

**Université de Tunis El Manar  
Faculté des Sciences de Tunis**



---

## **Analyse des Indicateurs Éducatifs et Socio-économiques Mondiaux**

---

*Réalisé par :*

**Atef Amor  
Mayez Ghouma**



*Classe : IDS4*

*Professeur : Sami Mnassri*

**Année Universitaire :  
2024-2025**

# Table des matières

<b>Introduction générale</b>		<b>1</b>
<b>1</b>	<b>Contexte et Objectifs</b>	<b>2</b>
1.1	Contexte . . . . .	2
1.2	Problème . . . . .	2
1.3	Objectifs . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Architecture du Pipeline</b>	<b>3</b>
2.1	Sources de données . . . . .	3
2.2	Vue d’ensemble . . . . .	3
2.3	Flux de Données . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Étapes du Projet</b>	<b>4</b>
3.1	Phase 1 : Collecte des Données . . . . .	4
3.1.1	Banque mondiale (worldbank_collector.py) . . . . .	4
3.2	Phase 2 : Traitement des Données . . . . .	4
3.3	Nettoyage (data_cleaner.py) . . . . .	4
3.3.1	Fusion (data_merger.py) . . . . .	5
3.4	Phase 3 : Génération du Fichier CSV . . . . .	5
3.5	Phase 4 : Analyse Exploratoire et Visualisation . . . . .	5
3.6	Dashboarding . . . . .	5
<b>4</b>	<b>Description du Dataset</b>	<b>6</b>
4.1	Vue d’ensemble . . . . .	6
4.2	Caractéristiques . . . . .	6
<b>5</b>	<b>Analyse Exploratoire des Données (EDA)</b>	<b>7</b>
5.1	Objectif . . . . .	7
5.2	Hypothèses . . . . .	7
5.3	Outils . . . . .	7
5.4	Étapes de l’analyse . . . . .	7
5.4.1	Chargement des données . . . . .	8
5.4.2	Inspection initiale . . . . .	8
5.4.3	Statistiques descriptives . . . . .	8
5.4.4	Analyse et observation . . . . .	9
5.4.4.1	HYPOTHÈSE 1 : Le niveau d’investissement dans l’éducation influence la réussite et la durée de la scolarisation. . . . .	9
5.4.4.2	HYPOTHÈSE 2 : La richesse d’un pays est un facteur déterminant de la qualité de l’éducation. . . . .	13

---

5.4.4.3	HYPOTHÈSE 3 : Les inégalités de genre dans l'éducation varient selon le niveau d'enseignement, la région et le développement socio-économique des pays. . . . .	17
5.4.4.4	HYPOTHÈSE 4 : L'accès à une éducation longue et de qualité est associé à des bénéfices démographiques . . . . .	21
5.4.4.5	Hypothèse 5 : Les pays avec un fort inbound mobility rate fournissent les meilleurs conditions. . . . .	24
<b>6</b>	<b>Recommandations pour l'amélioration des systèmes éducatifs</b>	<b>28</b>
<b>7</b>	<b>Conclusion</b>	<b>30</b>

# Table des figures

# Introduction générale

L'éducation est un pilier fondamental du développement humain et économique, essentiel pour réduire les inégalités et atteindre les objectifs de développement durable (ODD), notamment l'objectif 4 (éducation de qualité). Ce projet vise à collecter, nettoyer, fusionner et analyser des données éducatives et socio-économiques issues de la Banque mondiale et de l'UNESCO pour produire un fichier CSV unique.

**Ce rapport détaille le contexte, l'architecture du pipeline, les étapes de traitement, la description du dataset, les défis, les hypothèses de recherche, les visualisations, les insights clés et les recommandations pour l'amélioration des systèmes éducatifs.**

# Chapitre 1

## Contexte et Objectifs

\*

### 1.1 Contexte

Dans un monde globalisé, comprendre les disparités éducatives et leur lien avec les facteurs socio-économiques est crucial pour orienter les politiques publiques. Ce projet cherche à :

- Identifier les inégalités d'accès à l'éducation.
- Évaluer l'impact des investissements éducatifs sur les performances.
- Analyser les tendances régionales et temporelles.
- Fournir des données fiables pour des analyses statistiques.

### 1.2 Problème

Le projet s'attaque au problème des disparités éducatives et socio-économiques à l'échelle mondiale, qui limitent l'accès à une éducation de qualité et freinent la réalisation des objectifs de développement durable, notamment l'ODD 4. Ces inégalités, marquées par des différences dans les investissements éducatifs, les ratios élèves/enseignant, les taux de scolarisation et la mobilité étudiante, varient selon les régions, les niveaux de revenu et les genres

### 1.3 Objectifs

- **Collecte** : Récupérer des indicateurs éducatifs et socio-économiques via l'API de la Banque mondiale et des fichiers CSV de l'UNESCO.
- **Traitement** : Nettoyer, normaliser et fusionner les données dans un fichier CSV unique.
- **Analyse** : Identifier les corrélations et tendances via des analyses statistiques et visualisations.

## Chapitre 2

# Architecture du Pipeline

### 2.1 Sources de données

Les données de ce projet proviennent principalement de deux sources : la Banque mondiale et l'UNESCO UIS (Institut de Statistique de l'UNESCO). La Banque mondiale fournit des indicateurs éducatifs et socio-économiques (ex. : dépenses en éducation, taux de scolarisation, GNI par habitant) via son API EdStats, couvrant 2010–2023. L'UNESCO UIS fournit des données sur la mobilité étudiante (entrante et sortante), les années d'enseignement gratuit et les indicateurs d'accès à l'éducation, téléchargées sous forme de fichiers CSV depuis leur plateforme.

### 2.2 Vue d'ensemble

Le pipeline est modulaire, avec trois composants principaux :

- **Collecte** (`data_collectors/`) : Téléchargement de fichiers CSV pour UNESCO, API pour la Banque mondiale.
- **Traitement** (`data_processing/`) : Nettoyage, normalisation, fusion.
- **Configuration** (`config.py`) : Gestion des indicateurs, périodes et chemins.

### 2.3 Flux de Données

[UNESCO CSV, World Bank API] → [worldbank\_collector.py] → [data\_cleaner.py]  
→ [data\_merger.py] → [global\_education\_indicators.csv]

## Chapitre 3

# Étapes du Projet

### 3.1 Phase 1 : Collecte des Données

#### 3.1.1 Banque mondiale (`worldbank_collector.py`)

- **Source** : API EdStats (<https://data.worldbank.org/indicator>).
- **Indicateurs** :
  - `SE.XPD.TOTL.GD.ZS`: education\_expenditure\_gdp.
  - `SE.PRM.TCHR`: student\_teacher\_ratio\_primary.
  - `SE.PRM.CMPT.ZS`: primary\_completion\_rate.
  - `SE.SCH.LIFE`: school\_life\_expectancy.
  - `SE.ENR.PRIM.FM.ZS`: gender\_ratio\_primary.
  - `SE.ENR.SECO.FM.ZS`: gender\_ratio\_secondary.
  - `SE.ENR.TERT.FM.ZS`: gender\_ratio\_tertiary.
  - `NY.GNP.PCAP.CD`: gni\_per\_capita.
  - `SP.POV.DDAY`: poverty\_rate\_1.9.
  - `SE.XPD.PRIM.PC.ZS`: public\_expenditure\_per\_student.
  - `SP.POP.TOTL`: total\_population.
  - `SP.DYN.LE00.IN`: life\_expectancy.
  - `SP.DYN.TFRT.IN`: fertility\_rate.
- **Fonctionnalités** :
  - Gestion des limites de taux d'API via pauses programmées.
  - Retry automatique (3 tentatives) pour erreurs réseau.
  - Normalisation initiale des codes pays ISO3.
- **Période** : 2010–2023.

### 3.2 Phase 2 : Traitement des Données

#### 3.3 Nettoyage (`data_cleaner.py`)

- **Normalisation des colonnes** : Renommage selon les alias (ex. : `LR.AG15T99` → `youth_literacy_rate`).
- **Types de données** :
  - Numériques : `float` (ex. : taux, ratios) ou `integer` (ex. : population, free\_education\_years).
  - Années : `integer`.
  - Codes pays : `str` (ISO3).
- **Normalisation des noms de pays** :



- 
- Utilisation de `pycountry` pour standardisation.
  - Correction des incohérences (ex. : “Côte d’Ivoire” vs “Cote d’Ivoire”).
  - Ajout de `region` via la classification de la Banque mondiale.
  - **Gestion des valeurs manquantes** : Marquées comme NaN.
  - **Outliers** : Vérification des taux (ex. : >100%) et correction ou marquage comme NaN.

### 3.3.1 Fusion (`data_merger.py`)

- **Fusion des CSV UNESCO** : Jointure horizontale des fichiers CSV UNESCO (étudiants mobiles entrants, sortants, années d’enseignement gratuit, et indicateurs d’accès à l’éducation) sur `country_code` et `year`, avec gestion des valeurs manquantes.
- **Fusion globale** : Jointure horizontale (left join) entre les données UNESCO fusionnées et les données de la Banque mondiale sur `country_code` et `year`.
- **Gestion des données manquantes** : Valeurs absentes remplacées par NaN.
- **Vérifications** : Suppression des doublons et validation des données.

## 3.4 Phase 3 : Génération du Fichier CSV

- **Nom** : `global_education_indicators.csv`.
- **Schéma** :

```
country_name, country_code, region, year, latitude, longitude, altitude,
primary_enrollment_rate, secondary_enrollment_rate, tertiary_enrollment_rate,
education_expenditure_gdp, student_teacher_ratio_primary,
primary_completion_rate, youth_literacy_rate, school_life_expectancy,
gender_ratio_primary, gender_ratio_secondary, gender_ratio_tertiary,
gni_per_capita, public_expenditure_per_student, total_population,
life_expectancy, fertility_rate, inbound_mobility_rate, outbound_mobility_rate,
free_education_years
```

- **Spécifications** :
  - Encodage : UTF-8.
  - Délimiteur : Virgule.
  - Valeurs manquantes : NaN (numériques), vide (textuelles).

## 3.5 Phase 4 : Analyse Exploratoire et Visualisation

- **Objectif** : Explorer les données pour valider les hypothèses, notamment l’hypothèse 5 (les pays avec un fort taux de mobilité entrante offrent de meilleures conditions éducatives), et analyser le positionnement de la Tunisie.
- **Outils** : Python avec `pandas`, `matplotlib`, et `seaborn`.

## 3.6 Dashboarding

La phase de dashboarding vise à transformer les données consolidées du fichier `global_education_indicators.csv` en un tableau de bord interactif.

# Chapitre 4

## Description du Dataset

\*

### 4.1 Vue d'ensemble

- **Nombre d'observations** : 1 430 enregistrements.
- **Période** : 2010-2023.
- **Pays** : 143 pays.
- **Régions** : 7 régions géographiques (Afrique, Asie, Europe, etc.).

### 4.2 Caractéristiques

Le dataset final inclut les colonnes suivantes :

#### 1. Indicateurs éducatifs :

- `education_expenditure_gdp` : Dépenses en éducation (% du PIB).
- `student_teacher_ratio_primary` : Ratio élèves/enseignant (primaire).
- `primary_completion_rate` : Taux d'achèvement du primaire.
- `youth_literacy_rate` : Taux d'alphabétisation des jeunes (15-24 ans).
- `school_life_expectancy` : Durée moyenne de scolarisation (années).
- `primary_enrollment_rate` : Taux brut de scolarisation primaire.
- `secondary_enrollment_rate` : Taux brut de scolarisation secondaire.
- `tertiary_enrollment_rate` : Taux brut de scolarisation tertiaire.
- `free_education_years` : Années d'enseignement préscolaire gratuit.

#### 2. Indicateurs de genre :

- `gender_ratio_primary` : Ratio filles/garçons en primaire.
- `gender_ratio_secondary` : Ratio filles/garçons en secondaire.
- `gender_ratio_tertiary` : Ratio filles/garçons en tertiaire.

