

# Optimisation de la localisation d'un entrepôt central au Maroc

Cas d'étude : Varun Beverage Morocco

Projet réalisé par les étudiants de l'École Centrale Casablanca

**Joé ARABA • Mohammed Adam KHALI • Ali EL BAHA • Abdelhak OUANZOUGUI**



# Plan de la présentation

- 1 Contexte et Objectif
- 2 Données d'entrée
- 3 Modélisation et Méthodologie
- 4 Résultats et Visualisation
- 5 Conclusion et Perspectives

# Contexte du projet

- Varun Beverage Morocco distribue des snacks sur tout le territoire marocain.
- Sources d'approvisionnement :
  - **Port de Casablanca** : importations (50%)
  - **Usine de Bouskoura** : production locale (50%)
- Objectif :

Déterminer la position optimale d'un **entrepôt central** minimisant le coût logistique total annuel.

# Problématique logistique

## Défis principaux et utilité des méthodes d'aide à la décision :

- Accroissement d'activité / manque de place
- Réduction des coûts logistiques
- Modification de la politique de distribution

## Rôle des méthodes d'aide à la décision

Ces méthodes permettent de :

- Identifier la localisation optimale pour minimiser les coûts totaux
- Pondérer les besoins des clients selon leur demande
- Prendre en compte les contraintes géographiques et logistiques

# Sources et clients

- 2 sources principales : Port Casa et Usine Bouskoura
- 19 villes clientes : Casablanca, Fès, Tanger, Marrakech, etc.
- Chaque ville est caractérisée par :
  - Coordonnées GPS ( $x_i, y_i$ )
  - Demande annuelle  $d_i$
  - Coefficient de pondération  $\omega_i = \frac{d_i}{\sum_j d_j}$

Ville	Latitude	Longitude	Demande (caisses)	$\omega_i$
Casablanca	33.59	-7.62	1,009,088	0.17
Tanger	35.77	-5.80	685,738	0.12
Marrakech	31.63	-8.00	445,743	0.07
Agadir	30.42	-9.60	642,049	0.11
Fès	34.03	-5.00	263,801	0.04
...	...	...	...	...

# Paramètres logistiques

- Coût de transport :  $C_{km} = 7 \text{ Dhs}/\text{km}$
- Ratio import/local : 50% / 50%
- Coût fixe navette : 1,500 Dhs
- Pondération de la demande  $\omega_i = \frac{d_i}{\sum_j d_j}$

# Formulation mathématique du problème

## Objectif d'optimisation

$$\min_{(x,y)} C_{\text{total}}(x, y) = C_{\text{in}}(x, y) + C_{\text{out}}(x, y)$$

### Coût d'approvisionnement

$$C_{\text{in}}(x, y)$$

Depuis les sources (Port, Usine)

### Coût de distribution

$$C_{\text{out}}(x, y)$$

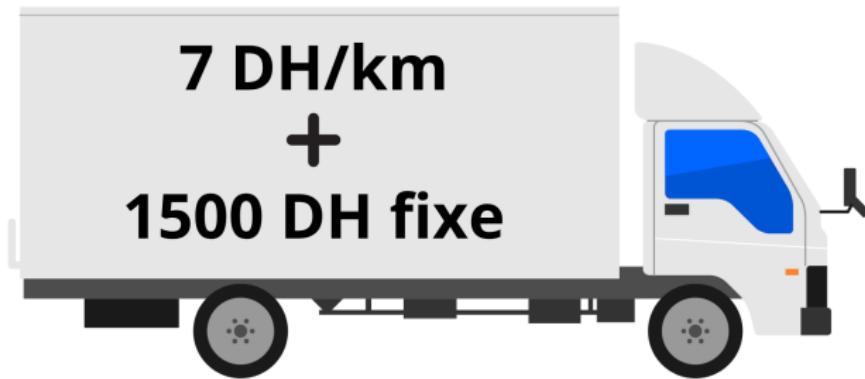
Vers les clients

## Formulation détaillée

$$C_{\text{in}}(x, y) = \sum_{s \in \text{Sources}} (\text{Dist}((x, y), (x_s, y_s)) \cdot C_{km} + C_{\text{fixe}})$$

$$C_{\text{out}}(x, y) = \sum_{i \in \text{Clients}} \omega_i \cdot (\text{Dist}((x, y), (x_i, y_i)) \cdot C_{km} + C_{\text{fixe}})$$

# Formulation mathématique du problème



# Méthodologie de localisation optimale

## Étape 1 — Centre de gravité pondéré

$$(x_g, y_g) = \frac{\sum_i \omega_i(x_i, y_i)}{\sum_i \omega_i}$$

Sert de point de départ à l'optimisation.

