

# 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

- 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.

## 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 :  $C_{km} = 7 \text{ Dhs/km}$
- 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

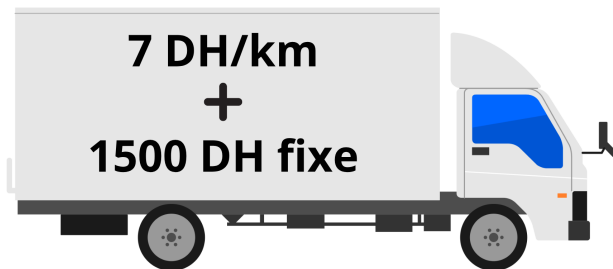
$$C_{\text{out}}(x,y)$$

Vers les clients

## Formulation détaillée

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

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



## 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.

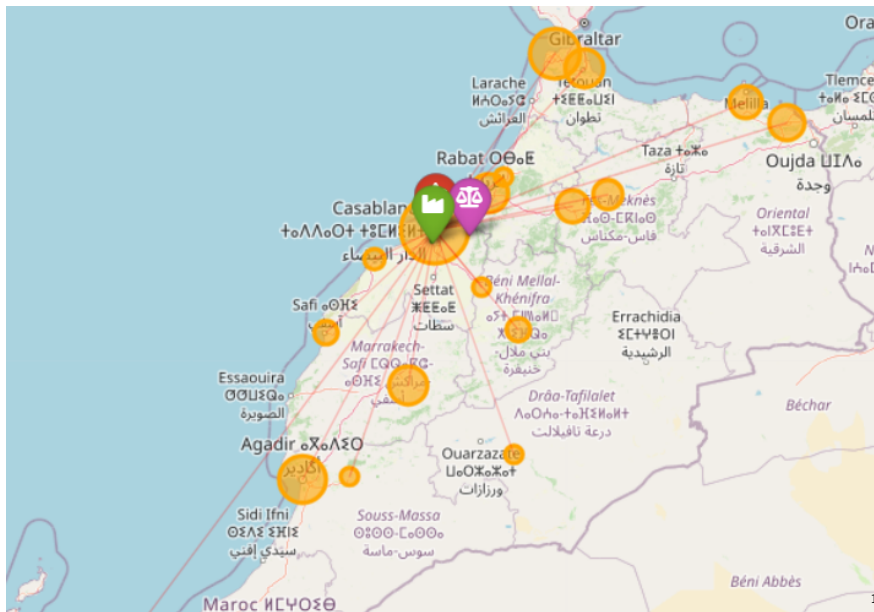
## Étape 2 — Optimisation par la méthode de Weber