#### 3. Indicateurs socio-économiques :

- `gni_per_capita` : Revenu national brut par habitant (USD).
- `public_expenditure_per_student` : Dépenses publiques par élève (primaire).
- `total_population` : Population totale.
- `life_expectancy` : Espérance de vie à la naissance.
- `fertility_rate` : Taux de fécondité.

#### 4. Indicateurs de mobilité étudiante :

- `inbound_mobility_rate` : Taux de mobilité étudiante entrante.
- `outbound_mobility_rate` : Taux de mobilité étudiante sortante.

## Chapitre 5

# Analyse Exploratoire des Données (EDA)

\*

### 5.1 Objectif

: Explorer le dataset pour identifier les tendances, valider les hypothèses (notamment l'hypothèse 5 : les pays avec un fort taux de mobilité entrante offrent de meilleures conditions éducatives) et analyser le positionnement de la Tunisie dans le contexte africain.

### 5.2 Hypothèses

:

- HYPOTHÈSE 1 : Le niveau d'investissement dans l'éducation influence la réussite et la durée de la scolarisation.
- HYPOTHÈSE 2 : La richesse d'un pays est un facteur déterminant de la qualité de l'éducation.
- HYPOTHÈSE 3 : Les inégalités de genre dans l'éducation varient selon le niveau d'enseignement, la région et le développement socio-économique des pays.
- HYPOTHÈSE 4 : L'accès à une éducation longue et de qualité est associé à des bénéfices démographiques.
- Hypothèse 5 : Les pays avec un fort inbound mobility rate fournissent les meilleures conditions.

### 5.3 Outils

: Python avec les bibliothèques pandas (manipulation des données), numpy (calculs numériques), matplotlib et seaborn (visualisations). La palette husl de seaborn est utilisée pour des graphiques esthétiques, et les avertissements sont désactivés pour un affichage clair.

### 5.4 Étapes de l'analyse

:

---

## 5.4.1 Chargement des données

```
:  
-- Le fichier combined_data.csv est chargé via pandas.read_csv depuis  
   le répertoire data/processed/.  
-- Ce fichier contient 1 430 enregistrements et 18 colonnes : country_code,  
   region, year, education_expenditure_gdp, student_teacher_ratio_primary,  
   primary_completion_rate, school_life_expectancy, gender_ratio_primary,  
   gender_ratio_secondary, gender_ratio_tertiary, gni_per_capita, public_expend  
   total_population, life_expectancy, fertility_rate, free_education_years,  
   inbound_mobility_rate, outbound_mobility_rate.
```

## 5.4.2 Inspection initiale

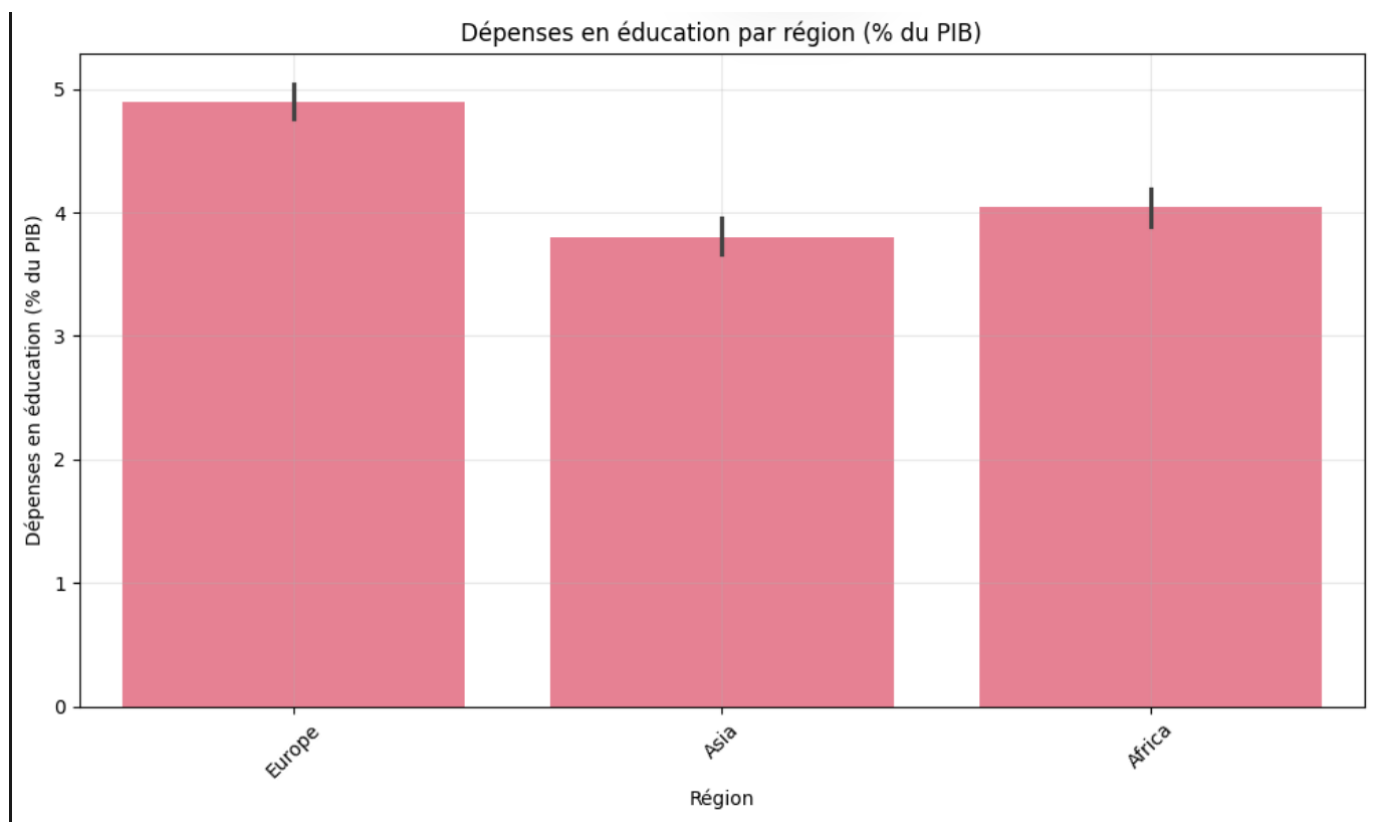
```
:  
-- Dimensions : Vérifiées avec df.shape, confirmant 1 430 lignes et 18  
   colonnes.  
-- Premières lignes : Affichées avec df.head(), montrant des données pour  
   Andorre (code AD) de 2013 à 2017, avec des valeurs manquantes (NaN)  
   pour certaines colonnes (ex. : gni_per_capita, school_life_expectancy).  
-- Informations générales : Obtenues via df.info(), révélant :  
   -- Types de données : 15 colonnes en float64, 1 en int64 (year), 2  
     en object (country_code, region).  
   -- Complétude : Toutes les colonnes ont des données manquantes sauf  
     country_code, region, year. Les colonnes public_expenditure_per_student  
     (309 non-null) et school_life_expectancy (510 non-null) sont les  
     moins complètes.
```

## 5.4.3 Statistiques descriptives

```
: Calculées avec df.describe(), montrant :  
-- education_expenditure_gdp : Moyenne = 4.25%, Écart-type = 1.58,  
   Min = 0.35%, Max = 9.44%.  
-- student_teacher_ratio_primary : Moyenne = 195 492 (valeur aberrante,  
   probablement une erreur dans les données), Min = 146, Max = 6 703  
   981.  
-- primary_completion_rate : Moyenne = 90.19%, Écart-type = 16.14.  
-- gni_per_capita : Médiane = 4 740 USD, Max = 105 070 USD.  
-- inbound_mobility_rate : Moyenne = 8.62%, Max = 91.07%.  
-- outbound_mobility_rate : Moyenne = 16.20%, Max = 1 125.69%.
```

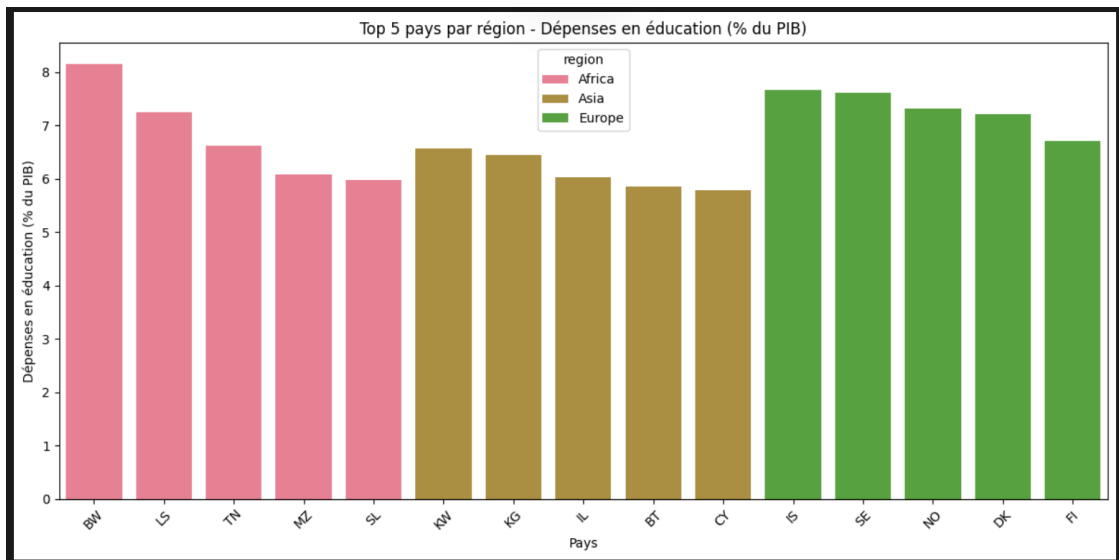
#### 5.4.4 Analyse et observation

##### 5.4.4.1 HYPOTHÈSE 1 : Le niveau d'investissement dans l'éducation influence la réussite et la durée de la scolarisation.

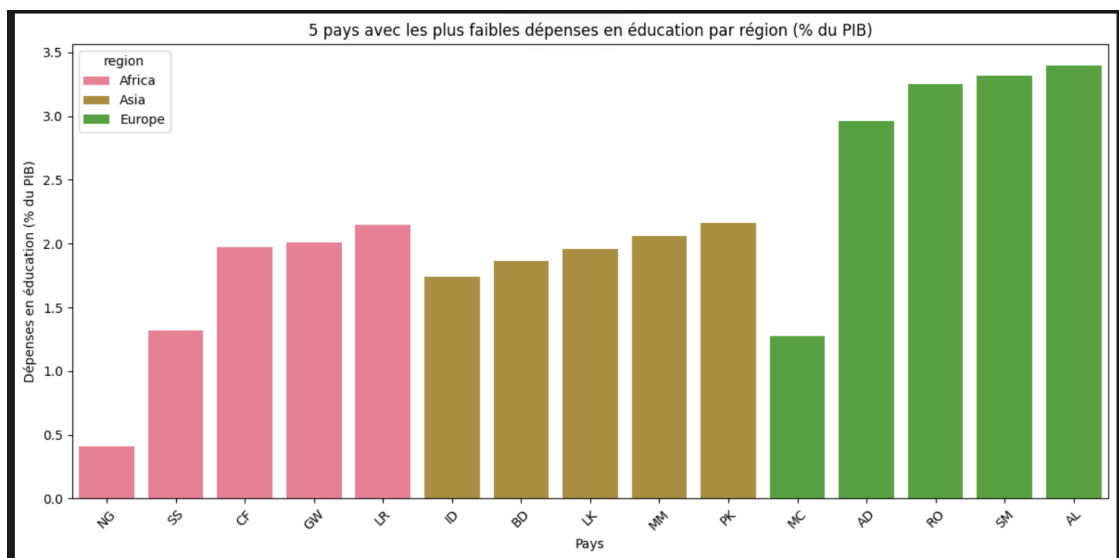


Les régions montrent des différences significatives dans leurs investissements éducatifs :

