

## REPUBLIQUE DU SENEGAL



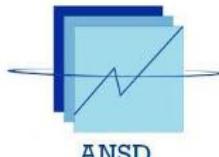
Un peuple - Un but - Une foi

\*\*\*\*\*

## Ministère de l'Economie du Plan et de la Coopération

\*\*\*\*\*

## Agence nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD)



ANSD

Agence Nationale de  
la Statistique et de la Démographie

\*\*\*\*\*

## Ecole nationale de la Statistique et de l'Analyse économique - Pierre NDIAYE

(ENSAE)



# Big data et Cloud computing

\*\*\*\*\*

### Rédigé par :

Célina NGUEMFOUO NGOUMTSA  
Dior MBENGUE  
Jacques ILLY  
Malick SENE  
Mamady I BERETE

Elèves Ingénieurs Statisticiens Economistes en 2<sup>e</sup> année

### Chargé du cours :

Mously DIAW  
Freelance Senior Data Scientist/ML Engineer

Année académique 2025~2026

## **Sommaire**

Sommaire .....	1
I. Contexte général de l'étude sur l'accès à l'eau potable dans le monde .....	2
II. Justification scientifique du choix des indicateurs.....	4
III. Pertinence des visualisations retenues .....	5
IV. Quelques analyses des résultats .....	9

## I. Contexte général de l'étude sur l'accès à l'eau potable dans le monde

L'accès à l'eau potable constitue un enjeu majeur du développement durable, étroitement lié à la santé publique, à la réduction de la pauvreté, à l'urbanisation, à la stabilité politique et à la croissance économique. Cet enjeu est au cœur des Objectifs de Développement Durable (ODD), en particulier l'ODD 6, qui vise à garantir un accès universel et équitable à une eau potable salubre. Malgré les engagements internationaux et les progrès enregistrés à l'échelle mondiale, cet objectif demeure encore largement hors de portée dans de nombreuses régions du monde. Selon les organisations internationales (OMS/UNICEF 2023), plus de 2,2 milliards de personnes dans le monde ne disposent toujours pas d'un accès à une eau potable gérée en toute sécurité, dont 115 millions boivent directement de l'eau de surface. Cela souligne un défi majeur malgré les engagements internationaux en termes d'accès et de gestion, avec 44 % des eaux usées domestiques non traitées, impactant santé et écosystèmes.

De plus, de fortes inégalités spatiales, sociales et institutionnelles persistent. Elles s'observent entre grandes régions du monde, notamment entre l'Afrique subsaharienne, l'Asie du Sud et les régions développées, mais également à l'intérieur des pays, entre zones urbaines et rurales. Ces disparités sont souvent accentuées dans les contextes marqués par une gouvernance fragile, des conflits ou une instabilité politique, où la mise en œuvre de politiques publiques efficaces dans le secteur de l'eau demeure particulièrement difficile. Alors que le taux d'accès à l'eau potable gérée en toute sécurité dépasse 90 % dans la plupart des pays développés, il demeure nettement inférieur en Afrique subsaharienne 23,31%, où une part importante de la population dépend encore de services d'eau basiques ou non améliorés. Dans ces environnements, l'insuffisance ou la mauvaise qualité des services d'eau potable se traduit par des conséquences sanitaires graves, notamment en termes de morbidité et de mortalité liées à l'exposition à une eau insalubre.

Dans ce contexte complexe, l'analyse de l'accès à l'eau potable ne peut se limiter à l'examen d'un indicateur isolé. Une approche multidimensionnelle s'impose afin de comprendre les disparités observées, d'identifier les facteurs explicatifs, qu'ils soient démographiques, sanitaires ou institutionnels, et d'orienter les stratégies d'intervention selon différents domaines d'expertise, à savoir la création de nouveaux services, la modernisation des infrastructures existantes et les actions de conseil et d'accompagnement institutionnel. L'objectif central de

cette étude est ainsi de produire un outil d'aide à la décision capable de synthétiser une information complexe et hétérogène, tout en restant accessible aux décideurs et aux acteurs du secteur de l'eau.

L'étude s'inscrit dans cette perspective et repose sur l'exploitation de plusieurs bases de données internationales portant sur le taux de mortalité attribué à l'eau insalubre, la couverture des services d'eau potable, la distinction entre services basiques et services dits *safely managed*, la population ainsi que la stabilité politique. L'articulation de ces différentes sources permet de saisir à la fois le niveau d'accès aux services, la qualité des infrastructures et l'environnement institutionnel dans lequel les politiques publiques sont conçues et mises en œuvre. L'enjeu n'est donc pas seulement descriptif, mais analytique, en mettant en relation des indicateurs complémentaires afin de mieux comprendre les interactions entre accès à l'eau, conditions sanitaires, dynamiques démographiques et contexte politique.

## **II. Justification scientifique du choix des indicateurs**

Les indicateurs retenus couvrent plusieurs dimensions essentielles du problème.

### **a. Dimension sanitaire**

Sur ce volet, il est pertinent de voir le *taux de mortalité dû à l'eau insalubre*. Cet indicateur mesure directement l'impact de la qualité et de l'accessibilité de l'eau sur la santé des populations. Il constitue un signal d'alerte pour les pays où les déficiences en infrastructures hydrauliques ont des conséquences humaines majeures.

