



HAL
open science

Study on the synthesis of doped biphasic calcium phosphate.

Vincent Gillet, Marie Lasgorceix, Florian Jean, Stéphane Hocquet, Anne Leriche

► **To cite this version:**

Vincent Gillet, Marie Lasgorceix, Florian Jean, Stéphane Hocquet, Anne Leriche. Study on the synthesis of doped biphasic calcium phosphate.. Journées Annuelles du Groupe Français de la Céramique (GFC) 2025, Mar 2025, Orléans, France. <hal-05583026>

HAL Id: hal-05583026

<https://uphf.hal.science/hal-05583026v1>

Submitted on 7 Apr 2026

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.



Distributed under a Creative Commons CC BY-NC 4.0 - Attribution - Non-commercial use - International License

Etude sur la synthèse de phosphate de calcium biphasique dopé

Vincent GILLET¹, Dr. Marie Lasgorceix¹, Dr. Florian Jean¹, Dr. Stéphane Hocquet², Pr. Anne Leriche¹

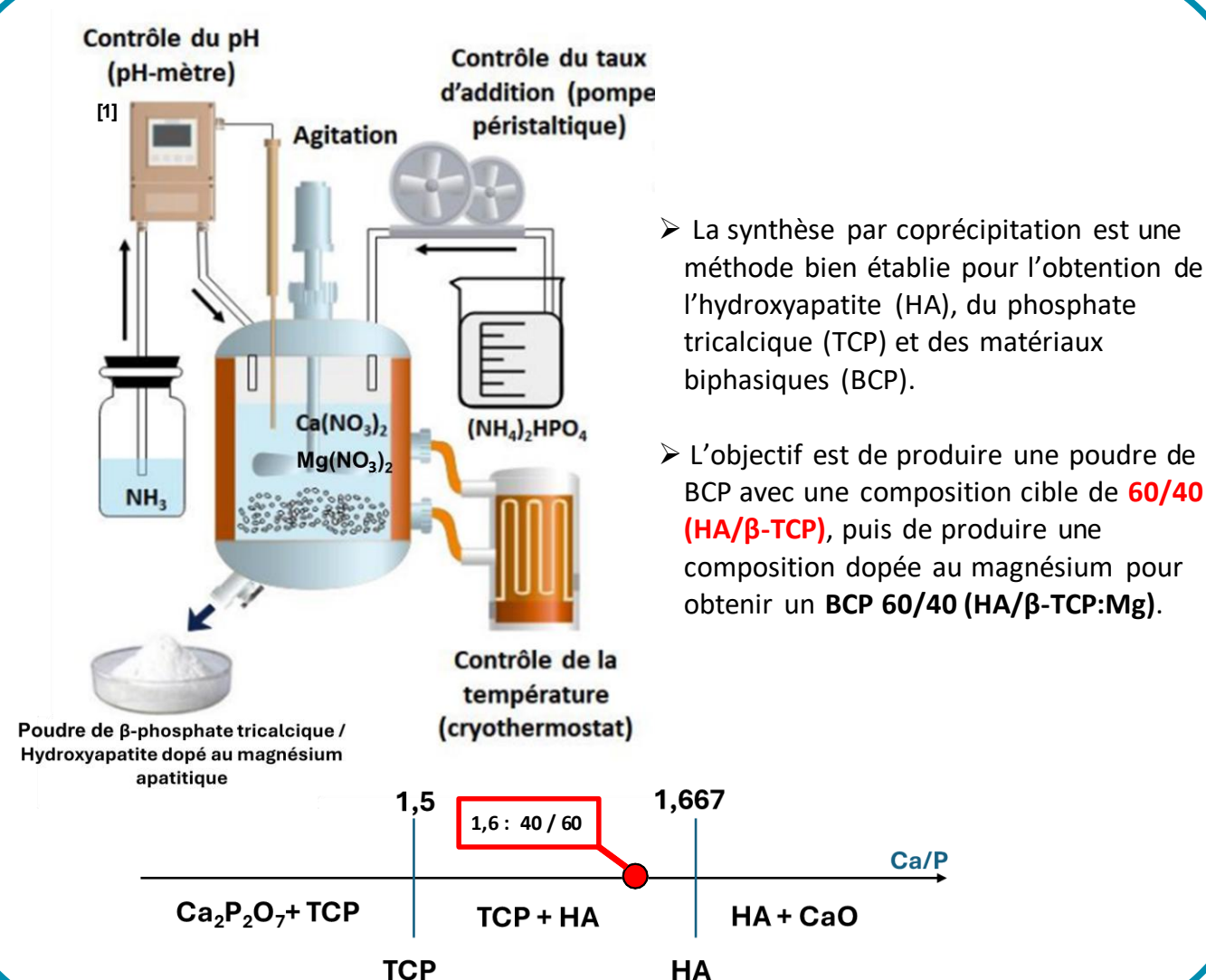
1 CERAMATHS, UPHF, Boulevard Charles de Gaulle, 59600 Maubeuge
2 CRIBC, Av. du Gouverneur Emile Cornez 4, 7000 Mons, Belgique



