cela est possible. Donc difficile d'évaluer le coût, en particulier si on a une panne importante.

FORMATIONS

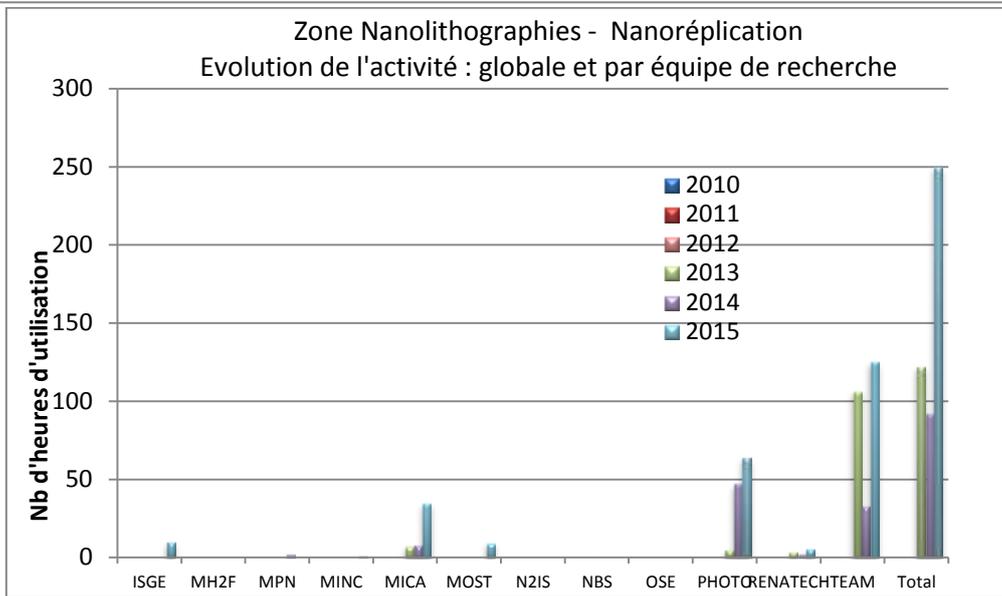
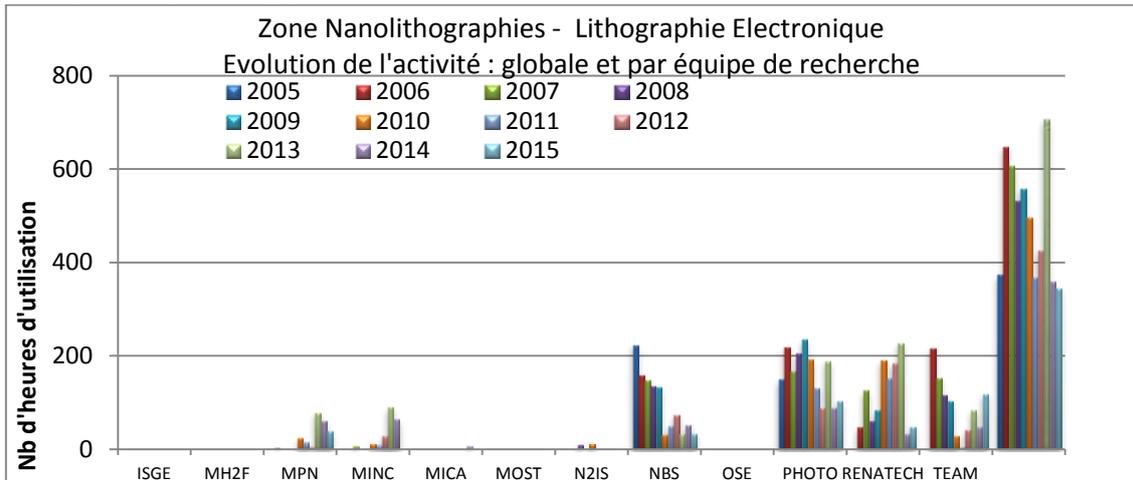
Type	Intitulé	Durée (h)	Nombre de sessions/an	Durée totale/an(h)	Nombre total de participants /an
Cours TEAM	MEB	2	1	2	~15
Formation	Lithographie électronique	40	2	80	2
pratique	Nanoréplication	2	10	20	10

BILAN

Par équipement



Evolution au cours des années



Activité stable en lithographie électronique (chiffre pris sur les réservations en ligne)

La mise au point de nouveaux procédés a provoqué une évolution importante (chiffres pris sur les réservations en ligne) de l'utilisation de la nanoréplication.

La machine est par ailleurs utilisée pour d'autres applications : report de films secs, planarisation de dépôts, structuration micro/macro de films COP ...

SYNTHESE

Ressources humaines nécessaire à l'activité

L'ensemble des activités de la zone est en interaction très forte avec les zones de photolithographie, gravure plasma et caractérisation ainsi qu'avec les chercheurs (principalement PHOTONIQUE) pour le développement des projets scientifiques. Un soutien technique est absolument nécessaire pour le développement de nouveaux procédés, l'intégration dans des filières de fabrication, les nouveaux débouchés, ... Ce soutien a été réalisé, à travers le projet CARNOT LAAS-NANO, par Amandine Lestras (AI – CDD) jusqu'en Décembre 2015. Suite à son départ, ce soutien devra être reconduit afin de ne pas casser la dynamique créée.

Un stagiaire en Licence Professionnelle (Alexandre Lauvergne) a été pris sur la période février/juin 2015. Le recrutement d'un AI est prévu à partir de août/septembre.

La formation à ce type de poste est évaluée à plus d'un an car elle englobe à la fois l'acquisition de techniques complexes (MEB, AFM, nanolithographies) et l'acquisition de technologies complètes nécessitant un niveau de maîtrise très important. Un poste pérenne serait beaucoup plus efficace qu'un CDD en évitant la formation d'une nouvelle personne tous les 2-3 ans : puisque nous ne pouvons pas assurer les CDD, que nous

embauchons, d'un poste en CDI à court/moyen terme, ils cherchent des postes en CDI et, bien formés ... ils en trouvent ! Le bilan pour le LAAS est l'épuisement des ressources humaines ou l'arrêt des technologies ...

Lithographie électronique

La détermination des paramètres permettant de corriger les effets de proximité lors de l'insolation de la résine HSQ pour différentes épaisseurs de résine permettra de développer plus rapidement la fabrication des nanostructures par rapport à l'évolution des demandes endogènes et exogènes.

Nous allons finir de déterminer la vitesse de gravure du silicium en fonction de la taille des motifs entre 20 et 500nm (reste les coupes FIB et observations à réaliser). Ceci devrait nous permettre de déterminer nos capacités actuelles en termes de facteur de forme pour la gravure des nano trous. Cette information est capitale dans la réalisation de nano pores demandée dans un projet LAAS 2016.

Des actions conjointes avec la zone de gravure sont régulièrement conduites mais devront être amplifiées notamment pour le transfert/développement de procédés sur les nouvelles machines de gravure sèche afin de maintenir/améliorer la robustesse des filières de fabrication de moules pour la nano-réplication.

Enfin il faut poursuivre les efforts sur la prospective en équipement. L'achat d'un masqueur nouvelle génération serait un marqueur indéniable pour la plateforme de technologie

Nanoréplication :

Nous allons étendre la nanoréplication à des surfaces de 4 pouces et 6 pouces si possible. Ceci nécessitera la réalisation de moules par lithographie électronique et/ou optique en fonction de la résolution désirée.

Plusieurs études sont en cours ou planifiées pour étendre les possibilités d'intégration de celle-ci aux procédés "classiques" de fabrication pour les micro/nano/bio systèmes.

EQUIPEMENTS

Liste

Nom	Libre service	Année d'achat	Valeur d'achat (k€)	n° inventaire	Référence dans LIMS	Priorité
MBE412	Oui	2011	1285	10190_CE	M1	0
MBE32	Oui	1994	190	-	M2	0
MBE2300	Oui	1985	686	-	M3	0
Hotte	Oui	2008	15	9086_W	M5	
Hotte	Oui	2008	15	9082_W	M6	
RX D8	Oui	2012	305	10407_W	M4	0

Maintenances significatives

Année passée

MBE-32 Installation d'un nouveau système de pompage Pfeiffer pour le SAS.
Réparation canne transfert substrats.

MBE-412 Ouverture réacteur :

Nettoyage manipulateur et réacteur, remplacement des 2 cellules Ga ABN150DF par ABN300DF, Remplacement du cracker As VCAs 700 par VAC500, Remplacement jauge/flux, Mise en place nouvelle cellule Bi VCOR 110, mise en place de 2 hublots chauffants, remplacement cellule azote révisée....
Remplacement de l'axe Z et galets du cluster et installation d'une vanne électropneumatique.

Année à venir

MBE-32 Ouverture du réacteur :

Recharge des cellules, nettoyage hublots, mise en place d'un hublot chauffant, remplacement écran Rheed....

Evolutions significatives

MBE32

Une alimentation de jauge de flux a été changée sur le MBE32 afin de mesurer de façon plus reproductible les flux lors des calibrations. En effet, l'ancienne jauge, datant de l'achat du bâti, était instable et semblait provoquer un vieillissement accéléré des filaments.

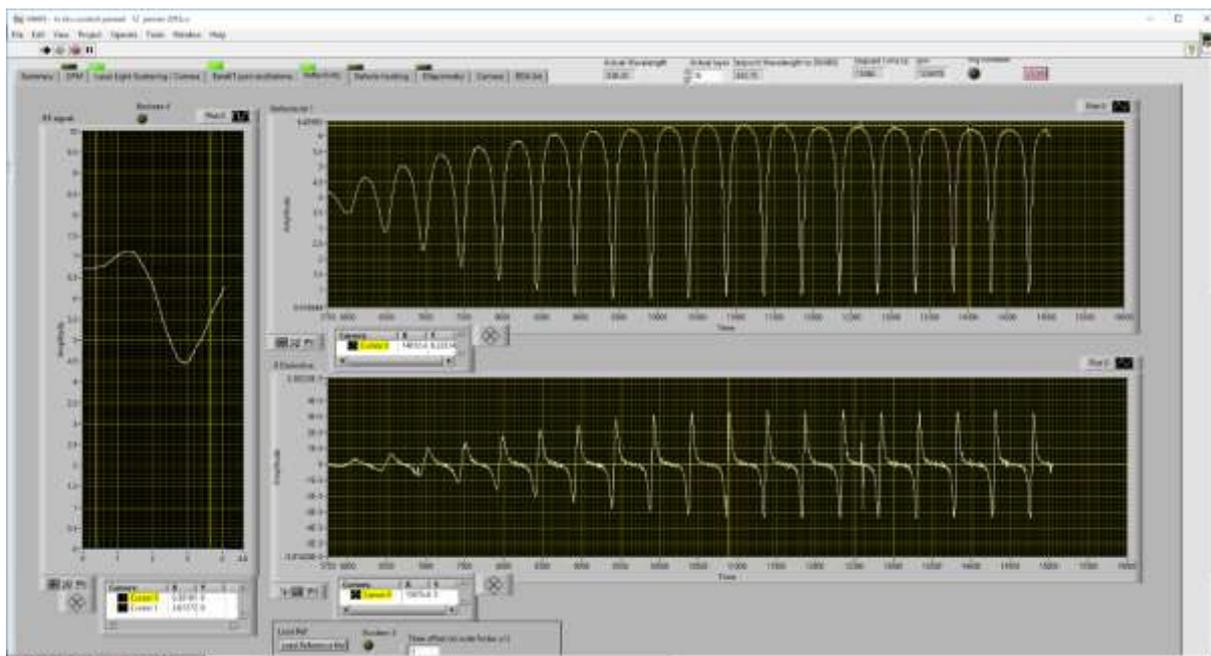
MBE412

Les deux cellules Ga ABN300DF, d'une capacité double des ABN150DF, ont été montées. L'autonomie du bâti devrait donc approcher l'autonomie nominale répondant à cahier des charges lors de l'achat de la machine (a priori doublée par rapport à la campagne précédente). Ces cellules ont été fournies gratuitement par Riber.

L'une des cellules In a été remplacée par une cellule Bi (remplacement creuset + charge).

Des outils de suivi in-situ de la croissance ont été développés en Labview et testés :

- Montage d'une caméra sur le port normal au substrat (port BandiT)
- Suivi de la réflectivité à 70°, à longueur d'onde variable grâce au pilotage à distance sur monochromateur DK480 en Labview
- Suivi de rugosité par la mesure de la lumière diffuse réfléchiée par la surface en croissance (analyse de l'image camera)
- Collecte des spectres de transmission BandiT pour traitement en live



Prospectives

MBE32 (6 K€)

Ce bâti sera équipé prochainement d'un hublot chauffant sur le port à incidence normale au substrat afin de permettre un contrôle de température du substrat via le BandiT du MBE412.

OFM sur MBE412 (5-25 K€)

La vitesse de croissance d'un élément provenant d'une cellule d'effusion (typ. Le Ga) dépend très fortement du passif du cache de la cellule. En effet, lorsque celle-ci est fermée quelques minutes, la pression dans la cellule augmente, et on observe une surpression pouvant aller jusqu'à 10% du flux nominal pendant un temps pouvant atteindre plusieurs minutes. Or, il est souvent nécessaire de contrôler ce flux à mieux que 1%, sur des temps courts de l'ordre de la minute.

Cette surpression est dépendante de la recette. L'environnement de recherche du bâti impose des croissances toutes différentes, et donc une longue mise au point pour chaque croissance réalisée. Cette étape se révèle coûteuse, et pourrait-être grandement raccourcie si on mesure directement les flux in-situ, en croissance, avec une boucle de rétro-action sur la température de la cellule mesurée. Des preuves de faisabilité de mesure optique des flux (OFM pour Optical Flux Monitoring) ont été reportées dans la littérature, mais un interfaçage direct avec le soft de contrôle de la machine n'a jamais été réalisé.

Suite à une interaction fructueuse entre le LAAS et Riber, un nouveau soft a été développé, permettant cet interfaçage.

Nous souhaitons donc monter une manip de mesure optique des flux, basée sur l'absorption atomique, et réaliser les scripts d'interfaçage avec le nouveau soft Riber (Crystal XE) qui devrait être installé courant mars sur le bâti.

FIB sur MBE412 (1000K€)

Une autre évolution majeure sera l'arrivée, courant mars, d'un FIB ultravide connecté à la chambre cluster du MBE412. Cet outil, développé entre le LAAS, Orsay Physics, Riber SA, et l'IM2NP de Marseille dans le cadre du FUI Ultinatool.

Ce FIB sera équipé d'une source Ar et d'un MEB. Un postdoc de 1 an et un AI CDD seront embauchés dans le cadre de ce projet

ORGANISATION

Personnel

- Arnoult Alexandre(IR1) : responsable de zone
- Lacoste Guy (IEHC)

Gestion des activités

L'activité sur le MBE32 est auto-gérée par Chantal Fontaine qui en est la seule utilisatrice en ce moment. Le personnel TEAM assurant toutes les fonctions support et une assistance à la réalisation de certaines épitaxies quand nécessaire

Sur le MBE412, Sébastien Plissard et son postdoc (Daya Dhungana) réalisent les croissances à base de nanofils, et Alexandre Arnoult réalise les croissances répondants aux autres demandes internes au LAAS, ou externes via le réseau Renatech (structures III/V).

Calibrations / validations des équipements et procédés.

Existantes

Les calibrations des flux sont réalisées avant chaque croissance, quotidiennement. Les flux sont affinés suite à une mesure sur croissance test (RX, PL, MEB, etc...).

Objectif	Nature de l'action conduite	Fréquence
Calibration du dopage N (Si) ou P (C)	Réaliser des couches de GaAs dopées uniformément en croissance (typ. 1µm)	Au besoin (typ. 5 par an)
Niveau du dopage résiduel	Croissance d'une couche de 10µm de GaAs non dopée, et mesure par effet Hall VdP	Typ. Tous les 3/4 mois
Calibrations des épaisseurs et compositions d'alliages	Croissance de structures test – mesures RX ou PL	Quasiment journalier

Les informations sont partagées par les différents utilisateurs, et les redondances sont très rares.

