



Développements techniques dédiés à l'utilisation de la biomasse-énergie par les entreprises : technologies durables & contextes locaux



Co-conception d'un bouilleur de fragilisation de noix d'anacarde alimenté en chaleur par combustion de coques d'anacarde



Ibrahima Mane, Hélène Dupeux, Ousmane Kontao, Ousmane Diallo, Ndiaga Ndiaye, Joseph Bassama, Pape Madiama Diop, Djicknoum Diouf, Thierry Ferré, Arnaud Chapuis, Bruno Piriou

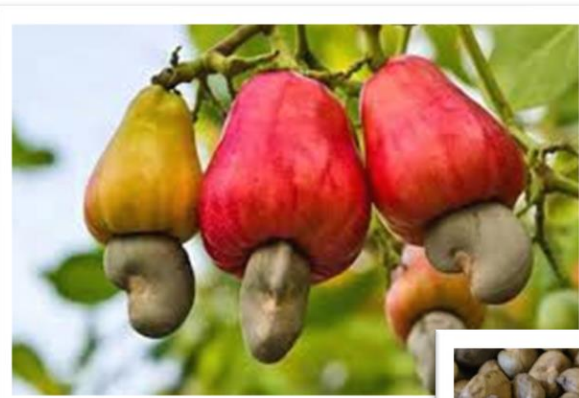


Contexte Transformation de la noix d'anacarde



Étape la plus énergivore

Méthodes et moyens artisanaux



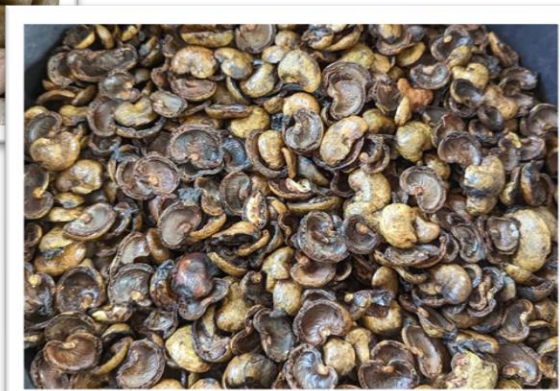
Pomes cajou (fruits)