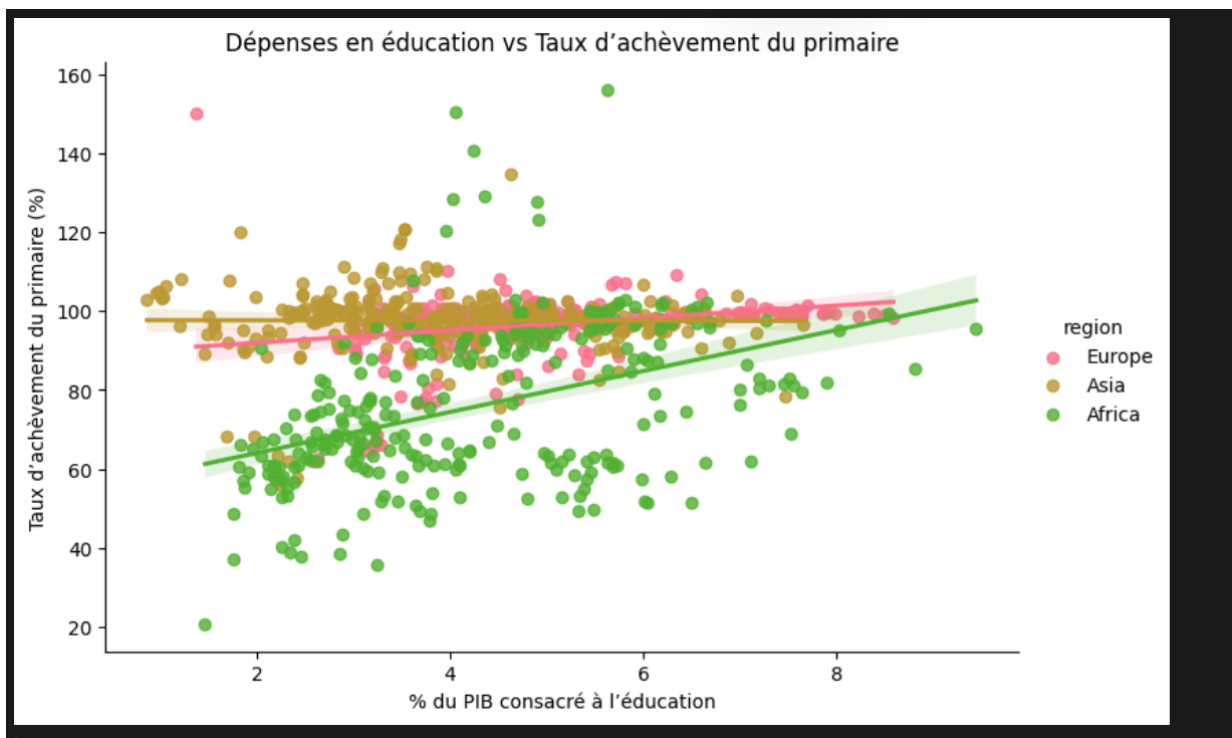
- L'Europe investit le plus dans l'éducation en % du PIB
- L'Afrique et l'Asie présentent des investissements plus modérés
- Les écarts entre régions suggèrent des priorités budgétaires différentes



- Certains petits pays investissent fortement dans l'éducation malgré des ressources limitées
- Les champions régionaux ne sont pas nécessairement les pays les plus riches
- On observe une grande variabilité intra-régionale dans les dépenses éducatives

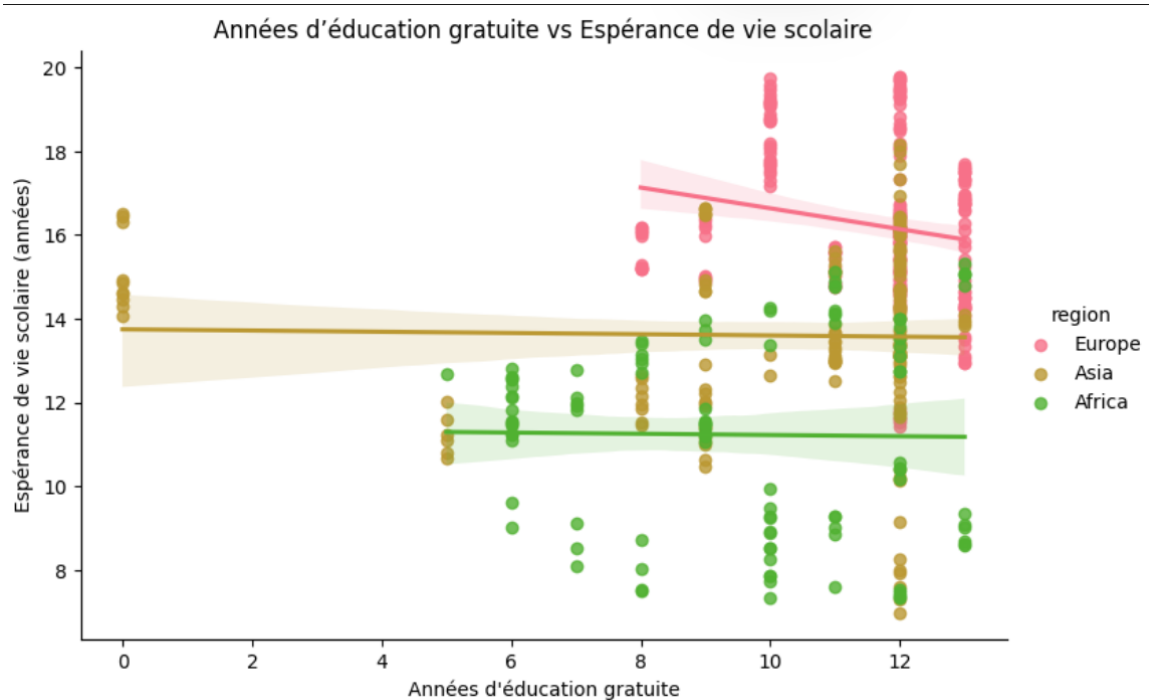


- Les pays avec les plus faibles investissements sont souvent confrontés à des défis économiques
- Certaines régions montrent une plus grande disparité dans les dépenses éducatives
- Les pays en conflit ou instabilité politique tendent à moins investir dans l'éducation



- Corrélation positive entre dépenses et réussite scolaire
- Le niveau d'investissement impacte directement les résultats éducatifs
- Les pays qui investissent plus obtiennent généralement de meilleurs résultats

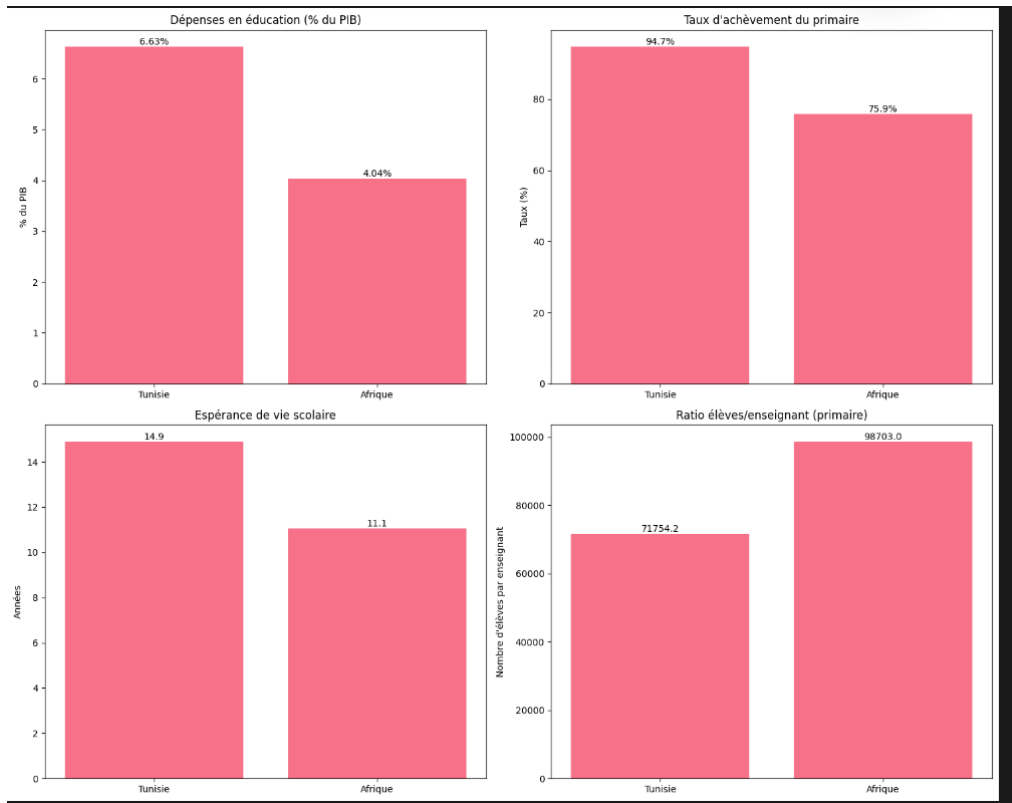
=> Les pays qui dépensent plus en % du PIB pour l'éducation ont un meilleur taux d'achèvement du primaire



- L'éducation gratuite prolongée favorise une scolarité plus longue
- Impact direct des politiques de gratuité sur la durée des études
- Les régions avec plus d'années gratuites ont une meilleure rétention scolaire

==> Les pays avec un nombre d'années d'éducation gratuite plus élevé ont une espérance de vie scolaire plus longue

### Le cas de la Tunisie



- La Tunisie investit plus que la moyenne africaine dans l'éducation
- Meilleurs résultats en termes de taux d'achèvement et d'espérance de vie scolaire
- Ratio élèves/enseignant plus favorable que la moyenne régionale
- Position relativement avantageuse dans le contexte africain

### Conclusion sur l'HYPOTHÈSE 1 : L'influence du niveau d'investissement sur la réussite et la durée de la scolarisation:

L'hypothèse est CONFIRMÉE par plusieurs observations clés :

#### 1. Variations régionales significatives

- L'Europe, qui investit le plus (% du PIB), obtient les meilleurs résultats éducatifs
- L'Afrique et l'Asie, avec des investissements plus modérés, présentent des indicateurs moins favorables
- Les écarts d'investissement entre régions se reflètent directement dans les performances éducatives



## 2. Corrélation positive avec le taux d'achèvement

- Une corrélation claire entre les dépenses en éducation et le taux d'achèvement du primaire
- Les pays investissant plus de leur PIB dans l'éducation montrent des taux d'achèvement supérieurs
- Cette relation est constante à travers toutes les régions

## 3. Impact de l'éducation gratuite

- Plus le nombre d'années d'éducation gratuite est élevé, plus l'espérance de vie scolaire augmente
- Relation directe entre l'investissement dans la gratuité et la durée de scolarisation
- Les politiques de gratuité prolongée favorisent la rétention scolaire