Qui vont être mises en place

Objectif	Nature de l'action conduite	Fréquence
Mesure directe des flux par absorption atomique	Développement d'un outil de mesure des flux	Systématique si efficacité avérée

BUDGET

Exécuté l'année passée

2015	Fourniture	Consommables	Maintenances	Support	Sécurité
Montants En K€	20	6.6	30	10	0.5

Prévisionnel année à venir

2016	Fourniture	Consommables	Maintenances	Support	Sécurité
Montants En K€	15	11.6	28.5	0.86	0

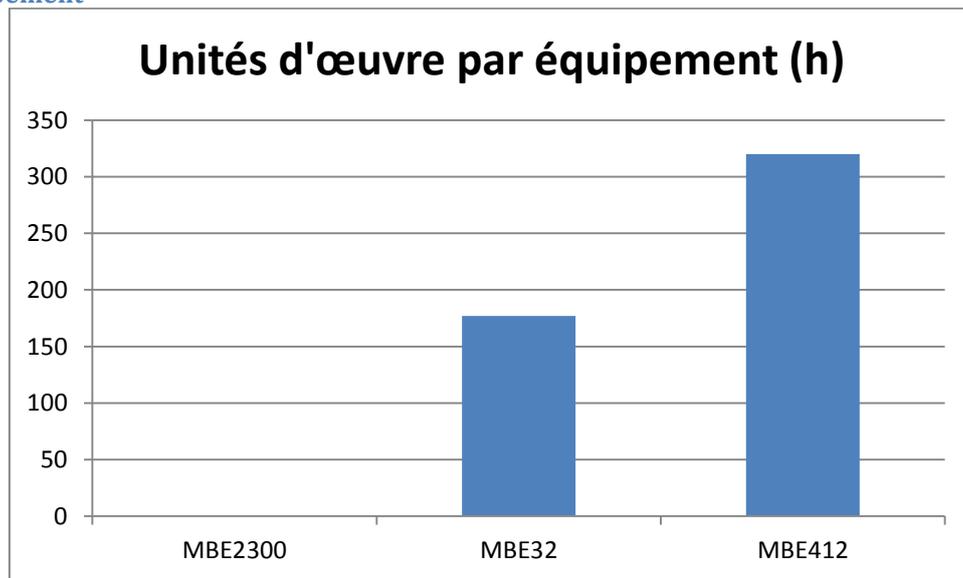
FORMATIONS

Type	Intitulé	Durée (h)	Nombre de sessions/an	Durée totale/an(h)	Nombre total de participants /an
Formation pratique	Epitaxie par Jets Moléculaires	En continu	sur plusieurs mois	~50h	1

Formation pratique	Reflectivité X	4H	3	12	3
Formation pratique	GIXRD	4H	2	8	2

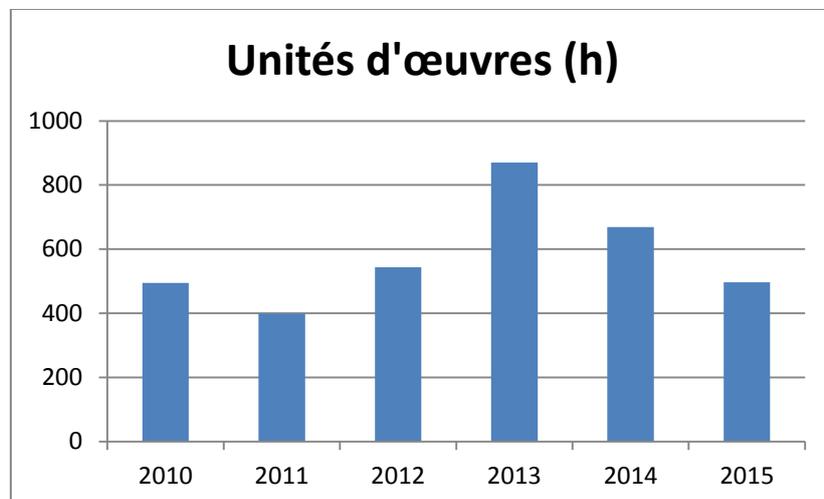
BILAN

Par équipement

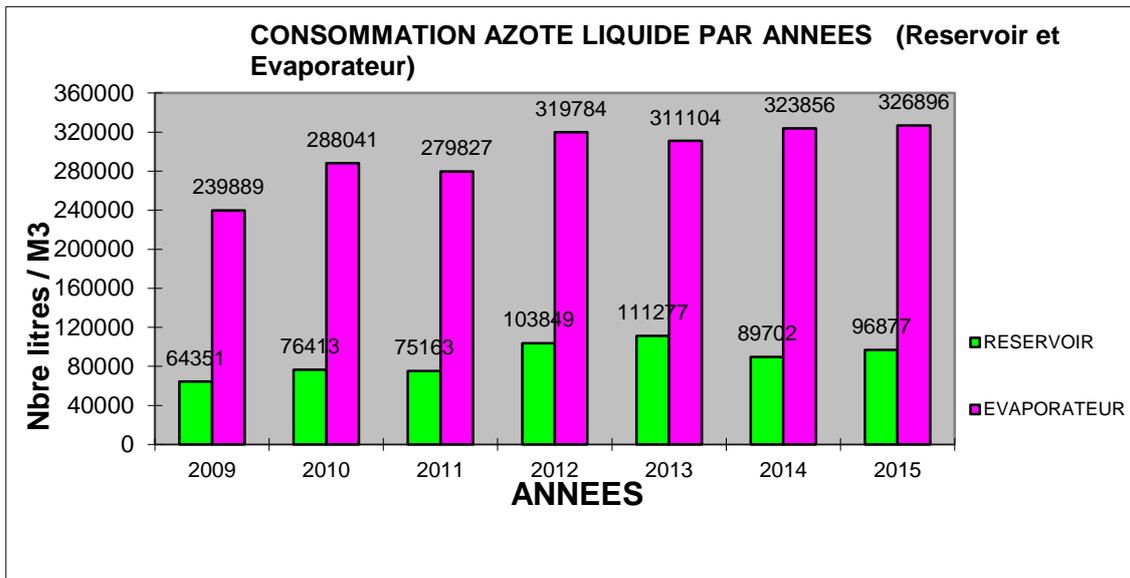


- Le MBE2300 est à l'arrêt sous ultra-vide en attente de financements pour son éventuelle reconfiguration. Des projets ont été déposés afin de rénover le manipulateur et d'y installer de nouveaux matériaux.
- Le MBE32 a subi une importante cure de jouvence (financée par les pénalités de retard du MBE412 par Riber). Son activité est principalement centrée sur les alliages à base de Bi.
- Le MBE 412 a été arrêté 9 mois dans l'année. Cette durée est due principalement à des délais d'approvisionnement anormalement longs sur des creusets pour lesquels nous n'avons qu'un fournisseur. Malgré cela 118 épitaxies, pour 320H de croissance ont été réalisées dans l'année. Elle s'explique aussi par l'ouverture du bâti (cf. 1.2.1) qui est une opération très minutieuse qui nécessite à la fois une grosse préparation et un surcroît d'activité lors de l'ouverture. Elle a été mise à profit pour développer notamment les outils de suivi in-situ (cf. 1.3.2).

Evolution au cours des années



La baisse s'explique par le fait qu'il n'y a eu que 3 mois d'activité sur le MBE412 en 2015.



SYNTHESE

MBE32

Les croissances de bismures ont été menées par Chantal Fontaine (PHOTO). Notamment, des couches très diluées ont été réalisées.

MBE412

Deux activités cohabitent avec succès : les croissances de nanofils sur Si, et une activité de service à base de structures III/V.

Concernant l'activité de service, notons que même si la croissance de matériaux III/V à base d'arséniures de Ga est maîtrisée dans les grandes lignes depuis de nombreuses années, une mise au point longue doit être réalisée avant la croissance de chaque nouvelle structure. Les contraintes en termes de concentrations d'alliages et d'épaisseurs dépassent souvent les limites de stabilité des flux, et il faut régulièrement composer avec ces dérives et fluctuations, sans compromettre la qualité de la couche (rugosité, défauts). La mise en place d'un outil de mesure directe des flux permettrait d'alléger cette étape très gourmande en temps, et donc en coûts de croissances.

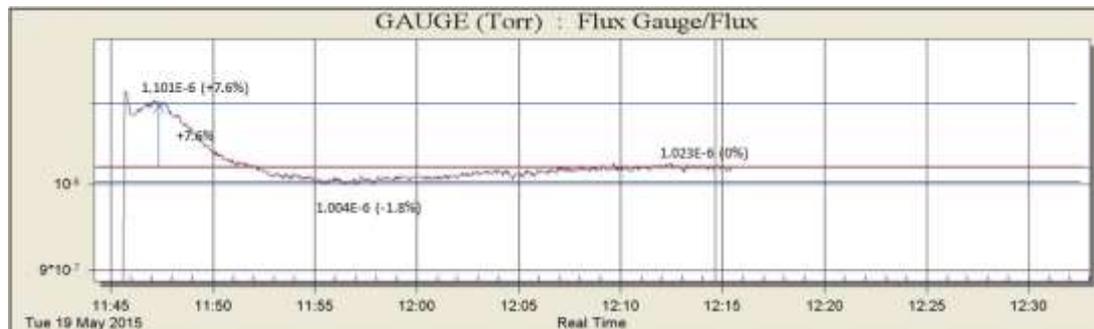
Enfin, l'année 2015 a été marquée par de longues période pendant lesquelles le MBE412 a subi de multiples interventions techniques pour faire face à de nouvelles pannes (effondrement du bras cluster suite à un mauvais dimensionnement d'une pièce par UHVDesign, grippage de roulements sous UHV, casse du creuset Sb, qui a nécessité le démontage complet de la cellule, et son remplacement, etc...). S'ajoute à ces pannes des délais de livraison anormalement longs.

De nouveaux outils ont été développés, ou sont en cours de développement afin de suivre au mieux les croissances, nécessitant par exemple le codage du calcul de réflectivité par la méthode des matrices de transfert en LabView.

Le MBE412 répond entièrement au critère d'uniformité pour lequel il a été acheté. Il permet aussi de travailler en batch (série de plusieurs croissances), de façon automatique. Cette façon de travailler se révèle particulièrement efficace pour la croissance de nanofils, nécessitant des séries dans lesquelles quelques paramètres sont changés.

Concernant les structures complexes, qui forment la base des demandes autant internes qu'externes : comme pour tout bâti d'épitaxie par jets moléculaires, la mise au point de la croissance d'une structure particulière nécessite la prise en compte de paramètres inter-dépendants, que l'on peut anticiper dans les grandes lignes, mais qui nécessitent d'être affinés pour chaque structures afin de rentrer dans les spécifications demandées. Par exemple, il est courant d'avoir dans une demande une tolérance de 1% sur les épaisseurs, alors que le flux

sortant des cellules varie de 10% entre le moment où le cache est ouvert, et lorsque le régime est stable. Ces transitoires de flux sont reproductibles, mais dépendent fortement de l'histoire de la cellule (durée d'ouverture/fermeture avant la couche), et donc des couches précédentes, qui ne sont jamais les mêmes...



Transitoire de flux de la cellule de Ga (l'abscisse est en hh:mm)

Les industriels qui utilisent le même type de bâtis, ou plus gros, sont confrontés au même problème. C'est pourquoi ils refusent de fournir des couches sur mesure sans s'engager sur au moins 100 unités. En effet, la phase de mise au point n'est pas considérée comme rentable au deçà.

Comme il est impossible de commander des couches sur mesures à un industriel, nous nous sommes équipés du MBE412.

Toutes les couches réalisées au laboratoire sont des modèles uniques. C'est notre force, et nous travaillons à rendre la phase de mise au point la plus efficace possible, d'où la nécessité de développer des outils de contrôle in-situ. La phase ultime sera l'interfaçage de ces outils de contrôle avec l'automate qui gère les croissances. Le LAAS a été moteur auprès de Riber dans le développement d'un nouveau système, entièrement configurable et pouvant interagir avec des input/output externes. Cet outil a été développé récemment, et va être déployé gracieusement par Riber courant mars 2016 sur nos machines grâce à cette très forte interaction.

TRAITEMENTS THERMIQUES

EQUIPEMENTS

Liste

Nom	Libre service	Année d'achat	Valeur d'achat (k€)	n° inventaire	Référence dans LIMS	Priorité
Bâti de fours 4" d'oxydation et redistribution AET (3 tubes)	Non	1986	305	11146_PT	T16-T18	1
Fours dépôts LPCVD Tempress 4" (3 tubes)	Non	1988	53,4	11148_PT		1
Fours recuits AET 4" (2 tubes)	Oui	1986	30,5	10235_PT	T24-T25	1
Réacteur de dépôt PECVD STS	Non	2000	364	10080_PT	T21	1
Réacteur de dépôt LPCVD vertical	Non	1996	200	11149_PT	T20	0
Bâti de fours 6" d'oxydation, diffusion et redistribution Centrotherm (4 tubes)	Non	2006	520	7980_W	T1-T4	0
Bâti de fours 6" de dépôts LPCVD et recuit Alu Centrotherm avec le système d'abattement des gaz (4 tubes)	Non	2006	585	7981_W	T5-T8	0
Bâti d'oxydation AsGa AET	Non	2008	80	8701_CE	T19	0
Bâti de recuit 6" AET (4 tubes)	Non	2011	155	10235_PT	T9-T12	0
Bâti de recuit rapide Si 6"/8" Annealsys	Non	2008	228	9127_W	T14	0
Bâti de recuit rapide AsGa 4"/6" Annealsys	Non	2008	99,6	9126_8	T13	0
Réacteur de dépôt ICPECVD basse température OXFORD	Non	2011	406,7	10107_PT	T22	0
Bâti de dépôt ALD	Non	2012	350	10515_PE	T23	0
Bâti de fours de recuit SEMCO 6" (3 tubes)	Non	1997	304,194	11147_PT		

Maintenances significatives

Année passée

- Maintenances préventives annuelles classiques (ALD, ICPECVD, Centrotherm).
- Réparation de deux PC industriels "Cesar" sur les fours Centrotherm.
- Nettoyage de pièces en quartz (Four Reve).
- Remplacement de plusieurs débitmètres massiques.
- A ce sujet, nous avons fait intervenir plusieurs commerciaux afin de vérifier la compatibilité des différents MFC numériques pour une maintenance plus autonome.

Année à venir

- Maintenance préventive du scrubber Centrotherm.

Evolutions significatives

- Evolution pour moins dépendre des équipementiers tels que Centrotherm.
 - Au niveau hardware, achat de MFC compatibles.
 - Au niveau soft, duplication des programmes de base.

Prospectives

Bâti PECVD STS

La partie software du bâti PECVD STS sera rétrofité dans le cadre d'un projet COM2I.

ORGANISATION

Personnel

- Imbernon Eric (IR1) : responsable de zone
- Rousset Bernard (IRHC)
- Marrot Jean-Christophe (AI)
- Intervention ponctuelle de Nathalie Lauber dans le cadre de la qualification des oxydes thermiques.
- Intervention de Sylvain Pelloquin dans les développements et calibrations de l'ICPECVD

Gestion des activités

La gestion des équipements se fait grâce à un planning qui permet d'organiser au mieux l'activité. Tous les procédés réalisés dans la zone sont archivés dans un fichier électronique.

Mis à part les tubes de recuits métaux 6" et Polyimide 4" qui sont en libre-service, les réservations seront toujours exclusivement effectuées par le personnel référent de la zone.

Calibrations / validations des équipements et procédés.

Existantes

Objectif	Nature de l'action conduite	Fréquence
Qualification du SiO ₂ déposé par PECVD	1. Dépôt de SiO ₂ par PECVD dans l'ICPECVD et le CCPECVD	Tous les mois

Qui vont être mises en place

Objectif	Nature de l'action conduite	Fréquence
Qualification de l'épaisseur d'oxyde thermique	1. Oxydations thermiques sèches et humides de 25 plaquettes par tube	Tous les semestres
Qualification de la qualité de l'oxyde thermique	1. Nettoyage RCA sur 25 plaquettes 2. Oxydations thermiques de grille 4 nm, 55 nm et 100nm dans chaque tube 3. Caractérisation C(V) sur les plaquettes	Tous les semestres

BUDGET

Exécuté l'année passée

2015	Fourniture	Consommables	Maintenances	Support	Sécurité
Montants En K€	0	1,3	63,8	5,5	0

Le budget maintenance est conséquent et principalement dû aux préventives de l'ALD et de l'ICPECVD (35 k€). De plus, cette année, nous avons commencé à reconstituer le stock de débitmètres massiques (12k€).

Prévisionnel année à venir

2015	Fourniture	Consommables	Maintenances	Support	Sécurité
Montants En K€	4,5	0	47	1,3	5

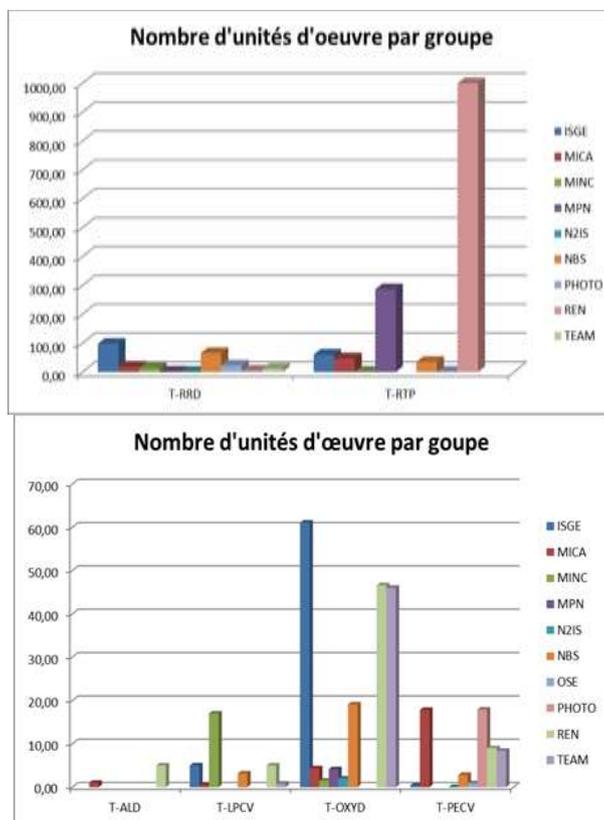
Le budget prévisionnel maintenance est en diminution car nous ne prévoyons pas l'achat d'autant de MFC que l'an dernier.

FORMATIONS

Type	Intitulé	Durée (h)	Nombre de sessions/an	Durée totale/an(h)	Nombre total de participants /an
Cours TEAM	Techniques de dopage	1h30	1	1h30	20
	Oxydation thermique	1h30	1	1h30	20
	Dépôts CVD	1h30	1	1h30	20
Formation pratique	ICPECVD	3h	3	15	5

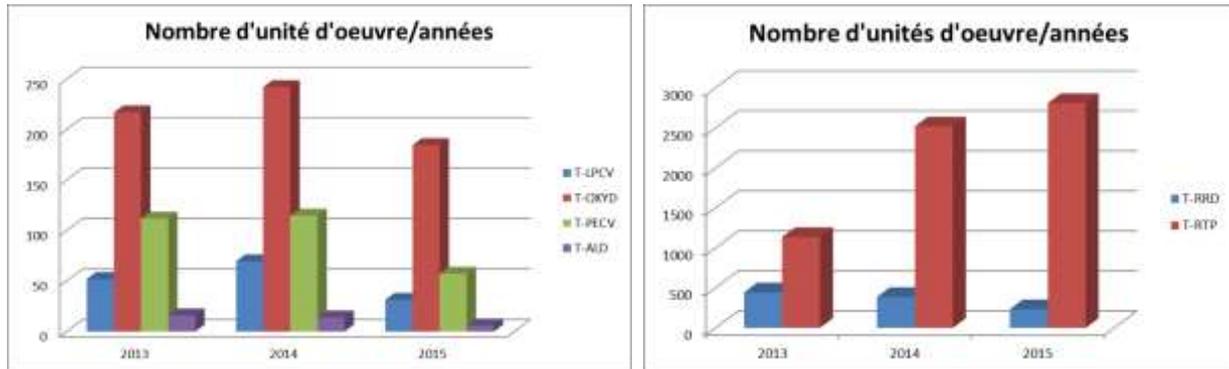
BILAN

Par équipement



Le four RTP a été fortement sollicité cette année en particulier par le projet Segton.

