

# Approche multiéchelle de la précipitation

BISCANS Béatrice

Laboratoire de Génie Chimique UMR5503, CNRS, Université de Toulouse,  
4 Allée Emile Monso CS 84234, 31432 Toulouse cedex 4, France

Conférence plénière

## Résumé

Ces dernières années les procédés de cristallisation et de précipitation ont été conçus, non seulement pour obtenir un rendement ou une qualité de produit en phase avec les applications recherchées, mais aussi pour prendre en compte un certain nombre de contraintes sociétales liées à l'environnement, à la santé ou à l'énergie. Les lois fondamentales sous-jacentes à l'optimisation de ces procédés sont aujourd'hui ré-explorées pour prendre en compte la complexité des systèmes : prédiction des équilibres liquide-solide dans des milieux multiconstituants complexes, développement de capteurs pour le contrôle de la nucleation, acquisition de cinétiques en outils microfluidiques, effet des impuretés ou d'additifs sur la qualité des cristaux.

Nous présentons ici deux exemples de travaux de recherche qui mettent en œuvre des phénomènes de précipitation: l'un concerne l'environnement et l'autre la santé. Dans les deux cas, les phénomènes de cristallisation se sont développés dans des milieux biologiques ou vivant et ont conduit à de nouvelles voies de recherche.

Figure 1-a: exemple 1-coupe de granule biologique montrant le précipité au centre

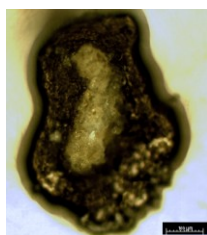
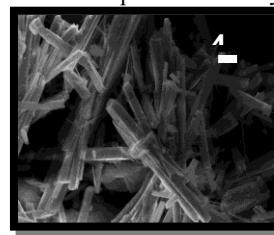


Figure 1-b: exemple 2-cristaux de t-CPPD représentatifs de ceux trouvés dans le corps humain synthétisé par précipitation



L'exemple 1 concerne le traitement des effluents aqueux riches en nutriments (N,P) et de DCO dans un réacteur biologique à alimentation séquencée de type air-lift (SBR) dont les conditions opératoires contrôlent la nitrification/dénitrification. Les réactions microbiennes à l'intérieur des granules biologiques induisent des variations locales de pH et de sursaturation qui génèrent une précipitation d'espèces minérales. La nature de ces minéraux a été caractérisée par différentes méthodes dont la spectroscopie Raman. Il s'agit d'hydroxyapatite ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ). Ainsi, les granules permettent l'épuration des effluents et constituent également une voie possible de récupération de phosphates. Le réacteur de précipitation à modéliser est donc ici le granule biologique (figure 1-a).

L'exemple 2 concerne la santé et plus particulièrement l'étude de microcristaux calciques de pyrophosphate de calcium dihydraté (mono- et/ou triclinique : respectivement m-CPPD et/ou t-CPPD) au niveau des articulations, facteurs aggravants identifiés de l'arthrose (figure 1-b). L'objectif est d'analyser l'effet d'additifs sur la précipitation de ces phases en conditions maîtrisées *in vitro*, afin de concevoir un traitement inhibant la croissance de ces cristaux. Des synthèses réalisées en présence d'additifs ioniques sélectionnés conduisent à un mélange des deux phases dihydratées (m-CPPD et t-CPPD) dans le domaine pH-température d'obtention de la phase pure t-CPPD. Ces résultats pourraient donner une indication sur l'ordre d'apparition et l'évolution éventuelle des phases t-CPPD et m-CPPD formées *in vivo* ainsi que du rapport massique observé m-CPPD/t-CPPD dans les articulations arthrosiques.

**Mots-clés :** précipitation, biominéralisation, additifs, caractérisation