### **b. Dimension démographique**

Ces variables *population totale* et *taux de population urbaine* permettent d'évaluer la pression exercée sur les infrastructures existantes et de distinguer les défis propres aux zones urbaines (concentration) et rurales (dispersion).

### **c. Dimension d'accès aux services**

Sur cette dimension, les indicateurs, *part de la population ayant accès à l'eau potable* et *part des infrastructures basiques vs “safely managed”*, renseignent à la fois sur la couverture et sur la qualité des services.

### **d. Dimension institutionnelle et politique**

On s'intéresse ici à la *stabilité politique* et à l'*efficacité des politiques publiques d'accès à l'eau*. Ces variables sont essentielles pour apprécier la faisabilité et la durabilité des interventions.

### III. Pertinence des visualisations retenues

Le recours à des tableaux de bord interactifs, développés à l'aide d'outil Power BI, s'inscrit dans une démarche de *visual analytics* fondée sur des principes de l'analyse exploratoire des données. Cette approche combine l'agrégation et la transformation des données, la représentation visuelle des indicateurs clés et l'interaction avec l'utilisateur, afin de faciliter la compréhension de phénomènes complexes et multidimensionnels. Elle permet de mettre en évidence des tendances, des relations entre variables et des disparités spatiales ou temporelles, tout en offrant une flexibilité analytique qui soutient la prise de décision fondée sur les données.

#### I. Justification du choix de Power BI

Dans le cadre de cette étude, le choix de **Power BI** s'explique par sa capacité à combiner efficacement modélisation des données, calcul d'indicateurs et visualisation interactive au sein d'un même environnement. Le projet repose sur plusieurs bases de données hétérogènes nécessitant des relations entre les tables et des champs calculés (mesures), éléments que Power BI gère de manière performante grâce à son modèle relationnel et au langage DAX.

Comparativement, **Tableau** se distingue par la qualité et la flexibilité de ses visualisations, mais il est davantage orienté vers l'exploration visuelle que vers la structuration avancée du modèle de données. Dans un projet nécessitant une forte cohérence analytique et des calculs dynamiques, cette limite peut compliquer l'optimisation des performances et la reproductibilité des résultats.

Par ailleurs, Power BI présente un avantage opérationnel important grâce à son intégration à l'écosystème Microsoft et à l'accessibilité de sa version Desktop, ce qui facilite le partage, la mise à jour des données et la présentation des résultats dans un cadre académique ou institutionnel.

Les deux outils présentent néanmoins des limites. Tableau nécessite des licences payantes pour un usage complet, tandis que Power BI impose une certaine courbe d'apprentissage liée au langage DAX et offre une personnalisation graphique légèrement plus restreinte.

En définitive, Power BI a été retenu car il offre le meilleur compromis entre rigueur analytique, performance technique et accessibilité, en adéquation avec les objectifs d'analyse comparative et d'aide à la décision du projet.

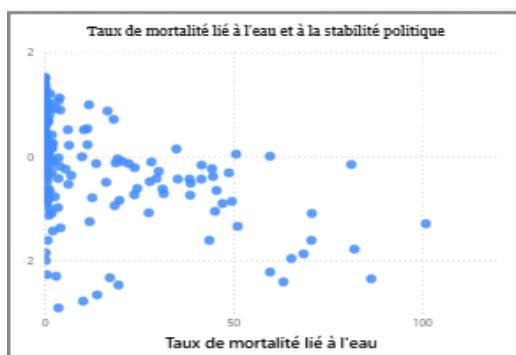
## 2. Approche multi-échelle (mondiale, continentale, nationale)

- **Vue mondiale** : Permet une lecture macroéconomique et globale des inégalités d'accès à l'eau.
- **Vue continentale** : Permet des comparaisons intracontinentales.
- **Vue pays** : Offre une analyse plus fine au niveau pays.

## 3. Pertinence des types de graphiques utilisés

### a. Nuages de points (scatter plots)

Le nuage de points permet de visualiser la relation entre les indicateurs comme le taux de mortalité lié à l'eau et la stabilité politique, d'identifier d'éventuelles corrélations, de repérer des pays aux situations atypiques, et de différencier les profils nationaux selon leurs besoins stratégiques.



### b. Graphiques en courbes

Les graphiques en courbes sont utilisés de manière générale pour analyser l'évolution temporelle des indicateurs et mettre en évidence les dynamiques et tendances sur une période donnée.

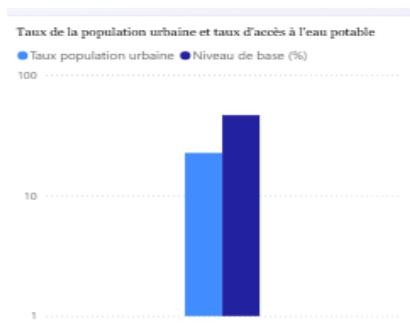
Dans le cas présent, ce graphique retrace l'évolution du taux d'accès à l'eau potable de niveau de base au fil des années, permettant d'identifier la tendance observée, d'apprécier l'impact des politiques publiques mises en œuvre dans le temps et de faciliter la comparaison dynamique entre pays ou régions



### c. Barplots groupés et empilés

Ces graphiques permettent de comparer visuellement des indicateurs clés entre territoires afin d'analyser les écarts, les niveaux relatifs et les déséquilibres structurels.