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="#">Show key</a> 

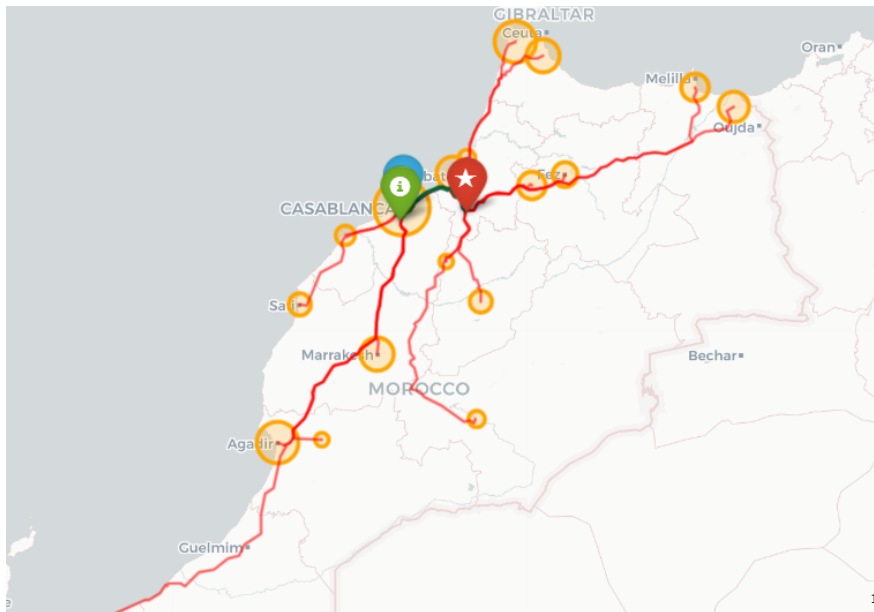
API restrictions

- Directions API
- Maps JavaScript API
- Routes API
- Route Optimization API

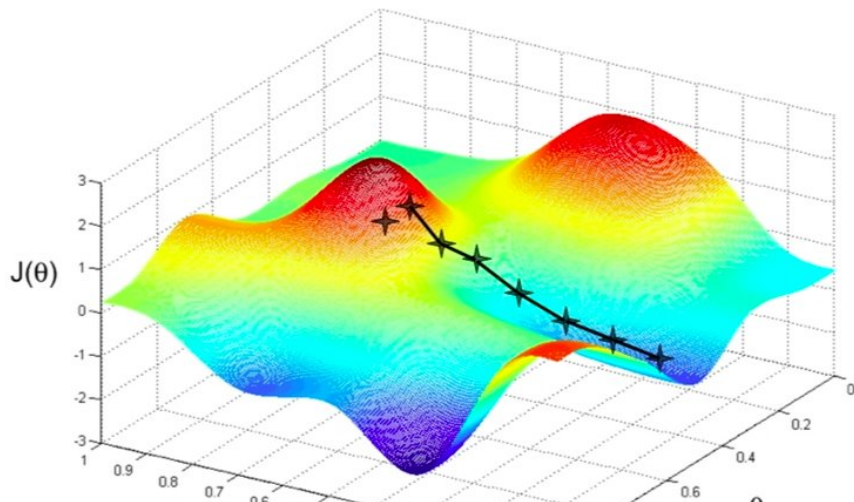
### OAuth 2.0 Client IDs

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

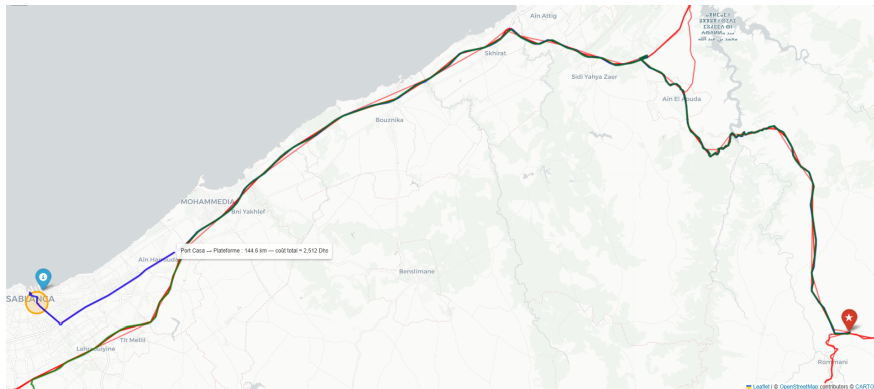
# Méthodologie de localisation optimale



# 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

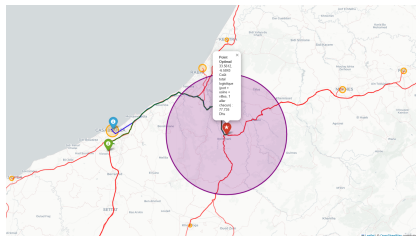
**Localisation optimale : Rommani (Khémisset)**

Latitude :  $33.5612^{\circ}$  N

Longitude :  $-6.5843^{\circ}$  W

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

Dhs/Un aller



# Carte de la solution optimale



Visualisation via Folium (distances pondérées par la demande)

- 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 !**

