

# Caractérisation de l'équipement de traitement d'engrais modèle 2,7 pour la granulation de l'engrais perlé

---

BATIONO Frédéric<sup>1\*</sup>, KAMBIRE Fabèkourè Cédric<sup>1</sup>, MEDAH Ignace<sup>1</sup>, YE Georges<sup>1</sup>, SIRIMA Madjoyogo Hervé<sup>2</sup>, MANDO Abdoulaye<sup>3</sup>, NEBIE Issaka<sup>1</sup>

## Résumé

La technique d'application de l'engrais a évolué et de nos jours les agronomes proposent aux producteurs l'application des granulés d'engrais en parcelle. Cette pratique à plusieurs avantages notamment la réduction du temps d'application et la libération progressive des nutriments. Les engrais disponibles sur les marchés sont sous formes perlées d'où la nécessité de confection des granulés. Cette étude vise à évaluer les performances technologiques de la granuleuse d'engrais modèle 2,7, afin d'optimiser son rendement pour la production des granulés d'urée, dans la perspective de mieux rentabiliser la fertilisation azotée dans un contexte de renchérissement des coûts des engrais. En plus, l'utilisation des granulés d'urée devra permettre d'optimiser l'efficacité de la fertilisation tout en minimisant les nuisances environnementales liées aux pratiques courantes.

Cinq (5) tests de granulation des échantillons (15 kg) d'urée ont été réalisés. Les paramètres d'optimisation mesurés l'or du fonctionnement de l'équipement sont : le débit de granulés, le taux de granulés brisés, le taux d'engrais non granulés en pertes de poudre non comprimé, et le rendement global de granulation. Les résultats obtenus montrent que le débit moyen de granulés est de  $432,8 \pm 35,7$  kg/h, le débit de granulés brisés est de  $48,3 \pm 32,7$  kg/h soit 10,04% des granulés totales. Un taux de pertes en poudre non comprimée de  $31,8 \pm 2,5\%$ . Le rendement global de granulation est de  $67,34 \pm 2,8\%$ . Ce rendement est faible, l'outil doit être amélioré afin d'éviter les pertes de produit pendant l'opération de granulation. Les tests ont montré que l'entretien de l'équipement après chaque opération prend beaucoup de temps.

**Mots-clés :** Evaluation, granuleuse, engrais, Burkina Faso.

---

<sup>1</sup>Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies (IRSAT)/Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST)/ BP 7043 Ouagadougou 03 / Burkina Faso ;

<sup>2</sup>Ecole Polytechnique de Ouagadougou / Institut du Génie des Systèmes Industriels et Textiles / Ouagadougou / Burkina Faso ;

<sup>3</sup>Groupe de Recherche et d'Actions pour le Développement (GRAD Consulting Group) / Ouagadougou / Burkina Faso

Auteur correspondant : [frederic.bationo@hotmail.com](mailto:frederic.bationo@hotmail.com)

# Characterization of the Model 2.7 fertilizer treatment equipment shaped granular to optimize fertilizer application granulation of pearl fertilizer

## Abstract

The technique of application of fertilizer has evolved and nowadays agronomists propose to producers the application of fertilizer pellets in plot. This practice has several advantages including the reduction of application time and the gradual release of nutrients. The fertilizers available on the markets are in pearl form, hence the need to make pellets. The aim of this study is to evaluate the technological performance of the Model 2.7 fertilizer granular, in order to optimize its yield for the production of urea granules, in order to make nitrogen fertilisation more profitable in a context of rising fertilizer costs. In addition, the use of urea pellets should make it possible to optimize the efficiency of fertilization while minimizing environmental nuisances related to common practices.