Dans le cas de ce graphique, il met en relation le taux de population urbaine et le taux d'accès à l'eau potable, ce qui permet d'apprécier dans quelle mesure l'urbanisation s'accompagne (ou non) d'un meilleur accès aux services d'eau, et d'identifier d'éventuels retards ou incohérences entre concentration urbaine et niveau de service.



### d. Cartographie (représentation géographique)

Elle est utilisée pour représenter spatialement un phénomène et mettre en évidence sa répartition géographique ainsi que les disparités territoriales.

Elle est utilisée dans cette carte illustrant l'accès à l'eau potable géré en toute sécurité par pays, permettant une lecture intuitive des inégalités entre territoires, l'identification des zones prioritaires d'intervention et un complément analytique essentiel aux graphiques statistiques.



#### 4. Usage des filtres et de l'interactivité

L'intégration de filtres (quantitatifs, qualitatifs, temporels et géographiques) renforce la robustesse analytique de l'outil. Cela permet l'exclusion des pays politiquement trop instables, la focalisation sur une période donnée et l'adaptation de l'analyse au profil de l'utilisateur. Elle fournit une exploration personnalisée, essentielle pour des publics variés (experts techniques, décideurs, bailleurs).

L'usage des filtres et de l'interactivité dans un tableau de bord permet de manière générale d'adapter l'analyse aux besoins de l'utilisateur, de renforcer la précision des résultats et de faciliter l'exploration dynamique des données.

L'intégration de filtres quantitatifs, qualitatifs, temporels et géographiques permet notamment d'exclure les pays politiquement trop instables, de se concentrer sur une période ou un indicateur spécifique (accès à l'eau, mortalité liée au WASH, stabilité politique) et d'ajuster l'analyse au profil de l'utilisateur. Cette interactivité offre ainsi une exploration personnalisée et robuste, essentielle pour des publics variés tels que les experts techniques, les décideurs ou les bailleurs de fonds.

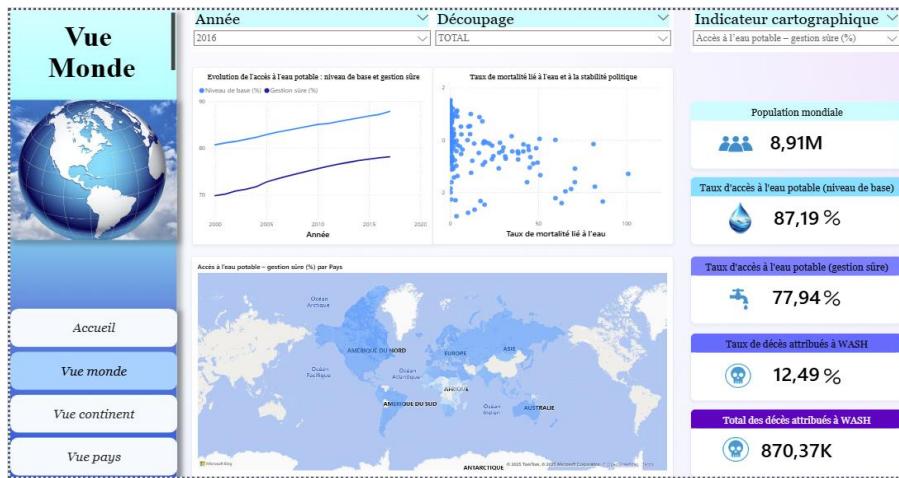
**Indicateur cartographique**

Accès à l'eau potable – gestion sûre (%)

- Sélectionner tout
- Accès à l'eau potable – niveau de base (%)
- Accès à l'eau potable – gestion sûre (%)
- Taux de mortalité lié au WASH
- Population totale
- Indice de stabilité politique

## IV. Quelques analyses des résultats

### 1. Analyse de la vue Monde – Accès à l'eau et services WASH



La vue mondiale du tableau de bord offre une lecture synthétique et structurée de la situation globale de l'accès à l'eau potable et des services WASH. Elle permet d'identifier à la fois les progrès réalisés à l'échelle planétaire, en mobilisant des indicateurs agrégés, des visualisations géographiques, temporelles et comparatives.

Les indicateurs globaux affichés en tête de la vue mettent en évidence une amélioration générale de l'accès aux services d'eau potable. En 2016 par exemple, environ 87 % de la population mondiale dispose d'au moins un service d'eau basique, tandis que près de 78 % bénéficie de services gérés en toute sécurité (*safely managed*). Cet écart entre services basiques et services sécurisés souligne un enjeu majeur de qualité des infrastructures : si la couverture progresse, une part significative de la population mondiale reste exposée à des services insuffisamment sûrs sur le plan sanitaire. Par ailleurs, la population mondiale couverte par l'analyse dépasse les 8,9 milliards, ce qui rappelle l'ampleur des défis à relever en matière de planification et d'investissement dans le secteur de l'eau au niveau mondial.