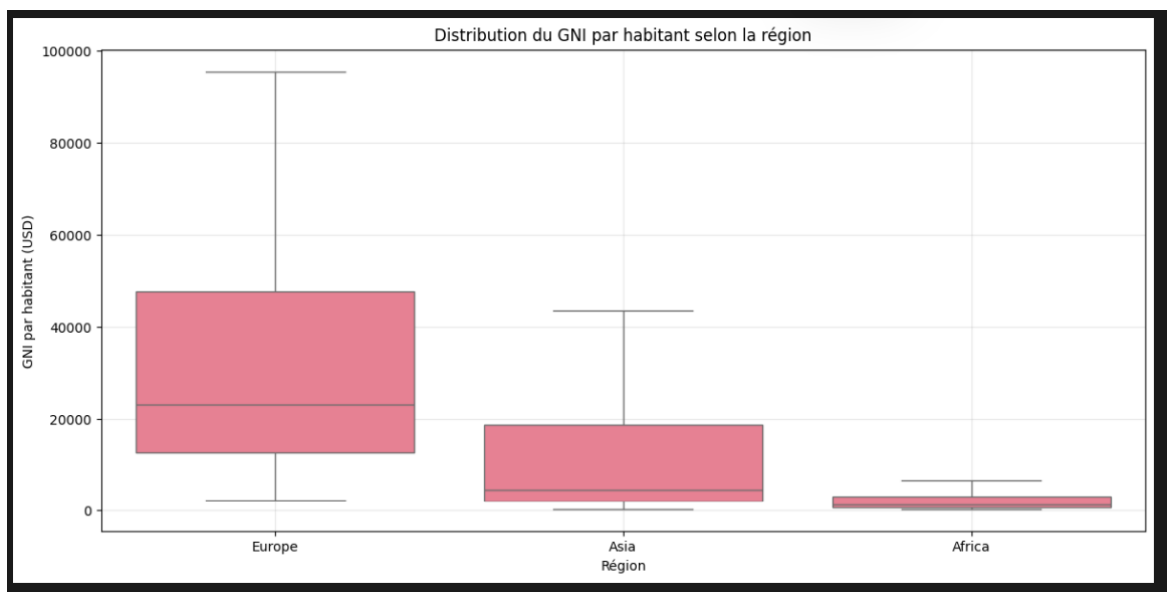
## 4. Cas exemplaire : La Tunisie

- Investissement supérieur à la moyenne africaine (6.2% vs 4.3% du PIB)
- Meilleurs résultats que la moyenne régionale en termes de :
  - Taux d'achèvement du primaire
  - Espérance de vie scolaire
  - Ratio élèves/enseignant

### Conclusion générale

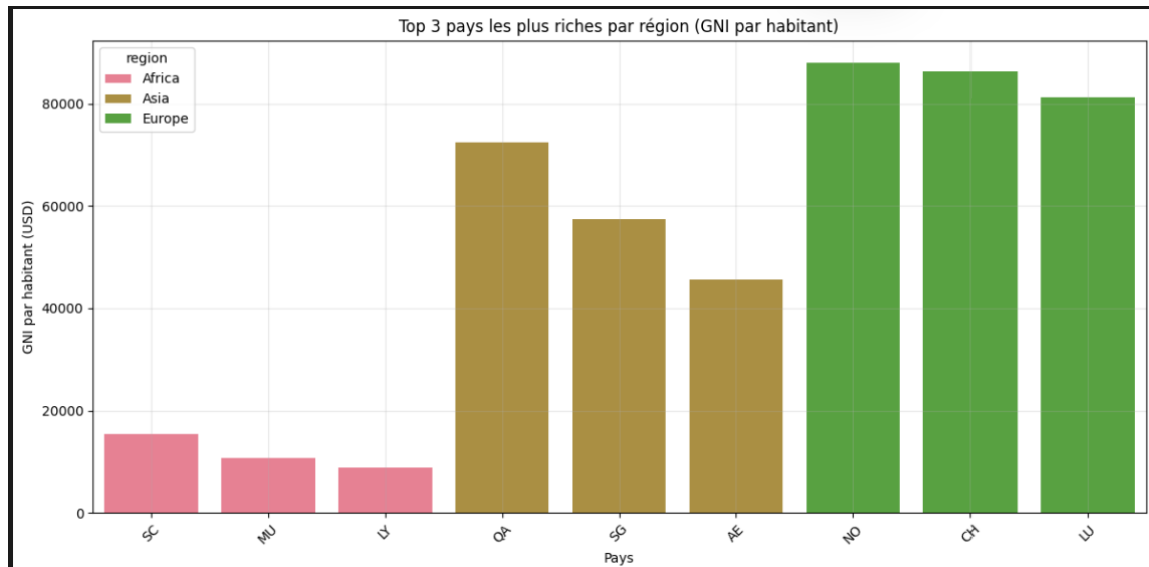
L'analyse confirme que l'investissement en éducation est un facteur déterminant de la réussite et de la durée de la scolarisation. Les pays qui accordent une plus grande priorité budgétaire à l'éducation obtiennent systématiquement de meilleurs résultats en termes de performances éducatives, d'accès et de rétention scolaire.

#### 5.4.4.2 HYPOTHÈSE 2 : La richesse d'un pays est un facteur déterminant de la qualité de l'éducation.

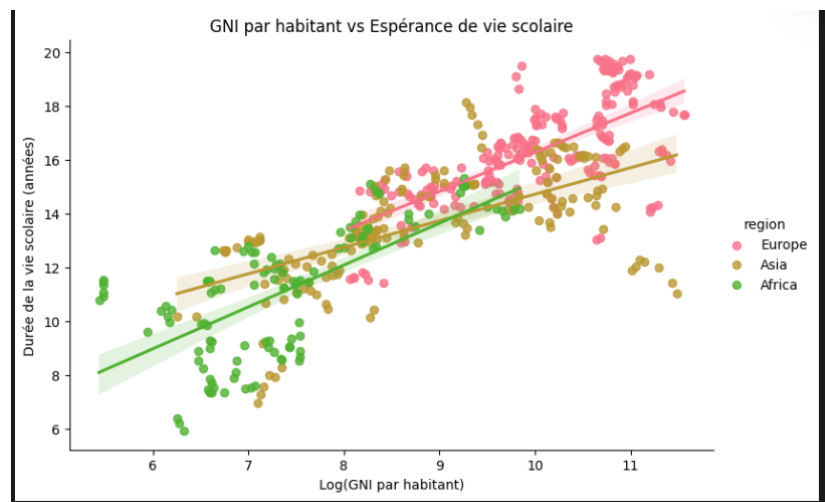


- Fortes disparités de richesse entre les régions

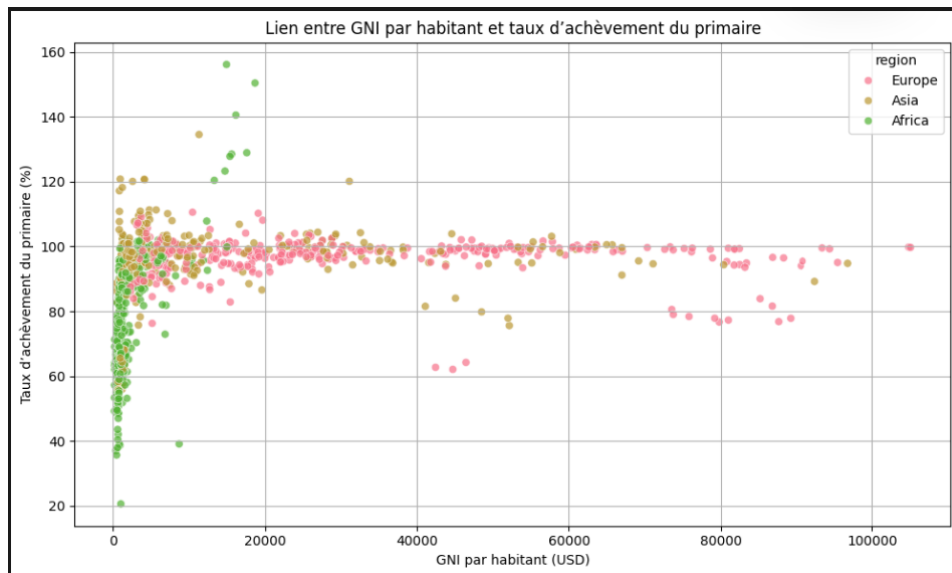
- L'Europe montre les niveaux de GNI les plus élevés
- L'Afrique présente les niveaux les plus faibles
- Les écarts sont considérables, allant de 1 à 10 entre les régions extrêmes



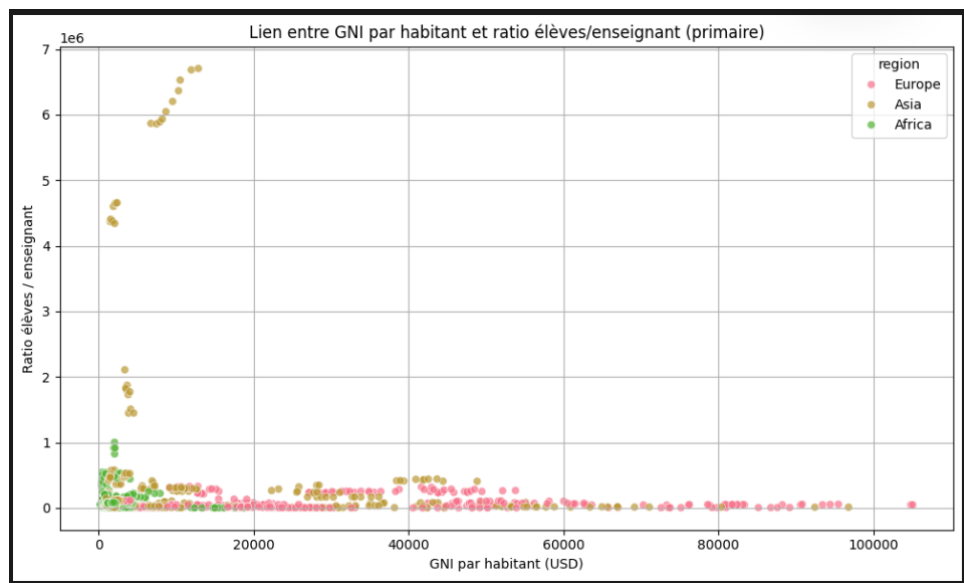
- Grande hétérogénéité au sein même des régions
- Certains pays se démarquent nettement dans leur région
- Présence de "pôles de richesse" régionaux
- Les écarts entre les pays leaders et les autres sont significatifs



- Corrélation positive forte entre richesse et durée de scolarisation
  - Les pays riches maintiennent leurs élèves plus longtemps dans le système éducatif
  - Effet de plateau visible pour les pays à haut revenu
  - Différences marquées entre régions, même à niveau de GNI comparable
- ==> Une corrélation positive -- les pays plus riches tendent à avoir un meilleur accès et maintien dans le système éducatif

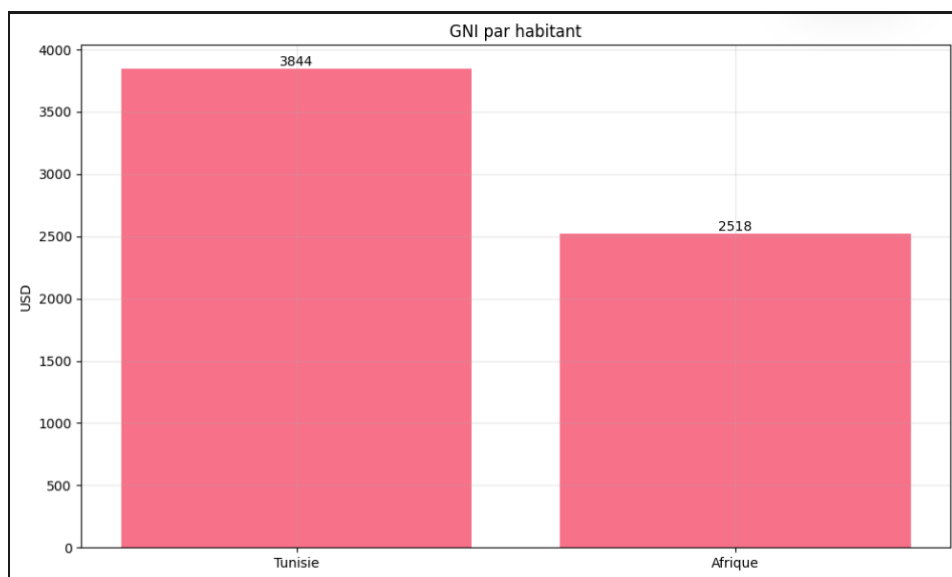


- Relation positive entre richesse nationale et réussite scolaire
- Les pays riches atteignent presque tous 100% d'achèvement
- Grande dispersion pour les pays à faible revenu
- Les ressources financières influencent la capacité à maintenir les élèves jusqu'à la fin du primaire



