HAL
open science

Modélisation de l'effet des impuretés de l'acide phosphorique sur la qualité physique des engrais phosphate d'ammonium

Nacira Lebbar, Mehdi Khouloud, Mohammed El-Asri, Elmouloudi Sabbar, Essaid Bilal

To cite this version:

Nacira Lebbar, Mehdi Khouloud, Mohammed El-Asri, Elmouloudi Sabbar, Essaid Bilal. Modélisation de l'effet des impuretés de l'acide phosphorique sur la qualité physique des engrais phosphate d'ammonium. Journée Scientifique 2018 du Codegepra, Codegepra Comité de Développement du Génie des Procédés en Auvergne-Rhône-Alpes; MINES Saint-Etienne / Centre SPIN; SFGP Société française de génie des procédés, Nov 2018, Saint-Etienne, France. pp.11 / P1. hal-01980372

HAL Id: hal-01980372

https://hal.science/hal-01980372v1

Submitted on 24 Jan 2019

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.

MODÉLISATION DE L'EFFET DES IMPURETÉS DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE SUR LA QUALITÉ PHYSIQUE DES ENGRAIS PHOSPHATE D'AMMONIUM (MAP)

LEBBAR Nacira[a,c], KHOULOUD Mehdi[c], EL ASRI Mohammed[b], SABBAR Elmouloudi[a], BILAL Essaid[c,d]

[a]Laboratory of Physic and Chemistry of Materials, Sciences Faculty El Jadida, Maroc

[b]Laboratoire de Chimie Organique Appliquée, Sciences and technologies Faculty Fès, Maroc

[c]Fertilizer Laboratory, Direction of research and developpement, OCP group SA, Maroc

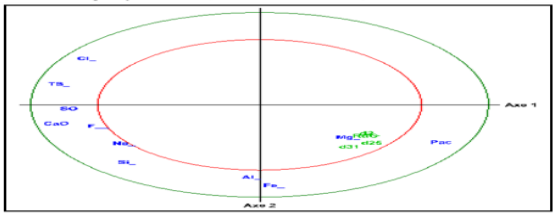
[d]Ecole des Mines de Saint Etienne, Centre SPIN, CNRS UMR 5600, F42023 St. Etienne, France

INTRODUCTION

La surveillance des propriétés physiques des engrais présente beaucoup d'intérêt à différents niveaux. Tous les problèmes liés au comportement des granulés (ségrégation, épandage, granulation, dureté ...) nécessitent une meilleure caractérisation des engrais pour les comprendre et/ou les prédire. La communauté scientifique est amenée à développer diverses approches de modélisation pour, d'une part, comprendre la dynamique des impuretés provenant de l'acide phosphorique lors de la fabrication des engrais et, d'autre part, évaluer l'efficacité des mesures et suivi des données de la production et des fluctuations de la qualité physique des engrais. Nous avons collecté et suivi pendant plusieurs mois les données des lignes de production d'engrais phosphatés (MAP). L'objectif de ce travail est de comprendre, à travers la modélisation en appliquant l'approche du réseau de neurones artificiels (ANN), l'effet des impuretés d'acide phosphorique sur la qualité physique des engrais tels que le rendement de granulation, la taille des grains et le diamètre moyen des granulés D50. Des modèles ont été construits en utilisant la régression linéaire multiple (MLR) et l'analyse en composantes principales (ACP)

Correlation circle

Analyse en Composantes Principales - .
ACP MAP 54% 06042017 V2010 2015 V0 - 28/04/17
Analyse effectuée sur 89 Individus Principaux
Inertie Expliquée : 68,21% Axe 1 : 43,31% / Axe 2 : 24,90%



Var. Princ. et Supp.
Individus Principaux
Corrélations significatives à 95,00 %
r = 0,2084 (89 - 2)

Statistiques de Base

Analyse des Variables Principales

Variables	Axe 1-coor	Axe 2-coor
Pac	0,79	-0,42
TS_	-0,88	0,21
CaO	-0,89	-0,22
Si_	-0,58	-0,64
Fe_	0,06	-0,89
F_	-0,71	-0,25
SO_	-0,82	-0,06
Na_	-0,59	-0,44
Mg_	0,39	-0,37
Al_	-0,04	-0,80
Cl_	-0,76	0,48

Analyse des Variables Supplémentaires

Variables	Axe 1-coor	Axe 2-coor
RdG	0,46	-0,35
d31	0,39	-0,47
d25	0,49	-0,43
d2_	0,48	-0,33

