

DIFFERENTS PROCESSUS DE LA SYNTHÈSE DES NANOPARTICULES MULTI-COMPOSANTS

A.P. Weber*¹, M. Bierwirth¹, V.A. Ganesan¹, V. Olszok¹

¹Institut de la technologie des particules, TU Clausthal, 38678 Clausthal-Zellerfeld, Allemagne

*Courriel de l'orateur : alfred.weber@mvt.tu-clausthal.de

TITLE

Different synthesis ways of multicomponent nanoparticles

RESUME

Pour obtenir des nanopoudres avec des propriétés supérieures, le mélange de différents matériaux offre la possibilité de produire un large éventail de combinaisons et de morphologies. La zone de contact entre deux matériaux, en particulier, peut donner lieu à de nouvelles propriétés. Dans cette contribution, trois méthodes d'aérosol pour la production de nanopoudres avec différents contacts interparticulaires sont présentées, c'est-à-dire la décharge à étincelles, le séchage par pulvérisation et le mélange bipolaire. Les produits sont caractérisés par des méthodes établies (TEM, SMPS, ELPI, ICP-MS) et par des techniques auto-développées (photoémission d'aérosol, Impaction à basse pression, spectroscopie d'aérosol UV-vis).

ABSTRACT

In order to obtain nanopowders with superior properties, the mixing of different materials is a good way which offers a large variety with respect to variability and to morphology. In particular, the contact zone between two materials can be the origin of completely new properties. In this contribution, three methods are outlined to produce nanopowders with different interparticle contacts, i.e. spark discharge, spray drying and bipolar mixing. The products are characterized with classical methods (TEM, SMPS, ELPI, ICP-MS) and with self developed techniques (Aerosol photoemission, Single stage low pressure impactor, UV-vis aerosol spectroscopy).

MOTS-CLÉS : contact interparticulaire, mélanger, caractérisation / **KEYWORDS**: interparticle contact, characterization

INTRODUCTION

Les technologies clés pour la digitalisation (incl. des capteurs), pour la conversion et le stockage de l'énergie ainsi que pour les sciences de la vie dépendent des systèmes de particules fonctionnels (Ely et al. (2014), Priemel et al. (2012), Sanchez-Leija et al. (2014)). Les particules à plusieurs composants se sont révélées particulièrement intéressantes. Dans de nombreux cas, la nouvelle fonctionnalité requise des particules constituées de différents matériaux ne résulte que d'un contact direct. La nouvelle fonctionnalité peut être produite par le transfert de charges, de masse, de chaleur, de forces ou de moments.

Tandis que la synthèse des particules à partir des composants individuels (A ou B) a été étudiée en détail, il existe encore un besoin considérable de recherche sur la production souhaitée de contacts A-B et leur caractérisation in situ.

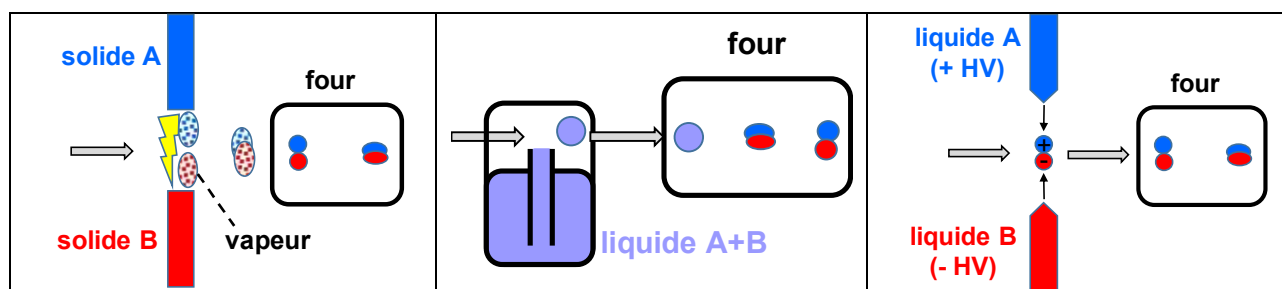


Figure 1. Représentations schématiques des trois montages expérimentaux : (à gauche) la décharge d'étincelle (suivi par un four), (au milieu) le séchage par pulvérisation (suivi par ségrégation de deux matériaux non miscibles) et (à droite) le mélange bipolaire (électrosprays)

Dans cet article, trois méthodes de production de particules multicomposants sont présentées et leurs particularités sont discutées. Les procédés sont représentés sur la figure 1 et comprennent la décharge par étincelle, le séchage par pulvérisation et les électrosprays bipolaires. Dans tous les cas, la structure finale des particules est obtenue grâce à un traitement thermique au four tubulaire.

