



## Colonnes électroniques et ioniques - DéTECTEURS spécifiques associés : Etat de l'art présenté par les constructeurs

*Jeudi 2 décembre 2010*

**09h00 - 09h30** Accueil

**09h30 - 10h30** Histoire de la microscopie électronique à balayage.

*Jacky RUSTE (GN-MEBA), François GRILLON (ENSMP)*

*Si le premier microscope électronique à balayage, le Stereoscan de Cambridge Instruments a été commercialisé en 1965, il faut remonter au début des années 1920 pour trouver les sources de cette technique.*

*L'Allemagne, puis les Etats Unis et enfin la Grande Bretagne y ont contribué successivement.*

*La France n'en a cependant pas été totalement absente, même si son rôle dans ce domaine a été beaucoup plus discret !*

*C'est cette histoire que nous allons vous raconter...*

**10h30 - 13h45** Exposition Constructeurs et Stand EDP Sciences, Caves Esclangon - Jussieu,  
avec pause café et repas (buffet froid) offerts aux adhérents du groupement par le GN-MEBA et les constructeurs.

**14h00 - 14h30** Assemblée Générale du GN-MEBA (Amphi Farabeuf).

**14h30 - 15h00** Microscopes conventionnels EVO, derniers développements.

*Laurent VET (Carl Zeiss)*

*Les améliorations et enrichissement d'outils complémentaires se sont largement diversifiés ces dernières années en microscopie électronique à balayage dite conventionnelle, rendant toujours attractive l'offre des constructeurs sur ce segment.*

*Carl ZEISS NTS développe depuis plusieurs années sa gamme EVO sous un concept très modulaire et répondant aux exigences des différents laboratoires :*

- *Mode Haut Vide, mode MA pour l'Analyse des Matériaux, (10 à 400 Pa), et mode LS pour les Sciences de la Vie (10 à 3000 Pa).*
- *Optimisation du parcours du faisceau avec les modes de l'Optibeam*
- *Technologie "Beam Sleeve" pour l'optimisation des performances pour l'analyse en vide dégradé.*
- *Sources W, LaB6 et depuis peu HD avec l'avènement de l'EVO HD (nouvelle source d'émission).*
- *Gamme complète de détecteurs en imagerie BSD, ETSE, VPSE, SCD, EPSE*

**15h00 - 15h30    Microsonde Cameca : la colonne électronique.**

**Michel OUTREQUIN (Cameca)**

*Description et caractéristiques d'une colonne électronique dédiée à la microanalyse.*

*Les principales parties de la colonne seront décrites:*

- *Source des électrons: Cathodes tungstène, LaB6 et FEG*
- *Régulation faisceau: principe*
- *Diamètre de faisceau en fonction du courant faisceau*
- *Microscope optique coaxial.*

**15h30 – 16h00    Microsonde de Castaing, pourquoi nous en avons toujours besoin, spécificités par rapport aux EDS - Les nouvelles possibilités de la microsonde à effet de champ.**

**Jacky LARNOULD (Jeol)**

*Malgré les récents développements des EDS, la microsonde de Castaing (EPMA) reste un outil d'analyse incontournable.*

*Depuis quelques années, l'utilisation d'une source FEG Schottky, permet d'affiner les analyses en basse tension ainsi que résolutions en cartographie X, impossible avec un canon classique.*

**16h00 - 16h20    Pause**

**16h20 - 16h50    Nouveaux développements en microscopie électronique à balayage haute résolution à très basses énergies.**

**Thierry GRENUT (Elexience)**

*Les MEB à émission de champ ne cessent de progresser du point de vue des performances à basses énergies.*

*Le nouveau MEB à émission de champ UHR Hitachi SU8000 permet de révéler des informations d'extrême surface (au sens de la microscopie électronique) jusqu'ici difficilement accessibles. L'utilisation combinée d'électrons incidents très peu énergétiques (jusqu'à 100 eV) et de détecteurs originaux dont le nouveau " Top Detector " donnent accès confortablement au contraste topographique et au contraste de conductivité électrique de l'échantillon sur des épaisseurs de 1nm à quelques nanomètres. Des images comparatives avec celles obtenues en microscopie à force atomique illustrent ces possibilités.*

