

# Pôle agro-entrepreneuriat

## Bâtiments de stockage



Janvier 2023



**Wangari Muta Maathai**, surnommée la femme qui plantait des arbres, née le 1er avril 1940 à Ithhe (colonie du Kenya) et morte le 25 septembre 2011 à Nairobi (Kenya), est une biologiste, professeure d'anatomie en médecine vétérinaire et militante politique et écologiste.

Le 8 octobre 2004, elle reçoit le prix Nobel de la paix pour « sa contribution en faveur du développement durable, de la démocratie et de la paix » à la suite de son engagement contre la déforestation du Kenya. C'est la première femme africaine à recevoir cette distinction.

# La zone du projet

FAWROU  
REMOBE

## Région de Matam (Sénégal)



ENTREPRENEURS  
du Monde

# Caractéristiques de la zone du projet

FAWROU  
REMOBE



## Région de Matam (Sénégal)

- Zone sahélienne très sèche et enclavée
- Températures extrêmes (jusqu'à 49°)
- Revenus moyens très faibles
- Zone de forte prévalence de la malnutrition infantile
- Fort impact du changement climatique
- Dégradation des sols agricoles
- Insécurité alimentaire en hausse constante avec baisse des rendements des cultures vivrières
- **Forte production d'oignons**

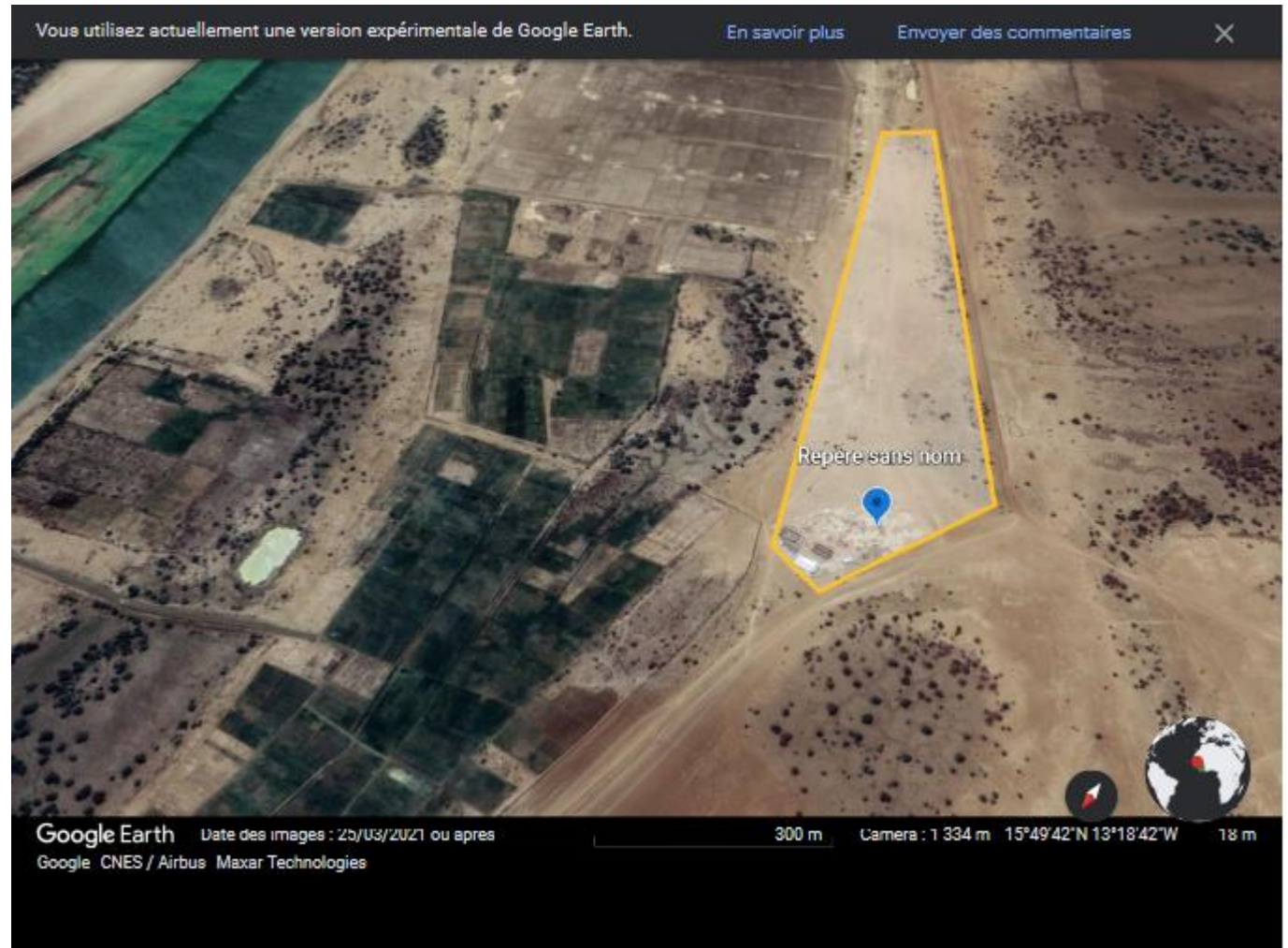
ENTREPRENEURS  
du Monde

**Les cultures de rente – de contre-saison – constituent l'unique solution pour améliorer la sécurité alimentaire (FAO)**

# La zone du projet

FAWROU  
REMOBE

## Le site du projet



ENTREPRENEURS  
du Monde

# Culture de rente : le cas de l'oignon

**FAWROU  
REMOBE**

## **Des besoins importants**

- L'oignon est utilisé à chaque repas (déjeuner + dîner).
