

# Qualité de l'air en Europe : Un pipeline ETL intelligent

Analyse automatisée de la pollution atmosphérique dans les grandes villes européennes via Google Cloud Platform



# Pourquoi la qualité de l'air est cruciale



## Un enjeu vital

- **Santé Publique** : 400 000 décès prématurés par an en Europe
- **Polluants critiques** : Impact direct des PM2.5 et du NO<sub>2</sub> sur le cœur et les poumons
- **Coût financier** : Plus de 20 milliards d'euros de dépenses de santé chaque année
- **Pression Légale** : Normes européennes strictes et risques de sanctions pour les villes



# Des impacts multidimensionnels



## Santé publique

Maladies respiratoires,  
cardiovasculaires et cancers  
liés à l'exposition prolongée aux  
polluants atmosphériques



## Politiques environnementales

Zones à faibles émissions,  
restrictions de circulation et  
investissements dans les  
transports verts



## Citoyens & entreprises

Décisions quotidiennes, activités sportives, immobilier et stratégies de  
développement durable



## OBJECTIFS

# Notre mission : rendre la data accessible

01

## Collecte automatique

Récupération quotidienne de données fiables sur la pollution atmosphérique via API publique

02

## Centralisation & historisation

Stockage sécurisé avec traçabilité complète pour analyses temporelles et tendances

03

## Visualisation interactive

Dashboard accessible permettant comparaisons géographiques et évolutions temporelles

04

## Solution scalable

Architecture cloud extensible à d'autres régions et indicateurs environnementaux

# API Open-Meteo : notre source de données

## Pourquoi Open-Meteo Air Quality ?

### Données gratuites et ouvertes

Accès illimité sans restriction, idéal pour un projet à fort volume

### Couverture européenne complète

Toutes les villes avec plus de 100k habitants et avec données géolocalisées précises