Five (5) granulation tests of the urea samples (15 kg) were performed. The optimization parameters measured in the gold of the operation of the equipment are: the rate of granules, the rate of broken granules, the rate of non-carbonated fertilizer in losses of uncompressed powder, and the overall granulation yield. The obtained results show that the average pellet flow rate is  $432.8 \pm 35.7$  kg/h, the broken pellet flow rate is  $48.3 \pm 32.7$  kg/h or 10.04% of the total pellets. An uncompressed powder loss rate of  $31.8 \pm 2.5\%$ . The overall granulation yield is  $67.34 \pm 2.8\%$ . This performance is low, the tool must be improved to avoid product losses during the granulation operation. Tests have shown that equipment maintenance after each operation takes long time.

**Keywords:** Evaluation, granular, fertilizer, Burkina Faso.

## Introduction

Au Burkina Faso, à l'instar de la plupart des pays dans le monde, la consommation du riz est en forte progression, en lien avec la forte croissance démographique, l'urbanisation accélérée couplée à un changement de préférences de consommation alimentaire de la population. En effet, la consommation annuelle du riz *per capita* est passée à 14,8 kg en 1992 à 20,0 kg en 2003 et pourrait même atteindre 50 kg dans les centres urbains comme Ouagadougou et Bobo-Dioulasso (MAHRH, 2006). Cependant, la production nationale ne couvre que 33% de la consommation nationale en riz et ce en dépit de l'existence d'un fort potentiel de terres rizicoles non exploitées (MAAH, 2018). Par conséquent, les importations de riz sont très coûteuses en devises qui avaient déjà atteint 37,8 milliards de Fcfa pour 305 180 tonnes (MAHRH, 2011). C'est pourquoi, les efforts politiques pour accroître la production nationale en riz ont permis d'élargir les superficies emblavées qui ont été doublées en dix (10) ans, passant de 80 156 ha en 2009 à 160 949 ha en 2019 pour une production de 350 392 tonnes (INSD, 2020).

Cependant, c'est cette extension des surfaces qui permet l'augmentation de la production. Par contre, les gaps de rendement sont encore très importants et soutenus par divers facteurs dont les mauvaises pratiques culturales et la sous-efficience des

engrais minéraux (YAMEOGO *et al.*, 2021). Et pourtant, ces engrais minéraux coutent de plus en plus chers, et donc moins accessibles à la plupart des agriculteurs, surtout dans le contexte actuel de crise internationale avec pour corollaire l'inflation des prix du pétrole et des engrais minéraux. Dans ce contexte, il devient nécessaire d'optimiser l'efficacité des engrais minéraux, en minimisant les pertes et subséquemment les risques de nuisances environnementales, à travers des formes d'apports adaptés comme les granulés. En effet, plusieurs études convergent sur les bénéfices agronomiques et économiques des apports d'engrais sous formes de granulés (YAMEOGO, 2009, YAO *et al.*, 2018 ; FAYE *et al.*, 2020). Les investigations récentes réalisées au Sénégal sur différents types de granulés (1,8 g, 2,7 g, 3,6 g (2 x1,8)) comparés à l'engrais perlé ont associé les granulés 2,7 à des performances optimales tant du point de vue agronomique qu'économique. Ces granulés permettent d'atteindre un taux marginal de rentabilité de 63% par rapport aux granulés 1.8.

Ces constats justifient la nécessité de générer des technologies de granulation de l'engrais minéral, qui soient adaptées aux systèmes de production rizicole au Burkina Faso.

C'est pourquoi, une granuleuse a été importée par le GRAD (Groupe de Recherche et d'Action pour le Développement) du Bangladesh qui a confié à l'IRSAT la charge d'évaluer ses performances techniques en vue de son perfectionnement.