- Principale source de vitamine A dans la zone sahélienne
- 450.000 tonnes consommées au Sénégal
- 400.000 tonnes produites – 150.000 tonnes perdues
- Le delta est importé depuis la Hollande (!)
- Un important vide à combler

## **Des obstacles majeurs**

Puisque toute la production arrive à maturité en même temps :

- Accélération de la mise en marché
- Marché inondé et vite saturés
- Effondrement des prix
- Températures élevées et absence de solution de stockage entraînent des pertes énormes (30 à 60%)

**ENTREPRENEURS  
du Monde**

# Le prototype

FAWROU  
REMOBE



- ✓ Deux enveloppes en terre, intérieure et extérieure, séparée par un vide de 40 cm (isolation maximum)
- ✓ Production d'énergie photovoltaïque
- ✓ 4 climatiseurs
- ✓ Toit peint en blanc (albedo et refroidissement radiatif nocturne)

ENTREPRENEURS  
du Monde

# Le 2<sup>e</sup> bâtiment

FAWROU  
REMOBE

**Objectif : résoudre les problèmes rencontrés avec le prototype, se rapprocher des zones de production (logistique) et augmenter la capacité de stockage pour améliorer le modèle économique**

## **Le nouveau cahier des charges :**

- Dimensions : 450 m<sup>2</sup> et volume intérieur de 1200 m<sup>3</sup>
- Température intérieure toujours en dessous de 30°
- Conservation dans le noir complet
- Amélioration du renouvellement d'air
- Capacité d'évacuation de l'humidité
- Plafond en adobes + terre allégée (pour réduire les risques d'incendie)
- Charpente capable de résister à n'importe quelle tempête
- Amélioration des modalités de stockage