Coques



Noix fraîches entières



Développement du foyer d'étuvage

Contexte

- Transformation de la noix d'anacarde
- Diagnostic : besoins et contraintes

Cas de la PME UTAS à Sokone, Sénégal

Démarche

- Pilotes
- Tests sur plateforme et sur le terrain

Conclusions

Sur la démarche et les perspectives futures

Co-conception

- Objectifs
- Déroulement
- Versions finales maçonnées

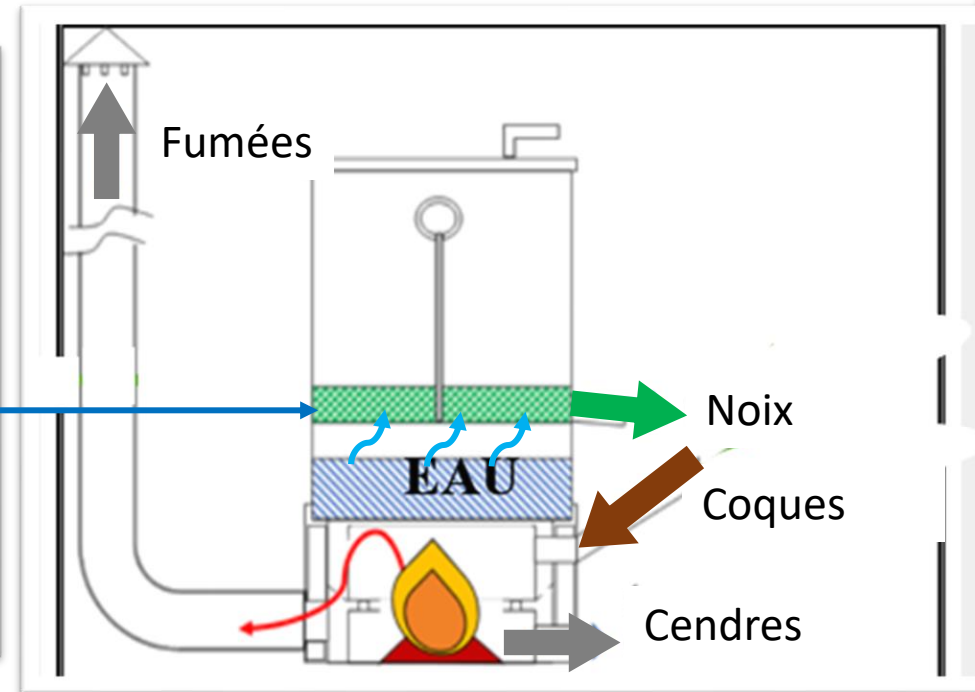
Installation

- Installation dans la PME



Contexte Diagnostic de la PME UTAS

Procédé de fragilisation à la vapeur / étuvage : principe du couscoussier



- 15kg de combustible pour traiter 20kg de noix en 2h30
- 12800 kWh / tonne de produit fini (4320 kWh/t dans d'autres PME artisanales)
- Foyer mal maîtrisé, retard à l'allumage
- Travail pénible pour les opérateurs (chaleur & fumées)



Contexte Diagnostic : besoins et contraintes

Objectifs du nouveau foyer :

- Limiter les émissions de fumée toxique
- Améliorer le rendement
- Réduire le temps de traitement
- Réduire la pénibilité*

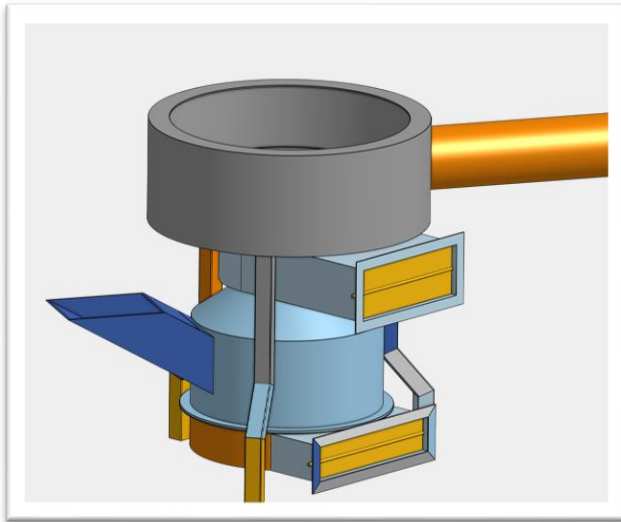
Cahier des charges :

- Combustibles : coques d'anacardes
- Puissance : 25 kW PCI, 8-10 kW utile
- Fut d'étuvage : batch de 40kg de noix
- Airs de combustion : primaire et secondaire réglables, tirage naturel
- Ne requiert pas d'autres sources d'énergie

