

Rapport Technique Détailé : Carte d'Accessibilité de l'Île Maurice (Geo Maurice)

Équipe RSE

29 janvier 2026

Table des matières

1	Introduction	2
2	Architecture Technique	2
3	Modélisation Algorithmique de l'Accessibilité	2
3.1	Quadrillage (Grille)	2
3.2	Propagation : Algorithme de Dijkstra	2
3.3	Estimation de la Traversabilité (Friction)	2
3.3.1	1. Vol d'Oiseau (Friction Constante)	2
3.3.2	2. Estimation par Densité de Population (Mode Hybride)	3
3.3.3	3. Estimation par Réseau Routier (OSM)	3
4	Calcul du Score et Visualisation	3
4.1	Fonctions de Décroissance	4
4.2	Agrégation Multi-Critères	4
5	Profils et Paramétrage	4
5.1	Structure d'un Profil	4
5.2	Paramètres Utilisateur	5
6	Conclusion	5

1 Introduction

Ce rapport détaille le fonctionnement technique, algorithmique et fonctionnel de l'application **Geo Maurice**. Cette application Web interactive permet de visualiser l'accessibilité aux services essentiels (santé, éducation, commerces, etc.) sur l'ensemble de l'île Maurice. Elle se distingue par une approche "orientée temps de trajet" plutôt que simple distance géodésique, en modélisant les contraintes de déplacement (densité de population, réseau routier).

2 Architecture Technique

L'application repose sur une architecture moderne séparant le pré-traitement des données et la visualisation interactive.

- **Frontend** : React.js (Vite), Leaflet pour la cartographie, et Web Workers (implicites via l'asynchronicité) pour les calculs lourds.
- **Données** : Scripts Python pour l'extraction et le traitement des données OpenStreetMap (OSM) et WorldPop.
- **Format de Données** : GeoJSON pour les points d'intérêt et Grilles raster (JSON/FloatArray) pour la population et la friction.

3 Modélisation Algorithmique de l'Accessibilité

L'innovation principale réside dans le calcul dynamique de l'"Isochrone" ou de la zone d'influence via un algorithme de propagation de coût.

3.1 Quadrillage (Grille)

L'espace géographique de l'île est discrétisé en une grille régulière.

- **Résolution** : Environ 0.002 degrés (≈ 200 mètres).
- **Dimensions** : La grille couvre l'étendue [Lon 57.2 - 63.6, Lat -20.6 - -19.4], incluant Rodrigues.

3.2 Propagation : Algorithme de Dijkstra

Pour calculer le temps ou la difficulté d'accès, nous utilisons l'algorithme de Dijkstra multi-sources. Chaque point d'intérêt (POI) d'une catégorie donnée (ex : Hôpital) initialise la distance à 0. L'algorithme propage ensuite cette valeur aux cellules voisines en ajoutant un **coût de déplacement**.

Soit $d(u)$ le coût accumulé à la cellule u . Pour un voisin v :

$$d(v) = \min(d(v), d(u) + \text{Dist}(u, v) \times \text{Friction}(v))$$

Où $\text{Dist}(u, v)$ est la distance euclidienne réelle (en mètres) et $\text{Friction}(v)$ est un coefficient ≥ 1.0 représentant la difficulté de traversée.

3.3 Estimation de la Traversabilité (Friction)

La friction modélise la vitesse de déplacement. Une friction de 1.0 correspond à un déplacement idéal (vol d'oiseau ou autoroute parfaite). Une friction élevée correspond à un terrain difficile ou une absence de routes.

L'utilisateur peut choisir entre trois modes d'estimation de la traversabilité :

3.3.1 1. Vol d'Oiseau (Friction Constante)

C'est le mode le plus simple.

$$\text{Friction} = 1.0$$

La distance calculée est purement géométrique. Utile pour une estimation brute sans contraintes.

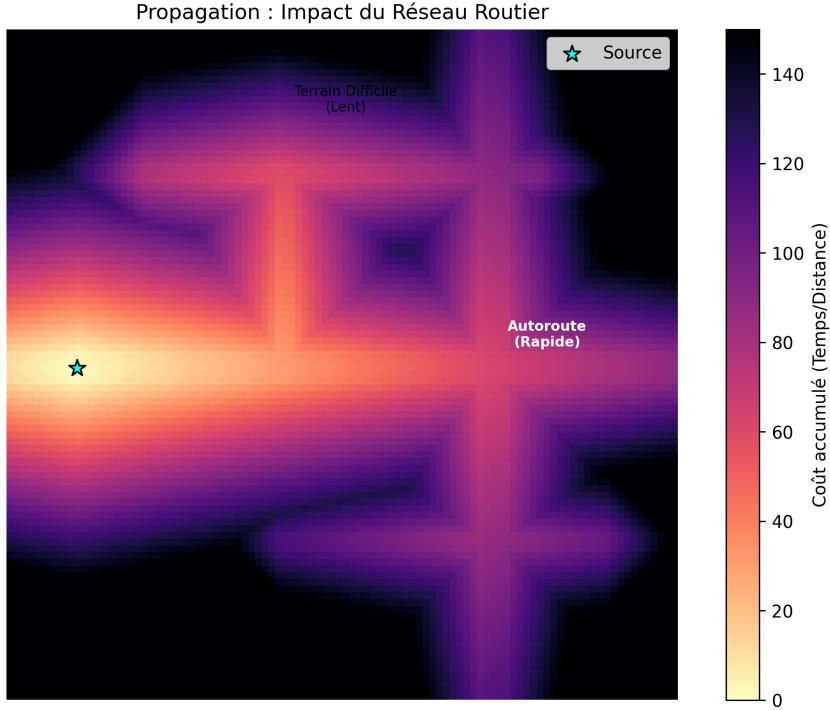


FIGURE 1 – Propagation via réseau routier. Le "Road Factor" crée des corridors de déplacement rapide (zones sombres), tandis que les zones hors-route (fonds clairs) sont coûteuses à traverser.