ENTREPRENEURS  
du Monde



# Le 2<sup>e</sup> bâtiment

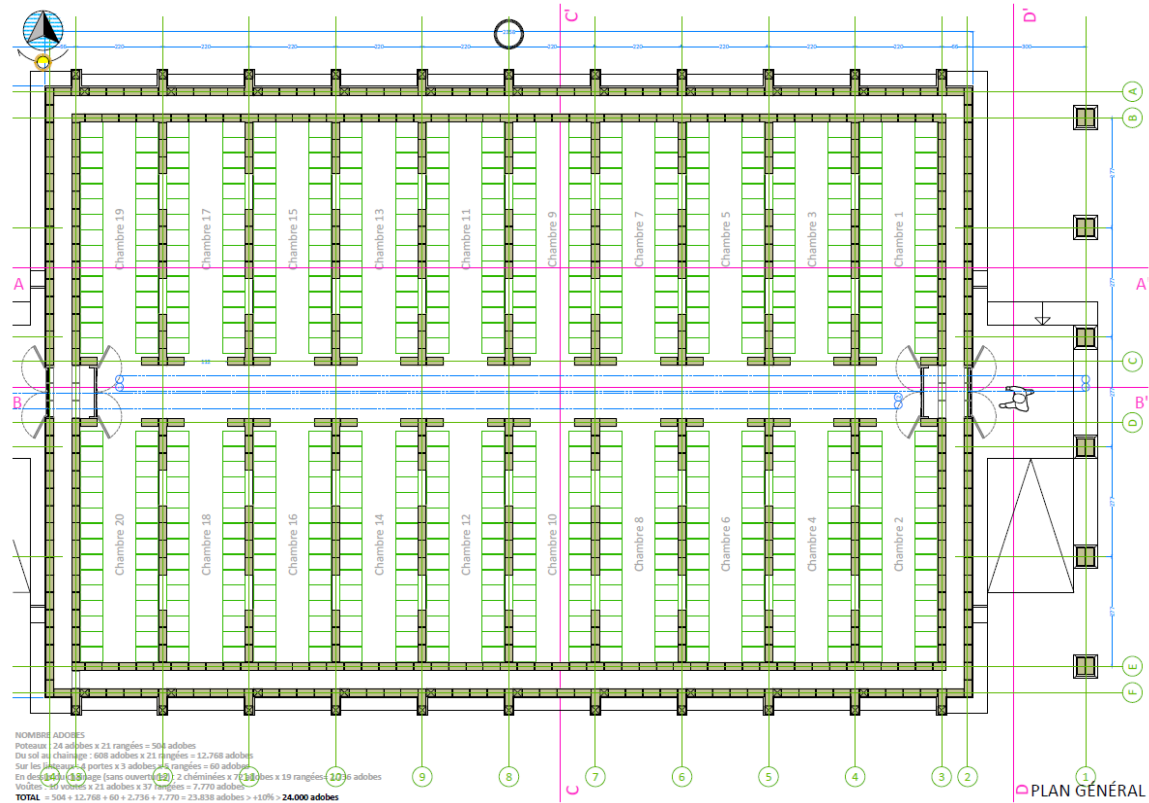
**FAWROU  
REMOBE**



ENTREPRENEURS  
*du Monde*

# Le 2<sup>e</sup> bâtiment : principes architecturaux

FAWROU  
REMOBE

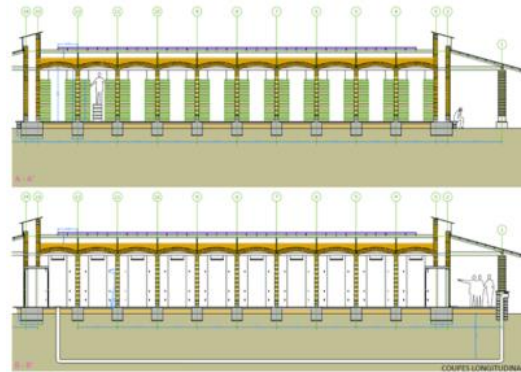


- ✓ Deux enveloppes en terre, intérieure et extérieure, séparée par un vide de 40 cm (isolation maximum)
- ✓ Deux murs cheminées pour ventiler l'espace entre les 2 murs
- ✓ Deux puits provençaux
- ✓ Froid adiabatique par injection d'eau
- ✓ Production d'énergie photovoltaïque
- ✓ Toit et murs peints en blanc (albedo et refroidissement radiatif nocturne)

ENTREPRENEURS  
du Monde

# Le bâtiment : fonctionnement

FAWROU  
REMOBE



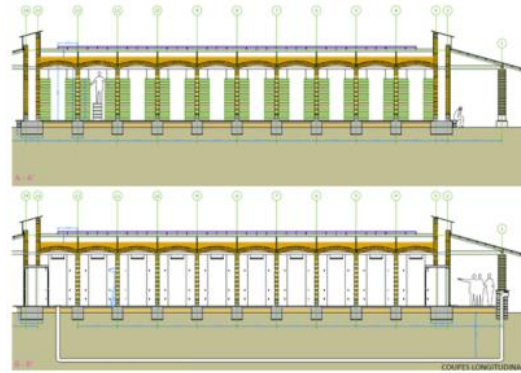
## Un système simple, frugal et efficace

- ✓ Les murs cheminées captent le vent et forcent l'air entre les 2 enveloppes, pour évacuer l'humidité de l'air produite par les oignons et pour empêcher l'accumulation de la chaleur issue du rayonnement solaire
- ✓ Les puits provençaux permettent de pulser de l'air neuf, plus frais (20 à 25°), à l'intérieur du bâtiment
- ✓ De l'eau en petite quantité est injectée par gravité dans les puits pour augmenter la puissance de rafraîchissement (refroidissement adiabatique)
- ✓ De simples ventilateurs complètent le système, pour extraire l'air humide et apporter l'air neuf
- ✓ Le toit blanc évacue le trop plein de chaleur la nuit (refroidissement radiatif)