## **I. Matériel et méthodes**

### **1.1. Matériel**

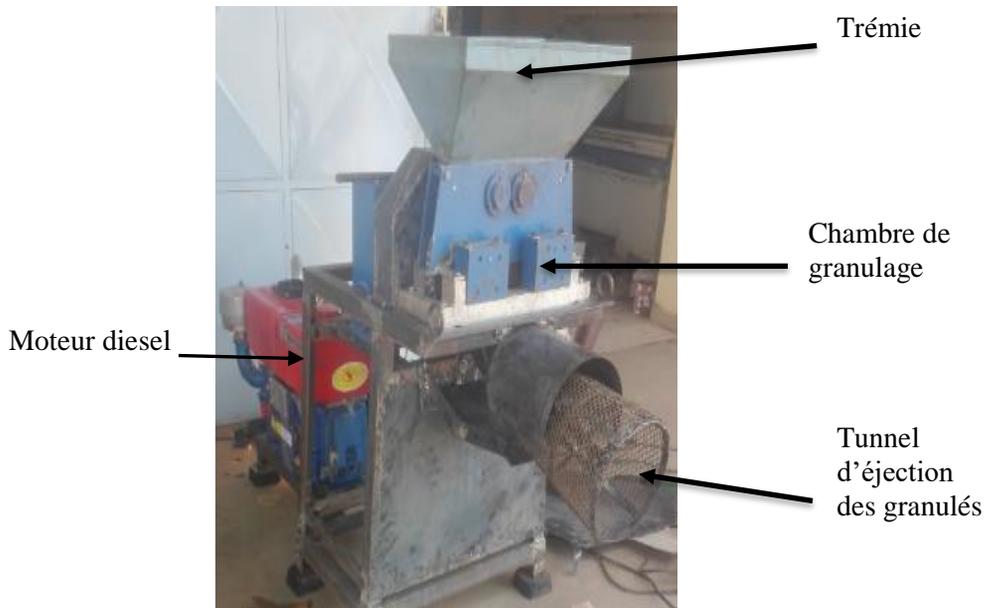
#### **1.1.1. La granuleuse d'engrais modèle 2,7**

La granuleuse d'engrais modèle 2,7 (Figure 1) est constituée des parties suivantes :

- une trémie munie de rouleaux d'alimentation pour recevoir et acheminer l'engrais perlé (Figure 2) dans la chambre de granulage ;
- une chambre de granulage constituée de deux (02) moules en rouleaux munis d'empreintes (formes sphériques aplaties) disposés en nids d'abeilles qui compactent par effet de laminage la poudre d'engrais pour former les granulés ;
- un tunnel d'éjection pour récupérer les granulés d'engrais.

Le fonctionnement de l'équipement est le suivant : l'urée perlée introduite par l'opérateur est entraînée par les rouleaux d'alimentation vers la chambre de granulage. Ensuite, les moules en forme de rouleaux compactent l'engrais en granulés d'engrais (LECOMPTE, 2005). Les granulés sont récupérés au niveau du tunnel d'éjection et mis en sac.

Il convient de disposer de deux (02) opérateurs pour assurer un bon pilotage de l'équipement en fonctionnement : l'un pour l'alimentation en urée, et l'autre pour la récupération des granulés. Le débit est fonction de la taille du moule (empreinte) et de la vitesse du moteur. Enfin, la dureté des granulés est fonction du jeu fonctionnel entre les deux (02) rouleaux compacts.



**Figure 1 :** granuleuse d'engrais, modèle 2,7.

03 sacs d'engrais perlé de 25 kg Urée 46% Nitrogène (Figure 2) ont été utilisés pour réaliser les tests de granulation.



**Figure 2 :** engrais perlé d'urée 46% nitrogène (DFGRUPO, 2022).

### 1.1.2. Outils de mesure utilisés

Les outils utilisés pour réaliser les tests sont consignés dans le tableau I ci-dessous.