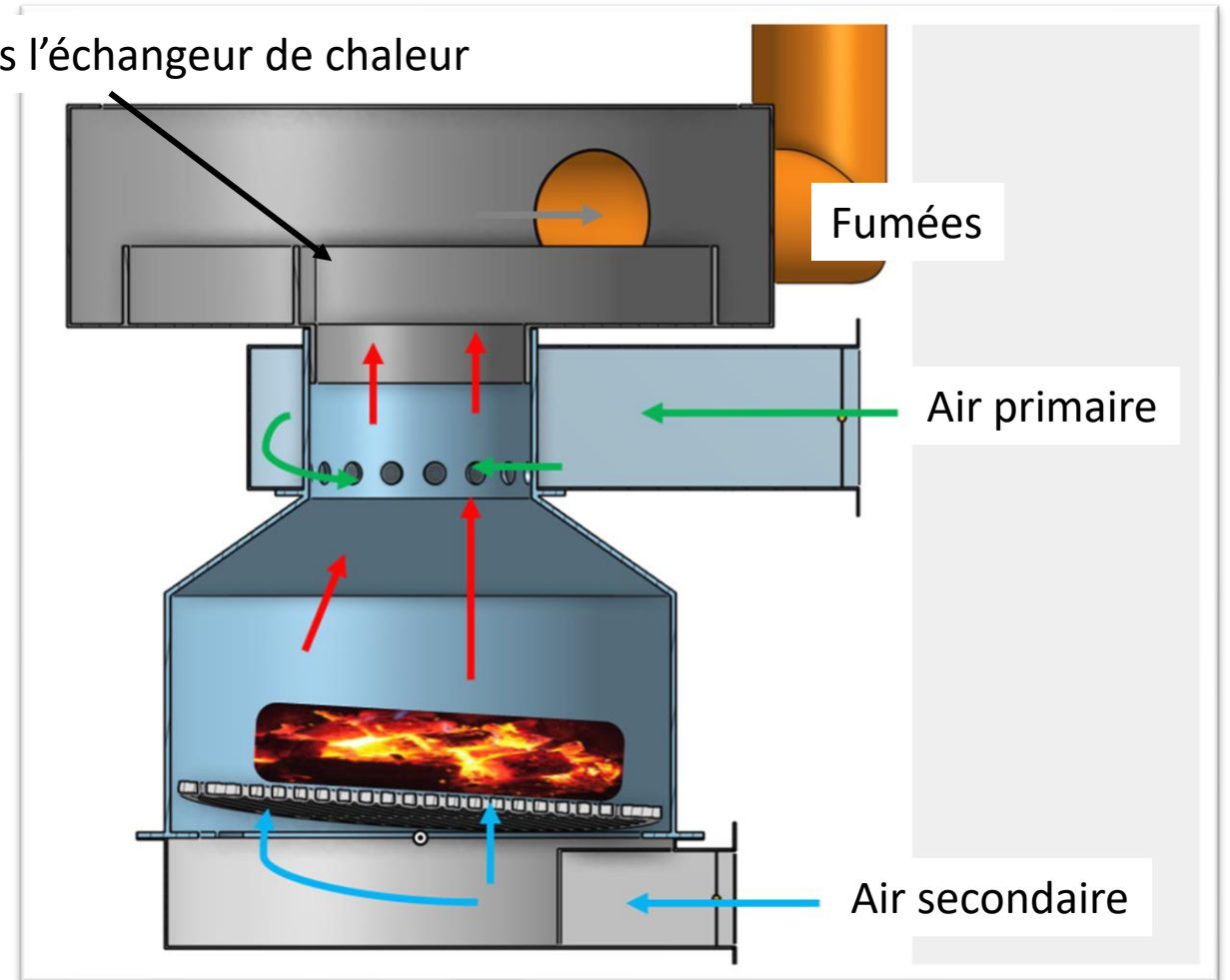


Contexte Diagnostic : besoins et contraintes

Solution retenue :



Chicanes dans l'échangeur de chaleur



Contraintes de fabrication :

- Fabrication « low-tech »
- Matériaux et techniques disponibles localement*
- Peu coûteux et robuste
- Ergonomique*
- Sécurité et santé
- Indépendant d'autre source d'énergie*