Matrice de Corrélations

	Pac	TS_	CaO	Si_	Fe_	F_	SO_	Na_	Mg_	Al_	Cl_	RdG	d31	d25	d2_
Pac	1,0000														
TS_	-0,8268	1,0000													
CaO	-0,6442	0,7422	1,0000												
Si_	-0,1278	0,3641	0,6137	1,0000											
Fe_	0,3276	-0,1463	0,1821	0,4355	1,0000										
F_	-0,3257	0,4712	0,5880	0,6272	0,0601	1,0000									
SO_	-0,6029	0,6413	0,7228	0,4225	0,0253	0,5009	1,0000								
Na_	-0,2261	0,3132	0,5731	0,5418	0,2056	0,4752	0,6173	1,0000							
Mg_	0,3898	-0,4474	-0,2858	-0,0395	0,3466	-0,3052	0,0113	0,1344	1,0000						
Al_	0,2375	-0,0641	0,2033	0,4762	0,7619	0,1752	-0,0911	0,2089	-0,0371	1,0000					
Cl_	-0,7802	0,7286	0,4990	0,1334	-0,4477	0,3815	0,5886	0,2256	-0,4323	-0,2821	1,0000				
RdG	0,5440	-0,4729	-0,3062	0,0154	0,3020	-0,2551	-0,3597	-0,1564	0,3759	0,2562	-0,4934	1,0000			
d31	0,4933	-0,4335	-0,2011	0,1015	0,4855	-0,1737	-0,2862	-0,1475	0,3144	0,3741	-0,5209	0,6129	1,0000		
d25	0,5633	-0,5353	-0,2891	0,0401	0,3938	-0,2768	-0,3171	-0,1448	0,4916	0,2538	-0,5780	0,8680	0,8407	1,0000	
d2_	0,5400	-0,5005	-0,3421	-0,0199	0,2781	-0,2724	-0,3141	-0,1477	0,4862	0,1679	-0,4984	0,9464	0,7431	0,9361	1,0000

La PCA permet d'étudier une série de 89 tests, la projection sur les deux axes F1 et F2 permet d'expliquer 68,21% de l'information;

- La tige 1 a une bonne corrélation, mais négative avec le rendement de granulation de LFG et les tailles de particules de 3,15 mm (d31) et> 2,5 mm (d25), indiquées par les titres TS, CaO, F, $S0_3$, Na_2O et Cl de l'acide étudié et une forte corrélation positive exprimée par le titre P_2O_5 de l'acide (Pac), et faiblement positive par les titres Fe_2O_3, Al_2O_3 et MgO.
- L'axe 2 présente une bonne corrélation positive avec les performances des fractions dimensionnelles d31 et d25 de la granulation et des granulométries LFG, se manifestant par les titres SiO2, Fe_2O_3, $Na_2Al_2O_3$, Fe_2O_3 et l'acide recherché, ainsi qu'une corrélation toujours positive mais faible exprimée par les titres de P_2O_5, CaO, et F de l'acide et faiblement négatif avec le Cl^-.

RÉSEAUX NEURONAUX

Neuron Network:

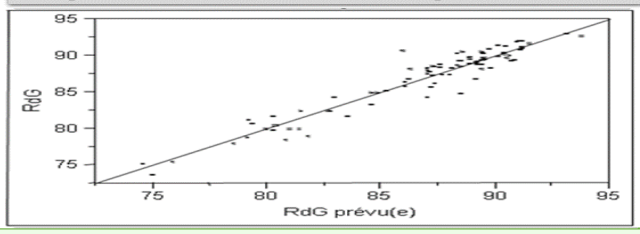
- ✓ Number of Input Layers: 11
- ✓ Number of Hidden Layer: 4
- ✓ Number of iteration: 100

Adjustment result

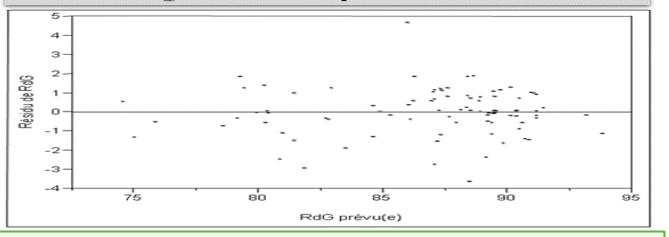
	Objectif		
SCE	6,4533984064	1	Meilleure convergence
Pénalité	4,3159688332	0	Mieux que Meilleure convergence
Total	10,76936724	0	Bloqué sur un plateau
Nombre d'observations	89	0	Échec de l'amélioration
Nombre de coefficients	53	0	Itérations maximales atteintes

Y	SCE	Écart-type résiduel	SCE codée	Écart-type résiduel codé	R carré
RdG	129,65252737	1,2423897	6,4533984064	0,27717534	0,9267

Graph of observed values based on predicted values



Residues diagram based on predicted values



Conclusion:

La modélisation des réseaux neuronaux pour le système non linéaire nous a permis de prédire les conditions optimales futures et de prévoir le meilleur profil d'acide phosphorique à 54% permettant une bonne granulation des engrais phosphatés monoammoniques (MAP). Le coefficient de détermination R2 = 92,79% est significatif. Cette valeur donne une bonne compatibilité entre les valeurs expérimentales et prédites du modèle adapté. Cette étude nous a permis de représenter et de développer une spécification du modèle à déployer tout en respectant les points clés suivants directement liés au processus de fabrication des engrais à l'échelle industrielle :

- Le modèle linéaire n'a pas pu être validé statistiquement.
- Maîtrise de l'échantillonnage de bases de données ;
- Prédire les obstacles liés aux paramètres de performance de production ;
- Prédire la variation et la diversité du profil acide fréquentatif ;
- Réaliser les prévisions les plus précises possibles ;
- Adapter le modèle à chaque type d'engrais.