Evolution au cours des années



La diminution du nombre de procédés liée à une baisse générale de l'activité.

SYNTHESE

Personnel

Jean-Christophe Marrot est maintenant formé sur tous les fours de recuits et a commencé à se former sur le bâti PECVD.

Eric Imbernon va se former sur le four REVE et sur le bâti ALD au cours de l'année à venir.

Bernard Rousset s'est investi dans les différents projets de retrofit actuels et futurs.

Equipements

Le four Tempress a été rétrofité par Manuel Cavarroc (I2C) et la partie thermique est maintenant opérationnelle.

Le four REVE constitue toujours un élément fondamental dans la zone notamment pour le remplissage de tranchées profondes dans le cadre du projet Tours 2015.

Eléments divers

Nous avons sollicité une formation en sécurité gaz qui aura lieu cette année.

Nous avons créé une "équipe MOS" composée d'un binôme chercheur (Fuccio et Guilhem Larrieu) et d'un binôme ITA (Bernard Rousset et Eric Imbernon). Nous avons organisé un séminaire MOS au mois de novembre et continuons à nous voir tous les 2 mois afin d'assurer la mise en place et le suivi de l'optimisation de la technologie MOS au LAAS.

PVD

EQUIPEMENTS

Liste

Nom	Libre service	Année d'achat	Valeur d'achat (k€)	n° inventaire	Référence dans LIMS	Priorité
EVA 600	non	2010	165	10008-P	D1	0
Edwards	non	2003	691.5	6771-C	D5	0
Univex 450	non	2008	900	8536-W	D2	1
Varian	non	1996	160	0859-P	D4	0
ApSy-E100	non	2010	130	10089-PE	D6	0
Plassys	non	2013	350	10760-CV	D3	1
Ribber	non	2015		11309-PP	D7	0
Hotte traitement chimique	oui	2004		7690-C		
Etuve ventilée	oui	2002		6922-CV		

Maintenances significatives

Année passée

La maintenance est assurée principalement par Guillaume Libaude et Ludovic Salvagnac. Elle représente 2 à 4 heures par personne et par semaine. Ce qui fait un total d'environ 8 heures par semaine

- Maintenance préventive :
 - tous les mois pour la zone (vérification des paramètres de dépôts des différents équipements)
 - tous les 6 mois décapages des enceintes de dépôts
 - annuelle effectuée à l'arrêt de la salle blanche 10 jours pour vérifications et entretien des groupes de pompes.
- Réparations :
 - Univex 450C :
 - Maintenance des six pompes cryogéniques.
 - Maintenance porte substrat tournant chambre 3.

Année à venir

Acquisition d'un porte substrat tournant supplémentaire pour l'univex 450, enfin de réduire les temps d'immobilisation des chambres de dépôts.

Prospectives

PVD thermie (400 k€)

Acquisition d'un bâti PVD de pulvérisation cathodique réactive pour la réalisation de films énergétiques. Ce bâti de dépôt de couches minces en ligne est équipé de 4 cibles (Al,CuO,...) et d'une station de fonctionnalisation. Cet équipement est destiné au traitement de substrats jusqu'à 6".



ORGANISATION

Personnel

- Salvagnac Ludovic(IE) : responsable de zone
- Libaude Guillaume (AI)

Gestion des activités

La gestion des équipements se fait grâce aux plannings. L'inscription sur ces plannings se fait en salle blanche et en concertation entre les demandeurs et les référents afin d'organiser au mieux l'activité.

- Regroupement des dépôts identiques (réduction des coûts)
- Optimisation des techniques (évaporation ou pulvérisations)
- Optimisation des matériaux
- Optimisation des épaisseurs

Un planning LIMS est disponible en ligne pour consultation. Les réservations seront toujours EXCLUSIVEMENT effectuées par le personnel référent de la zone

Calibrations / validations des équipements et procédés.

Existantes

Objectif	Nature de l'action conduite	Fréquence
Qualification de couches métalliques (sur l'assemble des équipements de la zone)	Mesure de marches profilomètres tactile	1 fois tous les 15 jours
Décontamination enceinte de dépôts métalliques (sur l'assemble des équipements de la zone)	Nettoyage mécanique et chimique	2 fois par an

Qui vont être mises en place

Objectif	Nature de l'action conduite	Fréquence
Qualification de couches métalliques (sur l'assemble des équipements de la zone)	Suivie des contaminations : Analyse XRR	1 fois par mois

BUDGET

Exécuté l'année passée

2015	Fourniture	Consommables	Maintenances	Support	Sécurité
Montants En K€	54.3	1.8	39	0	0

Prévisionnel année à venir

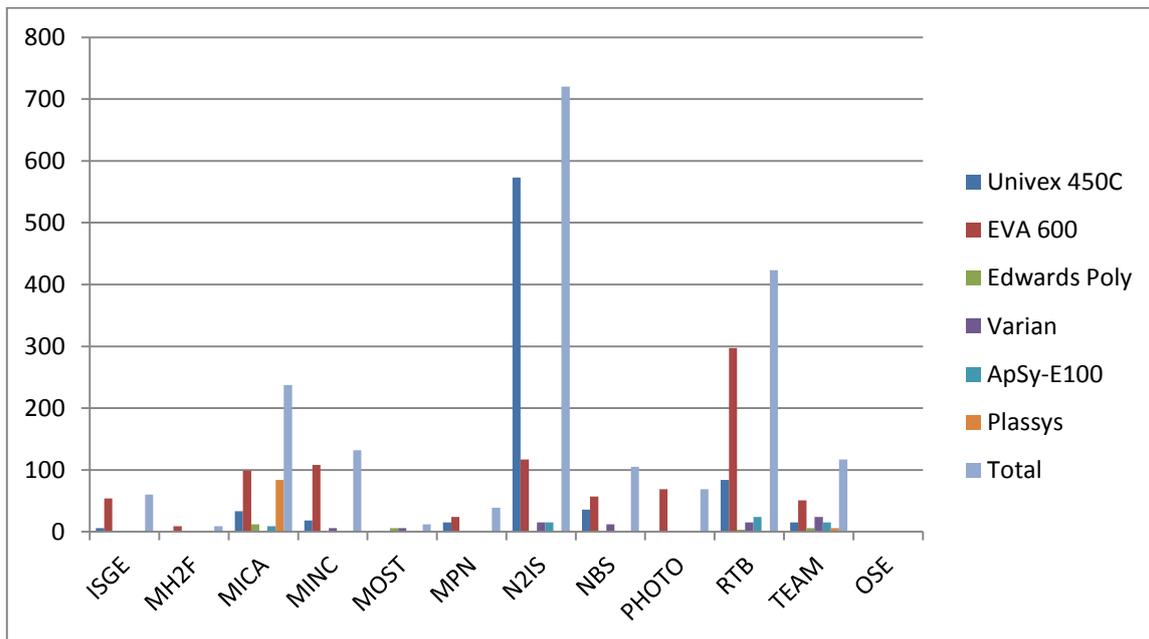
2015	Fourniture	Consommables	Maintenances	Support	Sécurité
Montants En K€	50	0.5	26	6	0

FORMATIONS

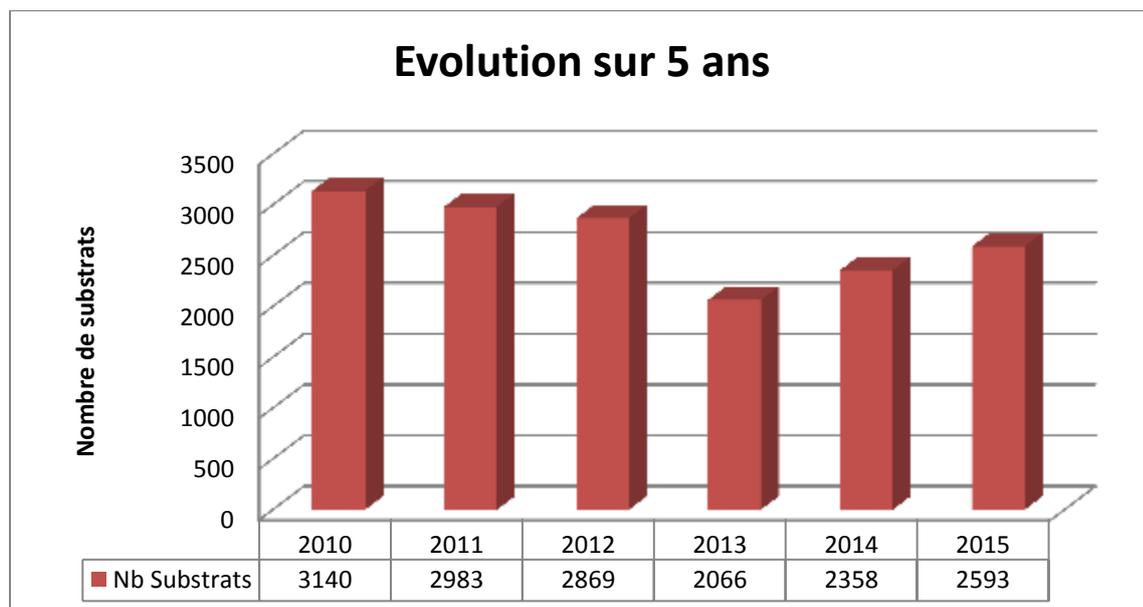
Type	Intitulé	Durée (h)	Nombre de sessions/an	Durée totale/an(h)	Nombre total de participants /an
Cours TEAM	Technique de métallisation	1h30	1	1h30	
Formation pratique	Technique de métallisation	1h30	10	13	10

BILAN

Par équipement



Evolution au cours des années



L'activité enregistre une légère hausse.

Hors activités Renatech la répartition de l'activité sur les différentes équipes est assez équilibrée. Néanmoins les activités les plus importantes sont menées en soutien du groupe N2IS plus particulièrement pour les thématiques thermies très chronophage en termes de dépôt.

Renatech représente 33% du volume global ce qui est stable par rapport à l'an dernier.

SYNTHESE

PVD Nano

L'année 2015 a permis de conclure la commande d'un équipement d'évaporation par canon à électrons et de fonctionnalisation de surface par canon à ions. Cet équipement viendra enrichir la zone PVD et ainsi permettre de maîtriser les dépôts métalliques d'épaisseurs nanométriques.

Bâti d'étude pour le dégazage des matériaux.

Le développement de diverses filières technologiques au sein de la salle blanche a pour conséquence la multiplication de matériaux de natures différentes. Ces derniers sont introduits dans les bâtis d'évaporation ou de pulvérisation cathodique afin d'y déposer, dans la majorité des cas, une couche métallique. Cela implique une nécessité de travailler sous vide secondaire. Afin d'obtenir une couche métallique uniforme et fonctionnelle, les matériaux à métalliser ne doivent en aucun cas dégazer lors du dépôt. Cependant, le comportement, sous vide secondaire, de certains de ces matériaux est méconnu et engendre, dans certains cas, des qualités moindres de dépôts.

Depuis peu, la zone métallisation est dotée d'un bâti munie d'une chambre à vide secondaire, d'un chuck thermorégulé et d'un spectromètre de masse. Cette chambre d'étude permettra de déterminer les meilleurs paramètres à appliquer (temps de dégazage, vitesse de dépôt...) pour améliorer la qualité des dépôts sur les matériaux concernés.

ELECTROCHIMIE

EQUIPEMENTS

Liste

Nom	Libre service	Année d'achat	Valeur d'achat (k€)	n° inventaire	Référence dans LIMS	Priorité
Hottes flux (x2)	Oui	1996	22	5881_CV 7212_CV		0
Hottes flux (x4)	Oui	2008	38.7	9081_W 9083_W 7798_C 7774_CV		0
Réacteurs RENA	non	2004	219	7965_CV	E1 E2 E4	0
Générateur de courant 1 A	oui	1996	5			0
Générateur de courant 2 A	oui	1999	12.5			0
CVS + Titration	non	2007	15	8686_W	E11 E14	0
AAS	non	2008	15.9	9096_W	E13	0
6 agitateurs	oui	2006	9			0
Bac à Ultra sons	oui	2008	0.7			0
Agitateur 3D	oui	2008	0.6		E19	0
Béchers, électrodes...	non	2008	1			0
bacs thermo-régulés sur la paillasse KOH-TMAH	oui	2009	30.5	9680_CE	E20 E21	1
bacs thermo-régulés sur la paillasse Anodisation	oui	2009	27	9679_CE	E10	0
bacs thermo-régulés sur la paillasse traitement de surface	oui	2009	33.4	9681_CE	E15 E16 E17	0
Générateur courant pulsé 50 A	oui	2009	7.3			0
Générateur de tension 300V	oui	2009	2.8			0
Support wafer RENA contacts face arrière	non	2009	3.9			0
3 supports avec protection face avant gravure KOH et TMAH	oui	2009	4			0
Réacteur Or RENA 6 Pouces	non	2010	9	9925_CE	E3	1

Maintenances significatives

Année passée

- Fissure Bac Auroless
- Régulation température bac développement & Ultrasons
- Clamp machine Rena Vertical

Année à venir

- Rena Or 6 pouces : Suite à une microcoupure EDF fin 2015 un module d'asservissement gérant l'agitation du bain a grillé et devra être remplacé en 2016.
- Rena Cu : Changement moteur ventilation du groupe froid

Evolutions significatives

Un prototype développé en interne pour limiter la consommation des additifs dans le bain d'or et son évaporation a été testé tout au long de l'année avec succès. Nous allons étudier son adaptation pour le généraliser sur les autres systèmes RENA. Des échanges sont en cours avec l'équipementier pour créer une collaboration et faire un développement commun.

Prospectives

Réacteur de dépôt de développement (18 k€)

La société Yamamoto a développé de nouveaux réacteurs de dépôt compacts, performants compatibles 4 et 6 pouces. Ils nous permettraient de remplacer nos béciers. Nous continuerions à développer la chimie des bains dans ce réacteur tout en étant au plus proche des conditions de dépôt des équipements automatiques facilitant ainsi le transfert des bains vers ces équipements une fois la chimie figée.

Cela permettrait également de bénéficier d'une meilleure qualité de dépôt pour les projets en développement dans les béciers.

Caméra (1.5 k€)

Le microscope de la zone bénéficiera d'une caméra permettant les observations sur le pc ainsi que la prise de photos et la prise de dimensions.

ORGANISATION

Personnel

- David Bourrier IE 2 : responsable de zone
- Arnaud Durlach AI CDD à 50% et 50 % en zone photolithographie.

Gestion des activités

A. Durlach sera en charge de l'analyse des bains chimiques afin de maintenir l'équilibre chimique et la qualité des dépôts. Il réalisera une partie des dépôts de routine et sera également en support aux utilisateurs de la zone.

D.BOURRIER sera en charge du reste des dépôts de routine ainsi que tous les développements et le support pour les projets de recherche interne et externe. Il sera en charge également du développement des nouvelles briques technologiques associées à l'électrochimie.

Calibrations / validations des équipements et procédés.

Existantes

Objectif	Nature de l'action conduite	Fréquence
Mesure des concentrations d'additifs dans tous les bains	Mesure CVS et Titration	Tous les 15 jours
Mesure des concentrations d'ions métalliques	Mesure AAS et Titration	Tous les mois
Mesure Homogénéité et contrainte pleine plaque	Mesure Tencor 10 points + contrainte	Tous les mois

Qui vont être mises en place

Objectif	Nature de l'action conduite	Fréquence
Définition de la sécurité des hottes	Mesure débit et fumigène	Tous les 3 ou 6 mois

BUDGET

Exécuté l'année passée

2015	Fourniture	Consommables	Maintenances	Support	Sécurité
Montants En K€	1.65	2.6	2.9	0	0

Prévisionnel année à venir

2015	Fourniture	Consommables	Maintenances	Support	Sécurité
Montants En K€	2.6	4.8	1	0	0

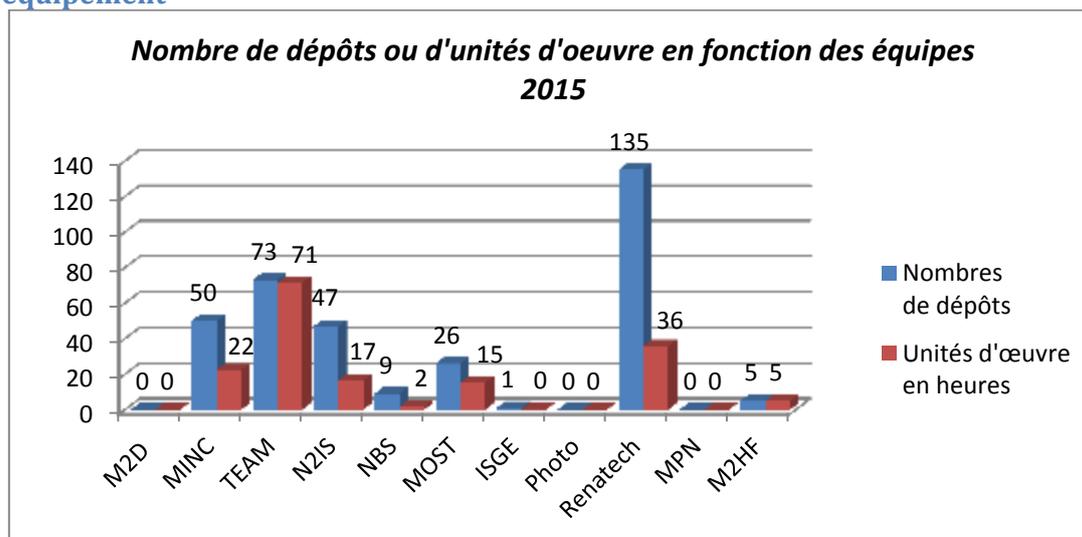
L'augmentation du prévisionnel pour le consommable correspond aux tests de nouveaux bains de cuivre apportant de meilleures performances ainsi qu'à la mise en place d'un bain de dépôt de Nickel.