Pilotes Version 1

Evacuation des fumées

Cuve d'eau
à bouillir

Echangeur
de chaleur

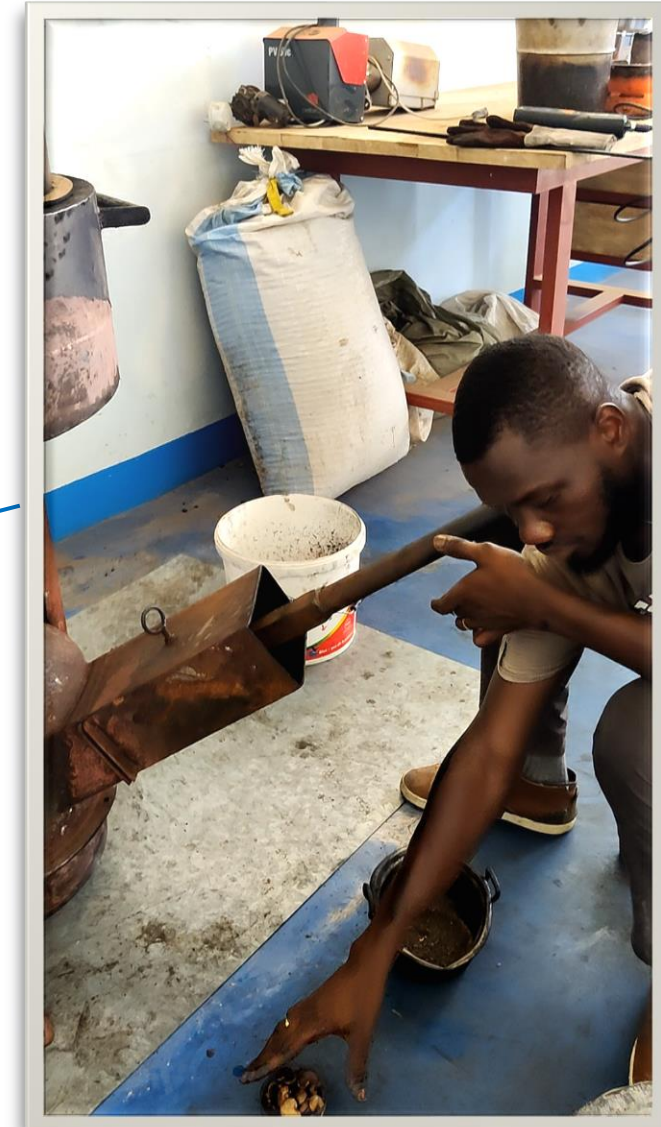
Foyer de
combustion



Pilotes Version 2

Allongement de la partie haute du foyer =
tube de flamme / zone de post-combustion

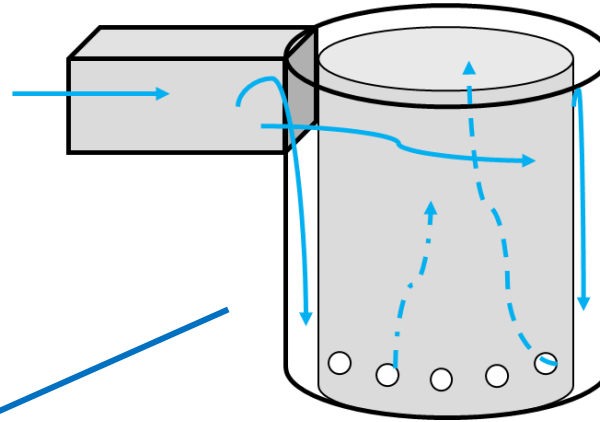
Alimentation régulée par piston



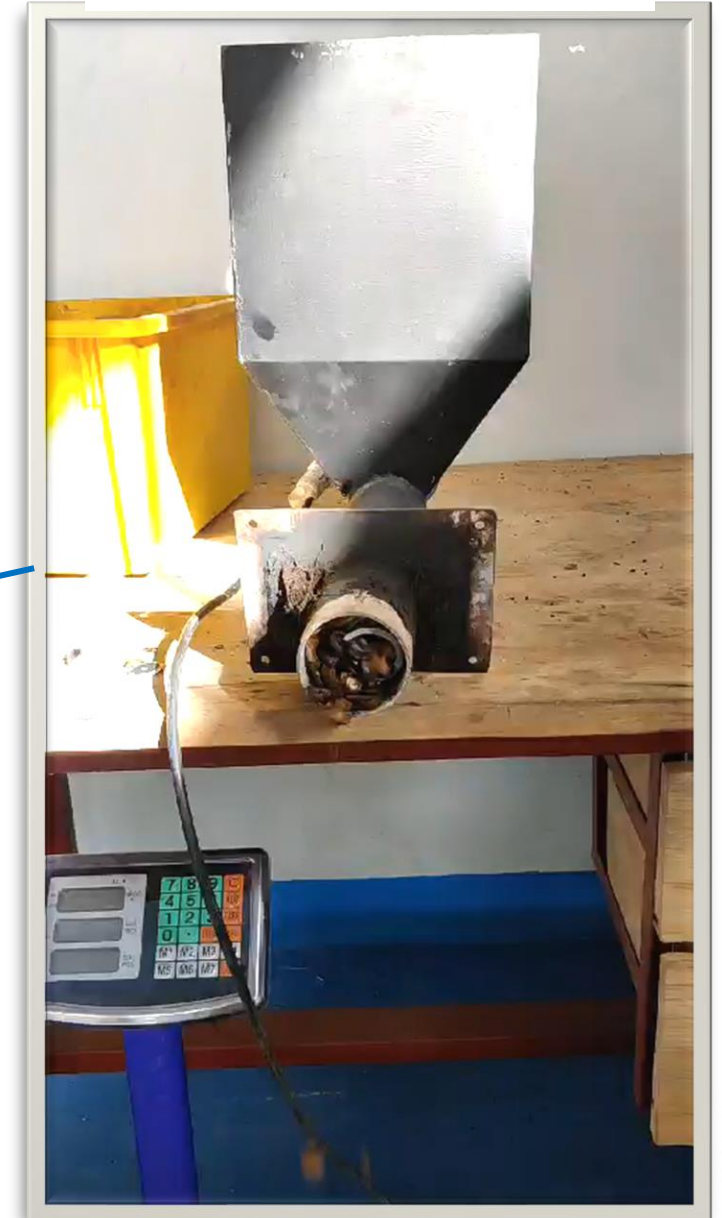
Briques réfractaires tapissant
l'intérieur du foyer

