



**HAL**  
open science

## Approche (micro-)structurale du mécanisme de changement de phases BP $\rightarrow$ B12P2

Y Tahan, O Rapaud, N Pradeilles, A Maître, S Dine, D Vrel, H Moutaabbid,  
Y Le Godec

► **To cite this version:**

Y Tahan, O Rapaud, N Pradeilles, A Maître, S Dine, et al.. Approche (micro-)structurale du mécanisme de changement de phases BP  $\rightarrow$  B12P2. Journées de la Section Régionale Centre-Ouest 2023, Jun 2023, Orléans, France. 10.13140/RG.2.2.16155.64800 . hal-04299604

**HAL Id: hal-04299604**

**<https://hal.science/hal-04299604v1>**

Submitted on 22 Nov 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/371686386>

# Approche (micro-)structurale du mécanisme de changement de phases BP → B12P2

Presentation · June 2023

DOI: 10.13140/RG.2.2.16155.64800

CITATIONS

0

READS

109

8 authors, including:



**Yves Tahan**

University of Limoges

6 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

SEE PROFILE



**Olivier Rapaud**

University of Limoges

93 PUBLICATIONS 714 CITATIONS

SEE PROFILE



**Nicolas Pradeilles**

University of Limoges

76 PUBLICATIONS 479 CITATIONS

SEE PROFILE



**Sarah Dine**

laboratoire des sciences des procédés et des matériaux france villetaneuse

17 PUBLICATIONS 112 CITATIONS

SEE PROFILE

## Approche (micro-)structurale du mécanisme de changement de phases BP → B<sub>12</sub>P<sub>2</sub>

Y. Tahan<sup>1</sup>, O. Rapaud<sup>1</sup>, N. Pradeilles<sup>1</sup>, A. Maître<sup>1</sup>, S. Dine<sup>2</sup>, D. Vrel<sup>2</sup>, H. Moutaabbid<sup>3</sup>, Y. Le Godec<sup>3</sup>

<sup>1</sup> IRCER, UMR CNRS 7315, 12 rue Atlantis, 87068 Limoges Cedex

<sup>2</sup> LSPM, UPR CNRS 3407, 99 Av. Jean Baptiste Clément, 93430 Villetaneuse

<sup>3</sup> IMPMC, UMR CNRS 7590, 4 place Jussieu, 75005 Paris

Le phosphore de bore BP et le sous-phosphore de bore B<sub>12</sub>P<sub>2</sub> sont deux composés du système bore-phosphore (B-P). Ces phases présentent des propriétés mécaniques prometteuses, notamment une dureté Vickers de l'ordre de 30-38 GPa [1-2] et des masses volumiques faibles (respectivement 2,94 et 2,47 g.cm<sup>-3</sup>). Encore peu connues dans la littérature, principalement en raison de la durée et de la difficulté de mise en œuvre des méthodes de synthèse, ces phases sont également peu utilisées dans l'industrie. Récemment, des méthodes telles que la synthèse auto-propagée (SHS) et la mécanosynthèse [3-4] ont été déployées et ont rendu possible une production à grande échelle tout en maintenant une pureté élevée. La stabilité et le diagramme de phases de ces deux composés ne sont pas entièrement connus. Il semble cependant que lors de l'élévation en température, la phase BP se transforme en B<sub>12</sub>P<sub>2</sub> [2]. Ainsi, la méthode SHS appliquée à la synthèse de poudres de BP conduit à des températures supérieures à 1100°C, et induit une décomposition partielle du BP en B<sub>12</sub>P<sub>2</sub>[5].

Afin de comprendre le mécanisme de transformation de BP en B<sub>12</sub>P<sub>2</sub>, une étude approfondie de la stabilité du BP a été réalisée en fonction de la température et du temps de maintien isotherme. Une caractérisation (micro-)structurale des poudres traitées thermiquement a été effectuée en utilisant des techniques d'analyse telles que la DRX, la microscopie électronique (MEB et MET) et la micro-diffraction électronique en aire sélectionnée (ou SAED). Ces analyses fines ont permis de démontrer que la germination et la croissance des cristallites de B<sub>12</sub>P<sub>2</sub> résultent d'un mécanisme assisté par la formation d'une phase gazeuse (i.e. P<sub>2</sub>(g)). Pour des températures supérieures à 1150 °C, ce changement de phases s'accompagne d'une fragmentation des grains de BP due au dégagement gazeux. Un changement de système cristallin de BP à B<sub>12</sub>P<sub>2</sub> est ensuite observé, favorisé par des températures et/ou des temps de traitement plus élevés qui impactent la cinétique de décomposition. Sur la base de ces résultats expérimentaux, un mécanisme de changement de phases a été proposé.

[1] V. L. Solozhenko, V. Bushlya, 'Mechanical Properties of Boron Phosphides', *J. Superhard Mater*, 2019

[2] R. Gui *et al.*, 'Strain stiffening, high load-invariant hardness, and electronic anomalies of boron phosphide under pressure', *Phys. Rev. B*, 2020

[3] Y. L. Godec *et al.*, *WO2015097244A1*, 2015

[4] Y. L. Godec *et al.*, *US10519039B2*, 2019

[5] V. A. Mukhanov *et al.*, 'Self-propagating high-temperature synthesis of boron phosphide', *J. Superhard Mater*, 2013