**16h50 - 17h20    Technologies pour la microscopie électronique à balayage de résolution sub-nanométrique à haute et basse tension.**

**Laurent ROUSSEL (FEI Eindhoven)**

*Il y a plus de cinq ans, FEI se lançait dans un projet ambitieux de nouvelle colonne électronique de très haute résolution, baptisée Elstar™, avec pour but d'obtenir des performances à basse énergie équivalentes à celles connues à 15-30 keV.*

*Cet exposé présentera l'état actuel de ce projet : l'optique électronique et les choix technologiques de la colonne Elstar, et en particulier de son canon électronique novateur, intégrant le monochromateur UCTM.*

*Nous nous intéresserons également à la dernière génération de détecteurs introduite par FEI en 2010 pour la collection et discrimination optimale d'électrons secondaires et rétrodiffusés. Couplés à la colonne Elstar, ils permettent aujourd'hui aux instruments Magellan (MEB) et Helios NanoLab x50 (DualBeam) d'atteindre des niveaux de résolution, de qualité d'image et de contrastes inégalés.*

## **Vendredi 3 décembre 2010**

### **09h00 - 09h30 Voir l'inaccessible de manière naturelle : Colonne FEG et détecteurs - TESCAN Mira3, InBeam, LVSTD.**

**David BARRESI (Eloïse sarl)**

*La colonne FEG des microscopes TESCAN est constituée d'un système optique original composé de 3 lentilles qui confère une large souplesse d'utilisation. Cette nouveauté, due à l'ajout d'une lentille intermédiaire électromagnétique, permet à l'utilisateur d'avoir un degré de liberté supplémentaire sur le faisceau et de s'affranchir des diaphragmes mobiles. La colonne FEG permet alors de nouveaux modes d'utilisation faciles: grande profondeur de champ, faible grossissement, imagerie en 3D live et mode Roking Beam. Les principes physiques des ces différents modes vous seront présentés.*

*TESCAN propose une large gamme de nouveaux détecteurs pouvant être intégrés sur cette colonne électronique dans le but de répondre aux besoins des utilisateurs. Parmi ces détecteurs innovants, le détecteur In-BEAM répond à des besoins de haute résolution à basse tension en particulier. Ce détecteur intégré dans la colonne est associé à une lentille à la fois électrostatique et magnétique et permet d'atteindre une meilleure résolution tout en minimisant les aberrations dues à la basse tension. De plus, pour les applications en vide partiel, TESCAN a développé un détecteur d'électrons secondaires modifié (LVSTD) nécessaire pour appréhender la topographie de vos échantillons non-conducteurs. Des détails technologiques vous seront exposés au cours de la présentation.*

### **09h30 - 10h00 Les évolutions de la colonne GEMINI.**

**Smaïl CHALAL (Carl Zeiss)**

*Carl ZEISS NTS, initiateur des concepts de colonne boostée, de détection annulaire In Lens et de freinage électrostatique du faisceau primaire élargit encore sa gamme FEG avec l'arrivée du MERLIN, outil à forte composante analytique avec la dernière technologie GEMINI 2.*

*Les différentes évolutions de la colonne GEMINI, élément commun des instruments FEG Carl ZEISS NTS permettent d'offrir des caractéristiques très complètes sur l'ensemble des besoins communs en imagerie haute résolution et en analyse à de très forts courants (plusieurs centaines de nA).*

*Les détections en secondaires vrais SE1 et SE2, en rétrodiffusés BSE à haute énergie (Rutherford en composition / Mott en orientation) et basse tension (EsB), en électrons transmis (STEM) et très récemment en faible perte d'énergie (LLE) disponibles au sein d'un même instrument représentent une offre complète d'exploitation des signaux.*

### **10h00 - 10h30 Microscopie électronique à balayage en transmission : contraintes et solutions pour l'imagerie en très haute résolution.**

**Thierry GRENUT (Elexience)**

*Les MEB à émission de champ de génération actuelle présentent des performances intéressantes pour l'imagerie en mode "électrons transmis", compte-tenu des caractéristiques du faisceau d'électrons (taille de sonde et brillance en particulier) et de l'utilisation de tensions d'accélération inférieures ou égales à 30kV. Les images produites rivalisent parfois avec celles obtenues sur des MET basse tension classiques.*

... / ...