FORMATIONS

Type	Intitulé	Durée (h)	Nombre de sessions/an	Durée totale/an(h)	Nombre total de participants /an
Cours TEAM Formation pratique	Cours dépôt électrolytique	1h30	1	1h30	15
	Formation Utilisation KOH - TMAH	2	2	4	2

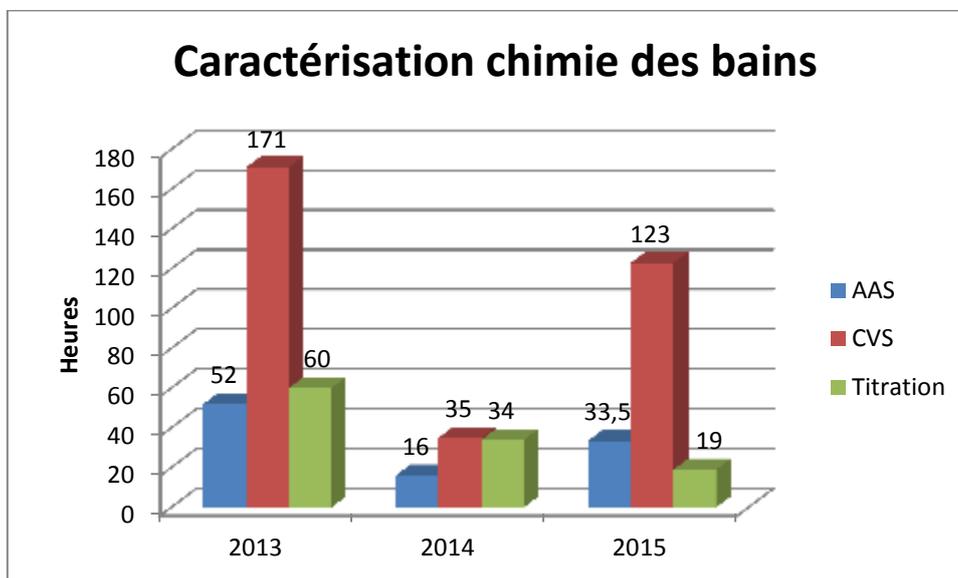
BILAN

Par équipement

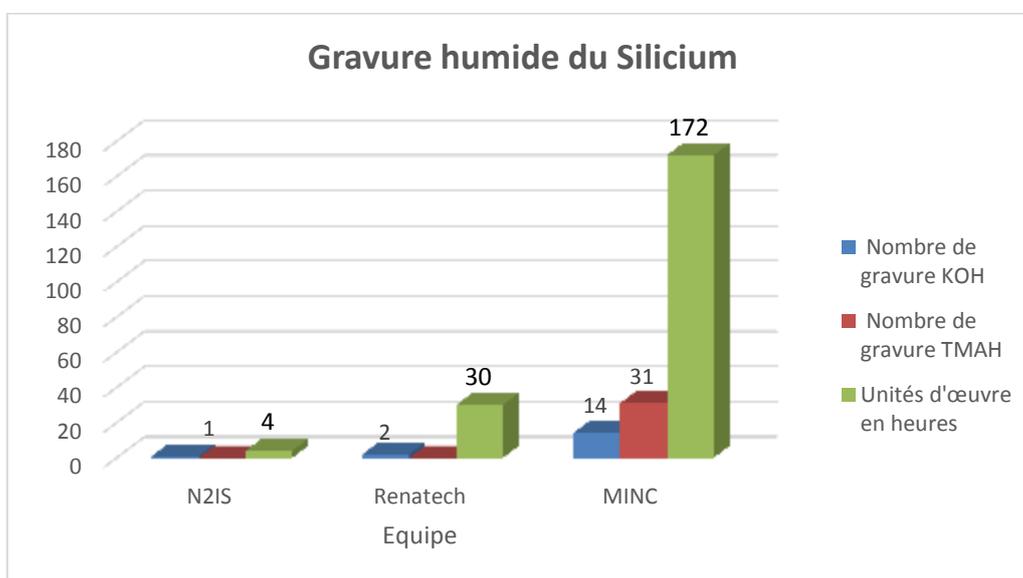


Cette année l'électrochimie a été sollicitée par 6 équipes du LAAS et plusieurs projets Renatech. Team a pris en charge l'évaluation d'un nouveau bain de cuivre permettant de multiplier par 10 la vitesse de dépôt, ainsi que les wafers tests nécessaires pour certifier la qualité des dépôts, ce qui explique qu'il soit le deuxième utilisateur.

On peut remarquer également que le nombre de dépôts demandé par Renatech est important mais représente au final peu de temps de dépôt. Néanmoins quels que soient les temps de dépôt, l'implication humain reste importante.

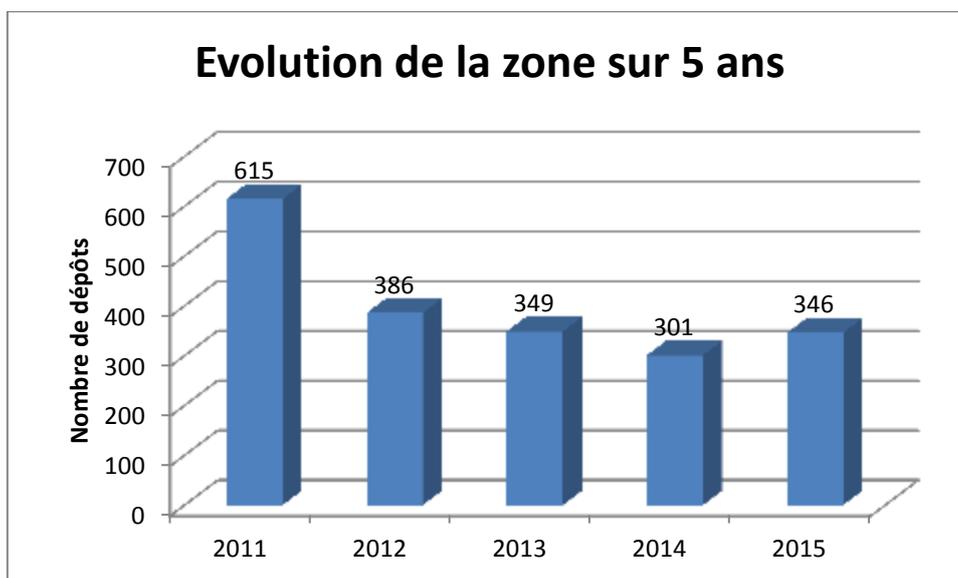


L'utilisation de l'application GRR depuis quelques années nous permet d'avoir un bilan des temps que nous passons pour la caractérisation de la chimie des bains afin d'en assurer la stabilité. Pour l'année 2015, cela représentait une demi-journée par semaine.

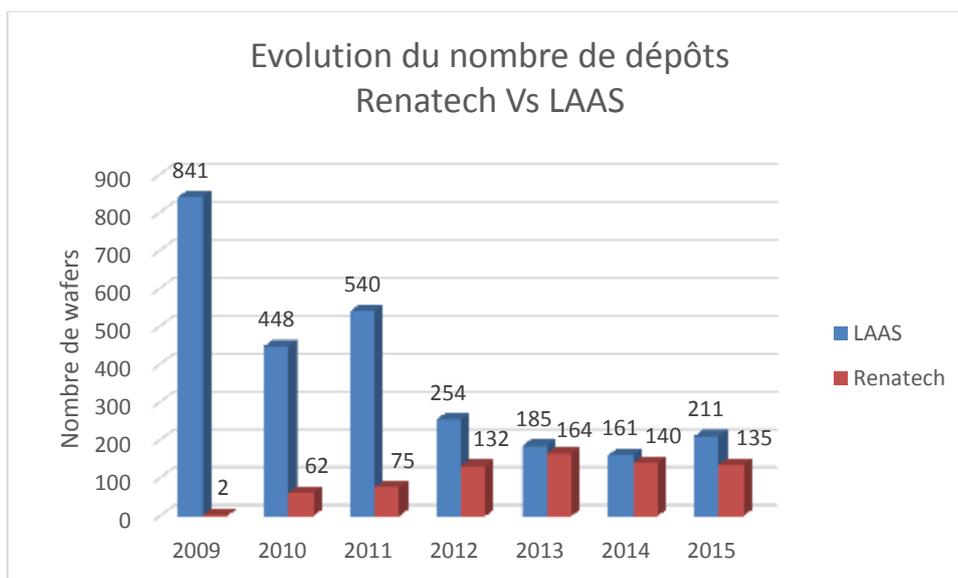


Le nombre de gravures humides a diminué par rapport à 2014. La zone est en libre service. Malgré la réservation des bacs de gravure en ligne le nombre de gravures reporté sur le graphique est certainement inférieur à la réalité des opérations menées. Cela pointe un manque des utilisateurs quand aux réservations.

Evolution au cours des années



Cette année le nombre de dépôts est légèrement supérieur à 2014 : ceci est dû en grande partie à l'évaluation d'un bain de cuivre à haute vitesse de dépôt.



Le savoir-faire du LAAS continue à se faire connaître, via différentes interventions ou par le bouche à oreille, ce qui permet d'avoir toujours une forte demande via les projets Renatech aussi bien pour des laboratoires que pour des industriels. Cette année a confirmé encore la forte demande de l'électrochimie dans les projets Renatech. Il y a eu 5 projets demandeurs de cette ressource. Le nombre de wafers est resté stable par rapport à 2014. Ces demandes devraient être reconduites pour 2016.

SYNTHESE

Générale

L'année 2015 marque une légère augmentation de l'activité. Le nombre de dépôts demandé par les projets Renatech reste constant et représente une part importante de l'activité de la zone.

Nous avons également été sollicités par d'autres laboratoires (IEMN, IEF LPN, C2N...) pour notre expertise dans le domaine et notre aide pour développer l'activité électrochimie dans ces laboratoires.

Ressources humaines

Les trois années avec Sylviane Baster nous ont permis de retrouver une dynamique de mise au point de nouveaux procédés qui permet de proposer de nouvelles possibilités à l'ensemble de la communauté.

Malheureusement son contrat s'est terminé en décembre 2015 avec l'impossibilité de la reconduire pour une année supplémentaire lié au fait que l'on ne peut plus au CNRS dépasser 3 années de CDD. Elle sera remplacée par un nouveau CDD M. Arnaud Durlach qui sera uniquement à **50%** sur la zone d'électrochimie.

Ce départ et la diminution du temps alloué va obligatoirement modifier l'organisation de la zone. Il faudra dans un premier temps former M. Durlach à la technologie, aux différents équipements de la zone et de la salle blanche. Puis il réalisera le suivi chimique des bains ainsi qu'une partie des dépôts de routine. David Bourrier s'occupera du reste des dépôts de routine et des développements pour les projets. De ce fait, le temps dédié aux développements de nouvelles briques technologiques, d'évaluation de nouveaux bains et son implication dans les projets Renatech autres que ceux liés à l'électrochimie vont fortement diminuer.

La zone électrochimie est encore plus fragilisée, car ce n'est encore qu'un poste CDD et à 50% sur une activité pérenne. Ce poste à mi-temps va limiter fortement l'activité de développement de la zone électrochimie. A la fin de son contrat décembre 2016, nous nous retrouverons dans la situation de 2009, 2010 et 2012, c'est-à-dire à ne pouvoir assumer que les dépôts courants, sans pouvoir pérenniser les développements et mettre au point de nouveaux matériaux.

Faute de poste permanent, ces contrats CDD sont indispensables pour la bonne poursuite de l'activité de la zone électrochimie. Mais le procédé de recrutement, de formation est très chronophage, énergivore et se fait au détriment des projets et des développements de nouvelles briques technologiques.

Innovations

Le personnel TEAM a développé ces dernières années de nouvelles briques technologiques. Néanmoins les chercheurs du LAAS ne se les sont pas appropriées.

L'utilisation de cette ressource en interne reste essentiellement basée sur les briques technologiques développées il y a plusieurs années. Il y a plus de développement pour les projets Renatech.

Nous cherchons la meilleure voie pour retrouver une dynamique de développement entre chercheurs et ITA et exploiter au mieux des intérêts du laboratoire le potentiel de cette zone. Dans ce but un séminaire a été organisé en 2014 mais aucune piste réellement concrète n'en est ressortie. Il nous apparaît nécessaire de relancer un travail commun ITA/chercheurs en amont des projets, pour identifier de nouvelles pistes de développement. Pour cela l'implication des chercheurs sera nécessaire, mais il n'est pas aisé de trouver la façon la plus efficace de procéder pour avoir cet échange.

CHIMIE

EQUIPEMENTS

Liste

Nom	Libre service	Année d'achat	Valeur d'achat (k€)	n° inventaire	Référence dans LIMS	Priorité
Tournette RC8	Oui	2000	23	7852_CV	F14	
Hotte chimie exploratoire	Oui	2008	14	8474_W	F13	1
Poste de nettoyage RCA et piranha collectif 6 "	Oui	2005	122	8475_W	F12	0
Poste de nettoyage RCA et piranha collectif 4 "	Oui	1990	61	-	F10	1
Poste chimie GaAs	Oui	2005	23	8473_W	F8	
2 sorbonnes	Oui	2000	46	-	F4 F5	
Poste inox de délaquage de résine avec 2 bacs chauffants agités par ultrasons	Oui	2005	31	7861_C	F3	0
Hottes chimie	Oui	2005	46	8472_W	F2 F9 F1	
1 poste de chimie technologie MOS						
2 postes de chimie						
Poste d'attaque collectif par Buffer HF pour technologie MOS	Oui	2005	21	8471_W	F11	1
Centrifugeuse Semitool avec rotor 4 pouce	Oui	1990	24	7797_C		
Centrifugeuse Semitool avec rotor 6 pouces	Oui	2005	34			
Equipement de nettoyage par UV/ozone	Oui	2013	13	7872_W	F6	1

Maintenances significatives

Année passée

Panne du générateur d'ultrasons poste AZ100 removeur bac 2 (réparation effectuée par IBS)
Diverses pannes de commandes de fluides

Année à venir

Réparation contrôle de température bac HNO₃ RCA 6 pouces, diverses réparation de commandes de fluides bain thermostaté AZ100 removeur

Evolutions significatives

Appel d'offres dans le cadre de la refonte de la chimie en salle blanche, les postes de la zone chimie qui font partie de ce premier volet sont les postes « solvants propre » et « solvants et PDMS » qui permettront à terme de combler l'espace dégagé par le déménagement des équipements MOS dans un espace dédié ainsi qu'un poste nanoMOS polyvalent pour cet espace.

Prospectives

Aménagement de sécurité sur postes existants (5-10 k€)

Prolongations sur 5 à 10 cm des cotés de la partie surmontant le plan de travail des postes chimie « gravure métaux » et « HF métaux » pour une meilleure canalisation des flux d'air (protection des opérateurs). Mise en place de volets rabattables en partie haute sur ces mêmes postes dans le même but ainsi que pour mieux prévenir les projections.

Sorbonne HF/acides (17 k€)

Sorbonne (vitre abaissable) destinée à manipuler l'acide fluorhydrique concentré (ex : gravures HNA, révélation de dopages, gravures verres épais, HF vapeur) ou d'autres mélanges acides agressifs (ex : HBr/oxydant pour gravure isotrope III/V) dans de meilleures conditions de sécurité.

Sorbonne rampe à vide/gaz (25 k€)

Sorbonne (vitre abaissable) équipée d'une rampe à vide/gaz neutre pour la réalisation de vide primaire (vide limite 10^{-3} mbar) pour des applications variées (par exemple pour le remplissage sous pression réduite de petites canalisations ou des dégazages), la manipulation de substances à l'abri de l'oxygène et de l'humidité (par exemple pour des traitements de surface spécifiques), ou la protection de l'opérateur vis-à-vis de substances présentant un risque particulier.

Poste solvants propres (appel d'offre en cours)

Poste solvants permettant de manipuler des solvants organiques en l'absence de contaminations, notamment de particules métalliques telles que celles produites par les procédés lift off.

Poste solvants et PDMS (appel d'offre en cours)

Poste solvants équipé d'une pompe chimique à membrane (vide limite 2 mbar) permettant par exemple le dégazage de PDMS ou le remplissage de cavités par utilisation d'une pression réduite sans risque de dégrader le réseau de vide primaire de la salle blanche.

Sorbonne polyvalente MOS (18 k€)

Mise en place dans le nouvel espace MOS d'une sorbonne dédiée aux activités nanoMOS permettant de travailler en sécurité dans un espace exempt de contaminations susceptibles de nuire à cette technologie.

Cabine de sonication (5 k€)

Cabine permettant d'accueillir le sonicateur (utilisé par exemple pour la mise en suspension de particules) pour une utilisation plus aisée de cet équipement et afin de libérer l'espace sous la sorbonne de chimie exploratoire (manipulation des produits CMR et nanoparticules).

Mise en place de couvercles refroidissants sur le poste de délaquage par AZ100 remove et autres mise à jour (6 k€)

Modification de ce poste permettant de condenser les vapeurs d'AZ100 remove afin de limiter les condensats dans le système d'extraction de la salle blanche tout en limitant la consommation de produit et les impacts sur l'environnement. Reprise des réseaux et asservissement en température du résistivimètre.