Malgré ces avancées, le nombre de décès attribués aux services WASH demeure élevé, avec plus de 870 000 décès recensés au niveau mondial en 2016.

La carte mondiale représentant plusieurs indicateurs notamment le taux d'accès aux services basiques par pays révèle de fortes disparités spatiales. Les pays des régions développées présentent des niveaux d'accès élevés et relativement homogènes, tandis que plusieurs pays d'Afrique subsaharienne et d'Asie du Sud affichent des taux nettement plus faibles. Cette

hétérogénéité géographique met en évidence des inégalités structurelles liées au niveau de développement.

L'analyse temporelle, à travers l'évolution conjointe des taux de services basiques et de services *safely managed* au niveau mondial, montre une tendance haussière continue sur la période observée. Les deux indicateurs progressent de manière parallèle, traduisant des efforts soutenus pour améliorer l'accès à l'eau potable à l'échelle globale. Toutefois, la persistance d'un écart entre les deux courbes indique que la transition vers des services pleinement sécurisés demeure plus lente que l'extension des services basiques. Cette dynamique souligne l'importance d'orienter les politiques publiques vers la modernisation des infrastructures existantes, et non uniquement vers l'augmentation des taux de couverture.

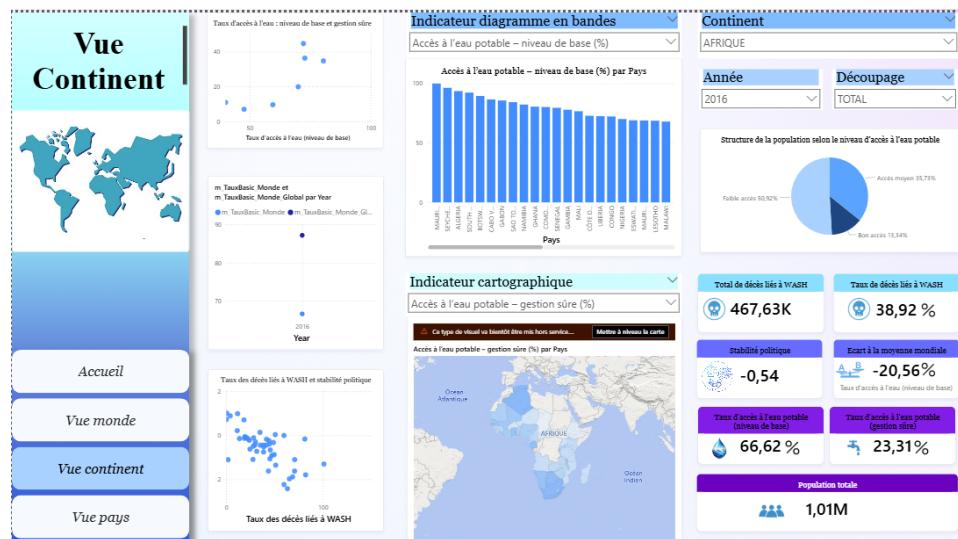
Enfin, le nuage de points croisant le taux de mortalité lié aux services WASH et la stabilité politique par pays met en évidence une relation marquée entre ces deux dimensions. Les pays caractérisés par une forte instabilité politique tendent à présenter des niveaux de mortalité plus élevés, tandis que les pays plus stables se situent majoritairement dans des zones de faible mortalité. Cette visualisation confirme que l'accès à l'eau potable et ses impacts sanitaires ne relèvent pas uniquement de facteurs techniques ou économiques, mais sont étroitement liés au contexte institutionnel et politique. Elle justifie pleinement l'intégration de la stabilité politique comme critère d'analyse et comme filtre dans le tableau de bord, notamment dans une perspective de consulting et d'accompagnement institutionnel.

Dans l'ensemble, la vue Monde met en évidence des progrès réels mais inégalement répartis, souligne l'écart persistant entre accès quantitatif et qualité des services, et montre l'importance du contexte politique dans les résultats sanitaires observés. Cette vue constitue ainsi un point d'entrée essentiel pour orienter l'analyse vers des niveaux géographiques plus fins et pour éclairer les choix stratégiques en matière de création de services, de modernisation des infrastructures et de gouvernance de l'eau.