ENTREPRENEURS  
du Monde

# Les bâtiments : fonctionnement

FAWROU  
REMOBE



## BATIMENT 1 MATAM

### Timeline systèmes sur 24 h

Entrée des oignons - 6 à 8h

Utilisat° clims - 9 à 15h

Extract° d'air - 16 à 17h

Ventilation transversale - minuit à 6h

## BATIMENT 2 WOUDOUROU

### Timeline systèmes sur 24 h

Entrée des oignons - 6 à 8h

Extract° d'air 10 à 17h

Puits canadiens - 1 à 5h matin

ENTREPRENEURS  
du Monde

# Modalités de stockage

**FAWROU  
REMOBE**

## **Prototype :**

- ✓ Cagettes industrielles
- ✓ Forte densité
- ✓ Problème de circulation d'air
- ✓ Capacité 50 tonnes



## **2<sup>e</sup> bâtiment :**

- ✓ Supports métalliques
- ✓ Cagettes en bois
- ✓ Fabrication locale
- ✓ Capacité 100 tonnes



**ENTREPRENEURS  
du Monde**

FAWROU  
REMOBE

## 3 campagnes de stockage réussies :

- **Durée** : 2 x 5,5 mois et 1 x 3,5 mois
- **Températures extérieures pendant le**

### **stockage :**

- Max diurne (à 15h) > 48°
- Moyenne diurne > 42°
- Max nocturne (à minuit) > 39°

**Température intérieure moyenne pendant le stockage = 28,6°**

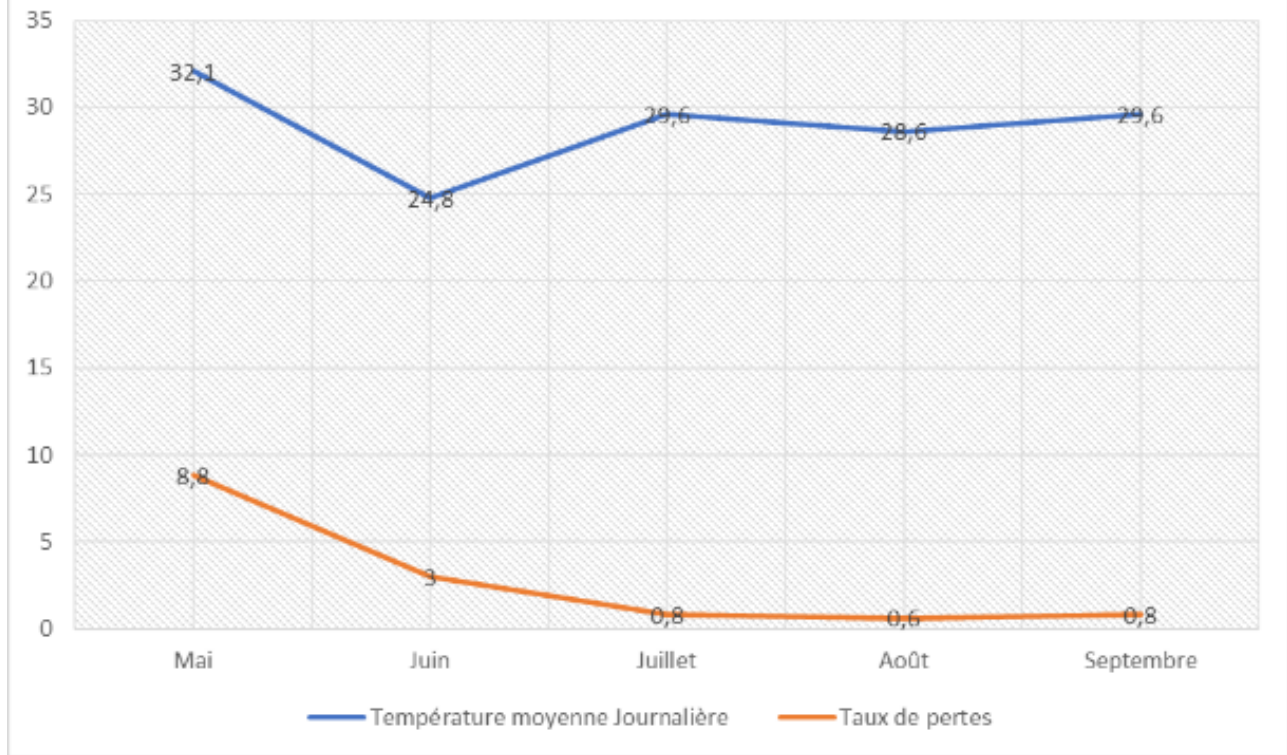
### ▪ **Taux de conservation\*** des produits :

- **1<sup>ère</sup> campagne : 80%**
- **2<sup>e</sup> campagne : 87%**
- **3<sup>e</sup> campagne : 89%**