*Cependant la conception d'un MEB traditionnel induit des perturbations contraignantes au niveau de l'échantillon qui peuvent en pratique s'avérer très préjudiciables à l'obtention d'images de bonne qualité à forts grossissements. Le STEM basse tension Hitachi S5500 intègre des solutions originales minimisant l'influence des perturbations au niveau de l'échantillon. Des images nettes et stables sont facilement obtenues à des grossissements allant bien au-delà de x1.000.000 (référence Polaroid).*

10h30 - 10h50 Pause

**10h50 – 11h20 Technologies de l'ESEM, ses détecteurs et dernières nouveautés.**

**Michel TRENTIN (FEI)**

*Voici maintenant plus de dix ans (1997) FEI lançait une nouvelle gamme " l'ESEM ", seul microscope capable de visualiser des échantillons hydratés sans préparation doté d'un véritable détecteur d'électrons secondaires.*

*Pendant cet exposé nous reviendrons sur la colonne, les détecteurs, la résolution des images et les derniers développements des détecteurs dédiés pour le mode environnemental..*

**11h20 - 11h50 Le ClairScope™ : MEB Atmosphérique, un outil de microscopie corrélative photonique-électronique.**

**Franck CHARLES (Jeol)**

*Le ClairScope™ permet l'étude d'échantillons à pression atmosphérique et à température ambiante. Ce nouvel équipement offre une observation simultanée d'une même zone d'un échantillon en microscopie optique (fluorescence), et en microscopie électronique à balayage.*

*L'échantillon maintenu à la pression atmosphérique (ASEM) est préservé des artefacts de vide.*

*L'observation en haute résolution d'échantillons biologiques est désormais possible. On s'affranchit ainsi des longs et lourds procédés habituels de déshydratation.*

*Ce MEB est également dévolu à l'étude des phénomènes dynamiques en milieu liquide comme l'électrochimie et ce à température variable.*

**11h50 - 12h20 FIB FEG / Xbeam, présentation des colonnes et des détecteurs.**

**Jean-Claude MENARD (Carl Zeiss)**

*La technologie des faisceaux ioniques focalisés ou (FIB) Focused Ion Beam cantonnée un temps au domaine du semi-conducteurs s'ouvre maintenant très largement au monde des matériaux et des sciences de la vie.*

*Carl ZEISS NTS propose désormais depuis plusieurs années des solutions versatiles aux différentes problématiques et besoins et récemment grâce au concept modulaire du nouvel instrument AURIGA équipé de la technologie GEMINI FEG de Carl ZEISS combinée à la meilleure offre de colonnes ioniques à source Gallium.*

*En dehors des préparations de lames pour l'imagerie en transmission, l'instrument FIB XB – SEM ouvre de nouvelles perspectives de prospection d'échantillons avec la combinaison de multiples techniques d'imagerie et d'analyse : EDS, EBSD, STEM, WDS, SIMS*

... / ...

*L'aspect 3D au travers de la collecte des informations chimiques et / ou cristallographiques est un aussi apport considérable au-delà des informations 2D déjà disponibles dans un Microscopie électronique à balayage.*

*Enfin, le FIB s'annonce comme un outil d'exploration et d'usinage sélectif pour la préparation d'échantillons : Pointes pour sonde atomique (TAP) et Nano-fabrication.*

12h20 - 14h20 Déjeuner libre

**14h20 - 14h50 Utilisation d'un FIB-SEM pour la préparation très rapide d'échantillons pour l'observation ultra haute résolution ou pour l'imagerie 3D.**

