

# OPTIMISATION DE LA PRODUCTION D'ACIDE PHOSPHORIQUE POUR LES ENGRAIS

WAVREILLE Alexandre (Senior Process Engineer – Prayon Technologies)

VAN MASSENHOVE Benoit (Business Development Manager - Prayon Technologies)



## Introduction

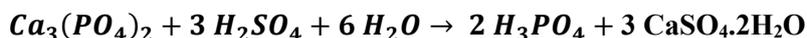
Dans le contexte actuel de prise de conscience environnementale et de crise énergétique, il est important pour l'industrie des fertilisants de travailler à améliorer les performances de ses procédés de fabrication.

Parallèlement, le nouveau Règlement (UE) 2019/1009 qui fixe les règles de mise à disposition sur le marché des fertilisants est entrée en vigueur depuis juillet 2022. Un des points les plus importants de celle-ci est la réduction de la teneur en métaux lourds dont le cadmium des produits fertilisants. La limite fixée est de 60 mg de cadmium / kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> actuellement et prévoit une réduction progressive vers 20 mg de cadmium / kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Cette dernière valeur permet aux producteurs de proposer dès maintenant un « label bas cadmium ».

## Procédés de production de l'acide phosphorique

Les fertilisants phosphatés sont produits à partir de matières premières pouvant contenir des métaux lourds en fonction de leur origine. Dans certains cas, il y a un besoin de développer des solutions et procédés permettant de réduire ces teneurs en métaux lourds dans les produits finis.

La roche phosphatée (Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>) est attaquée par de l'acide sulfurique dans un réacteur agité et compartimenté. Pour produire une suspension de sulfate de calcium dans une solution aqueuse d'acide phosphorique, l'équation simplifiée de la réaction est la suivante.



Cette réaction est exothermique et la température du réacteur est contrôlée par circulation de la suspension à travers un évaporateur maintenu sous-vide.

Le sulfate de calcium est séparé de l'acide phosphorique et lavé à contre-courant sur un filtre à cellules basculantes Prayon. La solution de lavage, recyclée vers le réacteur permet de contrôler le taux de solides dans le milieu de réaction.

Dans le cas d'un procédé « Dihydrate » (DH), cette réaction est réalisée dans des conditions d'acidité et de température telles que le sulfate de calcium cristallise sous forme dihydratée (CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O). Ce procédé est le plus largement répandu car il permet une opération simple avec un rendement acceptable.

Dans le cas du procédé DAHF, la réaction s'effectue en deux étapes, d'abord dans des conditions physicochimiques de la cristallisation dihydrate. Ensuite, en modifiant ces conditions physicochimiques (augmentation de l'acidité par ajout d'acide sulfurique et de la température par injection de vapeur dans un réacteur de conversion, le sulfate de calcium est recristallisé sous forme hémihydrate (CaSO<sub>4</sub>·0,5H<sub>2</sub>O). Ce procédé permet ainsi de produire un acide phosphorique plus concentré tout en augmentant le rendement global.

Pour les applications à l'aval, telles que la production d'engrais, l'acide produit doit être concentré par évaporation, le titre plus élevé de l'acide produit par le procédé DAHF requiert moins de vapeur pour cette opération. De plus, grâce au rendement accru, la consommation de roche est moindre et la qualité du sulfate de calcium produite est augmentée.

Ce procédé entraîne une réduction de la teneur en cadmium de l'acide phosphorique concentré et par conséquent des fertilisants produits.

## Description des scénarii de l'étude et résultats

Dans cette étude, trois scénarii ont été considérés pour effectuer les essais :

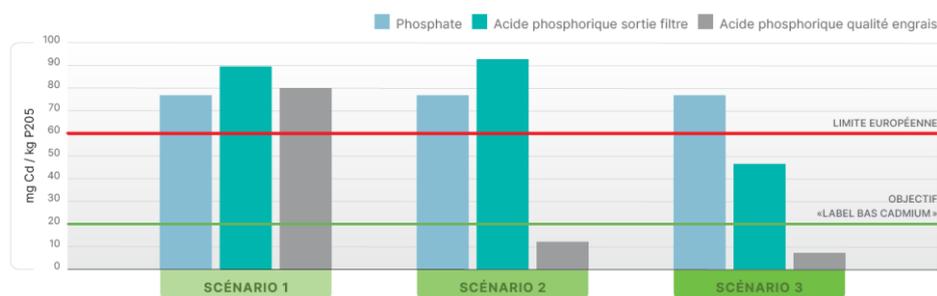
- Scénario 1 : procédé Dihydrate traditionnel suivi de la concentration de l'acide phosphorique par évaporation sous-vide.
- Scénario 2 : procédé Dihydrate suivi d'un traitement de l'acide phosphorique avant l'étape de concentration
- Scénario 3 : procédé DAHF à double cristallisation (dihydrate suivi d'une conversion en hémihydrate) suivi de la concentration de l'acide phosphorique.

Les conditions et résultats obtenus durant cette étude sont présentés dans la Table 1.

Table 1: Hypothèses considérées et résultats obtenus dans le cadre de l'étude

		SCENARIO 1	SCENARIO 2	SCENARIO 3
Titre P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> de l'acide en sortie du filtre	%w/w	27%	27%	32%
Titre P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> de l'acide concentré final	%w/w	54%	54%	54%
Rendement P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> global indicatif du procédé	%	95%	92%	97%
Teneur en cadmium de l'acide final	mg Cd / kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	80	12	7

Le Graphique 1 présente l'évolution de la teneur en cadmium dans les différents produits pour chaque scénario en partant de la même roche phosphatée.



Graphique 1: Teneurs en cadmium dans les différents produits pour chaque scénario considéré

## Conclusions

Sur base de ces résultats, les conclusions de l'étude sont que :

- Pour certaines matières premières, l'utilisation des procédés traditionnels ne permet plus de respecter les normes européennes sur la teneur en cadmium des produits fertilisants.
- La modification de procédé considérée dans le scénario 2 permet de réduire la teneur en cadmium du produit final moyennant une diminution du rendement global.
- Le procédé DAHF permet une amélioration conjointe des performances, à savoir :
  - Diminution de la teneur en cadmium des produits
  - Augmentation du rendement