## 2. Analyse comparative de la vue Continent

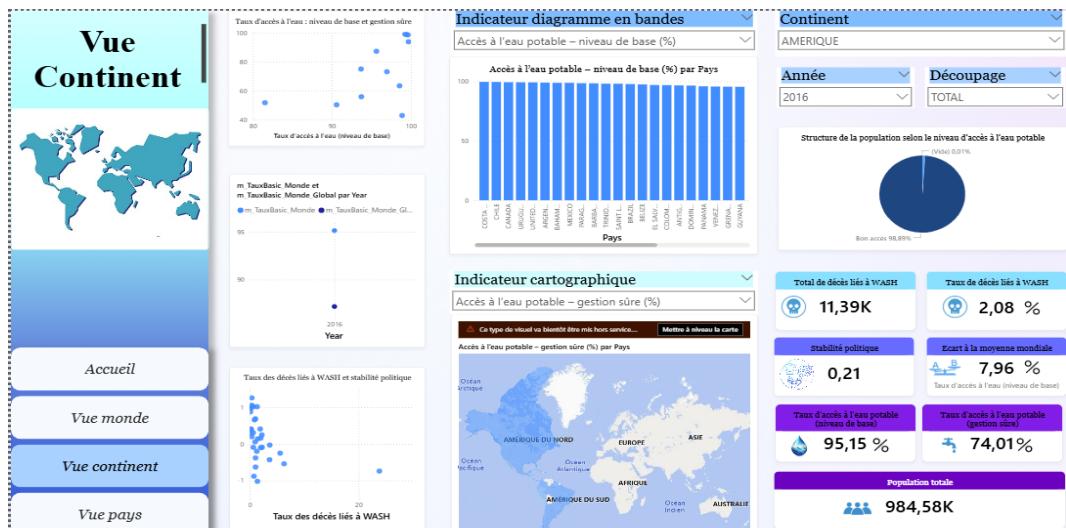
La vue continentale permet d'approfondir le diagnostic global établi à l'échelle mondiale en mettant en évidence des différences marquées entre continents en matière d'accès à l'eau potable, de qualité des services WASH, d'impacts sanitaires et de contexte institutionnel. Cette approche intermédiaire est essentielle pour comprendre les dynamiques régionales et orienter les priorités d'intervention de manière différenciée.

## a. Afrique



Le continent africain apparaît comme la région la plus en difficulté. En 2016 par exemple, le taux d'accès aux services d'eau basiques (66,62%) y est relativement faible comparé aux autres continents, et surtout, la part de la population bénéficiant de services gérés en toute sécurité reste très limitée. L'écart important entre services basiques et services *safely managed* traduit un déficit structurel de qualité des infrastructures. Cette situation se reflète dans un niveau très élevé de décès attribués aux services WASH, qui représente une part substantielle du total mondial. Par ailleurs, l'indicateur moyen de stabilité politique est négatif, ce qui suggère que les contraintes institutionnelles et politiques constituent un frein majeur à l'amélioration durable des services d'eau. L'Afrique se positionne ainsi comme une priorité à la fois pour la création de services et pour la modernisation des infrastructures, dans un contexte institutionnel souvent fragile.

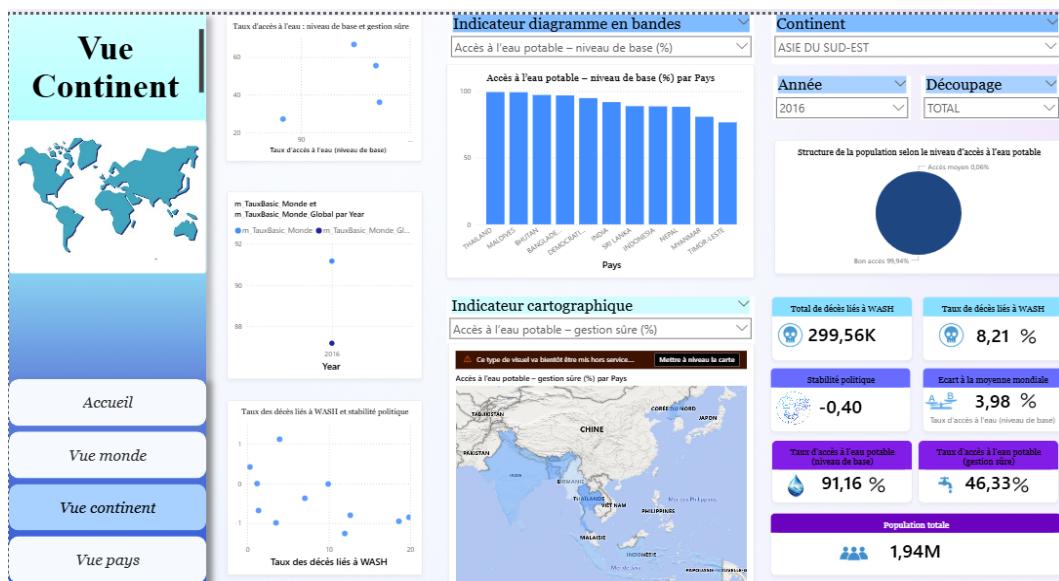
## b. Amériques



Le continent américain présente une situation globalement favorable. Les taux d'accès aux services basiques (95,15% en 2016) sont très élevés et la proportion de services gérés en toute sécurité est nettement supérieure à celle observée en Afrique. Les décès liés aux services WASH y sont faibles en valeur absolue, ce qui reflète une meilleure qualité des infrastructures et des systèmes de santé plus performants. La stabilité politique moyenne est positive, ce qui crée un environnement propice à la consolidation des acquis et à des interventions ciblées, davantage orientées vers l'amélioration de la qualité et la réduction des inégalités résiduelles plutôt que vers une extension massive des services.