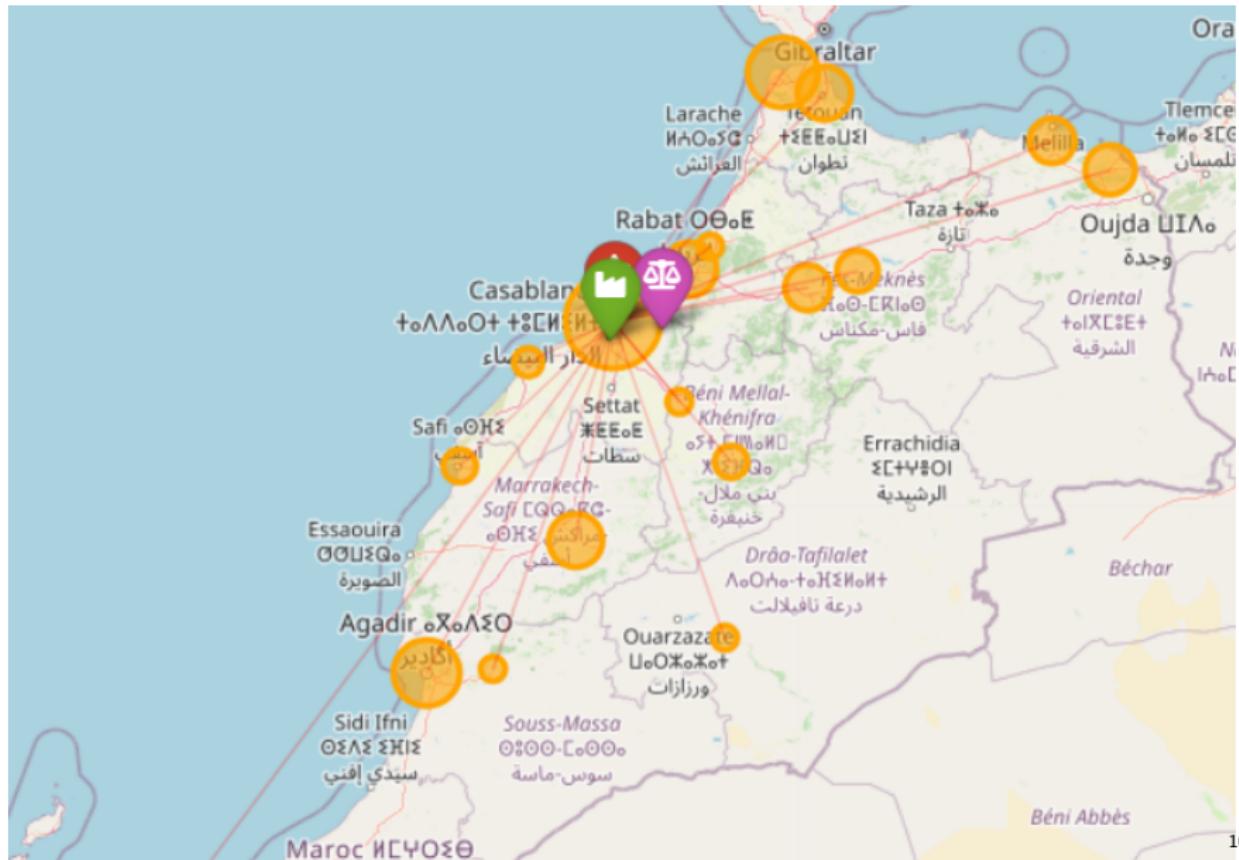
## Étape 2 — Optimisation par la méthode de Weber

Recherche du point  $(x^*, y^*)$  minimisant :

$$C_{\text{total}}(x, y) = C_{\text{in}}(x, y) + C_{\text{out}}(x, y)$$

en utilisant la descente de gradient L-BFGS-B.