Introduction

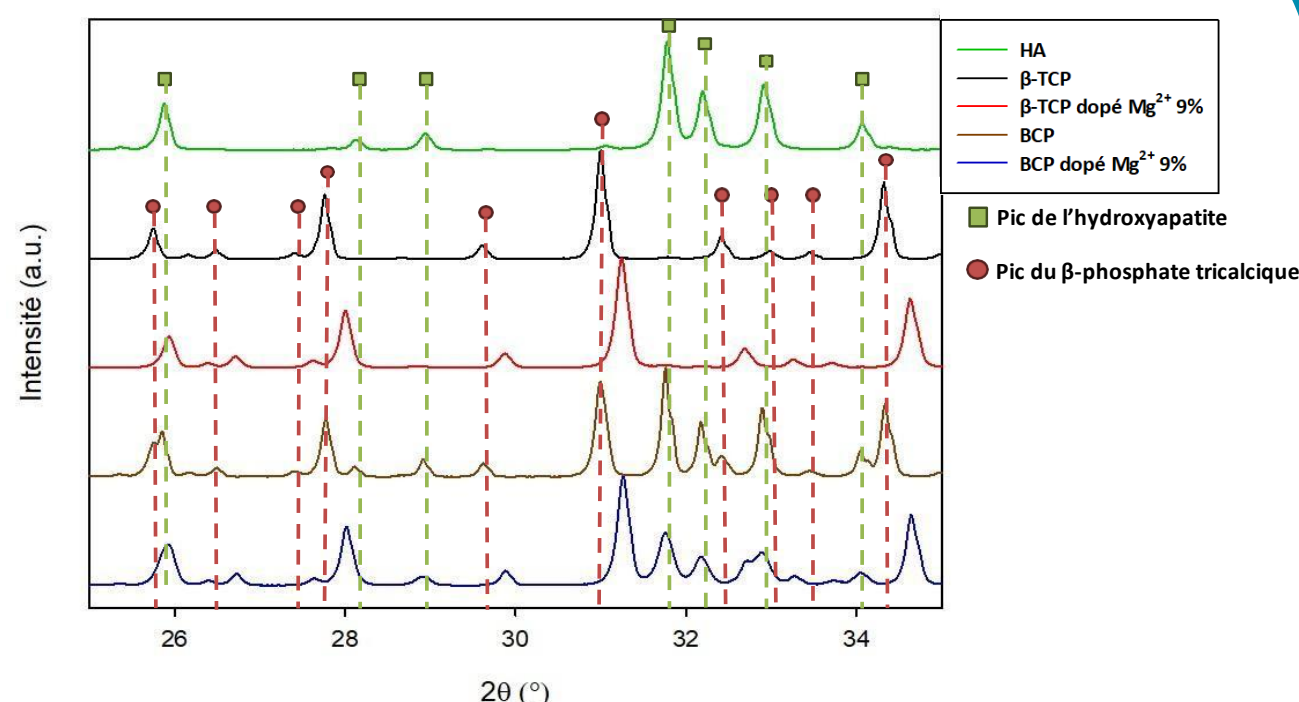
Les substituts osseux synthétiques souvent utilisés incluent le β -phosphate tricalcique (β -TCP) et l'hydroxyapatite (HA). Le β -TCP, rapidement résorbé par l'organisme, se transforme en α -TCP à haute température, entraînant des microfissures qui diminuent ses propriétés mécaniques. L'incorporation de cations métalliques stabilise toutefois sa phase β à plus hautes températures [1]. L'HA, plus résistant, se résorbe lentement et est qualifié de substitut permanent. Cette étude vise à synthétiser des biomatériaux biphasiques (BCP) dopés pour allier résorption modérée et bonnes propriétés mécaniques, en comparant deux méthodes de synthèse : l'état solide et la coprécipitation.

Synthèse par voie liquide



Résultats DRX

DRX des différentes compositions



➤ L'analyse des diagrammes montre un décalage des pics entre le TCP pur et le TCP dopé au magnésium, indiquant une modification de la maille cristalline.