**Laurent LOOS (Elexience)**

*Le FIB-SEM HITACHI NB5000 est optimisé pour préparer très rapidement des échantillons pouvant être observés in situ en microscopie électronique à balayage (MEB) haute résolution ou en microscopie électronique en transmission (MET). Les caractéristiques optiques de la colonne FIB du NB5000 produit un faisceau d'ion très intense avec une très bonne résolution. Combiné aux automatismes, celui-ci permet de préparer rapidement des lamelles de moins de 100nm d'épaisseur qui vont être observé sur le TEM mais aussi d'ouvrir dans l'échantillon des zones très larges (plus de 50µm).*

*Toutes ces améliorations (faisceau intense, stabilité, résolution du SEM) font que le FIB-SEM devient un système très performant pour faire de l'imagerie 3D avec des résolutions pouvant être inférieures à 10nm.*

*Lors de cette présentation des exemples de reconstruction 3D sur des objets complexes ou des échantillons biologiques vous seront présentés.*

**14h50 - 15h20 Technologie et dernières avancées liées aux systèmes à faisceau d'ions focalisés FEI.**

**Laurent ROUSSEL (FEI)**

*Ces deux dernières années ont été marquées chez FEI par des activités de développement particulièrement innovantes autour des colonnes à faisceau d'ions focalisé (FIB).*

*Cet exposé se concentrera plus particulièrement sur la technologie et les spécificités de deux d'entre elles : le FIB-Gallium de dernière génération Tomahawk<sup>TM</sup>, introduit en 2010 pour un contrôle toujours plus précis du faisceau à haute et basse énergie, et le futur FIB-plasma Vulcan<sup>TM</sup>, qui ouvre de nouveaux horizons de par sa capacité à travailler à très fort courant et avec des ions non-Gallium.*

*Nous discuterons également des méthodes d'évaluation de la performance des FIB, ainsi que des derniers progrès en matière de détection dédiée à l'imagerie FIB en électrons ou ions secondaires. A l'aide du DualBeam Helios NanoLab x50 et de la plateforme FIB Vulcan, nous illustrerons l'intérêt des différentes technologies du point de vue applicatif.*

**15h20 - 15h50 TESCAN – Innovations des éléments de colonnes SEM – FIB.**

**David BARRESI (Eloïse sarl)**

*Des améliorations technologiques notables sont apparues avec la 3ème génération de colonnes produites et intégrées par la société TESCAN. De nouveaux matériaux utilisés pour la lentille objective optimiseront la reproductibilité de focalisation. L'association d'une électronique et d'une informatique de plus en plus performante permettra d'apprécier et de corriger le comportement des lentilles électromagnétiques. TESCAN innove avec l'apparition du module 'In-Flight-Beam-Tracing' permettant d'optimiser le comportement des lentilles*

*électromagnétiques et offre à l'utilisateur de pouvoir modifier de façon continue le courant de sonde ou bien la taille de sonde. Ces innovations vous seront explicitées lors de l'exposé.*

*Enfin, la nouvelle colonne FIB Cobra aujourd'hui intégré sur le DualBeam TESCAN permet d'obtenir une résolution de 2.5 nm en imagerie FIB et des performances accrues en vitesse de gravure. Une comparaison sur les aspects techniques de ces différentes générations de colonnes ioniques vous sera présentée..*

**15h50 - 16h20 Orion Helium-ion-microscope (HIM) : Perspectives en Microscopie à Balayage.**

*Jean-Claude MENARD (Carl Zeiss)*

*Que sera la microscopie électronique balayage de demain ? L'électron sera t'il encore le seul vecteur primaire des informations collectées dans les matériaux ?*

*Plusieurs perspectives s'ouvrent comme le large champ de la microscopie corrélative visant à unifier les mondes de la microscopie optique, de la microscopie électronique à balayage et de la microscopie électronique en transmission ; mais aussi dans un tout autre registre, l'imagerie ionique à source He à très haute résolution et à faible volume d'interaction pouvant s'imposer comme la future génération d'instruments.*