



L'image dans tous ses états, de l'acquisition au traitement

Jeudi 7 décembre 2017

09h00 - 09h30 *Accueil des participants*

09h30 - 10h30 **Images, vision et couleur... de l'œil à l'image numérique** - Jacky RUSTE, GN-MEBA, Microscopie Icaunaise)

Qu'est-ce qu'une image numérique ? comment la définir ? ses différents formats ? les méthodes de compression ?

C'est ce qu'on verra, sans oublier l'outil indispensable : l'œil et sa perception des intensités et des couleurs...

Et pour conclure, un peu de culture générale : qu'est-ce que la couleur... qu'appelle-t-on couleurs fondamentales, couleurs primaires, et les conséquences : synthèse additive et soustractive, notions souvent confondues !

10h30 – 14h00 *Exposition Constructeurs et Stand EDP Sciences, (caves Esclangon) avec pause-café et repas (buffet froid) offert aux adhérents du groupement par le GN-MEBA et les constructeurs.*

14h00 – 14h30 *Assemblée générale du GN-MEBA.*

14h30 – 15h15 **Acquérir une image dans le MEB, optimiser l'acquisition** - Guillaume WILLE, BRGM Orléans

Pour obtenir une image dans le MEB, la surface de l'échantillon est balayée par un faisceau d'électrons focalisé, et des détecteurs enregistrent différents signaux issus des interactions électrons-matière.

Que sont ces détecteurs et comment fonctionnent-ils ?

Outre les caractéristiques du faisceau d'électrons et le type de détecteur, des paramètres tels que l'accumulation ou le moyennage du signal peuvent influencer sur la qualité de l'image acquise. De quelle manière ? Sont-ils applicables dans tous les cas ?

15h15 – 15h45 **Reconstruction quantitative 3D de surface à partir d'images BSE multidétecteurs** - Jan NEGGERS, LMT ENS Paris-Saclay

Les images au microscope électronique ont un ombrage qui est naturellement interprété comme des formes 3D par notre cerveau humain. Par conséquent, il n'est pas surprenant que, déjà au début de l'histoire du MEB, des méthodes ont été proposées pour reconstruire la topographie de surface en 3D en utilisant des méthodes de «shape-from-shading».

Cette présentation détaillera une généralisation des méthodes originales développées pour les systèmes de détection des BSE à 4 quadrants. L'avantage clé est que dans cette nouvelle forme.

seulement 3 détecteurs sont nécessaires et qu'ils peuvent être orientés plus librement dans la chambre du MEB. Ce nouvel algorithme reconstruira la forme de la surface tout en étalonnant les orientations du détecteur

15h45 - 16h15 **Reconstruction 3D de microstructures polycristallines, approche destructive par coupes successives vs non destructive par tomographie X** - Henry PROUDHON, Centre des Matériaux, Mines ParisTech, Evry

La microstructure polycristalline contrôle l'essentiel des propriétés mécanique des matériaux. Les techniques de caractérisation 3D de cette microstructure ont fait des progrès considérables au cours des 10 dernières années.

D'un côté on trouve les approches destructives par enlèvement de matière et imagerie EBSD successives. De l'autre, il existe des approches non destructives qui utilisent un rayonnement X monochromatique de haute énergie.

Les deux approches seront présentées et comparées en insistant sur la mise en oeuvre concrète et le traitement d'image nécessaire pour obtenir des reconstructions de qualité. Les avantages et limites des 2 approches seront discutées.

16h15 – 16h45 *Pause*

16h45 - 17h15 **Vision par ordinateur et application à la MEB** - Guy Le BESNERAY, directeur de recherches, ONERA/DTIS - Chatillon

Nous effectuons un panorama de la vision par ordinateur actuelle, en abordant notamment les aspects qualité image, vision géométrique et appariement d'images, reconnaissance / classification et apprentissage.

Tout au long de l'exposé nous soulignerons les applications potentielles de ces méthodes à l'exploitation des images MEB.