### c. Asie du Sud-Est

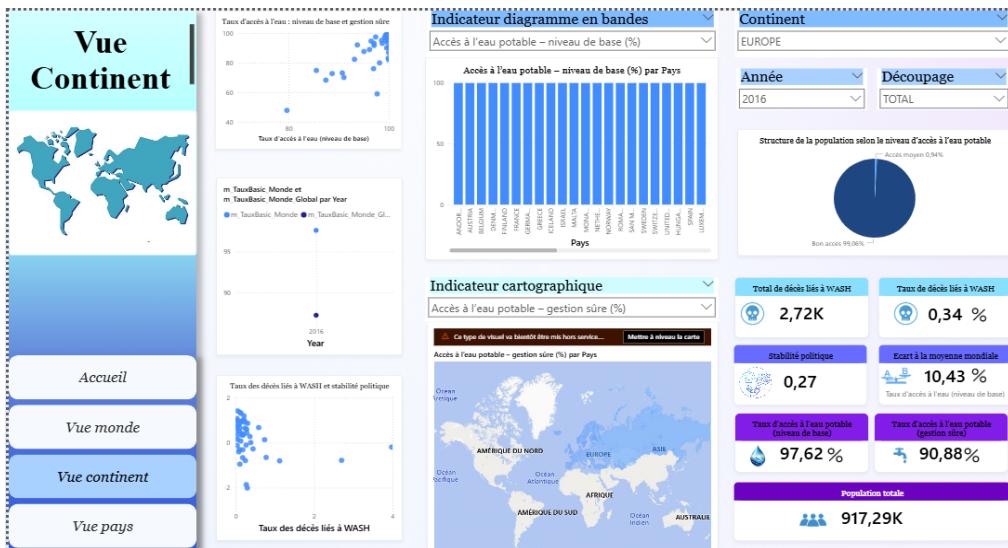
L'Asie du Sud-Est se caractérise par une situation intermédiaire. Les taux d'accès aux services basiques (91,16% en 2016) sont relativement élevés, mais la part de services *safely managed* (46,33%) demeure sensiblement plus faible, révélant un enjeu important de modernisation. Le nombre de décès attribués aux services WASH reste élevé, en lien avec une population très importante et des disparités internes marquées entre pays. La stabilité politique moyenne est légèrement négative, ce qui peut compliquer la mise en œuvre de politiques homogènes à l'échelle régionale. Cette région illustre clairement la nécessité de passer d'une logique d'extension quantitative des services à une logique d'amélioration qualitative.



### d. Europe

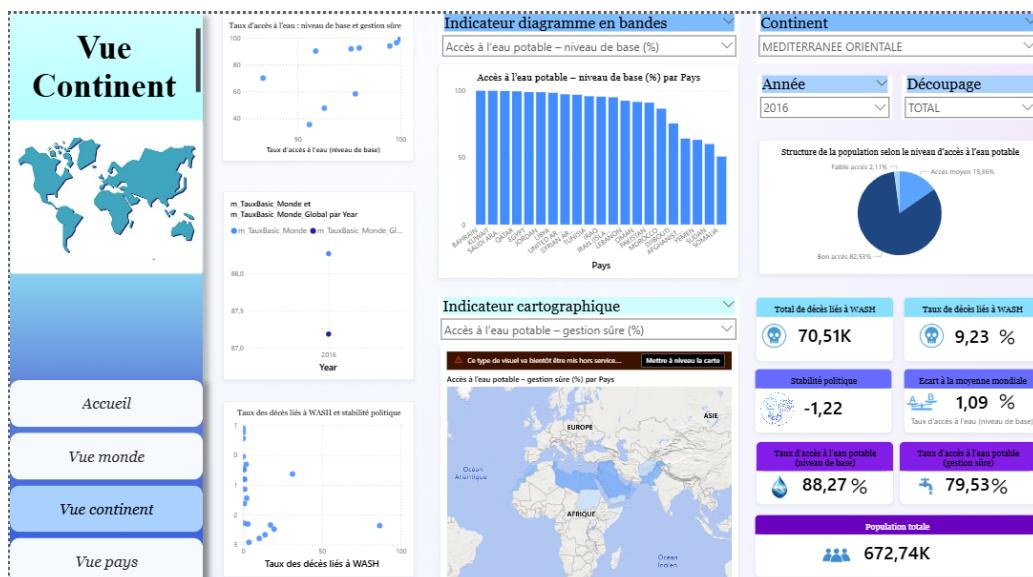
L'Europe se distingue par des performances très élevées sur l'ensemble des indicateurs. Les taux d'accès aux services basiques (97,62% en 2016) et aux services gérés en toute sécurité (90,88%) sont proches de la couverture universelle, et le nombre de décès liés aux services WASH est faible. La stabilité politique moyenne est positive, traduisant un environnement

institutionnel favorable à la gestion efficace des services publics. Dans ce contexte, les enjeux liés à l'eau potable relèvent davantage du maintien des standards élevés, de l'innovation et de la durabilité environnementale que de l'accès proprement dit.