Remplacement du poste RCA 4 pouces par un poste de nettoyages/gravures acides par lots et individuels (140 k€)

Installation à la place du poste RCA 4 pouces obsolète (fonction actuellement assurée par le poste RCA 6 pouces) d'un poste destiné au traitement collectif ou individuel en 4 ou 6 pouces de nettoyages H_2O_2/H_2SO_4 (sur plaquettes silicium, verre ou masques) avec deux niveaux de propreté, de traitements par HF ou Buffered HF, ou de gravure de Si_3N_4 par acide phosphorique.

Ce poste fournira notamment une solution au problème du nettoyage de plaquettes 6 pouces pour lesquels la méthode totalement manuelle n'est pas satisfaisante.

Equipement de spray solvants pour lift-off (175 k€)

Ce type d'équipement permettrait de traiter les lift-off par spray solvants (simplification, gain de temps, meilleure efficacité du procédé et moindre encombrement).

ORGANISATION

Personnel

Doucet Jean-Baptiste : responsable de zone

Lauber Nathalie : Technicienne chimiste ITRF UPS BAP B MESR en ARTT jusqu'à 2,5 J/semaine.

Gestion des activités

Zone en libre-service après formation.

Calibrations / validations des équipements et procédés.

Existantes

Objectif	Nature de l'action conduite	Fréquence
Vérification des extractions sur postes de chimie pour la protection des opérateurs	Visualisation des flux d'air sous les postes de chimie par tube fumigène	2 fois par mois
Vérification du fonctionnement de la douche de sécurité et du rince œil	Actionnement de la douche et du rince œil	2 fois par mois

Qui vont être mises en place

Objectif	Nature de l'action conduite	Fréquence
Vérification des extractions sur postes de chimie pour la protection des opérateurs	Mesure des flux d'air par anémomètre calibré	1 fois par semestre
Qualification des procédés de nettoyage RCA et piranha collectifs 6 pouces ainsi que du BOE	Réalisation d'un diélectrique SiO ₂ après nettoyages chimiques/gravure et qualification du diélectrique par mesures $C = f(V)$	1 fois par semestre
Qualification de bains de gravures de matériaux	Gravure de matériaux et qualification des résultats	Autant que nécessaire

Plus de retours sur les procédés de la part des utilisateurs profiteraient à la communauté.

BUDGET

Exécuté l'année passée

2015	Fourniture	Consommables	Maintenances	Support	Sécurité
Montants	0	29	1	1	1

En K€

Prévisionnel année à venir

2016	Fourniture	Consommables	Maintenances	Support	Sécurité
Montants En K€	0	29	2	6	1

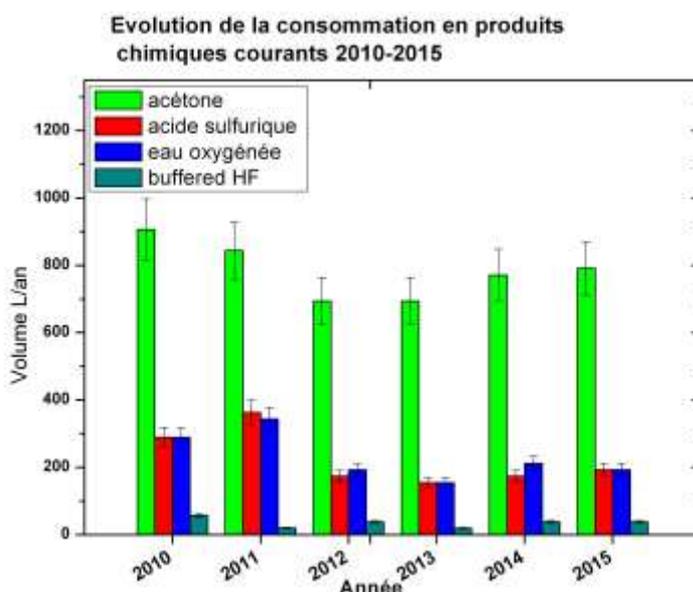
Un budget Support est prévu pour le réaménagement des postes de chimie dans le cadre de la refonte de la chimie en salle blanche ainsi que pour l'amélioration de la sécurité sur les postes existants

FORMATIONS

Type	Intitulé	Durée (h)	Nombre de sessions/an	Durée totale/an(h)	Nombre total de participants/an
Cours TEAM	Prévention du risque chimique en salle blanche	1h30	1	1h30	40
Formation pratique	Prévention du risque chimique en salle blanche : aspects pratiques et risques locaux	2	12	24	55
Formation pratique	Fonctionnement et utilisation de la zone chimie	2	12	24	55

Dans l'avenir il est prévu que Nathalie Lauber prenne en charge une partie des formations pratiques.

BILAN



On observe une stabilité de la consommation d'acétone sur les dernières années, la baisse des consommations d'eau oxygénée/acide sulfurique à partir de 2012 s'explique par une plus grande

utilisation du plasma d'oxygène à partir de cette date pour les nettoyages de plaquettes neuves et quand le nettoyage eau oxygénée/acide sulfurique n'est pas indispensable.

SYNTHESE

Refonte de la chimie en salle blanche

Les travaux d'augmentation de la capacité de soufflage et d'extraction dans la centrale de technologie ont été conduits. Ils vont permettre le déplacement des postes MOS vers un espace dédié et l'installation de nouveaux postes de chimie dans le cadre de la refonte de la chimie en salle blanche. Un appel d'offres a été passé sur des postes de chimie, il ne concerne qu'une partie du projet de refonte initialement prévue faute de budget suffisant.

Clarification de la procédure de gestion des déchets chimiques

Nathalie Lauber a réalisé des étiquetages permettant une clarification du tri des déchets chimiques et une meilleure autonomie dans cette démarche des utilisateurs producteurs de déchets.

Gestion des activités

La zone de chimie est centrale pour la salle blanche au même titre que la photolithographie. Elle nécessiterait un soutien en personnel plus permanent. Aujourd'hui elle s'appuie sur 1,5 ETP grâce à l'implication de N. Lauber dans le cadre de l'ARTT. Trouver une solution pour que ce mi-temps ARTT se transforme en temps plein serait sans aucun doute d'un grand bénéfice à la fois pour la gestion de la zone mais pour le soutien direct aux projets de recherche.

JET D'ENCRE

EQUIPEMENTS

Liste

Nom	Libre service	Année d'achat	Valeur d'achat (k€)	n° inventaire	Référence dans LIMS	Priorité
Machine Altadrop	Non	2007	345	8505_W	J4 (8505_W)	0
Viscosimètre Anton Paar	Oui	2007	186	8747_CM	J7 (8747_CM)	0
Cuve ultrasons	Non	2008	1			
Étuve Memmert	Non	2009	0.5			
Granulomètre Horiba	Oui	2009	29	9447_W	J8 (9447_W)	2
Centrifugeuse Fisher	Non	2009	1.5	9728_CE		
Microbalance	Oui	2010		11142_CM	J11 (9949_PB)	1
Homogénéisateur Ultra Turrax	Non	2012	2.142			
Agitateur chauffant Lab Mix	Non	2012	2.773	10084_CV 10085_CV 10086_CV		
Mesure sédimentation	Non	2012	0.273			
Traitement UV Ozone	Non	2012	1	10023_W	J9 (10023_W)	1
Traitement UV 248nm	Oui	2014	2.033		J10 (11633_OA. 38)	0
SPD MEMSSTAR	Oui	2013	428.4	10745_CV	J1 (10745_CV)	0
Sécheur Supercritique TOUSIMIS	Oui	2004	76.2	7592_W	J2 (7592_w)	0
31 degrees Fonctionnalisation CO₂ supercritique (SFD200)	Oui	2013	160	10884_W	J3 (10884_W)	0

Le traitement de surface fait appel aux 4 équipements suivants : l'UV Ozone, l'UV 248nm, le SPD MEMSSTAR (Surface Preparation Deposition) et le SFD 200, 31 DEGREES (Supercritical Fluid Deposition).

Maintenances significatives

Année passée

Le SPD a été arrêté 3 mois car à la mise au point du procédé du PEG (procédé hydrophile), il y a eu une remontée importante du produit dans toutes les canalisations due à un bullage azote trop fort ce qui a entraîné une contamination importante dans toutes les parties machine : chambre, porte échantillons, douche, lignes, bulleurs...tout a été démonté et nettoyé ; l'achat d'un grand bulleur (devis en attente) sécurisera le bullage de l'azote (gaz porteur du précurseur) et permettra de s'affranchir des problèmes de contamination.

Tousimis : rechargement gaz réparation fuite gaz groupe froid : 6 semaines

Année à venir

A priori rien de significatif n'est attendu, sauf panne exceptionnelle.

Evolutions significatives

Equipement de fonctionnalisation SPD : mise au point du procédé d'hydrophilisation par le PEG qui ne sera effectif qu'après l'achat d'un bulleur adapté.

Equipement de fonctionnalisation SFD 200 :

- Optimisation et fiabilisation des procédés développés
- Dépôt de SAM sur Au et structuration directe d'une SAM à l'aide d'une résine mise en forme par photolithographie
- Etude d'un nettoyage plus approprié vis-à-vis des silanes introduits dans l'équipement

Prospectives

Jet /spray d'encre (250 k€ jet d'encre +170 k€ spray d'encre)

La société Altatech n'assure plus la maintenance sur le Hardware et le Software de la machine jet d'encre Altadrop. Une jouvence de cet équipement serait nécessaire et notre choix se porte sur une machine CERADROP (société française) qui propose dans un même équipement la technologie jet d'encre en monobuse et en multibuses (adaptées pour de grandes surfaces avec un gain de temps) et la technologie AEROSOL JET qui est une technologie de dépôt par spray focalisé. Cette technologie permet un dépôt d'encre dont la viscosité peut aller jusqu'à 1000 cp (20 fois plus importante qu'en jet d'encre) avec une résolution d'écriture de 10µm (2.5 fois meilleure qu'en jet d'encre sur une surface non fonctionnalisée) et une distance de travail de 10 mm (10 fois plus grande qu'en jet d'encre).

ORGANISATION

Personnel

- Conédéra Véronique (IR) : responsable de zone
- Mesnilgrete Fabien (AI)
- Courson Rémi (IR KLOE depuis le 01/11/2015 impliqué à temps partiel sur la zone)

Gestion des activités

La zone Jet d'Encre regroupe trois activités : le dépôt par impression jet d'encre, le dépôt par voie auto catalytique (electroless) et le traitement de surface (séchage supercritique et fonctionnalisation). F.Mesnilgrete a en charge plus particulièrement le jet d'encre et le traitement de surface aidé pour cette dernière technique par Rémi Courson. V.Conédéra a en charge le dépôt électrolytique.

Les équipements dits en libre-service ne le sont qu'après une formation spécifique et ne sont accessibles qu'après enregistrement en ligne.

Les demandes de dépôt jet d'encre se font auprès de F.Mesnilgrete

Calibrations / validations des équipements et procédés.

Existantes

Objectif	Nature de l'action conduite	Fréquence
Suivi équipement Tousimis	Log des temps de refroidissement et de la consommation de CO ₂	A chaque run
Suivi équipement SFD	Log des produits utilisés et de la consommation de CO ₂	A chaque run
Qualification du viscosimètre	Mesure de viscosité de l'eau	Bi-annuelle

Qui vont être mises en place

Objectif	Nature de l'action conduite	Fréquence
Qualification des procédés du SPD	Réalisation des procédés génériques sur Si et Kapton	Mensuelle
Suivi de la dérive de l'équipement Tousimis	Analyse des temps de refroidissement et de la consommation de CO ₂	Trimestrielle
Qualification de la propreté de la ligne du SFD	Run à blanc sur substrat Si et mesure de l'angle de contact	Mensuelle
Qualification du procédé de traitement de surface par UV/03	Mesure de l'angle de contact d'un polymère avant et après traitement	Mensuelle
Qualification du procédé de traitement de surface par UV254nm	Mesure de l'angle de contact d'un polymère avant et après traitement	Mensuelle
Qualification du viscosimètre	Mesure de la viscosité d'échantillons étalons pour chaque tube	Bi-annuelle

BUDGET

Exécuté l'année passée

2015	Fourniture	Consommables	Maintenances	Support	Sécurité
Montants En K€	1.7	0	5.14	0	0

Une alimentation de têtes d'impression a été achetée mais cela n'a pas résolu le problème d'impression en mode « fly » qui reste inutilisable.

Prévisionnel année à venir

2016	Fourniture	Consommables	Maintenances	Support	Sécurité
Montants En K€	1.6	2.155	5.305	3.5	0

En 2016, nous prévoyons d'acheter un bulleur de grand volume pour la machine SPD pour le précurseur PEG .

Une maintenance du viscosimètre est prévue ainsi que l'achat d'un capillaire.

FORMATIONS

Type	Intitulé	Durée (h)	Nombre de sessions/an	Durée totale/an(h)	Nombre total de participants /an
Cours TEAM	Technologie Jet d'Encre	1h30	1	1h30	9
Cours pratique	Surface Preparation	20'	6	6	6
Cours pratique	Viscosimètre	0	A la demande		
Cours pratique	Sécheur TOUSISMIS	0	A la demande		

En 2016, sera proposée une nouvelle formation pratique sur l'équipement SFD200 qui permet la fonctionnalisation de surface par flux porteur de CO₂ supercritique.

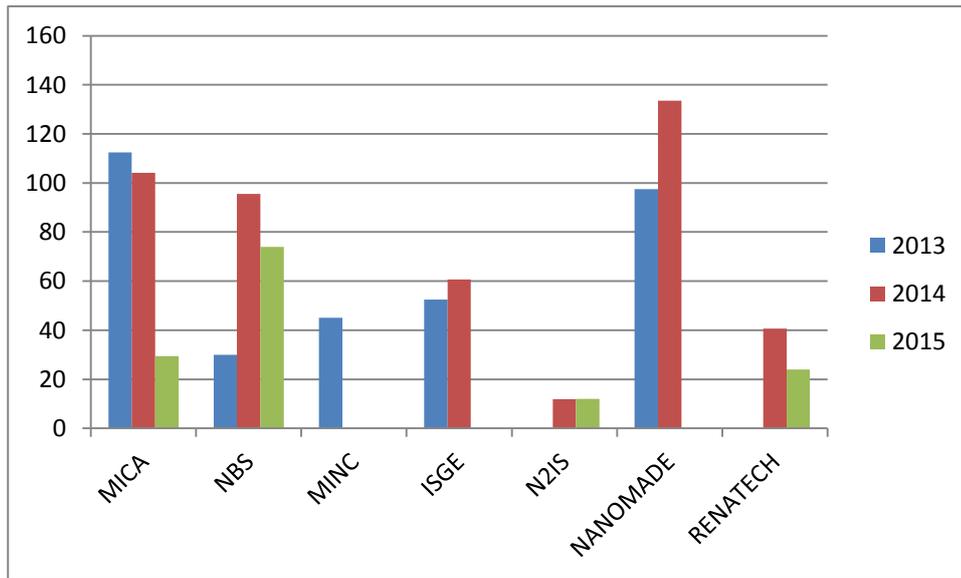
On a en préparation un cours théorique sur les techniques de fonctionnalisation de surface.

BILAN

Par équipement

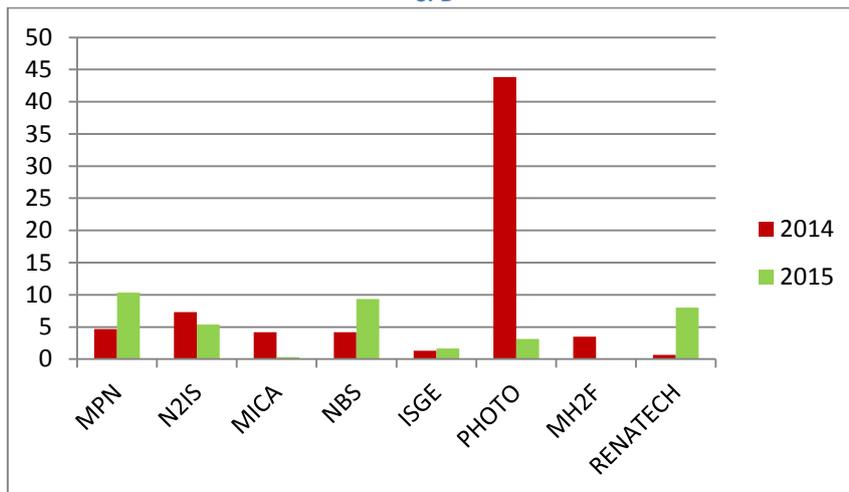
Ces graphiques donnent le nombre d'unités d'œuvre ce qui se traduit par le nombre d'heures d'utilisation machine. Si on compte en nombre de runs, il y a eu en 2015, 41 runs pour l'Altadrop, 180 pour le SPD, 87 pour le SFD et 46 pour le Tousimis.