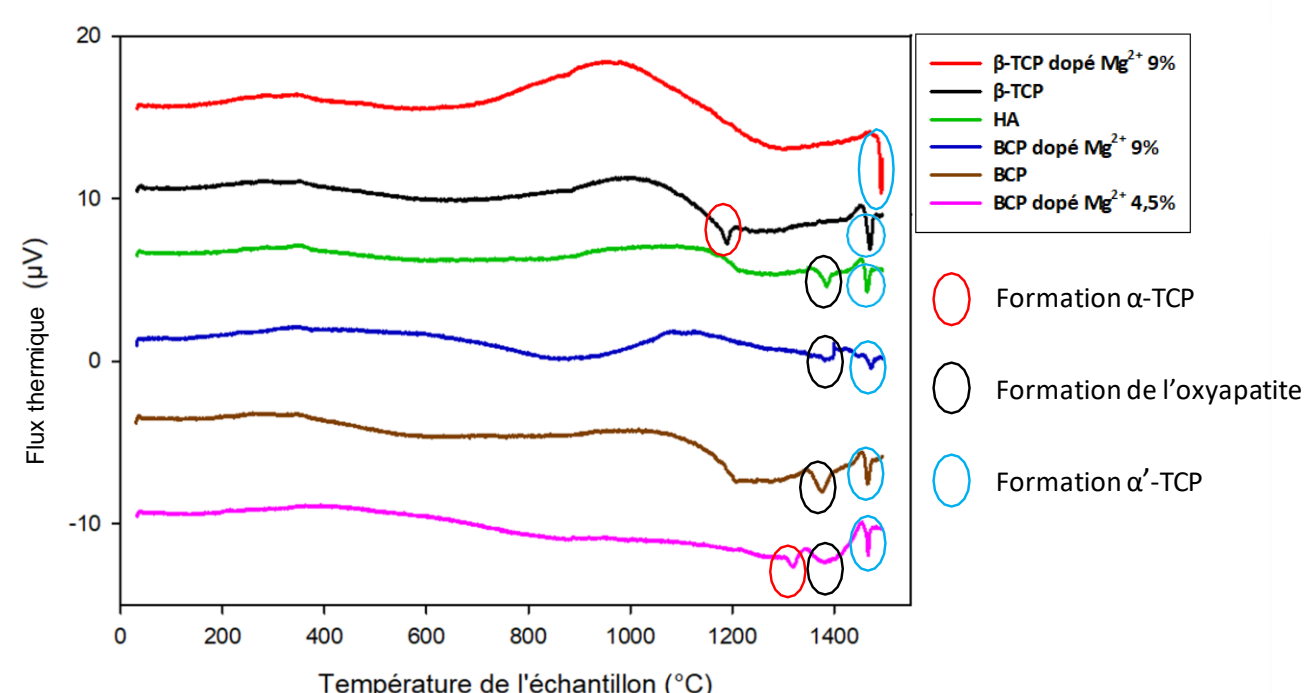
➤ Ce shift est également observé pour les BCP dopés, mais uniquement sur les pics du TCP et non de l'HA, suggérant que le magnésium dope préférentiellement le TCP.

➤ Des synthèses avec un même rapport Ca/P et des taux de dopage de 4 mol% et 9 mol% ont été réalisées. Les résultats confirment l'influence du magnésium sur la formation de TCP dans les BCP.

Composé	Ca/P	Taux de dopage	Composition (HA / TCP)
BCP non-dopé	1,6	0%	63 / 37
BCP Dopé	1,6	9%	33 / 67
BCP Dopé	1,6	4,5%	60 / 40

Résultats ATG et Densité

Comparaison des ATG selon la composition des matériaux



➤ On observe que l'ajout de magnésium stabilise la phase β -TCP à des températures plus élevées, repoussant ainsi la transformation allotropique en α -TCP. Permettant un frittage à de plus hautes températures

➤ Une tendance similaire est observée pour les BCP dopés, permettant d'optimiser les paramètres de frittage.

Densité relatives déterminées

Pastilles	Composition	Densité relatives (hydro)	
		1100°C	1300°C
Nom	HA / TCP		
TCP Pur	0 / 100	94%	95% (α -TCP)
TCP Dopé Mg 9%	0 / 100	98%	98%
HA	98 / 2	65%	94%
BCP co-précipitation	62 / 38	93%	94% (α -TCP)
BCP synthèse solide	54 / 46	83%	92% (α -TCP)
BCP Dopé Mg 9% co-précipitation	33 / 67		97%
BCP Dopé Mg 9% synthèse solide	60 / 40		98%

➤ Les résultats obtenus révèlent une densité optimisée pour le TCP dopé à 1100°C et 1300°C, sans formation d' α -TCP, une phase indésirable à éviter.

➤ L'hydroxyapatite présente une faible densité à 1100°C, tandis qu'à 1300°C, son frittage est nettement amélioré, favorisant une meilleure densification du matériau.

➤ Les matériaux biphasiques affichent une densité relative insuffisante à 1100°C pour les applications visées. Bien qu'améliorée à 1300°C, elle reste limitée en raison de la formation d' α -TCP. Le dopage permet d'éviter ce phénomène et permet une meilleure densification du matériau.

➤ Les poudres synthétisées par coprécipitation conduisent à des taux de densification plus élevés que les poudres obtenues par synthèse solide

Conclusion

• Ces résultats constituent une avancée significative dans la compréhension du dopage au magnésium des substituts osseux biphasiques. En effet, le dopant influence la réactivité de la synthèse en stabilisant préférentiellement le TCP par rapport à l'HA, et ce, même avec une augmentation du rapport Ca/P.

• Le magnésium permet également de stabiliser la phase β du TCP, optimisant ainsi les paramètres de frittage des BCP.

• Les perspectives de cette étude nécessitent une meilleure compréhension du mécanisme cinétique de la synthèse des BCP en fonction du dopant, ainsi qu'une comparaison des propriétés mécaniques des composés coprécipités et synthétisés par voie solide.

[1] Nicolas Somers, Dopages de phosphate tricalcique beta et mise en forme de macroporeux par robocasting, thèse UPHF 2021.