# Méthodologie de localisation optimale



# Méthodologie de localisation optimale

To view all credentials visit [Credentials in APIs & Services](#)

⚠ Remember to configure the OAuth consent screen with information about your application. [Configure consent screen](#)

## API Keys

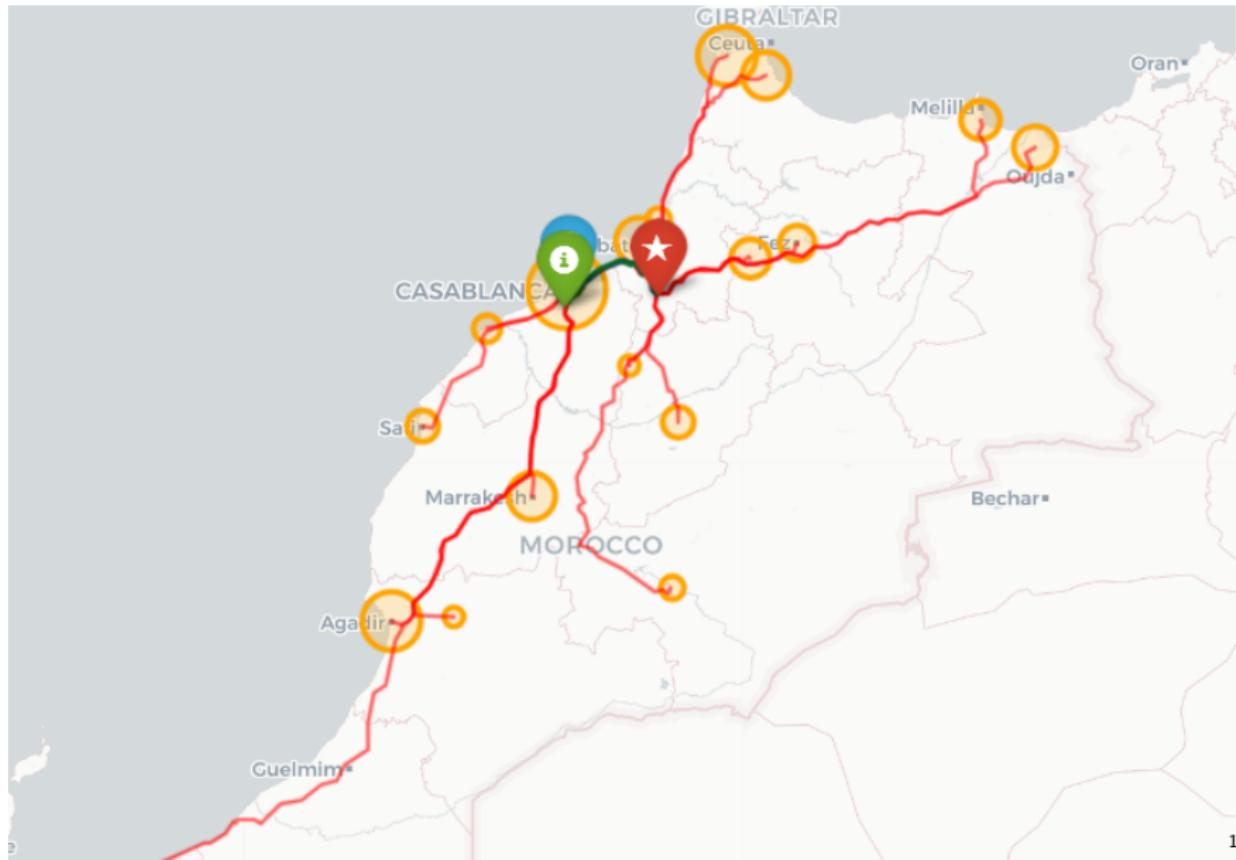
Name	Creation date	Restrictions	Actions
<a href="#">API key 2</a>	Jun 18, 2025	4 APIs <a href="#">...</a>	<a href="#">Show key</a> <a href="#">⋮</a>

API restrictions  
Directions API  
Maps JavaScript API  
Routes API  
Route Optimization API