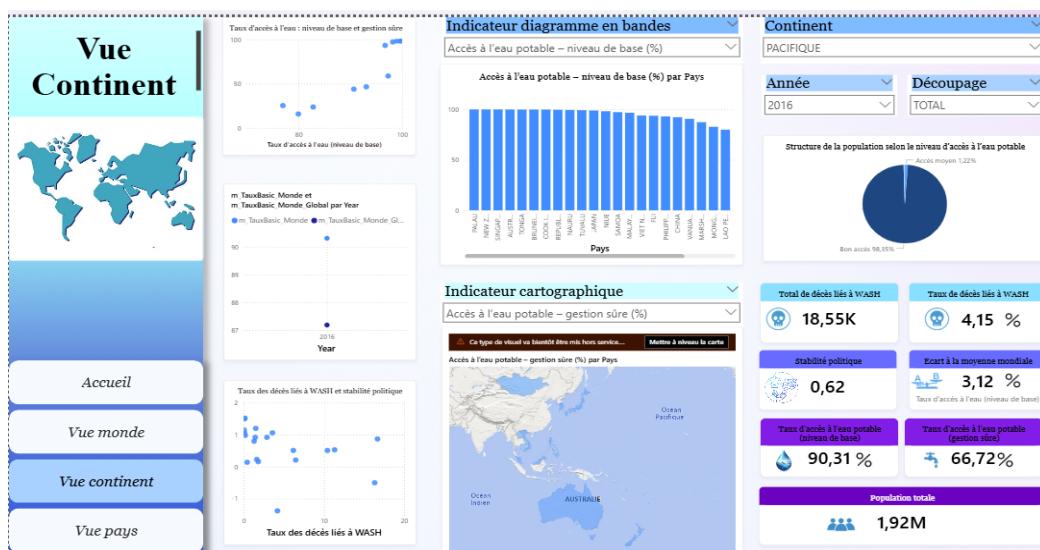
### e. Méditerranée orientale

La région de la Méditerranée orientale présente un profil contrasté. Les taux d'accès aux services basiques (88,27% en 2016) et *safely managed* (79,53%) sont relativement élevés, mais restent inférieurs à ceux observés en Europe ou dans les Amériques. Le nombre de décès liés aux services WASH demeure non négligeable, tandis que la stabilité politique moyenne est nettement négative. Cette combinaison met en évidence une vulnérabilité particulière : malgré des niveaux d'infrastructures relativement satisfaisants, les tensions politiques et les conflits fragilisent la continuité et la qualité des services. Cette région constitue un cas typique où les enjeux techniques sont étroitement liés aux enjeux institutionnels et géopolitiques.



## f. Pacifique

Le Pacifique affiche globalement de bons niveaux d'accès aux services basiques (90,31% en 2016) et une part significative de services gérés en toute sécurité (66,72%), bien que des disparités existent entre les petits États insulaires. Le nombre de décès liés aux services WASH est relativement faible, et la stabilité politique moyenne est positive. Toutefois, la dispersion géographique et la vulnérabilité climatique de la région posent des défis spécifiques en matière de durabilité et de résilience des infrastructures, qui ne sont pas immédiatement visibles à travers les seuls indicateurs d'accès.



## g. Comparaison globale

La comparaison entre continents met en évidence un gradient clair de développement des services WASH. L'Europe et les Amériques se situent à un niveau élevé d'accès et de qualité, avec de faibles impacts sanitaires et une stabilité politique favorable. L'Asie du Sud-Est et la Méditerranée orientale occupent une position intermédiaire, caractérisée par de bons niveaux d'accès basique mais des défis persistants en matière de qualité des services et de gouvernance. L'Afrique apparaît comme le continent le plus vulnérable, cumulant faibles taux d'accès sécurisé, forte mortalité liée aux services WASH et instabilité politique.

Cette vue continentale confirme la pertinence d'une approche différenciée des politiques d'intervention : création de services et renforcement institutionnel en Afrique, modernisation des infrastructures en Asie du Sud-Est et en Méditerranée orientale, consolidation et innovation dans les régions les plus avancées. Elle constitue ainsi un maillon essentiel entre le diagnostic global et l'analyse détaillée par pays.

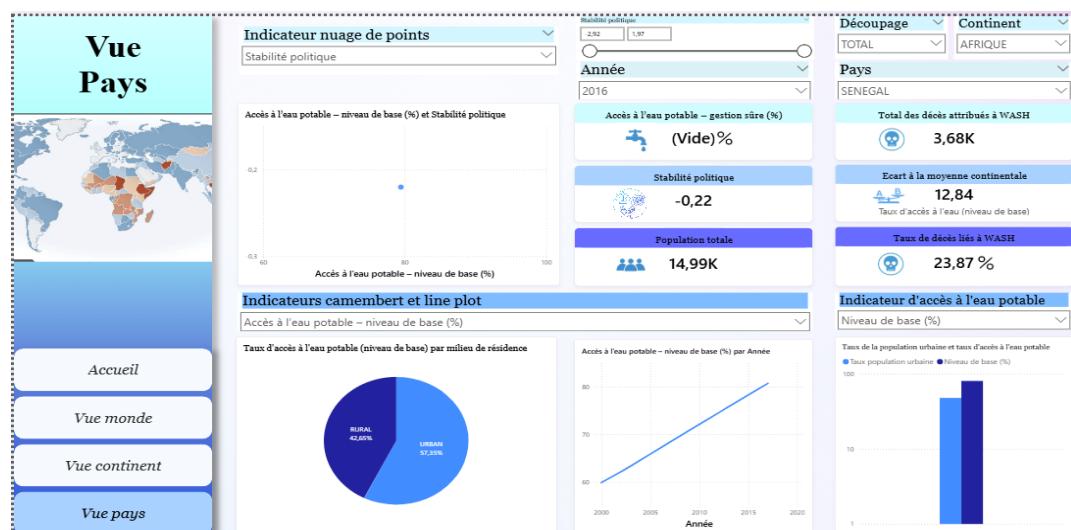
### 3. Analyse comparative de la vue pays