- Corrélation négative claire : plus le pays est riche, plus le ratio est faible
  - Les pays riches peuvent investir dans plus d'enseignants
  - Meilleure qualité d'encadrement dans les pays à haut revenu
  - Surcharge des classes dans les pays à faible revenu
- ==>Une corrélation négative -- plus le pays est riche, plus le ratio est faible

### **Le cas de la Tunisie**



- GNI par habitant supérieur à la moyenne africaine
- Position intermédiaire dans le contexte régional
- Meilleurs indicateurs éducatifs que la moyenne régionale
- Potentiel de développement encore important par rapport aux standards internationaux

**Conclusion générale : La richesse d'un pays est un facteur déterminant de la qualité de l'éducation**

L'hypothèse est **CONFIRMÉE** par l'analyse des données qui montre que :

**1. Impact sur les ressources éducatives**

- Meilleurs ratios élèves/enseignant dans les pays riches
- Plus d'investissement possible par élève
- Meilleures infrastructures et conditions d'apprentissage

**2. Influence sur les résultats**

- Taux d'achèvement plus élevés dans les pays à haut revenu
- Durée de scolarisation plus longue
- Meilleure qualité d'encadrement

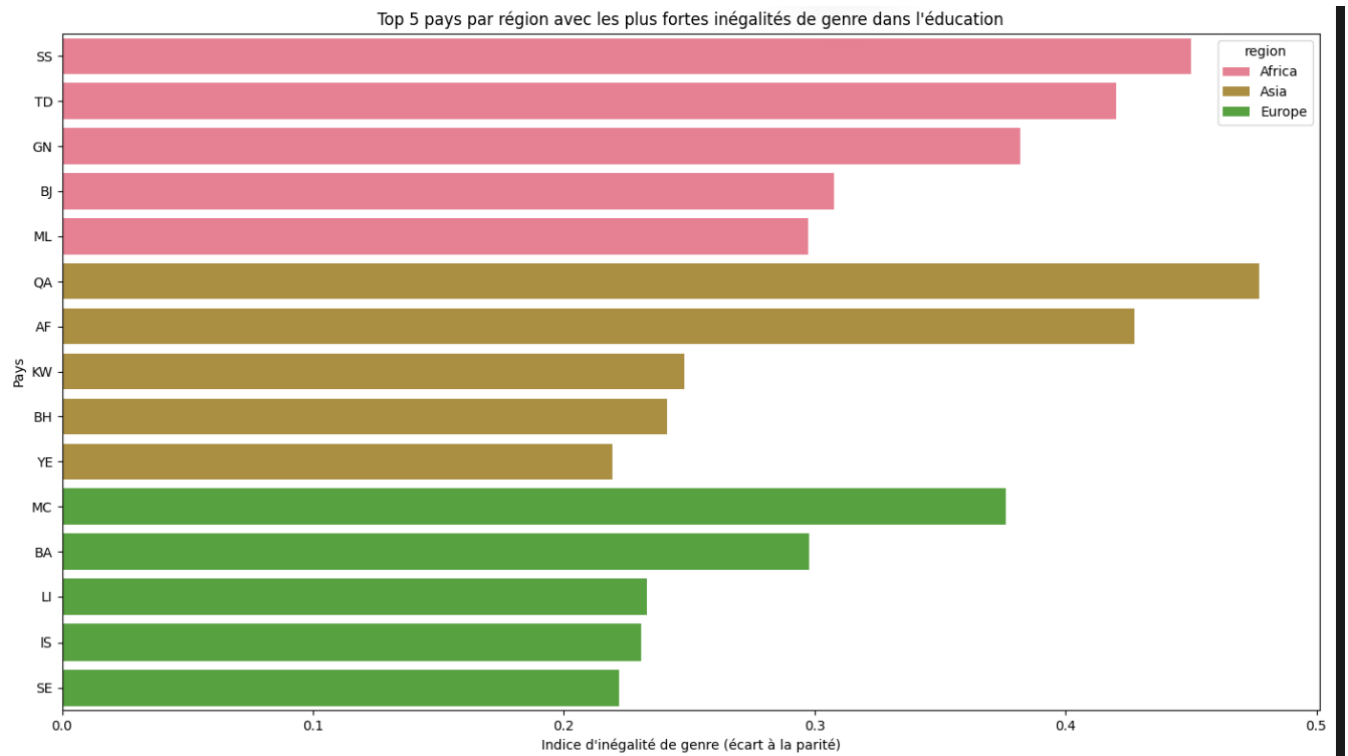
**3. Disparités régionales**

- Écarts de richesse significatifs entre régions
- Impact direct sur les systèmes éducatifs
- Reproduction des inégalités économiques dans l'éducation

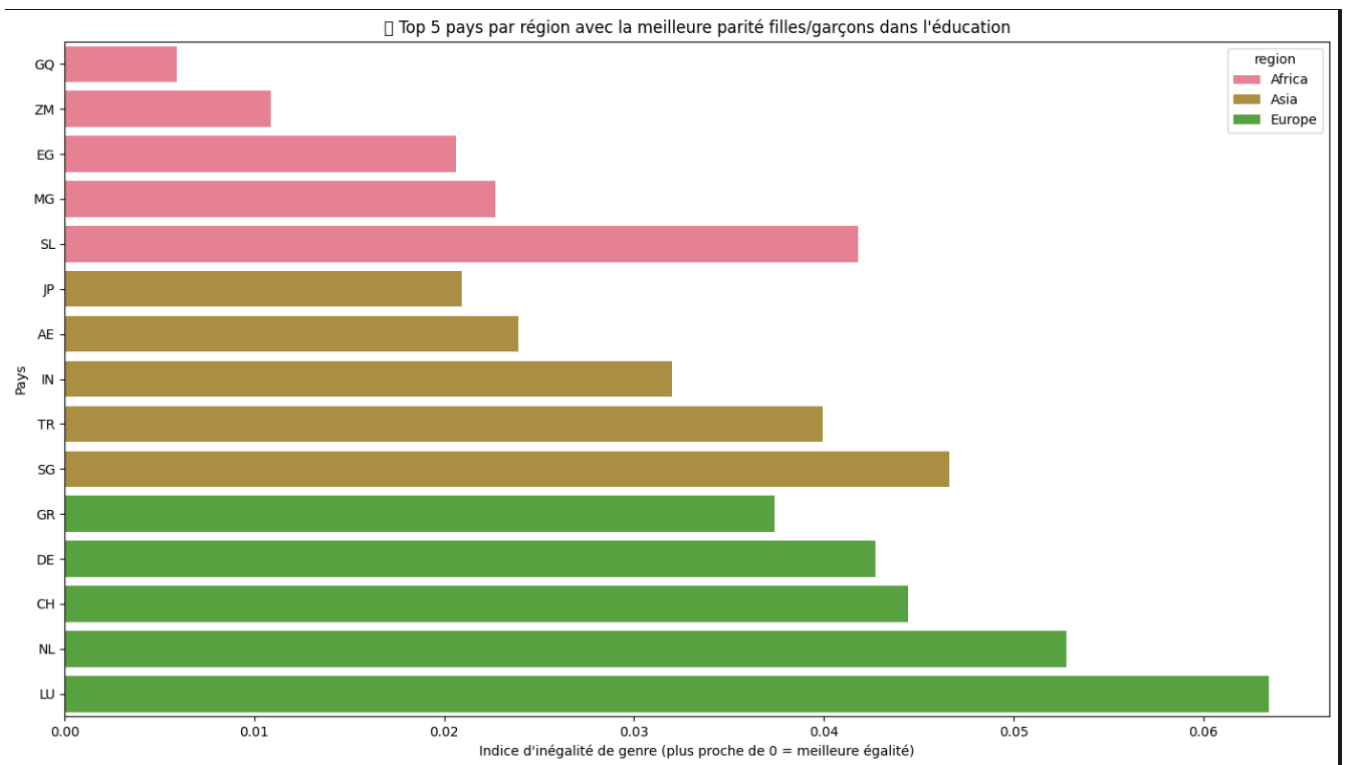
La richesse nationale apparaît comme un facteur crucial permettant :

- Un meilleur financement du système éducatif
- Des conditions d'apprentissage optimisées
- Une plus grande capacité à retenir les élèves dans le système

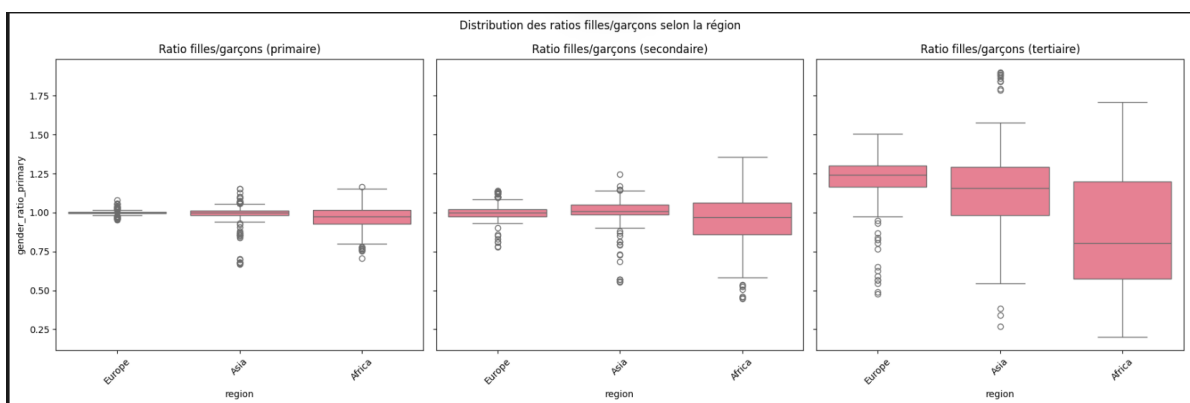
#### 5.4.4.3 HYPOTHÈSE 3 : Les inégalités de genre dans l'éducation varient selon le niveau d'enseignement, la région et le développement socio-économique des pays.



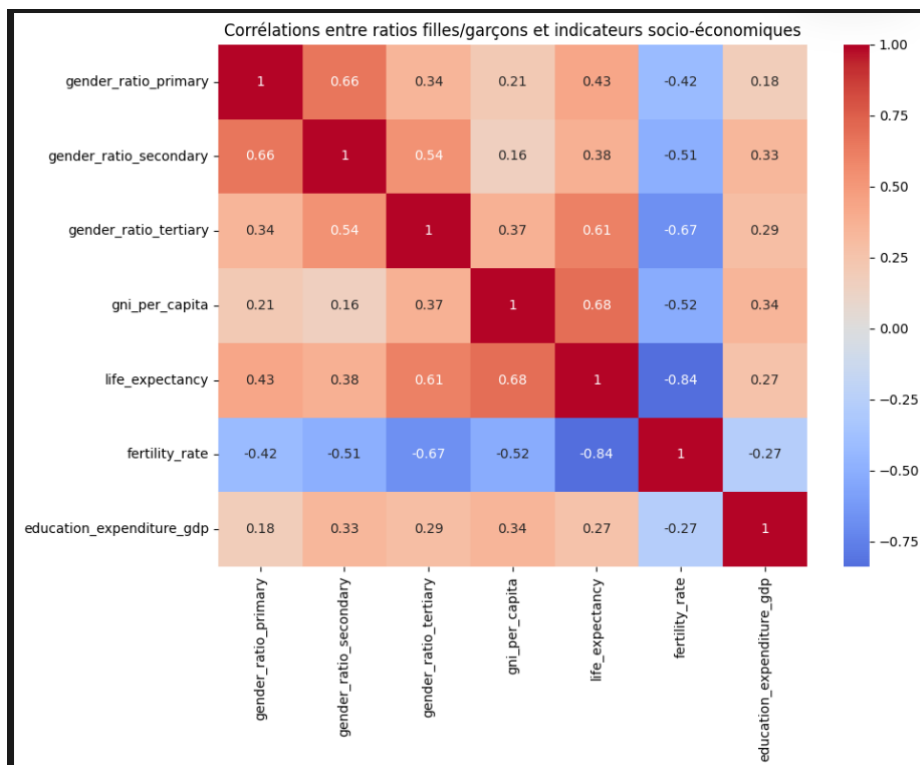
- Les inégalités de genre varient considérablement selon les régions
- Certains pays présentent des écarts très importants entre filles et garçons
- Les pays en développement sont plus touchés par ces inégalités
- Les situations de conflit amplifient souvent ces disparités