17h15 – 18h00 **ImageJ : Découverte d'un outil polyvalent en imagerie** - Jean-Claude MENARD - AHEAD Microscopy

Voici 30 années que le logiciel ImageJ prospère et constitue un outil de référence pour l'analyse en imagerie scientifique.

Le concept, introduit à la fin des années 70s par son créateur Wayne RASBAND demeure inchangé :

Fournir une interface simple, économique et évolutive via le partage de son code source.

Baptisée d'abord Image, puis officiellement NIH image (1987) en référence à l'institution gouvernementale des Etats Unis orienté en recherche médicale, l'application ImageJ compte aujourd'hui de multiples déclinaisons, des centaines de modules d'extension spécifiques, un générateur de macro-instructions pour la création de tâches automatisées sans formation préalable à la programmation et une librairie pour la programmation avancée.

Son site officiel reçoit plusieurs milliers de visites par jour et compte des centaines de contributeurs.

Après un bref historique, une description générale de l'interface et au travers de quelques exemples orientés vers le domaine de la microscopie électronique à balayage, cette présentation vous permettra d'apprécier les aptitudes d'ImageJ utile pour la communauté des utilisateurs de MEBs et des moyens analytiques associés.

Vendredi 8 décembre 2017

09h00 – 09h30 **Cartographie spectrale : Du principe à sa réalisation et son exploitation** - Denis BOIVIN, Onera, 92320 Chatillon

Après un rappel de la nature d'une cartographie spectrale et de ses spécificités, seront dans un premier temps exposées des considérations expérimentales relatives à ses paramètres d'acquisition.

Dans un second temps, seront présentées les possibilités d'exploitation de ce type de données analytiques, au travers d'exemples, pour en souligner l'intérêt mais aussi les limitations.

09h30 – 10h30 **Quelques éléments pour exploiter les images numériques du MEB** - Jean-Marc CHAIX, CNRS & Grenoble INP - SIMAP

Cette présentation a pour but de faire connaître et faire comprendre ce qu'est une image numérique obtenue avec un MEB, comment elle est construite et représentée, comment on peut la caractériser (résolution, dynamique d'image, défauts...), en modifier la représentation (contraste, luminosité, couleurs...) ou le contenu (filtrage) pour l'« améliorer » et si besoin en extraire des informations quantitatives sur les objets et structures étudiées.

10h30 - 11h00 Pause

11h00 - 11h30 **Les grandes images : Problématiques et perspectives** - Philippe FINKEL, CANTOR et Serge RIAZANOFF, VisioTerra

Nous ferons un bref rappel des progrès techniques qui permettent d'acquérir des grandes images dans le monde de la microscopie à balayage.

Nous donnerons ensuite une vue d'ensemble des problématiques introduites par ces grandes images : au niveau des acquisitions et de leur stockage, des différentes visualisations, des traitements, ...

Pour illustrer le propos, nous aborderons quelques exemples : comment des algorithmes spécialisés permettent d'acquérir, de traiter et de visualiser des cartographies spectrales 3D très volumineuses; comment un traitement de correction de dérive du faisceau en temps-réel permet de conserver "tel quel" les données acquises, tout en proposant une visualisation et des traitements prenant en compte cette dérive.

Bien qu'apparemment très éloigné de la microscopie à balayage, le domaine des images satellites de la terre ouvre des perspectives très intéressantes, en particulier en ce qui concerne le partage des grandes images et la superposition de plusieurs thématiques sur les mêmes images. Nous évoquerons des exemples issus de ce contexte des images satellites.

Nous terminerons en explorant quelques perspectives pour les acquisitions grand-champs et pour l'intégration de plusieurs techniques d'analyse.

11h30 – 12h00 **Un bon coup de balai : Imperfections de balayage en MEB** - Marc BONNET, LMT ENS Paris-Saclay

Dans cette présentation nous montrerons que les systèmes de balayage ne sont pas parfaits.

Suffisamment précis pour de l'observation, il reste néanmoins des déformations qui peuvent être gênantes lorsque l'on veut traiter ces images numériquement.