#### a. Cas du Sénégal

Pour le Sénégal, l'analyse au niveau national montre un taux d'accès aux services basiques d'eau potable d'environ 80 % en 2016, avec une progression régulière depuis les années 2000. Toutefois, les services gérés en toute sécurité ne sont disponibles.

Cette situation se reflète dans l'impact sanitaire encore élevé, avec environ 3 680 décès attribués à l'eau insalubre et un taux de mortalité WASH de 23,9 (en 2016). L'analyse met également en évidence de fortes disparités urbain–rural, l'accès étant nettement plus élevé en milieu urbain que rural, ce qui souligne les contraintes structurelles de déploiement des infrastructures en zones rurales.

Enfin, l'indice de stabilité politique, estimé à -0,22 en 2016, indique un contexte institutionnel relativement stable, mais fragile, ce qui rend possible la mise en œuvre de politiques publiques et de programmes de modernisation, à condition de renforcer la sécurisation et la qualité des services d'eau potable.

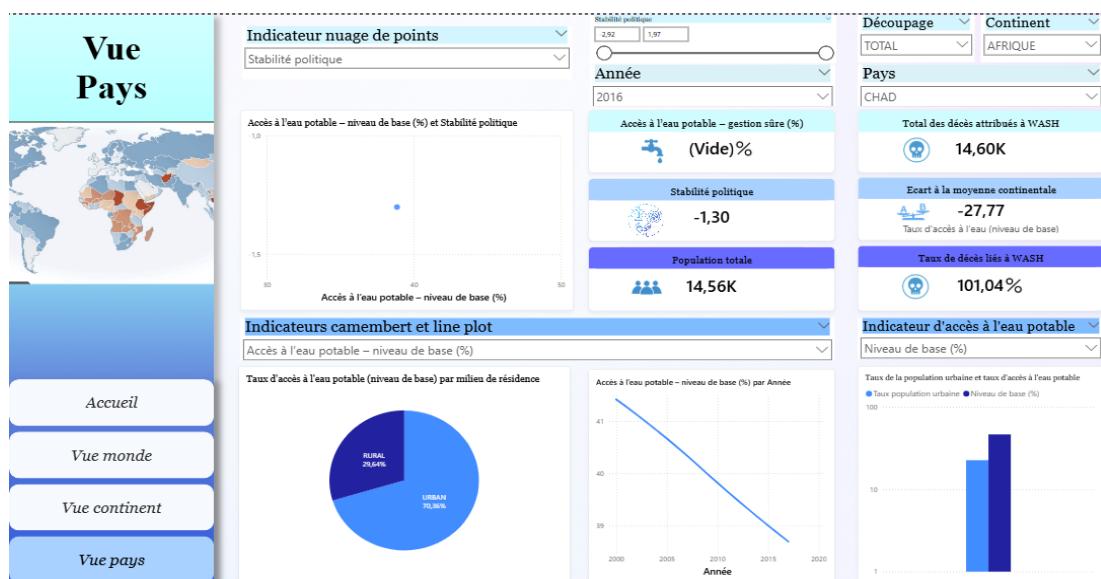


Après avoir analysé le cas du Sénégal, qui illustre un pays ayant atteint un niveau relativement élevé d'accès aux services basiques mais faisant face à un défi de qualité des services, nous examinons maintenant le cas du Tchad, qui représente une situation beaucoup plus critique en matière d'accès à l'eau potable.

## b. Cas du Tchad

Au Tchad, le taux d'accès aux services basiques d'eau potable est d'environ 40 % en 2016, soit un niveau nettement inférieur à la moyenne mondiale, avec un écart négatif de -27,8 points, ce qui traduit un retard structurel important. Contrairement au Sénégal, la tendance dans le temps est défavorable, avec une baisse progressive de l'accès aux services basiques depuis les années 2000.

L'impact sanitaire est particulièrement marqué : le pays enregistre environ 14 600 décès liés à l'eau insalubre, avec un taux de mortalité WASH très élevé de 101, indiquant une situation de forte vulnérabilité sanitaire. Les disparités internes restent importantes, avec un meilleur accès en milieu urbain que rural, mais même les zones urbaines demeurent faiblement couvertes.



Enfin, l'indice de stabilité politique, estimé à -1,30, révèle un contexte institutionnel très fragile, limitant fortement la capacité de mise en œuvre et de durabilité des politiques publiques d'accès à l'eau.

Au Tchad, le problème n'est pas seulement la qualité des services, mais avant tout l'accès lui-même, dans un contexte de forte instabilité et de risques sanitaires majeurs.

D'autres pays comme le Burkina Faso, le Centrafrique sont dans la même dynamique.