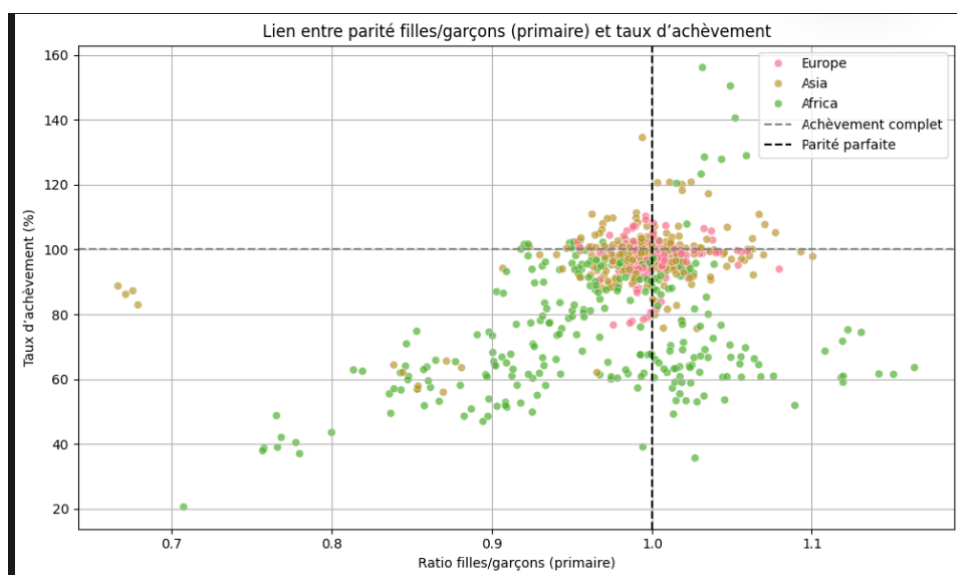
- Les pays développés tendent à avoir une meilleure parité
- L'Europe montre globalement de meilleurs ratios
- Certains pays en développement réussissent à atteindre une bonne parité
- Les politiques éducatives inclusives donnent des résultats positifs



- Les disparités augmentent avec le niveau d'éducation
- Le primaire présente généralement moins d'inégalités
- L'enseignement supérieur montre les écarts les plus importants
- Les différences régionales sont plus marquées dans le secondaire et le tertiaire

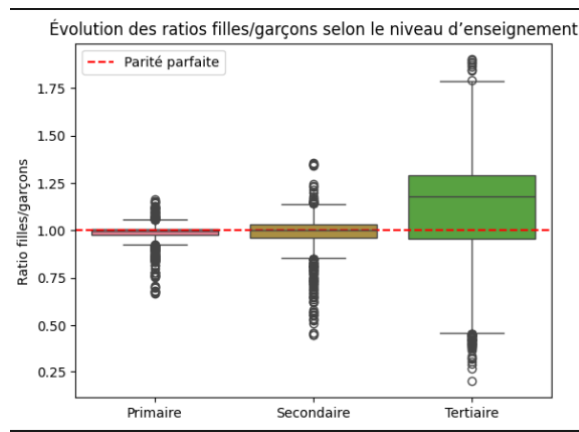


- Forte corrélation entre développement économique et parité de genre
- Le taux de fécondité est négativement corrélé avec la parité
- L'espérance de vie est positivement corrélée avec l'égalité de genre
- Les dépenses en éducation favorisent la réduction des inégalités



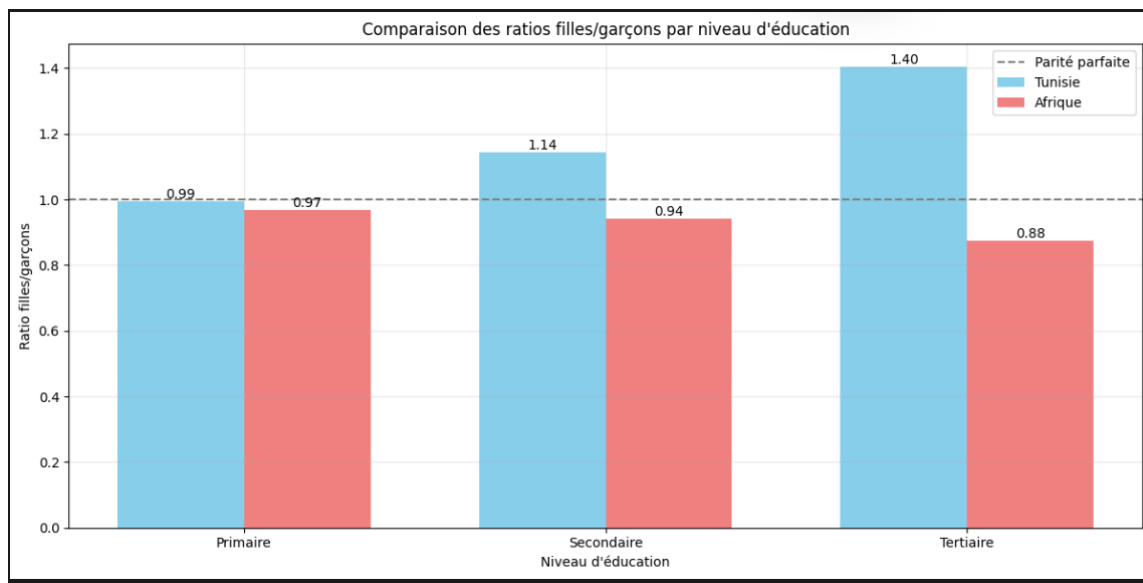
- Les pays atteignant la parité ont de meilleurs taux d'achèvement
- L'égalité de genre va de pair avec la performance éducative
- La discrimination de genre impacte négativement les résultats scolaires
- L'inclusion favorise la réussite éducative

==>les pays avec plus de parité réussissent aussi mieux scolairement.



==>Les inégalités de genre augmentent avec le niveau d'enseignement (primaire → secondaire → tertiaire)

### Le cas de la Tunisie



- Meilleure parité que la moyenne africaine à tous les niveaux
- Performance particulièrement bonne dans le tertiaire
- Résultats proches des standards internationaux
- Politique éducative favorable à l'égalité des genres

### Conclusion générale de l'Hypothèse 3 :

L'hypothèse est **CONFIRMÉE**. Les inégalités de genre dans l'éducation :

1. Varient selon le niveau d'enseignement :
  - Plus faibles dans le primaire
  - Augmentent dans le secondaire
  - Maximales dans le tertiaire



2. Diffèrent selon les régions :

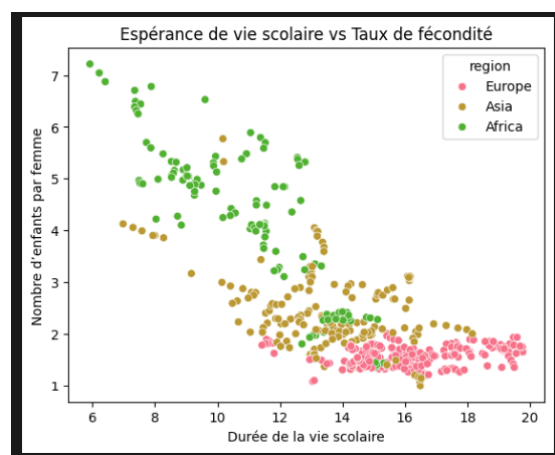
- Plus prononcées dans les pays en développement
- Minimales en Europe
- Variables au sein d'une même région

3. Sont influencées par le développement socio-économique :

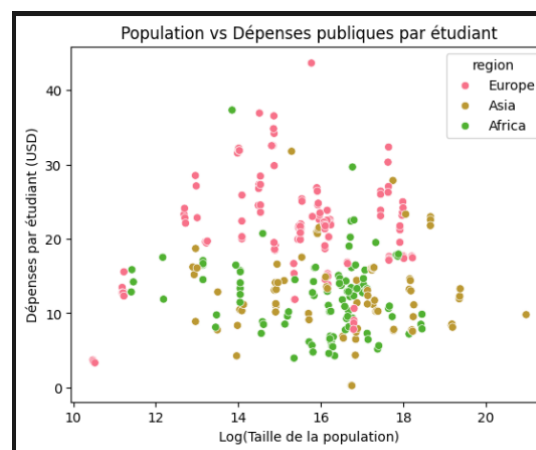
- Corrélation positive avec le niveau de richesse
- Impact des investissements éducatifs
- Lien avec les indicateurs de développement humain

Les disparités de genre reflètent des facteurs structurels profonds et nécessitent des politiques ciblées pour être réduites.

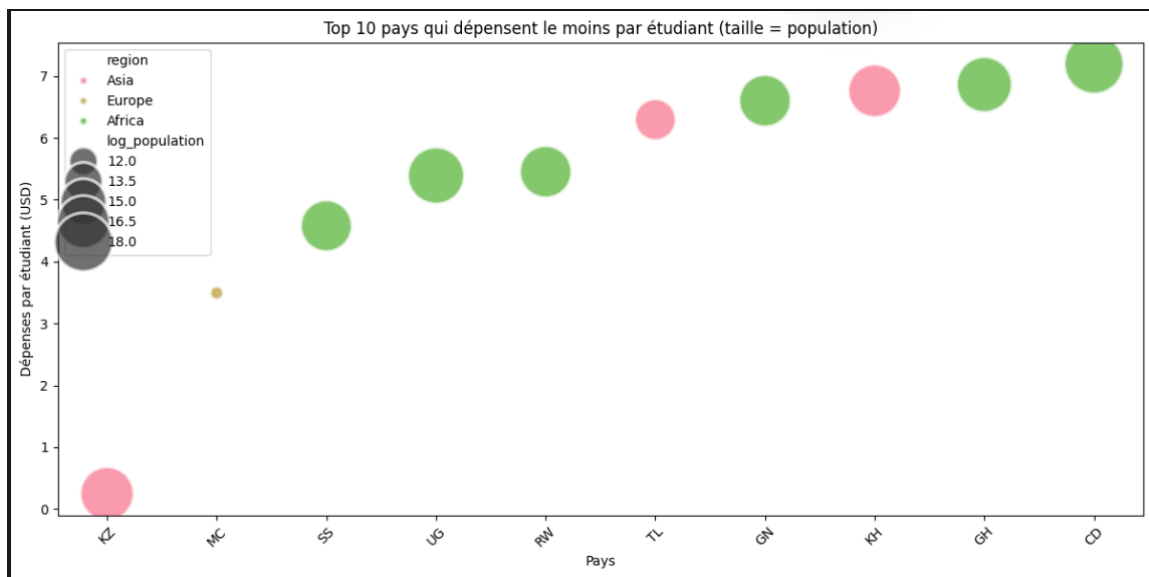
#### 5.4.4.4 HYPOTHÈSE 4 : L'accès à une éducation longue et de qualité est associé à des bénéfices démographiques



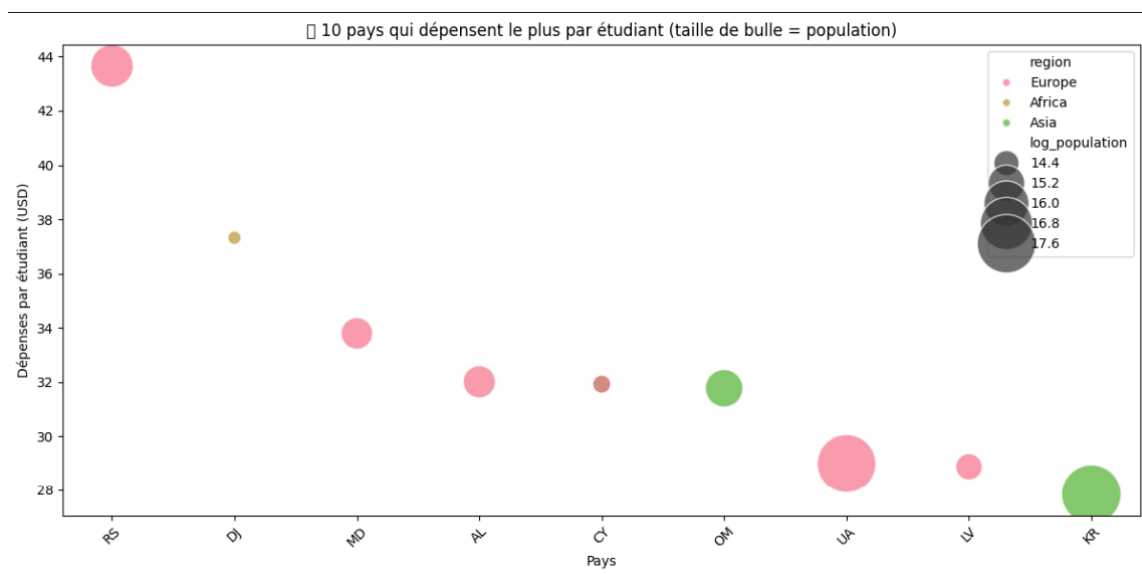
- Forte corrélation négative entre durée de scolarisation et fécondité
  - Plus l'éducation est longue, moins le taux de fécondité est élevé
  - Relation constante à travers toutes les régions
  - Impact significatif de l'éducation sur le contrôle des naissances
- ==>Une plus longue vie scolaire est associée à un taux de fécondité plus faible.