Il est par contre tout à fait possible de détecter et de corriger ces déformations pour obtenir une image plus proche de la réalité.

12h00 – 12h30 Calcul des incertitudes de mesures dimensionnelles en MEB - Philippe VOLCKAERT, Bureau Veritas - Pessac

Une accréditation COFRAC impose de savoir estimer les incertitudes de mesure. Cela est rendu possible grâce à la norme NF

ISO 16700 (Lignes directrices pour l'étalonnage du grandissement d'image).

Les sources d'erreurs seront balayées et la méthodologie du calcul d'incertitude de mesure sera présentée.

Enfin nous pourrons discuter de l'impact sur les incertitudes de différents paramètres.

12h30 - 14h15 Déjeuner libre

14h15 – 14h45 Contributions de la microscopie électronique aux stratégies du biomimétisme - France BOURELY JACZYNSKI, LNMC EPFL Lausanne

Le biomimétisme désigne un processus d'innovation et une ingénierie, qui prend la nature comme modèle, à la fois pour ses remarquables solutions techniques mais aussi dans le but d'intégrer leur durabilité écologique.

Les technologies biomimétiques s'inspirent des matières, des formes, des propriétés ou des processus du vivant pour créer des systèmes artificiels compatibles avec la biosphère.

Le microscope électronique, en permettant de multiples observations à l'échelle nanométrique, constituent un outil de choix, qui place les ingénieurs en microscopie à l'avant garde de cette discipline émergente.

France Bourély Jaczynski, à l'aide d'exemples souvent choisis dans ses propres images MEB, nous montre comment ce type de stratégies, inspirées de la Nature pourront bénéficier aux ingénieurs du futur.

14h45 – 15h15 Stratégies d'analyses d'images multi-spectrales à partir de cartographies élémentaires rapides au MEB pour la segmentation et la quantification de phases minéralogiques: principes et applications aux matériaux de construction - Samuel MEULENYZER, Lafarge LCR Lyon

La microscopie électronique à balayage fut un outil révolutionnaire et facilement intégré dès le début de leur commercialisation dans la fin des années 1960 au sein des centres de recherches des ciments et bétons, et plus particulièrement du laboratoire de recherche central du Groupe Lafarge (aujourd'hui LafargeHolcim).

Le besoin de caractérisations avancées sur ces matériaux par définition hétérogènes, multi-échelles et complexes que sont les matrices cimentaires et les bétons ont conduit la recherche à de développements poussés intégrant des algorithmes d'analyse d'images issus des derniers développements de l'imagerie satellitaire.

En effet, les contraintes liées à la réduction de l'empreinte CO2 des liants, combinées à l'ajout d'additions minérales ont rendu la caractérisation de matériaux cimentaires supplémentaires (SCM) tels que les cendres volantes, les laitiers et les pouzzolanes naturelles difficiles en raison de leur complexité chimique et minéralogique.

Dans cette étude, nous explorons l'application d'algorithmes avancés de traitement d'image sur des ensembles de données d'images multispectrales (c'est-à-dire images BSE + cartes

élémentaires de microanalyse aux rayons X) de mélanges ciment et pâtes de ciment mélangées. Nous montrons également une application sur béton.

Initialement développés pour les images satellites hyperspectrales, ces algorithmes sont basés sur un processus en deux étapes. Tout d'abord, les 'supports vecteurs machine' (SVM) analysent les informations spectrales de rayons X à chaque pixel. Ensuite, les champs de Markov (MRF) analysent l'information spatiale contenue dans les propriétés spectrales de la pixels voisins.

Cette approche combinée à une organisation hiérarchisée des informations sous forme d'arbre à partitions binaires (BPT) de classification d'image spectrale-spatiale a montré d'excellentes capacités de quantifier les propriétés et avancées d'hydratation dans un large éventail de systèmes complexes.

Outre les développements spécifiques au centre de recherche, nous abordons une revue des stratégies concurrentes développées face à cette problématique ainsi que les différentes approches possibles issues d'autres domaines de matériaux.

Fin des Journées pédagogiques