**Tableau I :** outils de mesure

Matériels	Usage
01bâche L = 5680 mm, l = 1790 mm Épaisseur = 1 mm	Elle permet de récupérer les pertes de poudre durant les essais de granulation
01 Balance de modèle Champ Square CQ100LW Load Cell max: 200 kg, Temp: -10°C/40°C	Elle permet de peser les produits à analyser
Ruban métrique	Utilisé pour mesurer l'encombrement de l'équipement
Chronomètre digital de marque « Seiko »	Utilisé pour enregistrer la durée du traitement en seconde

### 1.2. Méthodes

Cinq (05) lots de 15 kg d'urée 46% N ont été constitués. Cette quantité correspond à la capacité de charge de l'équipement. Ces échantillons ont servi à effectuer 5 essais à charge à l'aide de la granuleuse 2,7. Ensuite les produits ont été collectés séparément : les granulés entiers, les granulés brisés et la poudre non comprimée. La durée des opérations de granulation est de 84 secondes pour tous les tests. Les données mesurées ont été traitées avec Microsoft Excel.

Les paramètres de performances évalués au cours de chaque test sont :

- Débit matière première d'engrais perlé d'urée a granulé (kg/h) :  $M$
- Débit de granulés entier (kg/h) :  $G_e$
- Débit de granulés brisés (kg/h) :  $G_b$
- Débit total de granulés (kg/h) :  $G_t = G_e + G_b$
- Pertes en poudre non comprimées (kg/h) :  $M_p$
- Taux de granulés brisés (%) :  $T_b = G_b / M$
- Taux de pertes en poudre non comprimée (%) :  $T_p = M_p / M$
- Rendement global (%) :  $R_g = (G_b / M) * 100$
- Consommation du Carburant (l/h) :  $M_c$

Les difficultés liées aux réglages et à la démontabilité de l'équipement ont été observé pour apprécier le niveau d'intégration de la maintenabilité (MONCHY, 2019).

La granuleuse 2,7g est testé sur les plaines de production de riz de Bagré dans la région Centre-Est du Burkina. Il s'agit de la plus grande plaine rizicole du pays. Le placement

de l'équipement dans ce lieu permet de susciter l'intérêt des producteurs pour la technologie en vue d'améliorer sa performance.

## II. Résultats et discussion

Dans les paragraphes qui suivent, il est présenté successivement les résultats de l'expérimentation, les suggestions d'amélioration, la discussion sur la pertinence des travaux d'un point de vue scientifique, et enfin la conclusion.

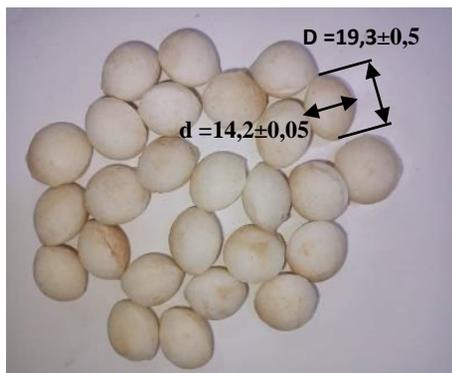
### 2.1. Performances techniques de la granuleuse d'engrais modèle 2,7

Les performances techniques de la granuleuse d'engrais modèle 2,7 à l'issue des essais sont consignées dans le tableau II ci-dessous. Les valeurs correspondantes aux différentes spécifications sont obtenues par la moyenne des cinq tests.

**Tableau II :** résultats obtenus sur les tests de la granuleuse d'engrais modèle 2,7 (BATIONO, 2020)

Paramètres	Spécifications techniques (Moyenne et écart type)
Débit de granulés moyen (kg/h) $G_e$	432,8±35,7
Débit de granulés brisés (kg/h) $G_b$	48,3± 32,7
Taux en poudre non comprimé (%) $T_p$	31,8±2,5
Rendement global de granulation (%) $R_g$	67,34±2,8
Poids des granulés (g)	2,7 ±0.5
Encombrement de la granuleuse L mx l mx Hm	2,25 x 0,7x 1,4
Puissance nominale du moteur (cv)	22
Vitesse nominale du moteur (tr/mn)	2200
Capacité optimale de la trémie (kg)	15
Consommation en carburant (diesel) $M_c$ (l/h)	4