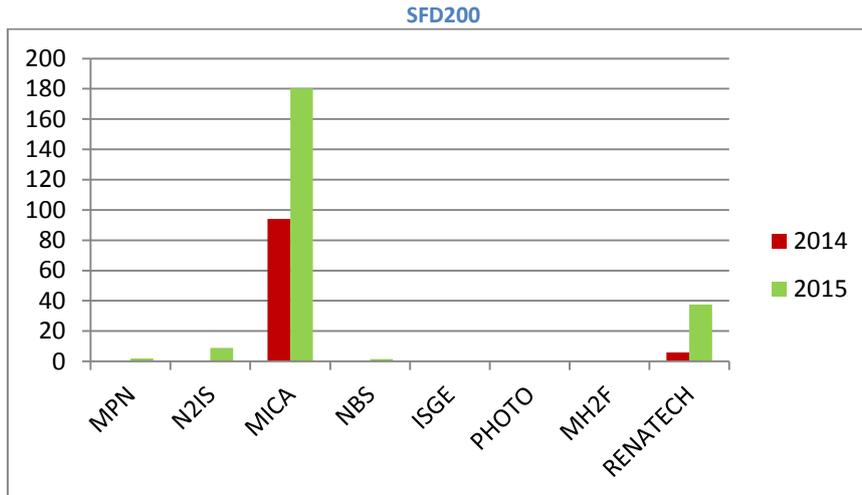
ALTADROP



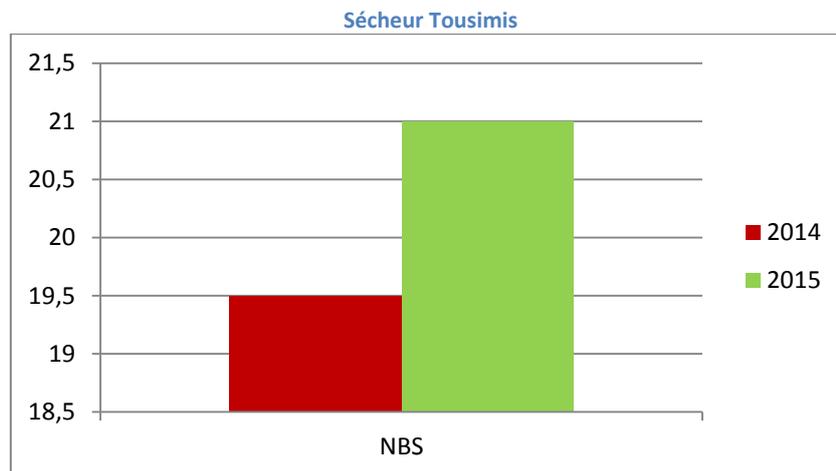
Nous constatons une baisse d'utilisation de la machine Jet d'encre qui s'explique par la fin des contrats de recherche (fin de thèses) ; de nouveaux projets sont à l'étude dont le dépôt de matériau réactif AlCuO et le dépôt d'une encre Argent conductrice.

SPD





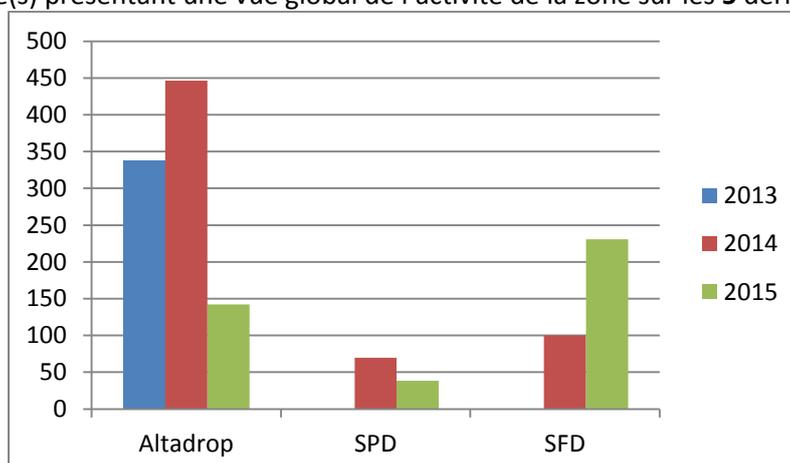
Quel que soit la technique de fonctionnalisation (SPD ou SFD), nous constatons une utilisation de ces machines de plus en plus importante ce qui nous conforte dans le choix machine que nous avons fait il y a quelques années ; la machine SFD offre la possibilité de déposer un grand nombre de molécules par CO₂ supercritique donnant une complémentarité à la machine SPD.



L'usage du sécheur Tousimis par NBS est centré sur le séchage de structures 3D issues du Nanoscribe.

Evolution au cours des années

Graphique(s) présentant une vue global de l'activité de la zone sur les 5 dernières années.



La baisse d'activité en jet d'encre a permis à Fabien Mesnilgrente de s'investir plus particulièrement dans la prise en main de la machine SFD et la mise au point des procédés de fonctionnalisation.

SYNTHESE

Equipement

Une jouvence de l'équipement Altadrop est nécessaire pour pérenniser la technologie jet d'encre ; le choix se porterait sur une machine hybride qui accueillerait la technologie jet d'encre multi buses et la technologie par spray monobuse. Cette dernière technologie présente une meilleure résolution de dépôt d'encre (10 μ m) et une plus large fenêtre d'utilisation en termes de viscosité des encres. Le coût d'une machine hybride équipée en technologie jet d'encre se monte à 250K€ auquel il faut ajouter 170K€ pour la technologie spray.

L'équipement SFD permet de déposer un grand nombre de molécules ce qui devrait répondre aux besoins de fonctionnalisation des biotechnologies et nous rappelons que la technologie de jet d'encre permet de déposer aussi des encres chargées en ADN, protéines, cellules, etc.

Procédés

Les études de fonctionnalisation sont menées avec le soutien de Rémi Courson dont les connaissances en matériaux « précurseurs » sont un atout dans cette technologie ; il s'investit maintenant dans la fonctionnalisation par laser 266nm sur PET afin de déposer par la suite un matériau auto catalytique. L'idée est de déposer une couche de Ni/Cu par voie auto catalytique sur les zones ayant été fonctionnalisées auparavant par écriture laser 266nm.

L'année 2015 a été une année de développements en procédés de fonctionnalisation, technique qui devient essentielle dans la réalisation de dispositifs micro ou nano fluidiques offrant de plus la possibilité de greffage de molécules pour les biotechnologies. Pour toutes ces études, nous nous sommes appuyés sur les connaissances de Rémi Courson qui a su optimiser les procédés SFD.

GRAVURE PLASMA

EQUIPEMENTS

Liste

Nom	Libre service	Année d'achat	Valeur d'achat (k€)	n° inventaire	Référence dans LIMS	Priorité
Tepla	Oui	2002	91.5	7045_CW	G7	0
ICP2	Non	2003	325	7334_CW	G1	0
ICP3	Non	2003	---	7336_CW	G2	0
ICP1	Non	2003	---	7337_CW	G3	0
P1	Non	2009	870	9459_C	G4	0
P4	Non	2009	---	9459_C	G5	0
Diener	Oui	2010	65	9760_CW	G6	0
Si500	Non	2015	269.5	11529-VB.01	G9	0
Etchlab	Non	2015	150	11530-VB.01	G8	0

Maintenances significatives

Année passée

Maintenance curative :

- ICP3 : changement MFC CHF₃, réglage bras robot, changement PC, réparation contrôleur de l'APC, changement ventilateur du générateur RF, réparation chiller(Eratis), réparation clavier (D. Colin)
- ICP2 : pollution circuit refroidissement du chiller (L. Bouscayrol) + machine
- ICP1 : changement jauge baratron, maintenance chiller (Eratis), intervention de F. Haro
- P4 : réparation chiller (Eratis)

Maintenance préventive :

- ICP2, ICP3 : nettoyage régulier des réacteurs (sablage : F. Haro).
- ICP2, ICP3, ICP1 : vidange des pompes
- Alcatel : copie des disques durs

Année à venir

- Alcatel : changer disques durs
- Installation de l'équipement TEGAL (plasma O2), et récupération d'un ancien TEGAL du CEA-LTM.
- Remise en route de ICP1 (audit / réparation)

Evolutions significatives

- Achat et la mise en service d'une machine de gravure « douce » Sentech (Etchlab200) de type RIE (CCP) pour les matériaux MOS compatibles en utilisant des chimies fluorées (SF₆, CF₄, C₄F₈, CHF₃) avec un suivi de gravure par détection laser mobile.
- Achat et la mise en service d'une machine de gravure Sentech (Si500), de type ICP pour la gravure nano des matériaux III-V et du Silicium, en utilisant des chimies chlorées (Cl₂, BCl₃) et CH₄/H₂, avec un suivi de gravure par détection laser fixe.
- Réalisation en interne, d'un système de détection laser fixe pour la machine ICP3 (G. Almuneau, D. Lagrange).
- Installation d'une caméra monochrome sur Alcatel : visualisation des plaquettes en cours de gravure (G. Almuneau, C. Tourte).

Prospectives

Scrubber (80k€)

Traitement des gaz d'échappement (en priorité les gaz chlorés qui gravent le GaAs).

DFA (20 k€)

Il serait souhaitable de remplacer le système OES (obsolète), par un OES plus approprié à l'étude des gravures.

Gravure ionique (400 k€)

De plus en plus de matériaux « durs » sollicitent la gravure par bombardement d'ions (ICP3), il serait judicieux d'investir dans un équipement de gravure par faisceau d'ions (IBE ou RIBE).

Gravure matériaux grand gap (300 k€)

Afin, de garder une stratégie efficace contre les contaminations croisées, une machine ICP-RIE serait bénéfique pour graver les matériaux à grands gaps.

Jouvence ICP

La jouvence des ICP1, ICP2, ICP3 est à prendre en compte. Elles ne sont plus fabriquées et les pièces de maintenance deviendront très difficiles à trouver. Le montant du financement dépendra de la décision prise sur le nombre et le type de machines.

ORGANISATION

Personnel

- Dubreuil pascal (IR1) : responsable de zone
- Lecestre Aurélie (IR2)
- Abdelkrim Salhédine : stagiaire IUT 3 mois (2015)
- Benjamin SALIS : stagiaire IUT 3 mois (2016)

- D'autres personnels du service TEAM et des services I2C et Logistique interviennent afin d'assurer la maintenance :
 - Vide et diagnostic électronique : L. Bouscayrol
 - Fluides et extraction : A.Maiorano, T. Do conto
 - Électronique : D. Lagrange
 - Informatique : Sysadmin, D. Colin
 - Electricité : E. Tasselli

Gestion des activités

Gestion des équipements (maintenances, procédés et service) :

Pascal DUBREUIL : TRIKON (ICP1, ICP2, ICP3)

Aurélien LECESTRE : ALCATEL (P1, P4), SENTECH (Etchlab, SI500), TEPLA, DIENER

L'utilisation des **équipements de délaquage de résine** (plasma Oxygène : Diener et Tepla) est **en libre, service après formation**.

Les équipements de gravure plasma RIE-ICP et DRIE sont à accès restreint.

Les conditions pour pouvoir utiliser un équipement de façon autonome sont :

- Utilisation récurrente d'un procédé optimisé.
- Suivre la formation.
- Présenter de façon régulière les résultats de gravure aux référents de la zone gravure.

Déroulement d'une gravure :

- Demande de faisabilité auprès de Pascal et Aurélie
- Réservation d'un créneau de gravure sur l'application en ligne.
- Pascal ou Aurélie valident ou non la réservation
- Si le demandeur est formé sur l'équipement de gravure, il fait lui-même les gravures
- Si le demandeur n'est pas formé, Pascal ou Aurélie effectuent les gravures.
- Remplir le tableau avec les résultats de la gravure

Calibrations / validations des équipements et procédés.

Existantes

Objectif	Nature de l'action conduite	Fréquence
Vérification du fonctionnement des machines	Contrôle des paramètres machines, répertoriés sur tableau excell (vide, nettoyage chambre de gravure, alarme)	1 fois par jour 1 fois après chaque panne ou maintenance
Vérification des résultats de gravure	Vérification des vitesses de gravure obtenues	Après chaque gravure

Remarque : le retour de la part des utilisateurs est indispensable.

Qui vont être mises en place

Objectif	Nature de l'action conduite	Fréquence
Qualification de l'ensemble des machines	Contrôle des gravures par DFA : ICP2 ICP3	1 fois par trimestre 1 fois après chaque panne ou maintenance
Qualification de l'ensemble des machines	Réalisation des procédés génériques : ICP2 T1e20-50, cp3-1cy ICP3 CF4-40W, julsel, RIEAN-O2	1 fois par trimestre 1 fois après chaque panne ou maintenance Nécessite stock de litho ebeam
Qualification des extractions de l'ensemble des machines	Contrôle débits d'aspiration (réacteurs+pompes) . Contrôle des capteurs de gaz (led verte allumée) et extraction	1 fois par trimestre 1 fois par semaine

BUDGET

Exécuté l'année passée

2015	Fourniture	Consommables	Maintenances	Support	Sécurité
Montants En K€	-	18.58	16.2	61	0

Consommable : principalement les gaz de gravure. Les gaz chlorés sont beaucoup plus chers que les autres gaz.

Maintenance : pompes Adixen (P1 et P4), jauge (ICP1), 3 chillers (P4, ICP3, ICP1)

Support : installation des machines Sentech et de la machine Tegal.

On notera que la partie Sécurité : mini hotte extraction des chambres Etchlab et Si500, capteurs de gaz chlorés Si500 a été comptabilisée dans support.

Prévisionnel année à venir

2016	Fourniture	Consommables	Maintenances	Support	Sécurité
Montants En K€	0	5.28	17.5	7.6	0.5

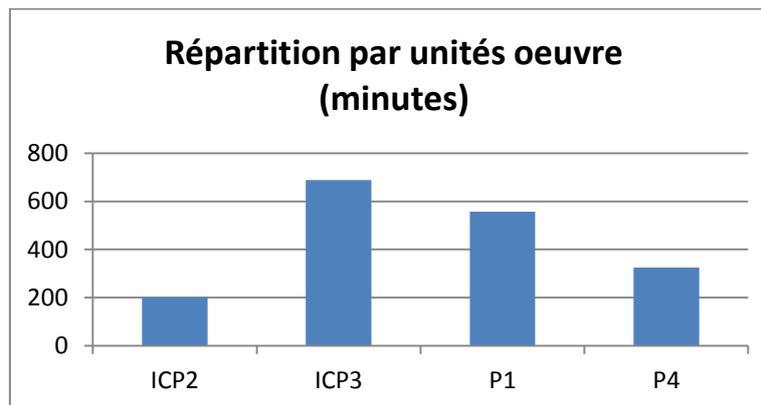
Remarque : Maintenance préventive sur Alcatel indispensable en 2017 : 29 000€

FORMATIONS

Type	Intitulé	Durée (h)	Nombre de sessions/an	Durée totale/an(h)	Nombre total de participants /an
Cours TEAM Formation pratique	La gravure par plasma	1h30	1	1h30	15
	Plasma O2	0h30	18	9h	45
	ICP3	4h	5	20h	5
	P1	4h	1	4h	1

BILAN

Par équipement



Rmq : l'unité d'oeuvre étant la minute effective de gravure il convient de relier ce graphique avec celui des runs (paragraphe suivant) afin d'avoir une vision complète du volume d'activités.

Les deux machines les plus utilisées sont ICP3 et P1.

- ICP3 est la machine qui permet de développer des procédés génériques sur tous les matériaux.
- P1 est dédiée à la gravure du silicium pour des profondeurs submicroniques et microniques (>1µm) avec des rapports d'aspects élevés.

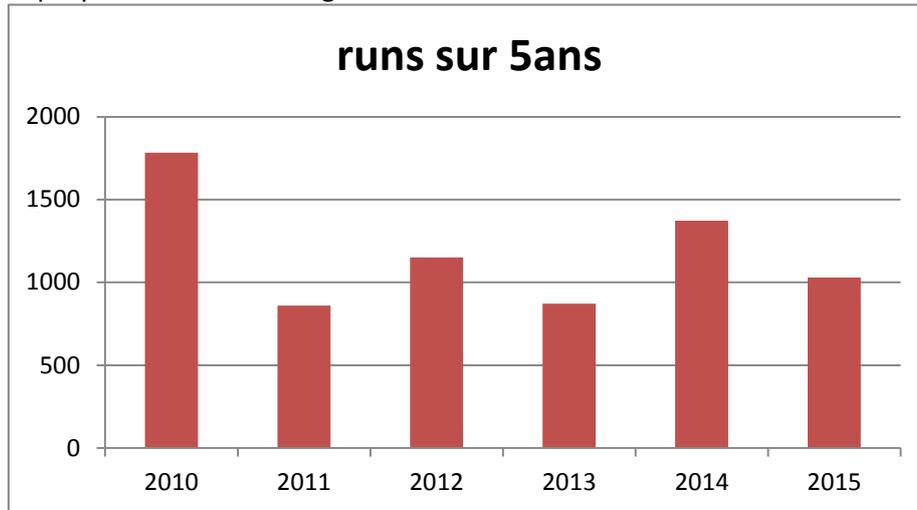
Les deux machines les moins utilisées sont P4 et ICP2.

- P4 est dédiée à la gravure d'oxyde et de la silice fondue.
- ICP2 est dédiée à la gravure du Ga(Al)As, Ga(Al)Sb, elle a été moins utilisée cette année.

Les machines Etchlab et Si500, ont été validées en décembre, elles seront accessibles à l'utilisation début 2016.

Evolution au cours des années

Graphique présentant une vue global de l'activité de la zone sur les 5 dernières années.



L'évolution du nombre du runs au cours des 5 dernières années montre une moyenne de gravure autour de 1000 runs. Malgré une diminution du nombre de gravures profondes dans le silicium, des nouveaux matériaux ont été gravés, mais en nombres de runs plus petits.

Enfin, un meilleur contrôle après chaque gravure ainsi qu'un suivi des résultats, a permis de mieux cibler les demandes.

SYNTHESE

Parc machines

En 2015, deux nouvelles machines ICP-RIE et RIE ont été installées et démarrées. Des systèmes d'observation et de détection de fin de gravure ont été développés en interne.

Cependant, d'autres machines de gravure de type ICP-Rie ou IBE, pourraient permettre de graver l'ensemble des matériaux.

Développements des procédés de gravure

De nouveaux matériaux organiques et inorganiques, ont demandé des développements en gravure et dans des machines initialement non prévues pour ces matériaux. Il sera judicieux de les regrouper dans une seule machine (ICP3). Pour cela, il y aura un transfert des procédés de gravure des autres matériaux dans ICP2, et un transfert des procédés des matériaux III-V issus de ICP2 dans la Si500.