Pilotes Version 3

Double paroi autour du tube de flamme et arrivée d'air 2



Alimentation automatique par vis et moteur



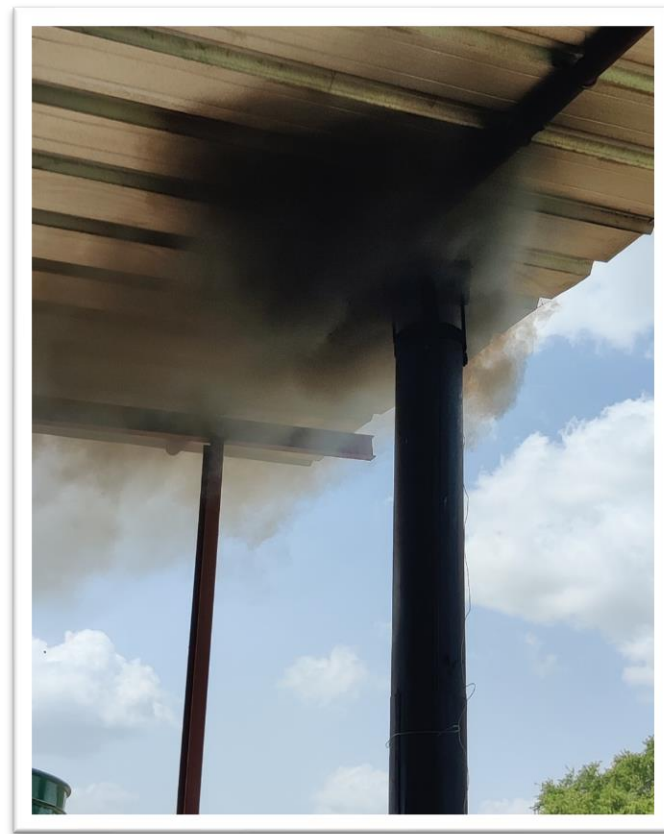
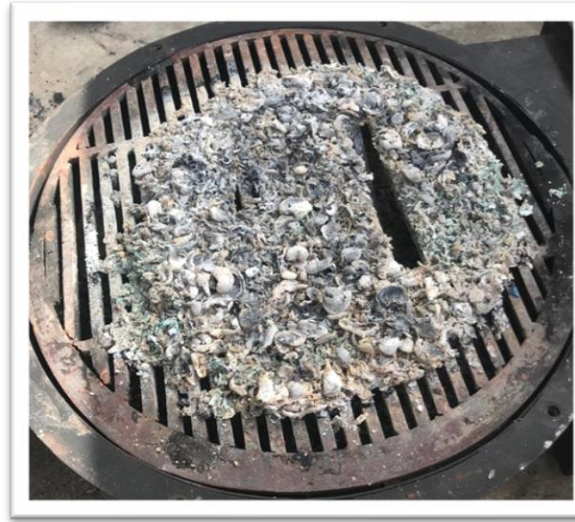
Rétrécissement des sections d'entrées d'airs

→ Bons résultats à ce stade

Pilotes Tests sur le terrain



Pilotes Tests sur le terrain



Remarques sur l'utilisation et l'ergonomie :

- Foyer trop haut pour les utilisatrices.
- Combustible « sale » → grosses fumées + bouche la grille.
- Noix paraissent moins mouillées → **changement des habitudes de travail.**
- Durée d'étuvage réduite.
- Etuvage homogène → pas nécessaire de mélanger



Co-conception

Objectif

Faciliter la collaboration entre les équipementiers et les chercheurs du projet afin de développer un équipement adapté aux besoins spécifiques des utilisatrices et aux contraintes locales de fabrication et financières.