Les dimensions des présentés dans la figure



granulés obtenues sont 3 ci-dessous

### **Figure 3 : granulés d'urée de 2,7 g**

Les données obtenues indiquent que les débits de granulation sont variables, en témoignent les valeurs relativement élevées des écart-types (35,7) (tableau II). Parallèlement, le débit de granulés brisés est aussi variable (écart-type de 32,7). Par ailleurs, le taux de pertes en poudre non comprimée est extrêmement élevé (31,8 %), ce qui justifie le faible rendement de granulation avec une valeur moyenne de 67,34 %. Ces pertes sont dues à plusieurs fuites du produit perlé durant l'opération de granulation observées au niveau de l'orifice d'éjection et des languettes en plastiques d'étanchéité de la cage de granulation. En outre, le réglage de l'écart entre les rouleaux compacteurs se dérègle et laisse passer le produit perlé. Quant au taux de granulés brisés de 08 % (48,3 kg/h), il est justifié par la qualité et le taux d'humidité du produit. Les dimensions et le poids des granulés varient, mais légèrement. Le démarrage du moteur est très fastidieux, car il nécessite l'utilisation d'une manivelle plutôt qu'un démarreur électrique muni d'un bouton-poussoir.

## **2.2. Discussion**

Les résultats issus de cette étude restent bien évidemment préliminaires. Cette expérience s'est limitée à un seul exemplaire de granuleuse disponible. Cependant ces résultats, d'un point de vue technique, permettent déjà de comprendre le comportement de l'équipement en fonctionnement, de relever les caractéristiques techniques et également les insuffisances en vue de son adaptation au Burkina Faso pour une meilleure utilisation. Les performances de granulation obtenues suggèrent d'optimiser le fonctionnement de l'équipement. En effet, le rendement est beaucoup trop faible comparativement à d'autres granuleuses d'engrais qui sont de l'ordre de 99 % (BATIONO, 2021). Aussi, les équipements de transformations agroalimentaires (broyeur, torréfacteur, concasseur) dont les rendements varient de 95 à 100 % sont bien meilleurs (SAWADOGO, 2022) que celui de la granuleuse modèle 2,7. De plus, il faut souligner que les taux élevés de brisures de granulés et de la poudre non comprimée se justifient par l'habileté de l'opérateur à maîtriser le réglage des paramètres de l'équipement pour le travail. Le temps pour l'alignement des rouleaux compacts est fastidieux et l'entretien de l'équipement après chaque opération prend beaucoup de temps pour l'utilisateur. De nos jours, les équipements qui sont proposés intègrent bien la maintenabilité grâce à l'utilisation d'approches et outils de conception spécifiques au contexte sociotechnique et économique de nos pays (BATIONO, 2022).

## **III. Suggestions d'amélioration**

Par ailleurs, les performances limitées de l'équipement en granulation de l'urée suggèrent des améliorations spécifiques. En effet, la réduction des fuites peut se faire en renforçant la raideur et l'élasticité des languettes pour un meilleur plaquage sur les rouleaux. Des poka-yokés pourraient être intégrés dans la conception de la granuleuse (Nakajima, 1989). Cette adaptation permettra de fiabiliser la fixation des rouleaux et ainsi éviter que ceux-ci se dérèglent pendant l'opération de granulation, mais surtout faciliter les réglages et la mutabilité. Pendant le fonctionnement on a observé que les engrenages à dentures droites occasionnent beaucoup de vibration et de bruits. En réponse, les pignons à dentures hélicoïdales seraient plus adaptés. Enfin, il sied d'utiliser un moteur moins pénible à démarrer en remplaçant la manivelle par un démarrage à bouton-poussoir.

## Conclusion

La granuleuse d'engrais modèle 2,7 est fonctionnelle avec un rendement qui a besoin d'être amélioré pour permettre d'optimiser la production des granulés d'engrais pour l'exploitation agricole. Les agriculteurs et les artisans devront maîtriser les paramètres et recommandations techniques en vue d'une utilisation efficace et durable de la technologie.