ASSEMBLAGE

EQUIPEMENTS

Liste

Nom	Libre service	Année d'achat	Valeur d'achat (k€)	n° inventaire	Référénc e dans LIMS	Priorité
DAD321	Non	2001	65	6783_MEC	G1	0
KS HR 100	Oui	1989	10	-	G2	0
SET	Oui	1987	10	-	G3	0
MPS 2R300	Non	2005	60	7972_W	G4	1
Logitech PM5	Oui	1998	61	-	G5	0
Tresky 4907	Oui	1998	33,6	11144_PV	G6	1
Tresky 3000	Oui	2006	19	8096_W	G7	0
SET tr5230	Oui	1990	38	-	G8	0
K&S 6482	Oui	1985	23	-	G9	0
Tpt HB 16	Oui	2006	33,5	8333_O	G10	1
K&S 4526	Oui	2009	20	9736_W	G11	0
K&S 4700	Non	1988	23	9533_EV	G12	1
K&S 484	Oui				G13	0
K&S 484	Oui				G14	0
Delvotek 5330	Non	2005	27	7594	G15	0
Memmert	Oui	2000	0.5	8373-W	G16	0
Horo	Oui	1980	0,5		G17	0
Thetys	Oui	1999	0,5	-	G18	0
Logitech WSB1	Oui	1998	30,5	-	G19	0
Hottes 1	Oui	2006	20	7848_CV	G20	0
Hottes 2	Oui	2006	20	7849_CV	G21	0
SETsc910	Oui	1988	23	-	G22	0
IM 300	Oui	1999	1	9480W	G23	0
UH 115	Non	2006	40,2	8371_W	G24	0
UH 117	Non	2006	10.76	8372_W	G25	0
CDP41	Non	2005		8006_W	G26	0
FC 150	Oui	2001	244	7028_PV	G27	0
AML WB4	Oui	2005	110	7840_W	G28	1
Shipleys360	Oui	2004	4,5	-	G29	0
DEK horizon01i	Non	2007	185	8957_W	G30	0
Fischione ultrasonique	Oui	2007	114	8478_W	G31	0
Plaque chauffante 350°C	Oui	2008	28	7859_W	G32	0
Four de refusion	Oui	2008	3,7	9480_W	G33	1
Viscosimètre	Oui	2009	2,7	8747_CM	G34	0
Jauge de mesure d'épaisseur	Oui	2010	10	10005_P	G35	0
Mesure de planéité	Oui	2010	15	10005_P	G36	0
Wafer bonder SUSS	Non	2011	376,7	10144_PV	G37	0
Lamineur Shipley 3024	Oui	2011	prêt	8957_W	G38	1
Polisseuse ESCIL ESC200	Non	2011	3,5		G39	0

Encolleuse ESSILOR	Non		prêt		G40	0
Scribber AsGa	Non	2013			G41	0
Weller	Oui				G42	0
Tektronix TDS-2012	Oui				G43	0
Microscope Leica	Oui			7028_PV	G44	0
Etuve Memmert	Oui	2006	Prêt	8373_W	G45	0
Etuve Secasi	Oui	1996			G46	0
Aligneur SUSS	Non	2011			G47	0

Maintenances significatives

Année passée

Plusieurs importantes maintenances ont eut lieu cette année, notamment envers les équipements de découpe, de wafer bonder et de polissage.

Année à venir

Certains équipements comme la découpe de substrat nécessitent encore une maintenance. Il est aussi prévu pour l'année 2016 une maintenance générale de l'équipement de grinding.

Evolutions significatives

De nouveaux tapis de polissage ont été testés pour garantir une meilleure finition et planéité des substrats en silicium et verre.

Prospectives

Shear et pull tester (50 k€)

En 2016, est prévu l'achat d'un équipement de shear et pull test. Cet appareil va permettre de tester mécaniquement en traction et en cisaillement certains assemblages réalisés mais aussi les fils de bonding afin de garantir la fiabilité de ceux-ci. Le financement se fera principalement à travers un projet porté par MINC.

ORGANISATION

Personnel

- Charlot Samuel (IE) : responsable de zone
- Dilhan Monique (IRHC)
- Colin David (AI)
- Vivies Séverine (AI CDD)
- Gil Aurélien : Apprenti licence professionnelle 1an

Gestion des activités

Pour chaque action, le demandeur remplit une fiche de renseignements en interaction avec le personnel intervenant sur la zone. Cette fiche permet de préciser la demande et détailler le substrat sur lequel l'action doit être réalisée. Toutes les actions réalisées sont ensuite archivées avec les principaux paramètres de réalisation sur un tableau de sauvegarde.

Certains équipements sont en libre-service pour un nombre de personnes limitées. Ce choix de personnes se fait en prenant en compte le temps à investir pour la formation et le gain que cela entraîne par rapport au volume de travail à réaliser.

Pour les opérations génériques, S Charlot et D Colin assurent le soutien de tous les groupes sans exclusivité. D Colin est plus particulièrement impliqué dans les réalisations de montage et S Charlot dans l'intégration.

Calibrations / validations des équipements et procédés.

Existantes

Objectif	Nature de l'action conduite	Fréquence
Qualification report précis par flip chip	Réglage parallélisme du bras de report et auto collimation du microscope sur l'équipement FC150	A chaque changement d'outil et au début de chaque campagne de report
Qualification du report par wafer bonding	Réglage du parallélisme des plateaux et de la force appliquée	A chaque changement de plateau et au minimum 1 fois par mois
Qualification soudure anodique bonding	Validation d'un scellement anodique	1 fois par semestre
Qualification de la découpe	Réglage de la hauteur, de l'épaisseur et du théta de la lame	A chaque changement de lame et 1 fois par semaine

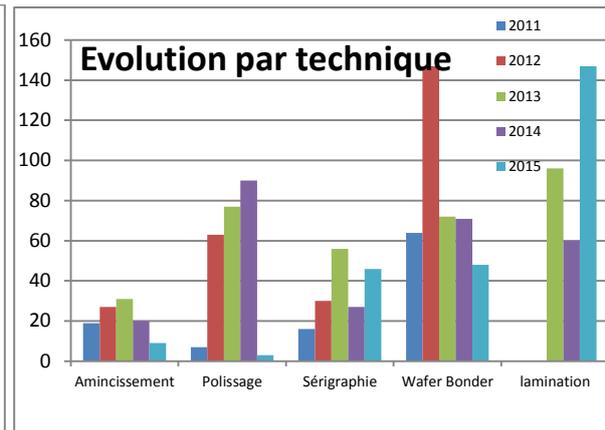
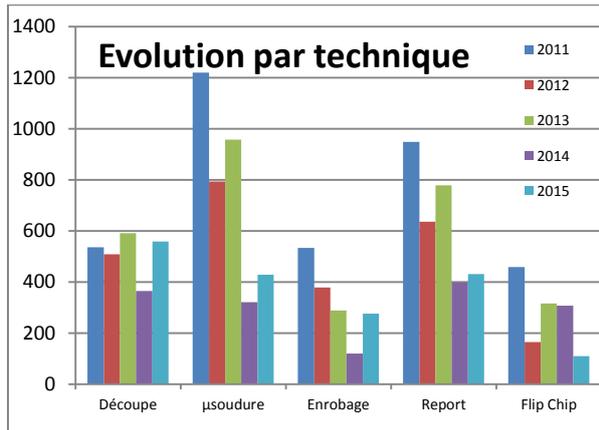
Qui vont être mises en place

Objectif	Nature de l'action conduite	Fréquence
Qualification des procédés de lamination	Réalisation des procédés générique sur films sec	1 fois par trimestre
Qualification des procédés de polissage	Mesure et rectification de la planéité du plateau	1 fois par mois ou à chaque début de procédé
Qualification des procédés de wire bonding	Mesure de la force d'arrachement des fils de bonding (avec pull tester)	1 fois par mois
Qualification de la sérigraphie	Mesure en épaisseur, largeur et longueur de dépôt sérigraphiés suivant un masque et une carte témoin	1 fois par mois
Qualification des procédés de grinding	Mesure de la dérive de rugosité et de l'épaisseur d'un wafer Si standard de 525 µm aminci à 300µm.	Semestrielle

BUDGET

Exécuté l'année passée

2015	Fourniture	Consommables	Maintenances	Support	Sécurité
Montants En K€	0	8	15	5	0



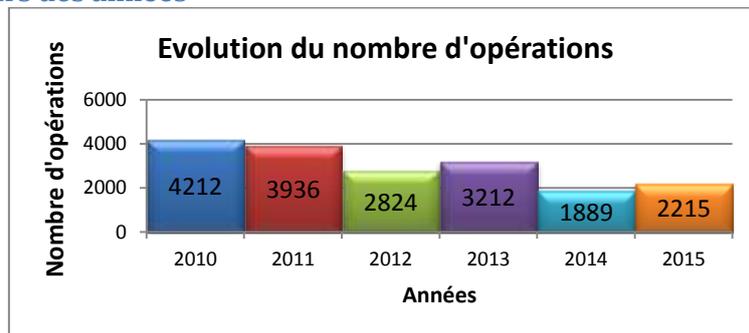
Les opérations génériques d'assemblage tel que la découpe ou le montage de composants ont sensiblement augmentées cette année. Ceci est dû aux montages de petites séries de composants comme les capteurs de gaz ou de PH pour l'équipe MICA par exemple.

L'activité de lamination est en pleine croissance avec un doublement des opérations dû certainement aux développements des films sec photosensibles.

On note une baisse des activités de flip chip et de wafer bonding avec l'arrêt de projets utilisant ces ressources l'an dernier.

De même une importante baisse des activités d'amincissement et de polissage. Ce domaine (équipements et procédés) est en cours d'expertise afin de pouvoir garantir de meilleurs résultats face à la demande.

Evolution au cours des années



On note dans l'ensemble une stabilisation de l'activité d'assemblage de composants utilisant les équipements classique de montage tel que la découpe, le report et la microsoudure. Les techniques moins usuelles telles que le wafer bonding ou le flip chip ont moins été sollicités en 2015 du fait de leur spécificité et dépendance aux projets en cours de réalisation. Le volume des activités d'assemblage Renatech a baissé pour la deuxième année consécutive (-25%) passant de 400 opérations à 290.

SYNTHESE

L'activité de la zone d'assemblage semble s'être stabilisée après une baisse successive ces 5 dernières années. L'activité d'assemblage relative à Renatech est quant à elle en baisse depuis 2 années de suites (-40% en 2014 et -25% en 2016 avec 290 opérations).

L'activité d'assemblage répond essentiellement à des demandes classiques de découpe, montage et bonding de composants et des demandes ponctuelles relatives à certains projets sur les opérations de wafer bonding, sérigraphie, flip chip et polissage. Ces dernières opérations demandent davantage de développement, c'est pourquoi leurs nombres fluctuent chaque année en fonction des projets.

IMPLANTATION IONIQUE

EQUIPEMENTS

Liste

Nom	Libre service	Année d'achat	Valeur d'achat (k€)	n° inventaire	Référence dans LIMS	Priorité
Eaton 4206	Non	1995	351			
IMC 200 (Upgrade du 4206)	Non	2007	331	11152_PV	I1	0
Hotte à flux	Oui	2007	10		I2	1
Upgrade IMC 200	Non	2009	20			

Maintenances significatives

Année passée

Maintenances annuelles classiques: Source, pompe cryogénique.

Année à venir

Changement tube accélérateur.

ORGANISATION

Personnel

- Imbernon Eric (IR1) : responsable de zone
- Marrot Jean-Christophe (AI)

Gestion des activités

La gestion de l'équipement se fait grâce à un planning qui permet d'organiser au mieux l'activité en permettant notamment le regroupement des implantations par espèces et la programmation de la maintenance préventive de l'équipement.

Les implantations réalisées sont archivées dans un fichier électronique.

Un planning en ligne est disponible pour consultation. Les réservations seront toujours exclusivement effectuées par le personnel référent de la zone.

Calibrations / validations des équipements et procédés.

Objectif	Nature de l'action conduite	Fréquence
Qualification de l'homogénéité d'implantation	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cartographie de la résistivité d'un substrat 4" et d'un substrat 6" de type N 2. Oxydation thermique 100 nm 3. Implantation Bore à 50 keV et 1.10^{14} at.cm⁻² 4. Désoxydation 5. Recuit d'activation 30 min à 1000°C sous N2 6. Cartographie de la résistivité des plaques 	Qualification de l'homogénéité d'implantation

BUDGET

Exécuté l'année passée

2015	Fourniture	Consommables	Maintenances	Support	Sécurité
Montants En K€	0	0	6,7	10	0

Prévisionnel année à venir

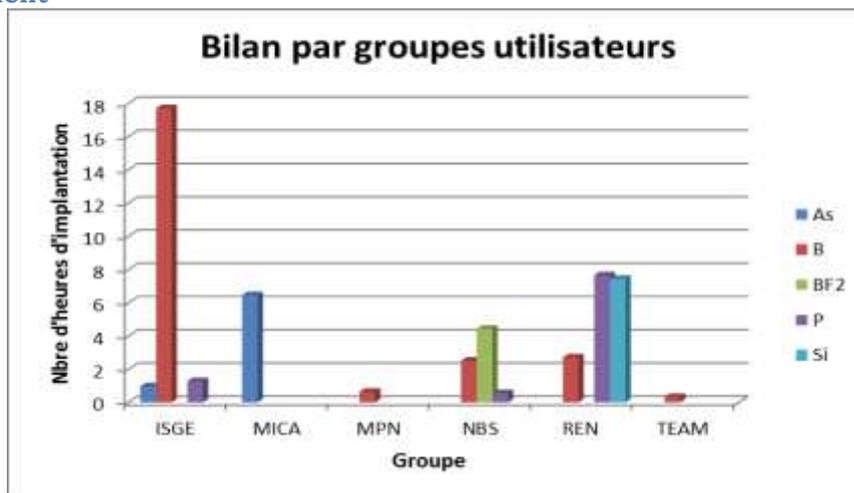
2016	Fourniture	Consommables	Maintenances	Support	Sécurité
Montants En K€	0	1,4	5,4	10	0,5

FORMATIONS

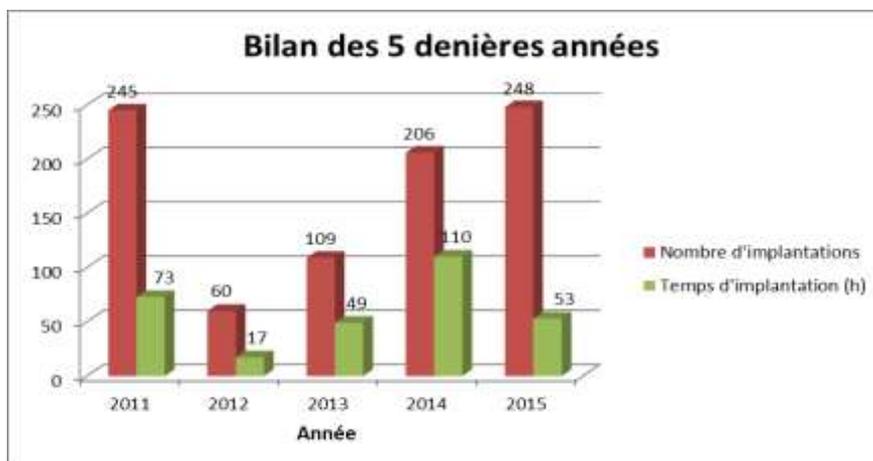
Type	Intitulé	Durée (h)	Nombre de sessions/an	Durée totale/an(h)	Nombre total de participants /an
Cours TEAM	Techniques de dopage	1h30	1	1h30	15

BILAN

Par équipement



Evolution au cours des années



Le nombre d'implantations est en augmentation par rapport à l'année dernière. On peut remarquer aussi que le nombre d'heures (unité d'œuvre) est en diminution. Cette baisse vient du fait que les doses d'implantations demandées ont été plus faibles.

Aussi, les procédés MOS, conduits par l'équipe ISGE, se poursuivent toujours notamment dans le cadre du projet grand emprunt Tours 2015. Nous pouvons également remarquer la forte demande RENATECH due au projet SEGTON.

EVOLUTIONS DE PROCEDES

Implantation de Si

Nous avons réalisé des implantations de silicium à partir d'une source gazeuse SiF₄ sur des plaquettes 6 pouces.

SYNTHESE

Activité 2015

L'augmentation du nombre d'implantation cette année est liée au projet RENATECH SEGTON et à la réalisation de composants MOS de puissance avec le projet Tours 2015.

Activité 2016

Le projet SEGTON étant terminé, le nombre d'implantations devrait se stabiliser cette année. Les implantations liées aux projets MOS devraient augmenter cette année avec le projet ANR JC ConvPlus.

CARACTERISATION

EQUIPEMENTS

Liste

Nom	Libre service	Année d'achat	Valeur d'achat (k€)	n° inventaire	Référence dans LIMS	Priorité
Hélios (FIB)	Oui	2012	985	10427_PO	C1	0
S-4800 (MEB)	Oui	2005	450	8046_W	C2	0
S-3700N (MEB)	Oui	2008	150	9301_PO	C3	0
Icon (AFM)	Oui	2011	161	10321_W	C4	0
Dimension (AFM)	Oui	2000	114	6896_PO	C5	1
Tensor (FTIR)	Oui	2015	21	115438_SE.01	C6	1
Uvisel (Ellipsometre)	Oui	2005	150	7957_PO	C7	0
AutoEL (Ellipsometre)	Oui	<2000	-	-	C8	1
Digidrop	Oui	2004	?	7036_EL	C9	0
Résistivimètre manuel	Oui	<2000	-	11163_ELM	C10	1
Résistivimètre auto	Oui	2003	~20	11162_ELM	C11	0
Wyko (interféromètre)	Oui	2001	229	6841_PO	C12	1
LEXT (confocal)	Oui	2008	117	9131_PO	C13	0
Leica (microscope)	Oui	2008	22	9300_PO	C14	0
Tencor P15	Oui	2000	92	06629C	C15	1
Tencor P16+	Oui	2009	82	9645_W	C16	0
PECS	Oui	2002	60	7016_P	C17	1
TXRF	Non	2013	-	104078W	C18	1

Maintenances significatives

Année passée

Maintenance importante sur plusieurs machines, elles sont dues à 3 faits :

- Vieillesse des machines comme pour l'ellipsomètre (moteur), pour le MEB (platine de translation), pour le Tencor P15 et pour le TXRF (pompe).
- Maintenance normale pour le LEXT (préventive), l'ellipsomètre (lampe), le TXRF (filament) et pour l'AFM (préventive).
- Mauvaise manipulation ou problème machine pour le MEB (récupérations d'échantillons), pour l'AFM (tête) et pour le FIB (connexion).