- Diminution des couts de fabrication du prototype
- Simplifier la fabrication et réduire la durée
- Augmentation de sa durée de vie en associant plus d'éléments réfractaires
- Re-conception collaborative
- Appropriation de la fabrication de foyers de combustion par les équipementiers et Renforcer les liens entre acteurs du secteur bioénergie.



Co-conception

Organisation

Mobilisation des équipementiers via leur réseau social « BioStar-Acteurs Bioénergie ».



THIES

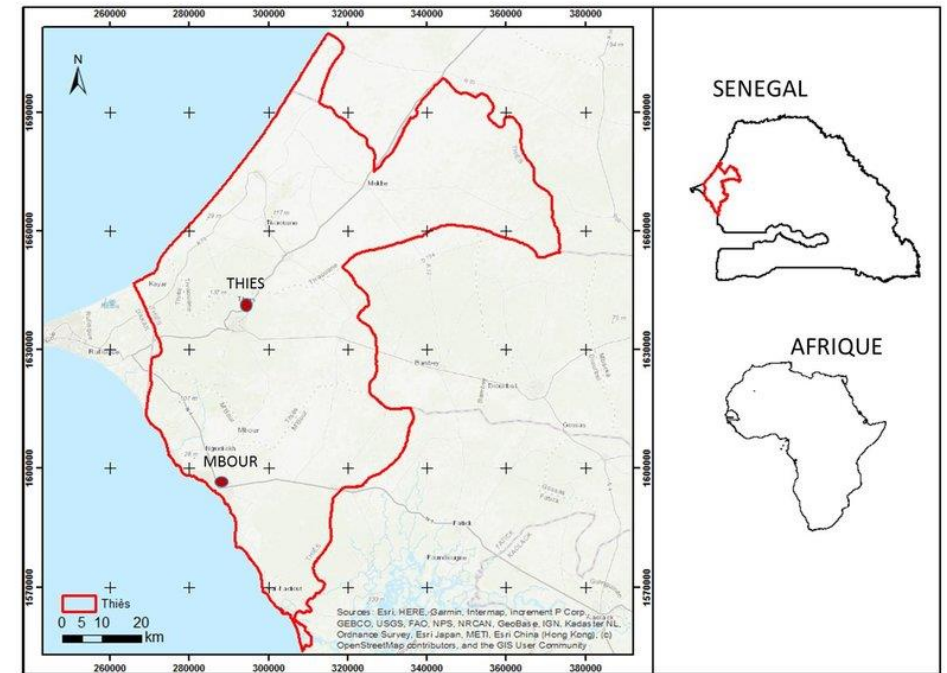


Participants

- 10 équipementiers
- 1 artisan mécano-soudeur de Saint Louis
- 1 artisan potier de Thiès
- 1 équipe du projet BioStar (ISRA, Cirad, UGB)

Démarche adoptée

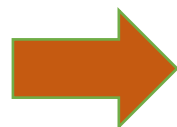
- Échanges sur la base de preuves de concepts validés et du premier prototype de bouilleur réalisés par l'équipe BioStar.
- Identification et discussion sur les éléments nécessitant une amélioration.
- Constitution de groupes de travail.



Co-conception

Déroulement

1- Réflexion collective



2- Séquence d'échanges entre équipementiers et chercheurs



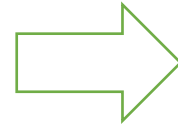
3- Séquences d'échanges entre professionnels et fabrication de l'équipement



Co-conception

modifications par rapport à la version développée par les chercheurs du projet Biostar

Versions finales maçonnées



- Grille en fer rond secouable et raccordée à une tige.
- Cendrier sous forme de tiroir facilitant l'évacuation des cendres.
- Modification des entrées d'air 1 et 2 périphériques.
- Trémies reliée au corps des foyers avec une porte et des charnières.

Deux prototypes ont été fabriqués

Foyer en argile -
Structure acier



- Le coût estimé s'élève à 87 000 F.CFA
- La réalisation du foyer en argile nécessite plus de ressources et de temps.

