

1/3 de la nourriture mondiale est gaspillée : les maths peuvent changer ça

Optimisation de la chaîne d'approvisionnement alimentaire et prévision de la demande

Pinel Baudelaire T. DAHOU

Data Scientist & IA | Ingénieur en Travaux Statistiques
tpineldahoui@gmail.com | github.com/Baudelaire12

16 Avril 2026

Série LinkedIn STEM au Quotidien — Jour 23/40

Plan de la présentation

- 1 Mise en contexte
- 2 Concepts clés
- 3 Développement mathématique
- 4 Cas pratique
- 5 Conclusion
- 6 Références

Le paradoxe alimentaire mondial

Chiffre clé

Environ **1,3 milliard de tonnes** de nourriture sont gaspillées chaque année dans le monde soit **un tiers** de la production alimentaire mondiale (FAO, 2011). Simultanément, **733 millions de personnes** souffrent de la faim (FAO, 2023). Ce paradoxe est en grande partie un problème d'optimisation logistique.

- En Afrique subsaharienne, **40 à 50%** des fruits et légumes sont perdus entre la récolte et le consommateur principalement par manque d'infrastructures de stockage et de logistique à froid (FAO, 2019).
- Réduire les pertes alimentaires de **25%** suffirait à nourrir tous les sous-alimentés du monde (IFPRI, 2016).

Question centrale

Comment la recherche opérationnelle et le machine learning permettent-ils de réduire les pertes alimentaires en optimisant chaque maillon de la chaîne d'approvisionnement ?

La chaîne d'approvisionnement alimentaire — Sources de pertes

Maillon	Cause principale	Pertes pays riches	Pertes Afrique
Production	Conditions météo	5–10%	10–15%
Post-récolte	Manutention, chaleur	2–5%	15–30%
Transformation	Process inadapté	2–5%	5–10%
Transport	Délais, rupture froid	1–3%	5–15%
Distribution	Sur-commande	3–8%	3–8%
Consommateur	Sur-achat, DLC	35–40%	5–10%

Levier principal

En Afrique, l'essentiel des pertes est **pré-consommateur** (production, stockage, transport). En Europe/Amérique du Nord, c'est **post-consommateur**. Les solutions algorithmiques doivent donc être différenciées.

Modèle de Holt-Winters (triple lissage exponentiel) :

$$\hat{y}_{t+h} = (L_t + h \cdot T_t) \cdot S_{t+h-m}$$

avec les équations de mise à jour :

$$L_t = \alpha \frac{y_t}{S_{t-m}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

$$S_t = \gamma \frac{y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-m}$$

où L_t = niveau, T_t = tendance, S_t = saisonnalité, m = période saisonnière.

Optimisation des paramètres :

$$(\alpha^*, \beta^*, \gamma^*) = \arg \min \sum_{t=1}^T (y_t - \hat{y}_t)^2$$

Problème de gestion des stocks — EOQ et extensions

Quantité Économique de Commande (Wilson, 1934) :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot K}{h}}$$

où D = demande annuelle, K = coût de commande, h = coût de stockage/unité/an.

Extension pour produits périssables — Modèle EOQ avec dépréciation :

$$Q_{\text{péris.}}^* = \sqrt{\frac{2DK}{h + \theta \cdot c}}$$

où θ = taux de détérioration et c = coût du produit.

Problème de newsvendor (commande optimale sous incertitude) :

$$Q^* = F^{-1} \left(\frac{p - c}{p - s} \right)$$

où p = prix de vente, c = coût d'achat, s = valeur résiduelle (solde), F = CDF de la demande.

Cas pratique : réduction du gaspillage en grande distribution

Walmart — Système de prévision ML

Walmart (1ère chaîne mondiale) utilise un système de prévision basé sur **XGBoost + séries temporelles** sur 500+ variables (météo, événements locaux, promotions, historique) pour chacun de ses **100 000 produits** dans chaque magasin. Résultat : réduction des ruptures de stock de **16%** et du gaspillage alimentaire de **20%** (Walmart Annual Report, 2022).

Application africaine — ONASA Bénin :

- L'ONASA gère les stocks de céréales de l'État béninois : sorgho, mil, maïs, riz
- Un modèle de prévision de la demande alimentaire couplé aux données NDVI satellite permettrait d'anticiper les volumes à stocker 3–4 mois à l'avance
- Des solutions de **stockage communautaire hermétique** (sacs PICS, silos métalliques) combinées à des algorithmes de rotation de stock réduiraient les pertes post-récolte de **40 à 80%** (FAO, 2019)

Synthèse

La réduction du gaspillage alimentaire est fondamentalement un problème d'optimisation mathématique : prévision précise de la demande, gestion optimale des stocks périssables, routage efficace des surplus vers les banques alimentaires. Ces outils existent et sont accessibles — la volonté politique et les données manquent souvent davantage que les algorithmes.

Perspectives béninoises :

- Application mobile de gestion des stocks pour les commerçantes des marchés de Cotonou
- Plateforme de redistribution des surplus agricoles (type Too Good To Go africain)
- Modèles de prévision des prix aux marchés (Dantokpa, Glazoué) pour mieux orienter les flux
- Partenariat pour la mise en données du système alimentaire béninois

« Gaspiller de la nourriture, c'est gaspiller des ressources, de l'eau, de la terre et du travail humain. Les algorithmes peuvent mettre fin à ce scandale. »

Adapté de la Déclaration de Rome sur les pertes alimentaires, FAO, 2011

Références bibliographiques

-  FAO. (2011). *Global food losses and food waste : Extent, causes and prevention*. Food and Agriculture Organization.
-  FAO, IFAD, UNICEF, WFP, & WHO. (2023). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2023*. FAO.
-  FAO. (2019). *The State of Food and Agriculture : Moving Forward on Food Loss and Waste Reduction*. FAO.
-  Winters, P. R. (1960). Forecasting sales by exponentially weighted moving averages. *Management Science*, 6(3), 324–342.
-  Arrow, K. J., Harris, T., & Marschak, J. (1951). Optimal inventory policy. *Econometrica*, 19(3), 250–272.
-  Office National d'Appui à la Sécurité Alimentaire. (2021). *Rapport annuel sur les pertes post-récolte au Bénin*. ONASA, République du Bénin.

Merci pour votre attention

Pinel Baudelaire T. DAHOUI

Data Scientist & IA | Ingénieur en Travaux Statistiques

`tpineldahoui@gmail.com | github.com/Baudelaire12`

LinkedIn : @Pinel Baudelaire DAHOUI

Série STEM au Quotidien — 40 jours