- Corrélation négative entre taille de la population et dépenses par étudiant
  - Les grands pays peinent à maintenir des niveaux élevés d'investissement par élève
  - Défi particulier pour les pays très peuplés
  - Les petits pays peuvent souvent investir davantage par étudiant
- ==>Les pays à forte population dépensent en moyenne moins par étudiant



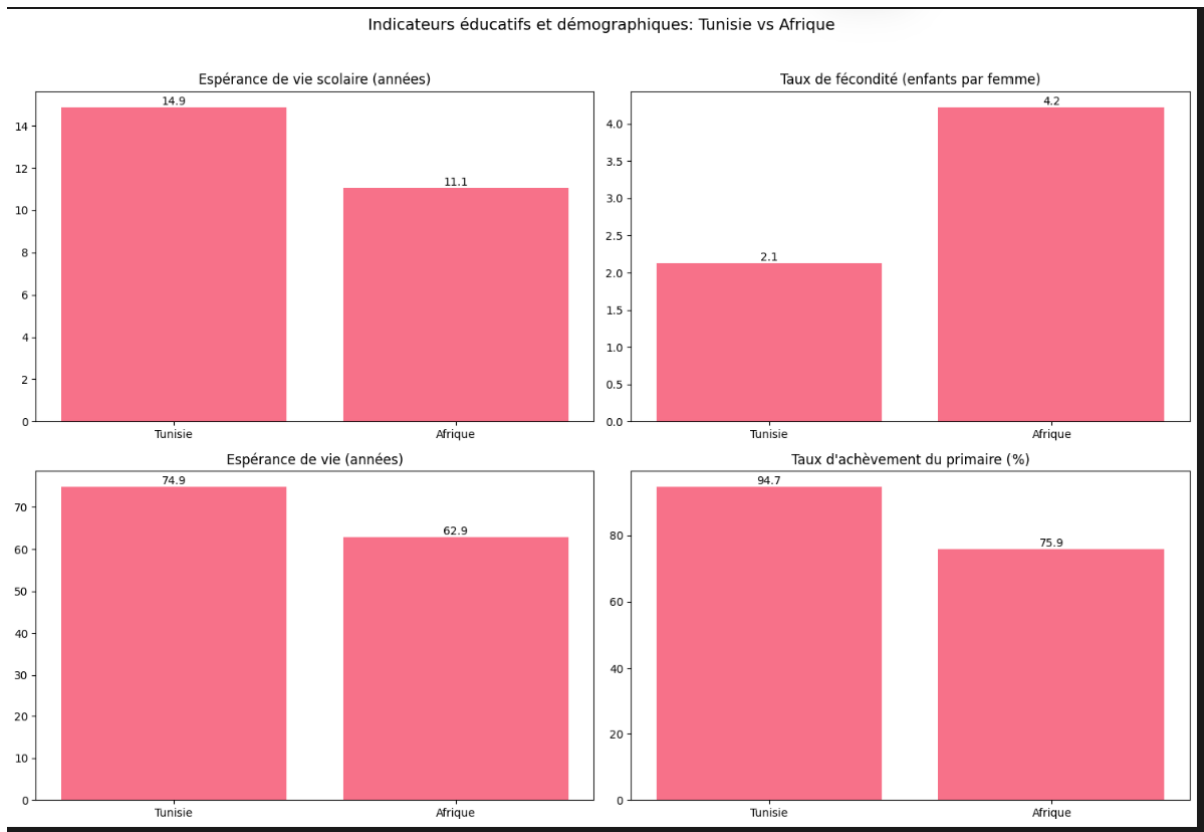
- Concentration dans les régions en développement
- Présence marquée de pays à forte population
- Difficultés structurelles à financer l'éducation
- Impact sur la qualité de l'enseignement



- Dominance des pays développés

- Corrélation avec le niveau de richesse
- Capacité à investir massivement dans l'éducation
- Meilleure qualité des conditions d'apprentissage

### Le cas de la Tunisie



- Meilleurs indicateurs que la moyenne africaine :
  - Espérance de vie scolaire plus élevée
  - Taux de fécondité plus faible
  - Meilleure espérance de vie
  - Taux d'achèvement du primaire supérieur
- Position intermédiaire favorable dans le contexte régional
- Impact positif des politiques éducatives sur les indicateurs démographiques

### Conclusion générale de l'Hypothèse 4

L'hypothèse est **CONFIRMÉE** :

#### 1. Impact sur la fécondité

- Une scolarité plus longue réduit le taux de fécondité
- Effet particulièrement marqué dans l'éducation des filles
- Contribution à la transition démographique

#### 2. Influence sur la qualité de vie

- Meilleure espérance de vie dans les pays plus éduqués
- Corrélation positive avec les indicateurs de développement humain

-- Impact générationnel sur le bien-être des populations

### 3. Défis liés à la population

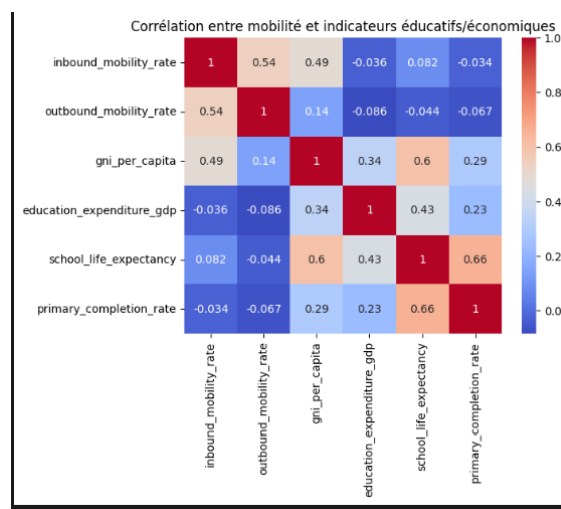
-- Difficulté à maintenir des investissements élevés dans les grands pays

-- Nécessité d'équilibrer quantité et qualité

-- Impact sur l'efficacité des systèmes éducatifs

L'éducation apparaît comme un levier majeur de développement démographique et social, avec des effets positifs durables sur la population.

#### 5.4.4.5 Hypothèse 5 : Les pays avec un fort inbound mobility rate fournissent les meilleurs conditions.

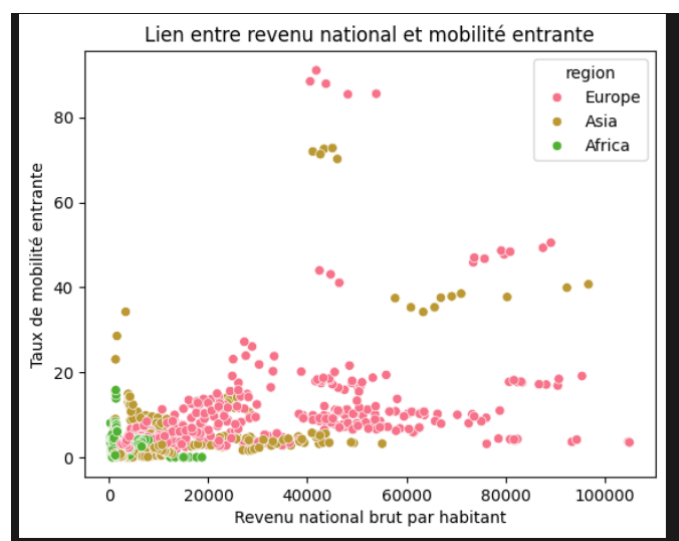


-- Forte corrélation positive entre la mobilité entrante et le GNI per capita

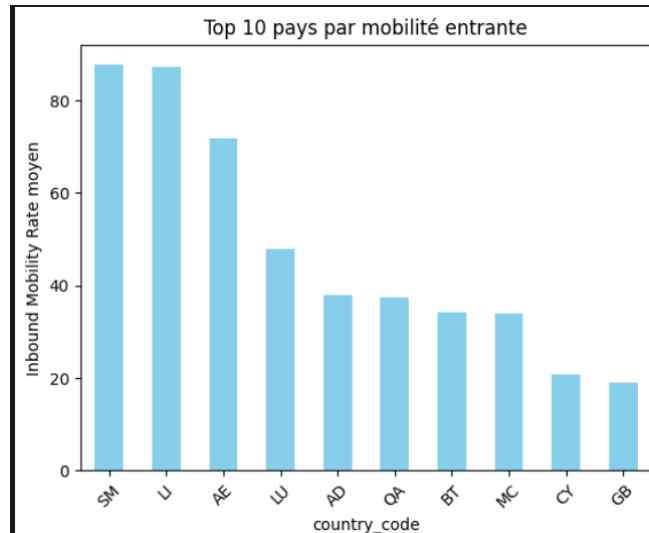
-- Lien significatif avec les dépenses en éducation

-- Les pays développés attirent plus d'étudiants internationaux

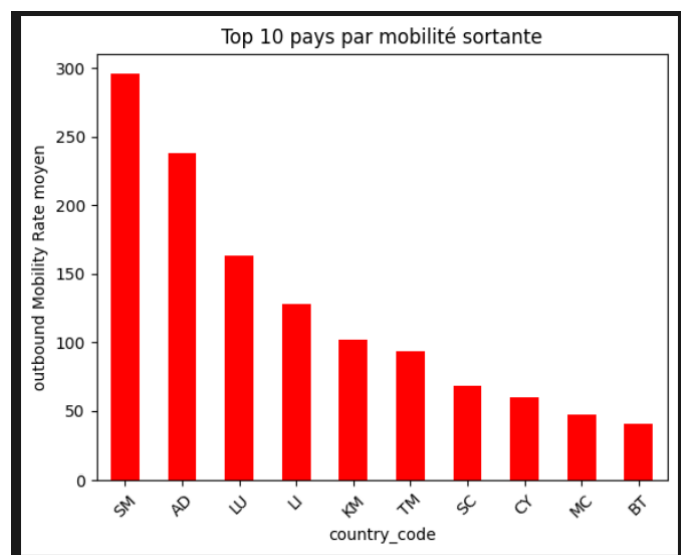
-- La qualité de l'éducation influence l'attractivité internationale