Foyer en brique-
Structure acier

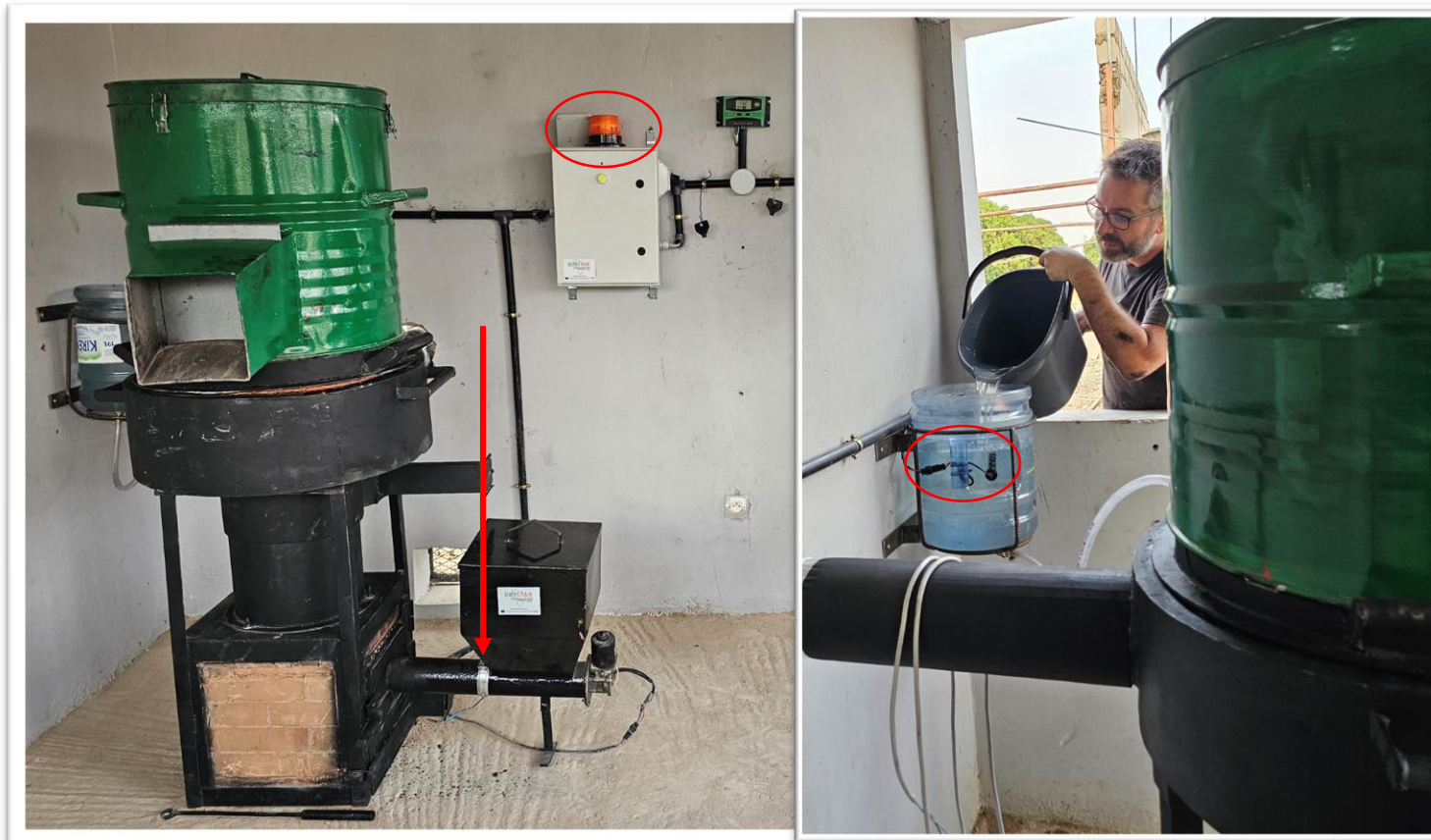


- Le coût estimé s'élève à 81 000 F.CFA
- Plus facile à réaliser et moins coûteux.