RESULTATS

Certains résultats sont présentés sur la figure 2. Pour la décharge d'étincelle entre deux électrodes alliées à 50% / 50% Fe / Ni, les particules résultantes sont représentées sur la figure 2 (à gauche). Une analyse EDX donne une composition atomique de 53% Fe et 47% Ni, ce qui est très proche de la composition des électrodes. La composition atomique a également été mesurée en ligne par ICP-MS sur des particules classées par taille. Aucune dépendance de la taille de la composition n'a été trouvée, ce qui indique que l'alliage des électrodes est transféré inchangé dans la phase gazeuse pendant la décharge d'étincelle. Cependant, si deux électrodes séparées en fer et en nickel sont utilisées, la composition des particules composites formées varie considérablement en fonction du degré de mélange des deux nuages de vapeur métalliques.

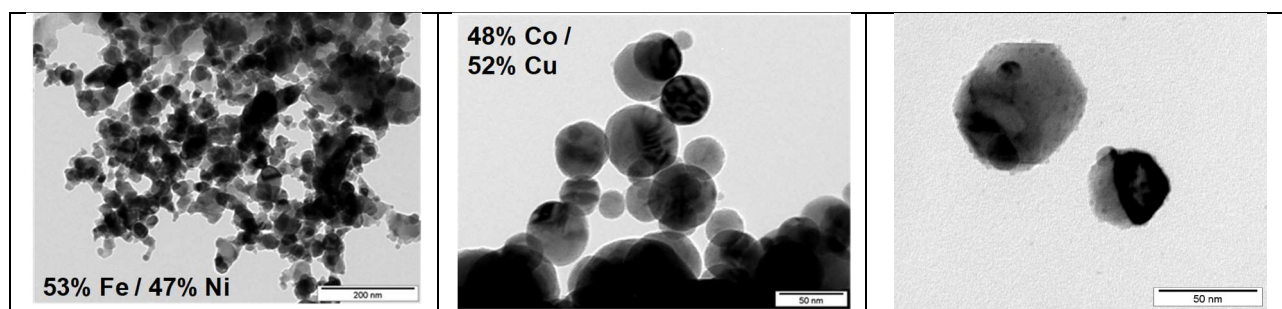


Figure 2. Images microscopiques électroniques des particules multi-composants produites par décharge d'étincelle: 50%Fe/50%Ni à 700°C (à gauche), par séchage par pulvérisation: 50%Co/50%Cu (au milieu) et par mélange bipolaire (à droite)

En ce qui concerne les particules séchées par pulvérisation, le tableau est complètement différent. Pour la production, deux sels de nitrate métallique (50%Co et 50%Cu) ont été dissous dans de l'eau et pulvérisés. L'ajout des sels modifie la distribution de la taille des gouttelettes qui en résultent. Le pic principal à 2 μm diminue quelque peu, mais un nouveau pic à 0,2 μm se développe. Les particules d'aérosol passent ensuite un four tubulaire dans lequel les nitrates se décomposent et les particules de métal pur restent. Pour éviter l'oxydation, 10% d'hydrogène ont été ajoutés au gaz porteur. Les deux métaux non alliés ont été séparés lors du traitement thermique (voir figure 2, au milieu).

Dans le cas des particules produites par l'électropulvérisation, le degré de séchage jusqu'à la collision des gouttes de chargées différemment peut être ajusté par l'intermédiaire de l'humidité relative. Ici aussi, des solutions aqueuses de sels de nitrates métalliques ont été utilisées, la disposition des deux électrosprays donnant des particules provenant de deux moitiés différentes. Si les nitrates décomposés dans le four tubulaire par traitement thermique, les deux composants métalliques sont visibles (voir figure 2, à droite).

Si la taille et la composition des particules peuvent être mesurées en ligne et hors ligne à l'aide de méthodes établies, la caractérisation de l'interface entre les deux composants pose un défi plus grand. Pour cette tâche, des méthodes basées sur l'absorption UV-vis et la photoémission d'aérosols ont été développées. Les premiers résultats de ces méthodes d'analyse sont présentés avec les résultats de la synthèse.

Ely, D.R., García, R.E., Thommes, M. Powder Technol., 257 (2014) 120-123.

Priemel, P.A., Grohgan, H., Gordon, K.C., Rades, R., Strachan, C.J. Eur. J. Pharm. Biopharm., 82 (2012) 187-193.

Sanchez-Leija, R.J., Pojman, J.A., Luna-Barcenas, G., Mota-Morales, J.D. J. Mat. Chem. B, 2 (2014) 7495-7501.