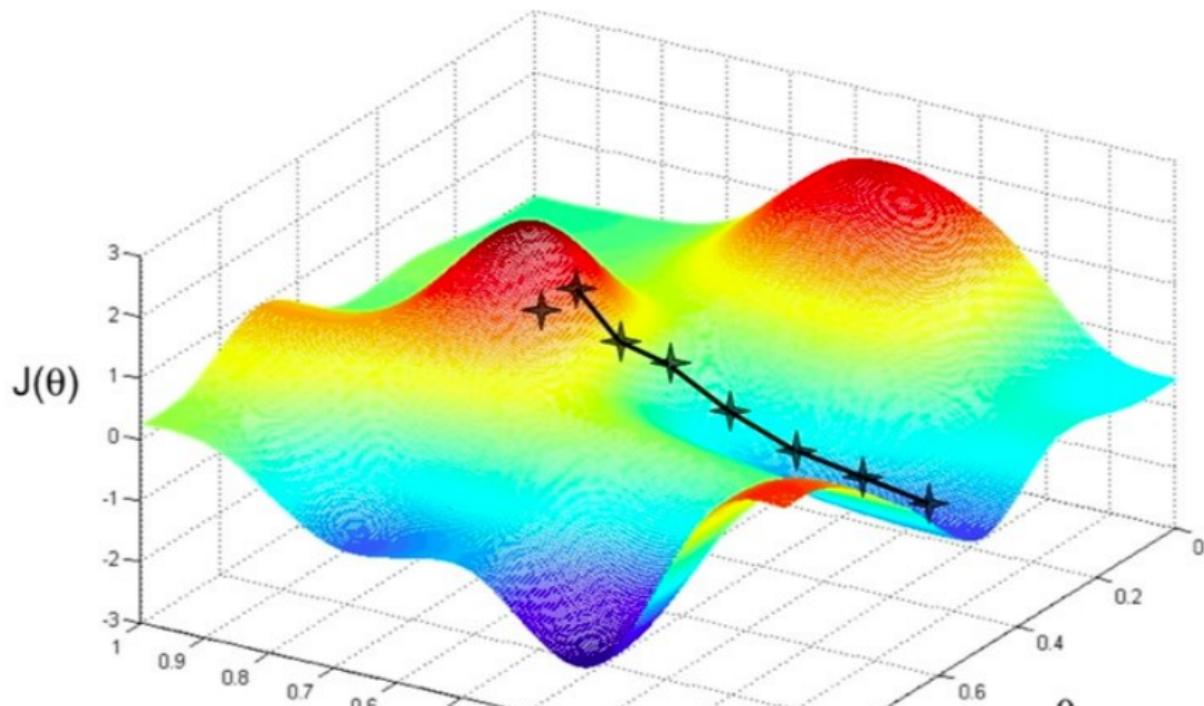
## OAuth 2.0 Client IDs

Name	Creation date	Type	Client ID	Actions
No OAuth clients to display				

# Méthodologie de localisation optimale



# Gradient Descent



# Méthodologie de localisation optimale



# Étapes de l'algorithme implémenté en Python

- ➊ Charger les coordonnées GPS et les demandes (locations, demand\_data)
- ➋ Calculer les pondérations  $\omega_i$  selon la demande
- ➌ Déterminer le centre de gravité initial
- ➍ Définir la fonction de coût total  $f(x, y)$
- ➎ Minimiser  $f(x, y)$  sous contraintes géographiques :  
 $(27^\circ < x < 36^\circ, -13.5^\circ < y < -1^\circ)$
- ➏ Générer la carte statique ou interactive (Folium)

*Les distances sont récupérées via l'API Google Maps et les coûts incluent une composante fixe et variable.*

## Résultats de l'optimisation

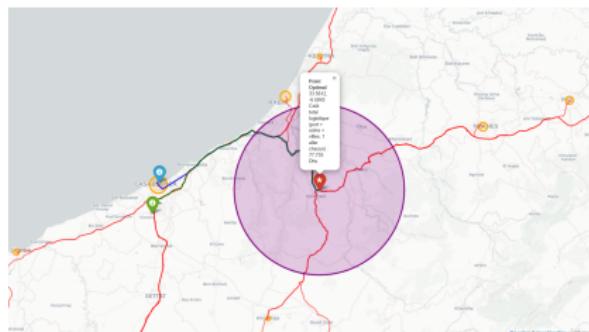
## Localisation optimale : Rommani (Khémisset)

Latitude : 33.5612° N

Longitude : -6.5843° W

**Coût total minimal estimé : 77,735**

Dhs/Un aller



# Carte de la solution optimale



Visualisation via Folium (distances pondérées par la demande)

# Synthèse et perspectives

- Localisation optimale = réduction des coûts logistiques
- Méthodologie applicable à d'autres réseaux de distribution
- Perspectives : intégrer contraintes supplémentaires (stockage, délais, capacités)

**Merci pour votre attention !**