Les améliorations proposées permettront de réduire les pertes en poudre non comprimée et faciliter son exploitation par les utilisateurs. L'expérience doit se poursuivre en faisant les mêmes essais sur d'autres granuleuses d'engrais du même modèle pour confirmer ses résultats et élargir son utilisation à d'autres types d'engrais. En outre, des tests sont prévus pour se réaliser sur le modèle 1,8.

## Références bibliographiques

BATIONO F., SIRIMA H. E., NEBIE I., 2020. Caractérisation de la performance technique de la granuleuse d'engrais pour la production rizicole en Afrique de l'Ouest. Département mécanisation, IRSAT/CNRST, Ouagadougou, Burkina Faso. 15p.

BATIONO F., BOUJUT J. F., 2022. Design for the socio-technical maintenance network « DFM<sub>SN</sub> ». AMA, Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America, 10 (53), ISSN: 00845841, 1005-1016.

BATIONO F., 2021. Diagnostic industriel de l'unité de fabrication d'engrais industriel et organique HAROM-H, sol fertile. SINERGIE Burkina. 37p.

FAYE B., SOW S., FALL M. D., WADE B., 2020. Les Performances agroéconomiques de l'urée super granulée : Cas du riz au Sénégal. European Scientific Journal ESJ, 16 (13): 364-384

INSD (Institut national de la statistique et de la démographie), 2020. Annuaire du Commerce Extérieur. 176p+annexe.

LECOMPTE T., 2005. Étude expérimentale et numérique de la compression de poudre organique en presse à rouleaux, alimentée par une vis sans fin. Thèse de doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble - INPG, France. 250p.

MAHRH (Ministère de agriculture, de l'hydraulique et des ressources halieutiques), 2006. « Analyse économique et financière de la filière riz au Burkina Faso », agréer en collaboration avec Statistika

MAHRH (Ministère de agriculture, de l'hydraulique et des ressources halieutiques), 2011. Stratégie nationale de développement de la riziculture. Ouagadougou, Burkina Faso. 26 p + annexes

MAAH (Ministère de l'Agriculture et des Aménagements hydrauliques), 2018. Volet riz de la stratégie nationale de la mécanisation agricole du Burkina Faso 2016-2025. Ouagadougou, Burkina Faso, 26 p + annexes.

MONCHY F., KOJCHEN C., 2019. Maintenance - Outils, méthodes et organisations efficaces. 5e édition Dunod, Paris. 592p.

NAKAJIMA S., 1989. La Maintenance Productive Totale (TPM) : Mise en œuvre. AFNOR Gestion, Paris.

SAWADOGO A., 2021. Audit des processus de production et caractérisation physico-chimique et organoleptique du beurre de karité produit par trois entreprises au Burkina Faso. Master en Industrie Agroalimentaire de l'Université Joseph Ki-Zerbo, Ouagadougou. 33p.

YAMEOGO P. L., 2009. Contribution des granulés d'urée dans l'amélioration des rendements des rizicultures irriguées : cas de la vallée du Kou au Burkina Faso. Diplôme d'ingénieur du développement rural, option agronomie de l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso. 61p

YAMEOGO P. L., TRAORE A., BANDAOGO A. A., 2021. Influence des modes de gestion de l'eau et de la fumure minérale sur quelques paramètres chimiques du sol et le rendement du riz à la Vallée du Kou au Burkina Faso, Appl. Biosci. Vol, 165, 17099-17110

DF GRUPO, 2022. [L'urée, l'engrais le plus utilisé - DFGRUPO.](https://www.dfgrupo.com/fr/luree-lengrais-le-plus-utilise/) <https://www.dfgrupo.com/fr/luree-lengrais-le-plus-utilise/>, consulté le 21/12/2022.