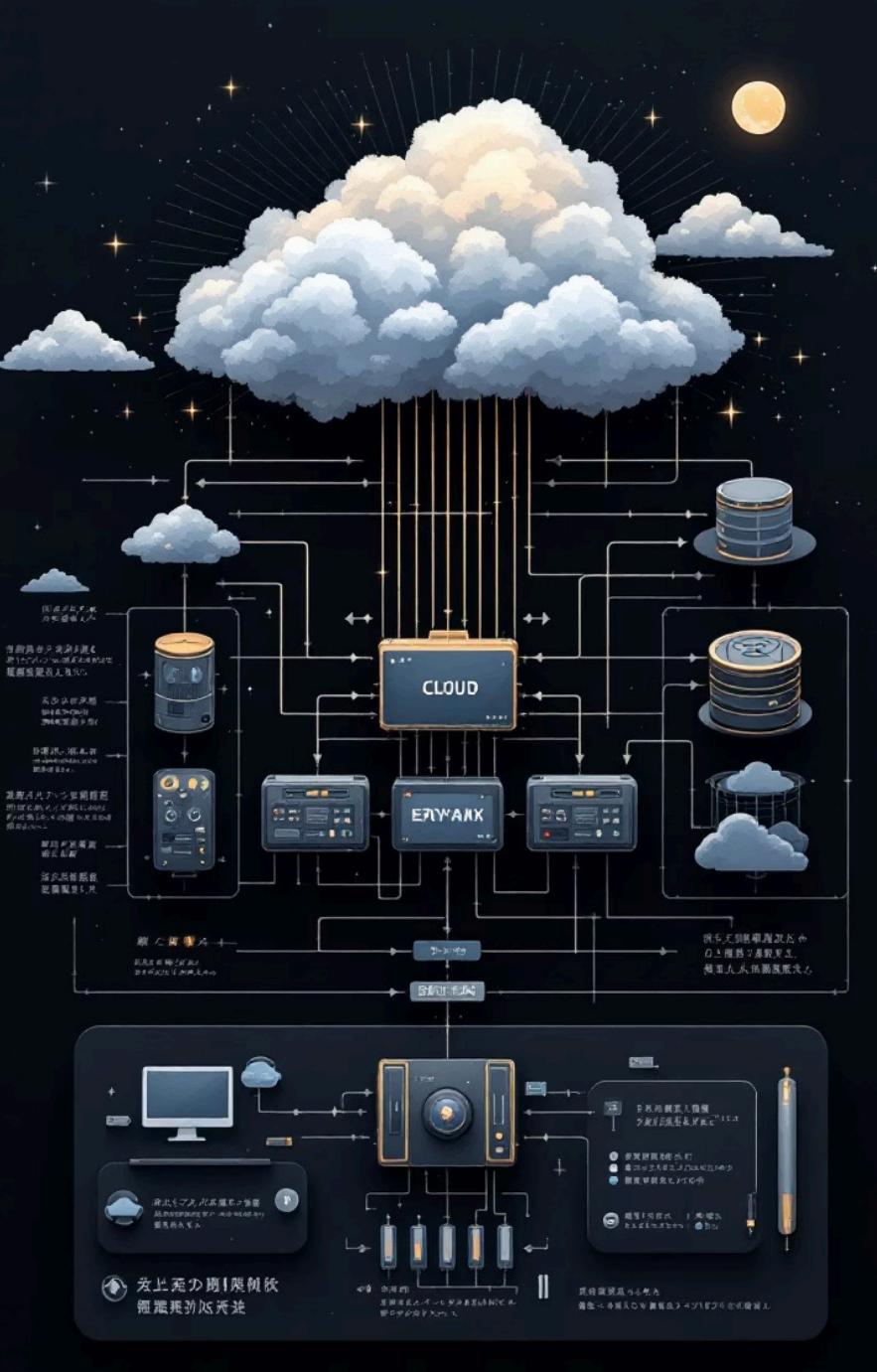
### Précision horaire

Mesures actualisées chaque heure : PM10, PM2.5, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, et indice AQI



### Données enrichies

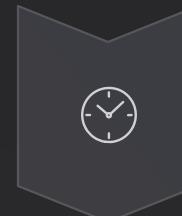
Informations géographiques incluant population, latitude, longitude et fuseau horaire pour chaque ville



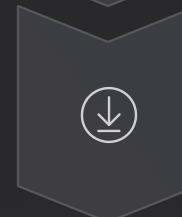
Cloud ARCHITECTURE

# Pipeline ETL sur Google Cloud Platform

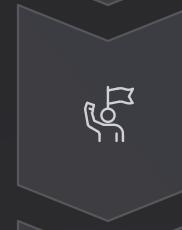
Cloud Scheduler



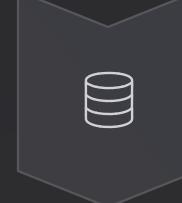
Extract Function



Transform/Load Function



BigQuery



# Choix techniques

## Cloud Storage

- Séparation RAW / PROD pour traçabilité
- Historisation complète des données sources
- Audit et conformité garantis

## Cloud Functions

- Architecture serverless sans gestion infrastructure
- Scalabilité automatique selon charge
- Coût optimisé (paiement à l'usage)

## BigQuery

- Analytics à grande échelle performante
- Requêtes SQL standard
- Intégration native avec Looker Studio

# Fiabilité et historisation des données

## Historique jour par jour

Chaque exécution crée un fichier horodaté permettant l'analyse de tendances sur plusieurs mois ou années

## Table de suivi des runs

Métadonnées complètes : statut d'exécution, nombre d'enregistrements, horodatages et logs d'erreurs

## Relance automatique

Système de retry en cas d'échec temporaire de l'API ou du réseau



# Dashboard Looker Studio

## Cartes géographiques

Visualisation instantanée de la pollution sur carte d'Europe avec codes couleurs selon niveaux AQI

## Évolutions temporelles

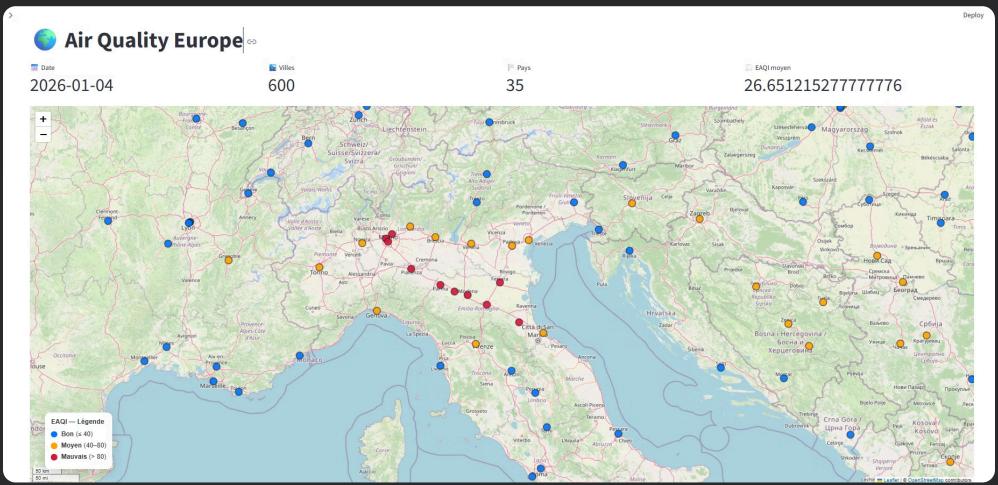
Graphiques de tendances pour suivre l'amélioration ou dégradation de la qualité de l'air

## Comparaisons entre villes

Benchmarks multicritères permettant d'identifier les villes les plus et moins polluées



# Data viz



# Valeur métier et perspectives commerciales

## Cas d'usage concrets

- **Collectivités**

Suivi d'impact des politiques publiques et zones à faibles émissions

- **Citoyens**

Choix résidentiel et planification d'activités sportives extérieures

- **Entreprises B2B**

Smart cities, assureurs, urbanistes, professionnels de santé

## Modèles de monétisation

1

### Abonnement dashboard

Accès premium avec alertes personnalisées

2

### API gratuite

Intégration dans applications tierces

3

### Rapports sur mesure

Analyses sectorielles et études d'impact