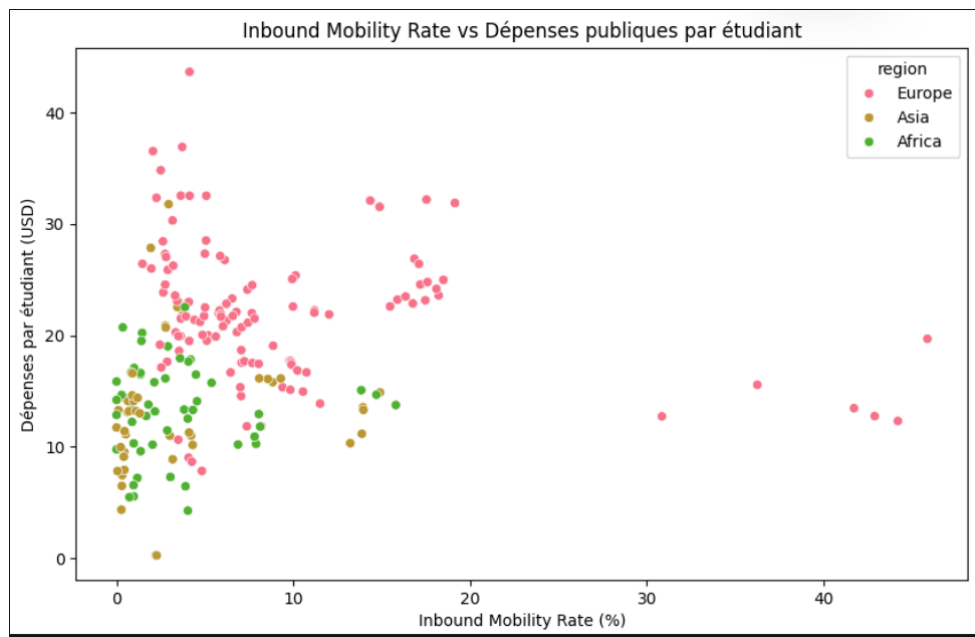
- Les pays riches attirent plus d'étudiants internationaux
- Concentration des flux dans les pays à haut revenu
- Relation directe entre richesse nationale et attractivité éducative
- Les moyens financiers permettent de meilleures conditions d'accueil



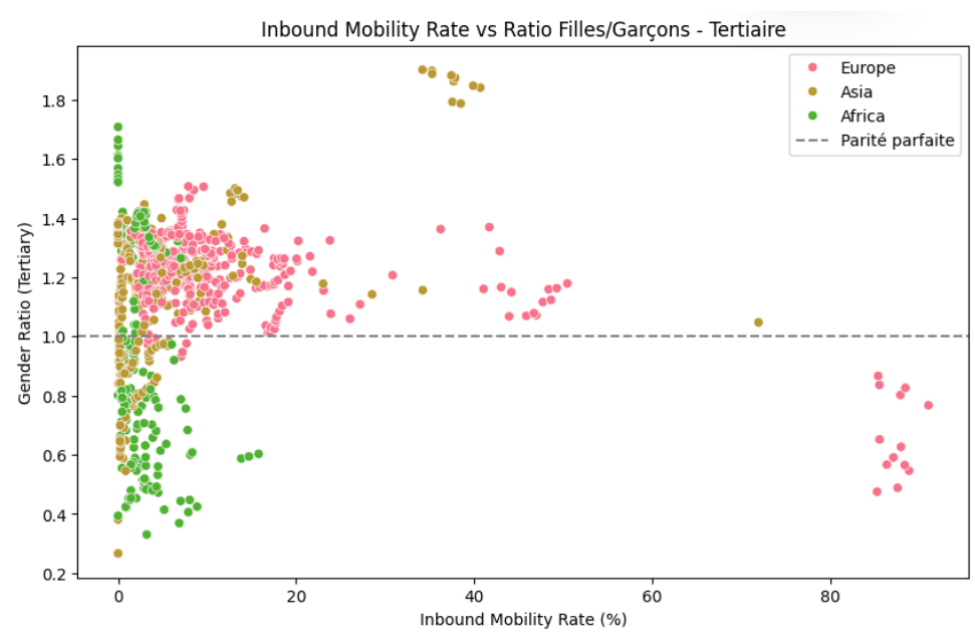
- Dominance des pays développés
- Présence marquée des pays européens
- Systèmes éducatifs reconnus internationalement
- Infrastructures et conditions d'accueil attractives



- Mobilité sortante importante dans certains pays en développement
- Recherche de meilleures opportunités éducatives
- Tendance à l'exode des talents
- Reflet des limitations des systèmes éducatifs locaux



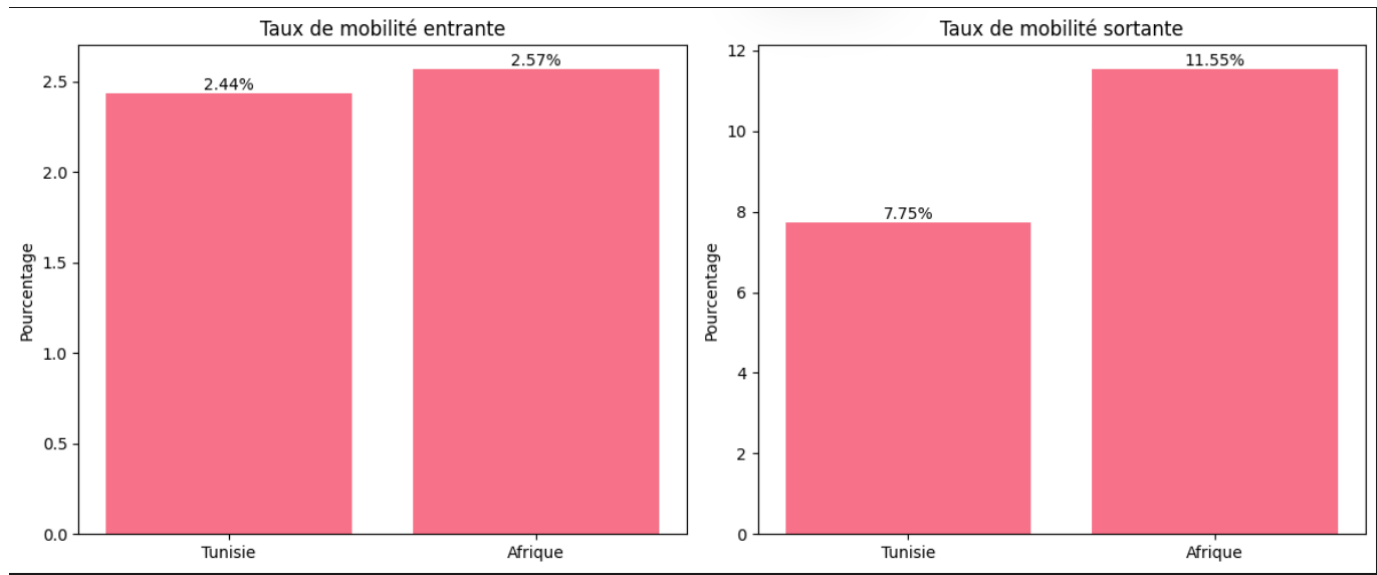
-- Corrélation positive entre investissement et attractivité  
 -- Les pays investissant plus attirent plus d'étudiants  
 -- Importance des moyens alloués par étudiant  
 -- La qualité des conditions d'études comme facteur d'attractivité  
 ==>les pays investissant plus attirent plus d'étudiants.



-- Meilleure parité dans les pays attractifs  
 -- L'égalité des genres comme indicateur de développement  
 -- Environnement éducatif plus inclusif  
 -- Attrait des systèmes éducatifs équitables

==>les pays accueillant plus d'étudiants internationaux présentent une parité filles/garçons plus équilibrée

### Le cas de la Tunisie



- Taux de mobilité entrante supérieur à la moyenne africaine
- Position relativement attractive dans le contexte régional
- Équilibre entre mobilité entrante et sortante
- Potentiel de développement comme hub éducatif régional

### Conclusion générale de l'Hypothèse 5

L'hypothèse est **CONFIRMÉE**. Les pays avec un fort taux de mobilité entrante :

1. **Offrent de meilleures conditions**
  - Investissement par étudiant plus élevé
  - Meilleures infrastructures
  - Corps enseignant qualifié
  - Environnement académique attractif
2. **Présentent des caractéristiques communes**
  - Niveau de développement économique élevé
  - Systèmes éducatifs performants
  - Forte internationalisation
  - Politiques d'accueil favorables
3. **Impact sur la qualité**
  - Standards éducatifs élevés
  - Diversité culturelle enrichissante
  - Compétition internationale stimulante
  - Innovation pédagogique

Les conditions d'accueil et la qualité de l'éducation apparaissent comme des facteurs déterminants de l'attractivité internationale d'un système éducatif.

## Chapitre 6

# Recommandations pour l'amélioration des systèmes éducatifs

### 1. Investissement et Financement

- Augmenter progressivement la part du PIB consacrée à l'éducation pour atteindre les standards internationaux
- Optimiser l'allocation des ressources en privilégiant les zones défavorisées
- Développer des partenariats public-privé pour diversifier les sources de financement
- Mettre en place des mécanismes de suivi de l'efficacité des dépenses éducatives

### 2. Équité et Inclusion

- Renforcer les politiques de gratuité de l'éducation, particulièrement dans le primaire et le secondaire
- Mettre en place des programmes spécifiques pour réduire les inégalités de genre
- Développer des infrastructures adaptées aux besoins des filles et des élèves handicapés
- Créer des incitations pour maintenir les filles dans le système éducatif

### 3. Qualité de l'Enseignement

- Réduire progressivement les ratios élèves/enseignant pour améliorer l'encadrement
- Investir dans la formation continue des enseignants
- Moderniser les équipements et les supports pédagogiques
- Développer l'usage du numérique dans l'enseignement

### 4. Développement Démographique

- Renforcer l'éducation à la santé reproductive dans les programmes scolaires
- Promouvoir l'éducation des filles comme levier de développement social
- Adapter les capacités d'accueil à l'évolution démographique
- Soutenir les programmes d'alphabétisation des adultes



---

## **5. Attractivité Internationale**

- Développer des programmes d'échanges internationaux
- Améliorer les conditions d'accueil des étudiants étrangers
- Harmoniser les diplômes avec les standards internationaux
- Renforcer la coopération universitaire internationale

## **6. Cas Spécifique des Pays en Développement**

- Prioriser l'éducation de base tout en développant l'enseignement supérieur
- Mettre en place des programmes de rattrapage pour les élèves en difficulté
- Développer l'enseignement technique et professionnel
- Renforcer les partenariats régionaux en matière d'éducation

## **7. Suivi et Évaluation**

- Mettre en place des systèmes robustes de collecte et d'analyse de données
- Évaluer régulièrement l'impact des politiques éducatives
- Adapter les stratégies en fonction des résultats observés
- Partager les bonnes pratiques au niveau régional et international

## **8. Innovation et Adaptation**

- Encourager l'innovation pédagogique
- Adapter les programmes aux besoins du marché du travail
- Développer les compétences numériques
- Promouvoir l'apprentissage tout au long de la vie

## Chapitre 7

# Conclusion

Ce projet a réussi à créer un pipeline robuste et modulaire pour collecter, traiter et analyser des données éducatives et socio-économiques mondiales issues de la Banque mondiale, de l'UNESCO et de Natural Earth, aboutissant à la production d'un dataset unifié, . En abordant les disparités éducatives à travers une analyse exploratoire approfondie, le projet a permis de valider des hypothèses clés, notamment l'hypothèse 5 confirmant que les pays avec un fort taux de mobilité entrante offrent de meilleures conditions éducatives. Les visualisations, centrées sur la Tunisie, ont révélé son attractivité régionale et son potentiel comme hub éducatif en Afrique, tandis que les recommandations proposées (investissement, équité, qualité, internationalisation) offrent des pistes concrètes pour améliorer les systèmes éducatifs. Malgré des défis comme les valeurs manquantes et les outliers , la modularité du pipeline, la richesse des insights et la perspective de tableaux de bord interactifs positionnent ce projet comme une base solide pour des analyses futures et des politiques éducatives éclairées.