Année à venir

- Maintenance alternée pour les Tencor.
- Maintenance à faire au niveau des groupes de pompage (MEB, TXRF).
- Contrat de maintenance sur le FIB qui va permettre de limiter le temps d'arrêt de cette machine.

Evolutions significatives

Arrivée du FTIR équipé d'un module ATR diamant pour la mesure chimique. Il permet la mesure dans le domaine MIR (400 à 4000 cm^{-1}). Il est principalement utilisé pour détecter les SAM (Self Assembled Monolayer) ou pour vérifier la présence de liaison dans un matériau (suivi de réticulation).



Prospectives

FIB (≈2.5k€)

Changement GIS Palladium par Carbon sur le FIB pour obtenir des matériaux avec des contrastes élevés pour le STEM.

Profilomètres (≈ 80 k€)

Afin de faire face à sons obsolescence remplacement du Tencor P15 par un Tencor P17s.

ORGANISATION

Personnel

- Benjamin Reig (IR) : responsable de zone
- Emmanuelle Daran (IR) : formation AFM
- Fabien Mesnilgrete (AI) : aide technique + formation Confocal et digidrop + soutien zone
- Franck Carcenac (IR) : aide technique + formation MEB/FIB

Gestion des activités

- Passage obligatoire des utilisateurs pour entrer en salle blanche avec une présentation générale de la zone et une formation sur le profilomètre mécanique.
- Zone en libre-service après formation pour tous les appareils de caractérisation et réservation dépendant des machines.
- Il est important de noter/sauvegarder les résultats pour que vous ayez un suivi de votre process.

Calibrations / validations des équipements et procédés.

Existantes

Objectif	Nature de l'action conduite	Fréquence
Vérification de calibration AFM Dimension et Icon	Mesure étalon en XYZ, vérification des côtes et de la linéarité du piezo	1 fois par mois
Vérification de calibration Tencor P15 et P16+	Mesure étalon en XZ, vérification des côtes et de l'alignement de la pointe, calibration automatique de la force	1 fois par mois
Vérification de calibration résistivimètre	Mesure et vérification de résistance carrée par rapport à un étalon en or	1 fois par mois
Vérification de calibration ellipsomètre	Vérification des zéros des polariseurs, de l'intensité de la lampe et mesure de l'étalon	1 fois par mois
Vérification de calibration profilomètre optique Wyko et LEXT	Vérification des mesures de l'étalon XYZ	1 fois par mois

Les calibrations sont faites quand on remarque une dérive sur les appareils lors de la vérification ou lors des demandes des utilisateurs.

Qui vont être mises en place

Objectif	Nature de l'action conduite	Fréquence
Vérification de la contamination des équipements de gravure plasma	Mesure contamination des wafers avec le TXRF	Tous les semestres

Cela devrait être étendu à tous les réacteurs dès que le TXRF sera pleinement opérationnel.

BUDGET

Exécuté l'année passée

2015	Fourniture	Consommables	Maintenances	Support	Sécurité
Montants En K€	4.9	7.6	17.2	0	0

Le coût des maintenances reste stable chaque année car il y a une rotation au niveau des maintenances réalisées et que certains appareils sont très fiables.

Prévisionnel année à venir

2015	Fourniture	Consommables	Maintenances	Support	Sécurité
Montants En K€	3.5	17.8	65	2	0

Cela représente un budget 3 fois supérieur à celui de l'année 2015, cela provient de la nécessité d'avoir un contrat de maintenance pour l'Hélios (FIB) qui été jusqu'à maintenant compris dans le prix d'achat. Cet appareil générera la moitié des dépenses de la zone en 2016.

De plus, il est possible que l'on soit amené à changer la pointe FEG du S-4800, ce qui entrainera une facture de 10k€ en plus.

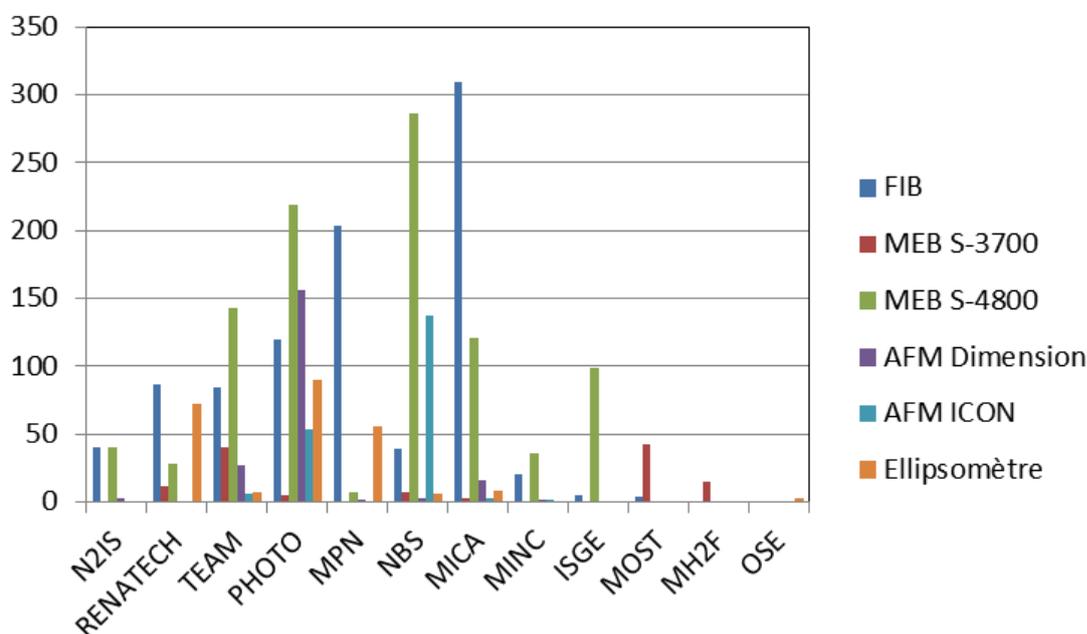
FORMATIONS

Type	Intitulé	Durée (h)	Nombre de sessions/an	Durée totale/an(h)	participants /an
Cours TEAM	Cours TEAM Caractérisation	2h	1	2h	40
Formation pratique	Présentation de la caractérisation + formation Tencor	1h30	18	27h	60
	Formation AFM	3h30	6	21h	6
	Formation LEXT	1h30	6	9h	7
	Formation MEB-FIB	3-4h	18	54-72h	23
	Autres formations	0.5-2h	80	80-120h	120

Le temps de formation pratique est important en caractérisation mais le suivi des utilisateurs (non comptabilisé) demande au moins un temps égal.

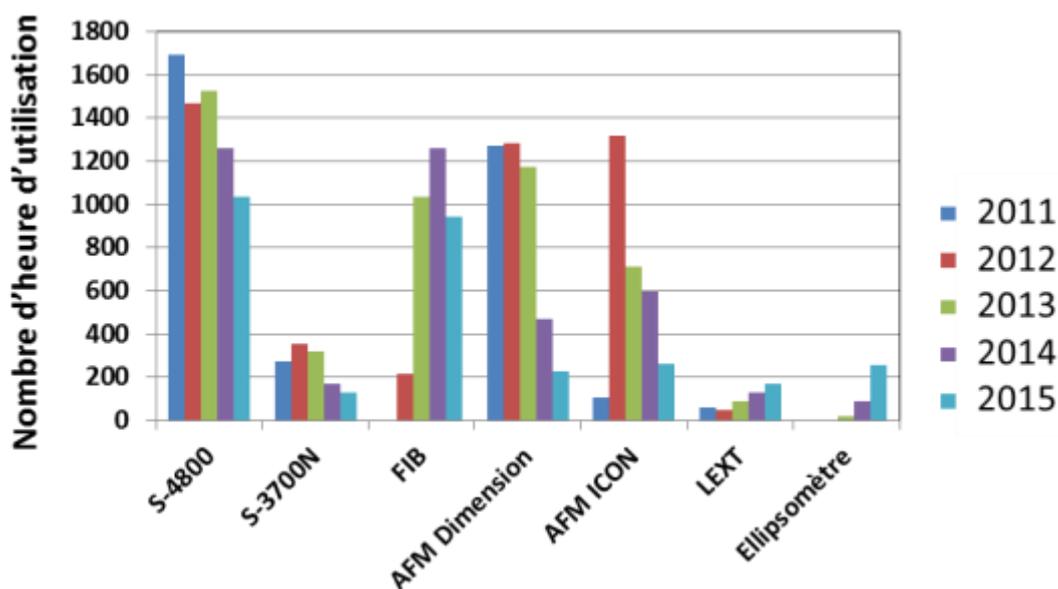
BILAN

Par équipement



Les utilisations des appareils de caractérisation sont très disparates suivant les équipes, de plus les pics d'utilisation sont souvent dus à 1 ou 2 utilisateurs dans l'équipe.

Evolution au cours des années



On remarque que la demande sur les caractérisations par AFM est en constante diminution depuis quelques années, ce qui peut paraître étrange car la fabrication à l'échelle nanométrique est toujours très utilisée. Cela peut être expliqué car les utilisateurs se sont tournés vers d'autres méthodes (MEB UHR) et que certains besoins semblent avoir disparus (modes mécaniques et électriques sur l'AFM). Le LEXT et l'ellipsomètre semblent plus utilisés mais cela reflète plus la réelle utilisation qu'auparavant.

SYNTHESE

Hélios (FIB)

Le contrat de maintenance pour l'Hélios (FIB) fait augmenter de façon significative le budget de la zone pour les années à venir. Cela est nécessaire si on veut pouvoir utiliser cette machine de manières aussi intensive que les années précédentes.

Formation utilisateurs

La formation et le suivi des utilisateurs demandent un investissement très important, il est donc nécessaire que les personnes qui ont suivi ces formations s'investissent pleinement et manipulent les appareils régulièrement pour s'assurer la maîtrise de celui-ci (au moins au début).

Utilisation des équipements

Les personnes ont pris l'habitude de réserver les machines les plus utilisées ce qui permet d'avoir un décompte plus précis du nombre d'heure. On remarque la diminution de l'utilisation des moyens de caractérisation ce qui reflète une baisse globale de l'utilisation de la centrale de technologie.

Permanent sur la zone

Il y a maintenant un permanent à plein temps sur la zone caractérisation. Merci à tous de votre soutien.

SUPPORT

EQUIPEMENTS

Liste

Traitement d'air :	4 centrales d'air neuf équipées de deux humidificateurs système extraction d'air Soufflage : PC commande 126 FFU
Production eau désionisée :	Prétraitement : adoucisseur, charbon actif, osmoseur Traitement : résine lit mélangé, 'UV', filtration 0,22µm Régulation T° de la boucle eau DI Pompe de circulation
Centrale eau de refroidissement : Réseau général	Pompe de circulation 16M3/h -- 3Bars Echangeur eau glacée T° entrée 8°C sortie 15°C Filtration 3µm Régulation automatique 18°C – 22°C
Centrale eau de refroidissement : Réseau dédié à la zone "four"	Pompe de circulation 15M3/h -- 3Bars Echangeur eau glacée T° entrée 8°C sortie 15°C Filtration 3µm Régulation T° manuelle 20°C – 24°C
Réseau gaz purs :	Une trentaine de gaz différents : Hydrogène, azote hydrogéné, argon, oxygène, ammoniac, silane, disilane, dichlorosilane, hélium..... etc Centrales Gaz
Système sécurité gaz :	Capteur : zone four gaz dangereux, MBE seuil O2 Scrubber PC commande
Aspiration centralisée :	Groupe d'aspiration Cuve de filtration.
Centrale vide :	une pompe en service + une pompe en réserve pour intervention maintenance
Contrôle qualité :	Appareil de mesure particulaire Anémomètre à fils chaud
Traitement rejets liquides	Station traitement des effluents liquides. (neutralisation)
Station traitement Air Sec	Unité de filtration air sec installation générale. Sous station production air sec "Stepper"
Sécurité :	Douche de sécurité.

Maintenances significatives

Année passée

Maintenances préventives et curatives de tous les réseaux de l'infrastructure.

Année à venir

Changement du nid d'abeille dans la CTA du bâtiment F qui nécessitera la fermeture de la salle blanche pendant 3 jours. Cette maintenance est réalisée pour la première fois depuis la mise en service de la salle blanche.

Maintenance quinquennale du compresseur principal.

Evolutions significatives

- Installation d'une nouvelle CTA et d'un Extracteur (pour les zones Nano et Masques) :
 - Augmentation du débit de soufflage et d'extraction pour les besoins de nouvelles hottes chimiques du bâtiment G2.

- Installation Machines :
 - ICP 500 , Etchlab 200,
 - Etuve (Nanomade),
 - Machine à nettoyer les masques(Freescale),
- Déplacement :
 - Altaspray +
 - hottes(zone Techno alternative),
 - Hamatec (zone masques),
 - Carac I(V) (Plate-forme caractérisation)

Prospectives

Chimie

Installation des nouvelles hottes et réaménagements internes des anciennes

EJM

Installation FIB connecté sur MBE 412

Intégration

Réaménagement de la salle

PVD

Installation des bâtis Parylène et « Nano »

Gravure plasma

Installation TEGEL (freescale)

ORGANISATION

Personnel

- Granier Hugues (IRHC) : responsable de zone
- Do Conto Thierry (AI)
- Maiorano Antoine (AI)
- Bouscayrol Laurent (AI)

Gestion des activités

Les trois intervenants principaux collaborent dans toutes les activités avec néanmoins pour chacun des responsabilités plus précises

- Maiorano A.
 - Contrats avec entreprises extérieures
 - Logistique
 - Infrastructure générale
- Bouscayrol L.
 - Installation / évolution des équipements
 - Soutien technique dans les zones pour les maintenances d'équipements
- Do Conto Thierry
 - Contrôles environnementaux et de sécurité des installations
 - Développement des supports numériques de suivi des infrastructures.

Calibrations / validations des équipements et procédés.

Objectif	Nature de l'action conduite	Fréquence
Suivi contamination particulaire	Mesure particulaire	2 fois/an (janvier/juin)
Sécurité des opérateurs	Mesures extraction débits hottes et machines	1 fois par an (février)
Sécurité des opérateurs	Mesure COV stock chimie	2 fois par an (janvier, juin)
Suivi pureté eau DI	Analyse de l'eau	Tous les 2 ans
Sécurité des opérateur	Contrôle te chagement capteurs de détection des gaz	2 fois par an
Suivi contamination	Contrôle ménage salle blanche	1 fois par mois

BUDGET

Ces budgets sont hors contrats avec prestataires extérieurs. Enfin une grande part des couts se retrouve également dans les rubriques support des différentes zones.

Exécuté l'année passée

2015	Fourniture	Consommables	Maintenances	Support	Sécurité
Montants En K€		40	12	40	15

Prévisionnel année à venir

2016	Fourniture	Consommables	Maintenances	Support	Sécurité
Montants En K€	0	25	30	40	15

Le budget maintenance est en augmentation sensible en raison du changement du nid d'abeille de la CTA F et de la maintenance quinquennale du compresseur principal

SOUTIEN

ORGANISATION

Personnel

- Granier Hugues (IRHC) : responsable de zone
- Fourcade Christine (TCE)
- Luque Vinciane (TCN)

GESTION DES ACTIVITES

Au titre de 2015

- Gestion des nouveaux entrants en salle blanche 59 personnes
 - Procédure administrative
 - Procédure de formation
 - Validation de l'accès
- Gestion des consommables du stock de salle blanche 180 références
 - Commandes
 - Gestion du stock
 - Distribution

Rmq : il convient de noter que cette année une solution numérique a été implémentée avec l'aide du service IDEA. Après un temps de consolidation elle sera sans doute déployée pour d'autres stocks du service

- Gestion des tenues de salle blanche 455 tenues
 - Relations avec le fournisseur
 - Approvisionnement et suivi dans le sas
- Gestion des fiches de process 146 fiches
 - Distribution
 - Recueil
- Facturation des opérations 88 factures
 - selon la procédure de la facturation auditable 370 k€
 - relations avec tous les demandeurs et le service gestion
- gestion des demandes d'achat du service TEAM 347 demandes
 - Pré-saisie dans Geslab
 - Renseignement selon la procédure de facturation auditable
- Gestion des projets Renatech 80 dossiers
 - Instruction des demandes
 - Formalisation
 - Suivi administratif des dossiers
 - Facturation selon procédure de la facturation auditable
- Communication du service
 - Mise à jour du site web du service

- Mise en place d'une photothèque interne
- Préparation refonte visite virtuelle salle blanche

BUDGET

Ces budgets sont hors contrats avec prestataires extérieurs.

Exécuté l'année passée

2015	Fourniture	Consommables	Maintenances	Support	Sécurité
Montants En K€	0	41	0	3.6	0.8

Prévisionnel année à venir

2016	Fourniture	Consommables	Maintenances	Support	Sécurité
Montants En K€	0	47	0	4	1

SYNTHESE

L'activité de soutien apportée par C. Fourcade et V. Luque est essentielle au bon fonctionnement de la structure.

Elles permettent d'assurer la continuité des opérations quotidiennes et déchargent d'autant leurs collègues.

La mise en place de nouvelles procédures de formation, de facturation, de gestion des stocks absolument nécessaires du fait de l'ampleur du nombre de personnes entrant en salle blanche entraînent une augmentation de la charge purement administrative.

Cela se fait au détriment de la disponibilité de C. Fourcade et V. Luque pour un soutien direct aux projets de recherche.

La nouvelle organisation envisagée par la direction (mise en place d'assistants aux responsables de services en lieu et place des secrétaires) nous apparait comme une bonne solution à priori car elle permettra de mieux répartir l'ensemble des tâches à assumer. .