3.3.2 2. Estimation par Densité de Population (Mode Hybride)

En l'absence de données routières précises sur toute la surface, nous utilisons la densité de population comme proxy de l'infrastructure. L'hypothèse est que les zones densément peuplées disposent de meilleures routes.

$$\text{Friction} = 1.0 + (\text{Tortuosité}_{max} - 1.0) \times (1 - \text{RatioPop})$$

- RatioPop = $\min(1, \frac{\sqrt{\text{Densité}}}{5})$: Normalise la densité.
- Dans les villes (RatioPop ≈ 1), Friction $\rightarrow 1.0$.
- En zone rurale vide (RatioPop ≈ 0), Friction $\rightarrow \text{Tortuosité}_{max}$ (paramètre définissant la pénalité maximale).

3.3.3 3. Estimation par Réseau Routier (OSM)

Ce mode utilise une grille de friction pré-calculée à partir des types de routes OpenStreetMap.

$$\text{Friction} = 1.0 + (\text{Val}_{OSM} - 1.0) \times \frac{(\text{Facteur} - 1.0)}{4.0}$$

Les valeurs de base Val_{OSM} sont :

- Autoroute : 1.0
- Route Principale : 1.5
- Route Secondaire : 2.5
- Piste / Pas de route : 5.0

Le paramètre de "Tortuosité" ou "Facteur" permet à l'utilisateur d'accentuer ou de diminuer l'impact de ces différences (par exemple, pour simuler un véhicule tout-terrain vs une voiture de ville).

4 Calcul du Score et Visualisation

Une fois la carte des distances $D(x, y)$ calculée, elle est transformée en un **Score d'Accessibilité** normalisé entre 0 et 1.

4.1 Fonctions de Décroissance

L'utilisateur peut choisir la forme de la diminution du score avec la distance (paramètre Portée R) :

1. **Linéaire** : Décroissance constante.

$$S(d) = \max(0, 1 - \frac{d}{R})$$

2. **Exponentielle** : Décroissance rapide mais portée infinie théorique.

$$S(d) = e^{-d/R}$$

3. **Constante** (Binaire) : Zone de couverture stricte.

$$S(d) = \begin{cases} 1 & \text{si } d < R \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

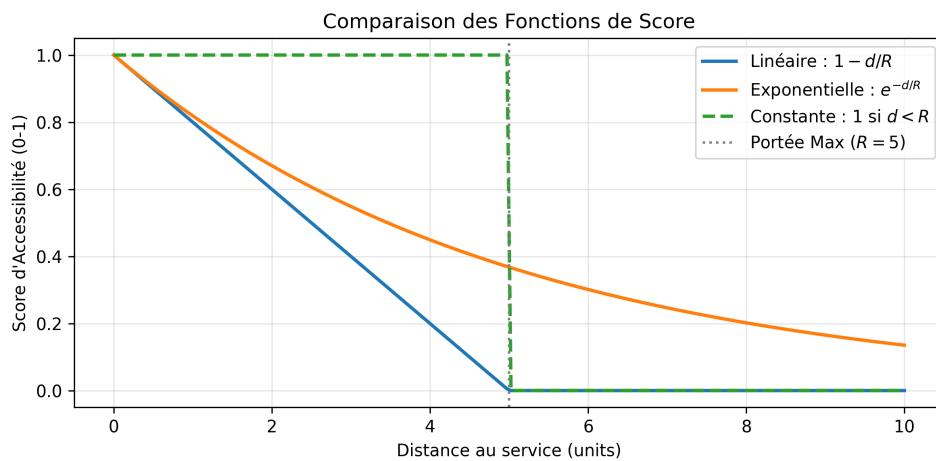


FIGURE 2 – Comparaison des fonctions de décroissance du score.

4.2 Agrégation Multi-Critères

Le score final en un point est la somme pondérée des scores de chaque catégorie active :

$$\text{ScoreFinal}(x, y) = \sum_{c \in \text{Catégories}} w_c \times S_c(D_c(x, y))$$

Où w_c est le poids (weight) défini dans le profil utilisateur.

5 Profils et Paramétrage

L'application est conçue pour être adaptative via un système de profils.

5.1 Structure d'un Profil

Un profil est un fichier JSON définissant les priorités d'un type d'utilisateur. Exemple pour une "Famille" :

```
{
  "id": "family",
  "heatmapSettings": {
    "roadFactor": 2.0,           // Pénalité moyenne pour les trajets
    "densityInfluence": 1.0
  }
}
```

```

},
"amenities": {
    "school": { "weight": 10, "visible": true }, // Écoles prioritaires
    "hospital": { "weight": 15, "visible": true } // Hôpital crucial
}
}

```

5.2 Paramètres Utilisateur

L'interface permet d'ajuster en temps réel :

- **Portée Max (R)** : Définit l'échelle de l'analyse (ex : 5km pour la marche, 20km pour la voiture).
- **Tortuosité (F_{max})** : Simule la difficulté du terrain. Augmenter ce facteur réduit l'accessibilité des zones rurales.
- **Filtres de Routes** : Possibilité d'exclure les autoroutes ou les pistes locales du calcul.

6 Conclusion

Geo Maurice offre une analyse fine de l'accessibilité territoriale. En combinant des algorithmes de graphes (Dijkstra) appliqués à des grilles raster et des données démographiques, elle permet de dépasser la simple "distance à vol d'oiseau" pour proposer une métrique d'accessibilité fonctionnelle et réaliste.