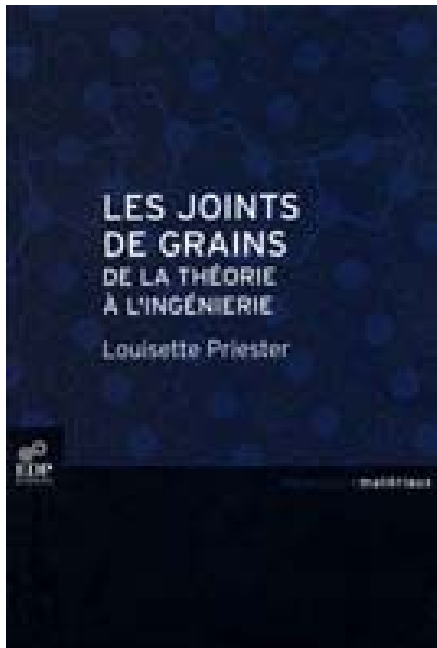


LES JOINTS DE GRAINS, DE LA THEORIE A L'INGENIERIE

Analyse par Jean Philibert

Louissette PRIESTER - EDPSciences, 2006, XX, 484 pages, 54 €



Les joints de grains : un constituant incontournable des matériaux. À moins d'avoir affaire à des monocristaux, qu'il s'agisse de recherches scientifiques ou de travaux d'élaboration et d'analyse du comportement, quelle que soit la classe de matériaux : métaux, céramiques, covalents... , les joints de grains sont là, pour le meilleur ou pour le pire... Il faut donc « faire avec » et pour cela bien les connaître, pour arriver peut-être à une « ingénierie des joints de grains », pour une maîtrise forte des propriétés exigées de tel ou tel matériau. Ce livre est donc le bienvenu, le premier en langue française sur ce sujet fondamental.

L'ouvrage nous invite donc à un long, parfois aride, parcours... en commençant par « le » joint de grains, « tel qu'en lui-même... » : cela commence donc par la bi cristallographie et tous les concepts qui lui sont attachés : réseau de coïncidence (Georges Friedel, 1926), réseau DSC, réseau 0 de Bollmann, etc., puis l'approche en termes mécaniques issus du modèle de dislocations de Read et Shockley. Les chapitres suivants abordent la description à l'échelle atomique, avec le modèle des « unités structurales »,

ces polyèdres de quelques atomes qui décrivent la structure atomique du joint, puis l'approche thermodynamique en termes d'énergie et d'enthalpie libre et de leur dépendance des paramètres géométriques caractérisant le joint – pour arriver à la conclusion (surprenante ?) qu'il n'y a pas de relation biunivoque entre énergie et géométrie du joint de grains.

Après ces descriptions et modélisations du joint idéal, l'auteur examine le cas du joint « réel ». Celui-ci, comme il se doit, contient des défauts : défauts ponctuels et dislocations (celles dites « extrinsèques »), des atomes étrangers (sous la dénomination de « ségrégation intergranulaire ») en relation avec la structure du joint, et cas extrême dans les alliages formation de précipités d'une phase secondaire. Mais les joints de grains ne jouent pas seulement un rôle passif : leur interaction avec les dislocations au cours de la déformation plastique met en jeu des mécanismes variés et complexes qui font l'objet de deux autres chapitres.

En réalité il n'y a pas qu'un joint de grains, mais tout un réseau de joints dont l'arrangement géométrique crée un réseau de jonctions triples et de points quadruples. Que devient le joint décrit précédemment quand il est ainsi contraint dans un tel ensemble ? Il existe donc non seulement une texture cristallographique, caractéristique de la distribution des orientations des grains, mais aussi une texture des joints de grains, caractéristique des désorientations entre grains adjacents, sans oublier les orientations des plans du joint eux-mêmes. Cette texture n'est généralement pas isotrope : elle montre des inhomogénéités qui se traduisent par des « amas » de grains faiblement désorientés ou par de véritables chemins de percolation.

C'est donc à un parcours très complet que nous invite ce livre, en s'attachant à toutes les facettes du problème, alors que très souvent les chercheurs se limitent dans leur travail et leurs interprétations à un seul aspect au mépris (oubli ?) des autres. C'est là un des points forts de cet ouvrage. Par ailleurs il montre bien la permanente interaction entre les observations expérimentales – grâce notamment à la microscopie électronique à haute résolution –, les modèles théoriques basés sur la cristallographie, et les simulations numériques. Les développements dans ces domaines ont été considérables depuis quelques années, et ont renouvelé profondément notre vision des joints de grains, si bien que le « matérialiste » moyen risque d'être quelque peu perdu dans le dédale de ces approches et de se cantonner à des approches trop simplistes sinon erronées..

Pour aider le lecteur qui risquerait de s'égarer, l'auteur a ménagé un certain nombre de pages de considérations générales, en introduction aux parties ou aux chapitres ou en conclusions. Il pourra

notamment, grâce à un bon index, se reporter aux définitions de nombreux concepts ou expressions – ou sigles – qui abondent dans les publications et ne sont pas toujours employés à bon escient (par exemple joints spécial/général, dislocations intrinsèques/extrinsèques, etc....). Enfin la qualité de l'illustration, tant pour les schémas (même sans le recours à la couleur !) que pour les micrographies, contribue à la qualité de l'ouvrage. En dernière page, arrivés au bout de cet itinéraire, parfois aride, souvent rafraîchi de magnifiques micrographies, récompense à ses efforts, l'auteur invite le lecteur à un certain dépassement, citant Baudelaire et ajoutant en final que l' « on peut être scientifique et rêver ... » .

Maintenant, avec ce texte, ses illustrations et son abondante bibliographie, on dispose d'un guide sûr. Est-il encore besoin d'ajouter que je recommande vivement ce livre comme outil de référence indispensable à tous ceux qui, en recherche fondamentale ou appliquée, travaillent sur ou avec des matériaux polycristallins.

Jean Philibert