# Températures et pertes

FAWROU  
REMOBE

Evolution du taux de perte 2021 par rapport à la température



ENTREPRENEURS  
du Monde

# Coûts de construct° et d'équipement

**FAWROU  
REMOBE**

## Le coût d'un bâtiment de 100 t :

- ✓ La construction: 60.000 € pour 440 m<sup>2</sup>  
soit 136 €/m<sup>2</sup>
- ✓ Les supports de stockage (forte densité  
et bonne conservation) : 14.000 € -  
fabrication 100% locale
- ✓ Les panneaux solaires, les batteries et les  
systèmes de ventilation : 16.000 €

**Coût total d'un bâtiment prêt à  
l'emploi : 90.000 € (dont 35% versés en  
salaires aux communautés)**

**Durée de vie d'un bâtiment :  
supérieure à 30 ans**



ENTREPRENEURS  
du Monde



# Impact économique

**FAWROU  
REMOBE**

## Les revenus générés :

### Objectif : transformer des pertes en revenus additionnels

- ✓ Prix de vente max en avril : 240 €
- ✓ Prix de vente de la tonne en septembre (déstockage) : 480 €
- ✓ Revenus générés pour la communauté par 1 grenier : 48.000 € par an
- ✓ Nombre de producteurs par grenier : 200 (2000 personnes avec les familles)
- ✓ Revenu additionnel moyen par producteur : 240 € = 157.000 fcfa
- ✓ Revenu monétaire moyen annuel par producteur : ~ 350.000 cfa

**Une augmentation de 44% des revenus monétaires annuels sans travail additionnel**



ENTREPRENEURS  
du Monde

# Une approche holistique

FAWROU  
REMOBE

## Les 5 piliers :

- ✓ **Social** : projet destiné à améliorer les revenus et la sécurité alimentaire des familles de petits producteurs, hommes et femmes, les plus vulnérables. Inclusion maximale des habitants dans la construction.
- ✓ **Environnemental** : réduction maximum de l'empreinte écologique des bâtiments et promotion, via la formation, des techniques modernes de construction en terre
- ✓ **Economique** : génération de revenus additionnels pour les petits producteurs + modèle économique du stockage
- ✓ **Genre** : possibilité de stockage de petites quantités (à partir de 50 kg) pour inclure toutes les femmes intéressées + crédit stockage pour des revenus monétaires avant et après stockage
- ✓ **Culturel** : réhabilitation et valorisation des savoir-faire liés à la construction en terre (maîtres briquetiers) en voie de disparition

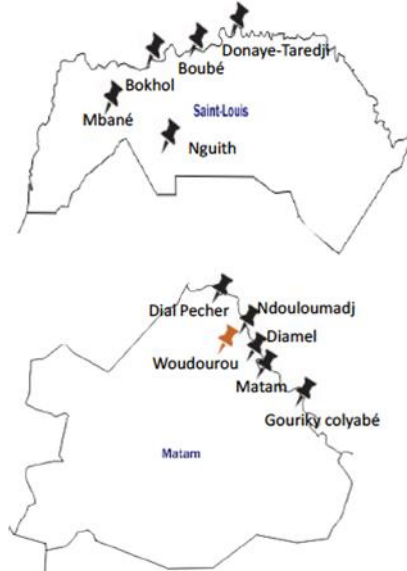
ENTREPRENEURS  
du Monde

# Prochaines étapes

FAWROU  
REMOBE

## Développer la version 3 :

- ✓ La combinaison des systèmes a fonctionné : mais pourquoi ?
- ✓ Nécessité de modéliser le fonctionnement thermique du bâtiment (partenariat avec CRATERre et le CERER de l'UCAD)
- ✓ A partir des résultats, concevoir des bâtiments plus grands (objectif intermédiaire = 300 tonnes) : plus de produits, un coût au m2 réduit. Coût prévisionnel construction = 120 000 €
- ✓ Confirmer les nouveaux emplacements



Région	Sites retenus	Nb greniers prévus / site
Matam	<i>Gouriky Colyabé</i>	2
	<i>Ghanno</i>	2
	<i>Matam</i>	3
	<i>Woudourou</i>	5
	<i>Nguidilone</i>	2
	<i>Dial pecher</i>	2
Saint-Louis	<i>Donaye-Tarédji</i>	2
	<i>Boubé</i>	2
	<i>Bokhol</i>	4
	<i>Mbanne</i>	3
	<i>Nguith</i>	2

ENTREPRENEURS  
du Monde