Installation Sur le terrain

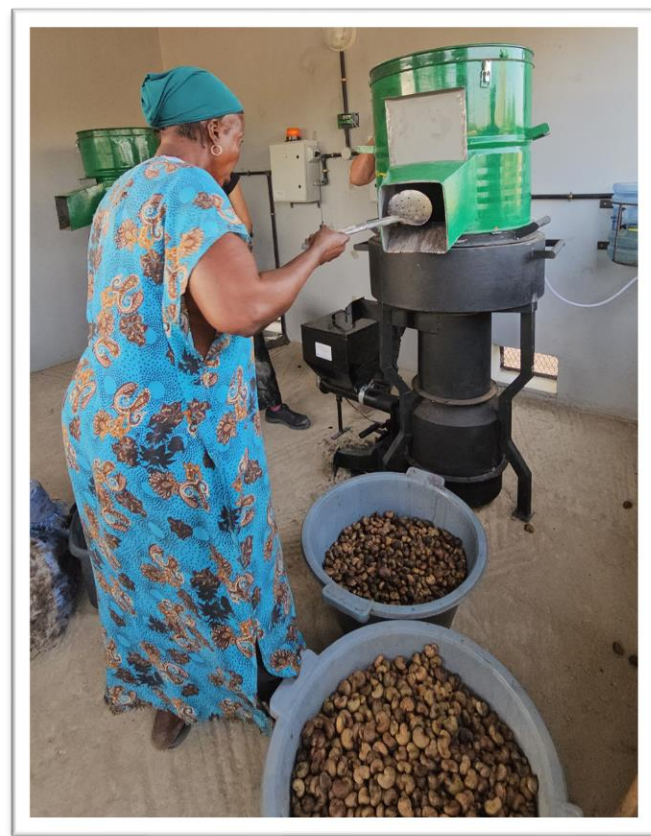
- Capacité : 40kg de noix traités pour 6kg de coques brûlés par bouilleur (contre 10 / 10 avant) en 1h30 (2h30 pour 20kg avant)
- Alimentation de l'armoire électrique via panneau solaire (150 000f CFA)
- **Éléments de sécurité** : T° dans la trémie et niveau d'eau



Installation Sur le terrain

Retours favorables sur l'utilisation et les performances :

- Utilisation autonome durant la saison -> **bonne appropriation**
- Temps d'étuvage et de séchage réduits (de 2h30 à 1h et de 24h à 12h)
- Moins de pénibilité à l'utilisation et la maintenance (fumées et chaleur)
- Plus d'amandes entières -> **meilleure qualité du produit fini**



BLP 2025 Montpellier | Ibrahima Mane & Hélène Dupeux



Manuel d'utilisation



Inauguration mai 2024

Conclusions Sur la démarche

Techniquement :

- Beaucoup d'essais sur plateforme et peu sur site.
- Préoccupations et priorités différentes entre les chercheurs et les utilisateurs.
- Importance à donner aux éléments de sécurité.

Liens avec la PME :

- Acceptabilité humaines et sociales de l'équipement par les utilisateurs.
- Indépendance énergétique et performance mais peu de compétitivité.
- Intérêt social.

Liens avec les équipementiers :

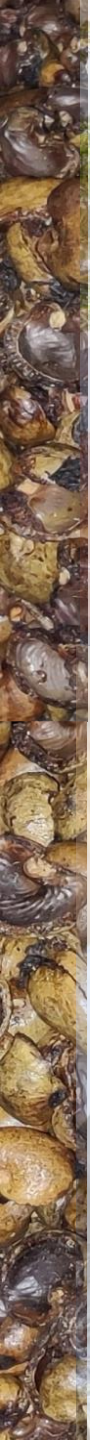
- Formation à une nouvelle filière et de nouvelles compétences (choix des matériaux, fonction...).
- Appropriation des technologies.
- Partages et échanges entre équipementiers.
- Limites des compétences liées à l'électromécanique.



Conclusions Perspectives futures

- **Diffusion des innovations** : Il y a une forte probabilité de diffusion des équipements car un besoin réel existe et les équipements existants sont inefficaces. Certains équipementiers sont prêts à se lancer dans ce marché.
- **Acceptation des équipements**: L'acceptation des équipements par les utilisateurs, notamment leur intégration dans les habitudes de travail, est essentielle pour leur succès.
- **Création de nouvelles PME rurales** : Cette dynamique pourrait favoriser la création de nouvelles PME dans les zones rurales, soutenant ainsi le développement économique local.
- **Financement**: Il faut un mécanisme de financement pour les bénéficiaires (équipementiers, PME, entrepreneurs).





Merci pour votre attention

Vos questions et commentaires sont bienvenus



BLP 2025 Montpellier | Ibrahima Mane & Hélène Dupeux

