



RAPPORT:

Mini Projet
Simulation

✓ Encadré par :

Pr. Khadija OUAZZANI TOUHAMI

✓ Réalisé par :

- CHERKAOUI Jihane
- EL HAMDOUNI Radia
- KASSEL Mohammed Issam
- TOUIL Zouheir

Remerciements :

**Par le biais de ce rapport, nous adressons nos vifs remerciements à
Madame Khadija OUAZZANI TOUHAMI
pour l'intérêt qu'elle porte à ses étudiants, et aussi pour
l'opportunité qu'elle nous a accordé de travailler sur un tel projet.
Cette opportunité nous a permis d'enrichir nos connaissances et
d'améliorer nos compétences en matière de Simulation.**

Résumé :

D'après les chiffres officiels de l'année 2015, les accidents de la route au Maroc font chaque année plus de 4000 morts, ce qui est un chiffre alarmant. Cela est dû à plusieurs facteurs de risque principalement liés aux comportements des conducteurs tels que l'inadverstance des piétons, l'excès de vitesse, le non-respect de la priorité ou des feux de signalisation, la circulation sur la voie de gauche et en sens interdit, ou encore le dépassement non autorisé, l'état d'ivresse, etc...

Face à cette perte humaine importante, il serait judicieux d'opter pour une stratégie préventive plus efficace : la simulation. Au cours de ce mini projet, on a donc effectué des prévisions concernant l'impact de certains facteurs de risque sur le taux d'accidentologie au Maroc, ainsi que sur la gravité et le nombre d'accidents de la circulation routière et de leurs victimes. Disposant de l'historique de l'année 2018 (Les années 2019 et 2020 n'étant pas encore entièrement disponible), nous avons mis à profit les outils de la simulation afin de nous projeter dans le futur et de faire des prévisions pour la décennie à venir. Nous nous sommes uniquement intéressés aux accidents avec des dégâts corporels et ce à travers le calcul annuel de 8 différents indicateurs (NTAC, NTANM, NTAM, NTT, NTB, NTBG, NTBL, NMTJ) que l'on détaillera par la suite.

Nous avons donc opté pour différents scénarios dans notre démarche de simulation et ce afin d'atteindre certains objectifs.

Tables des matières :

Résumé.....	3
Tables des matières	4
Introduction	6
I. Définition de la simulation.....	8
II. Technologie utilisée.....	8
III. Définition des fonctions.....	9
IV. Méthodologie de la simulation.....	9
Etape 1.....	9
Etape 2 : Définition du système.....	11
Etape 3 : Construction d'un modèle.....	11
1/Pour calculer Le nombre total d'accidents corporels NTAC.....	11
2/ Le nombre total d'accidents mortels (NTAM)	12
3/Le nombre total d'accidents non mortels (NTANM).....	13
4/Le nombre total de tués de la route (NTT).....	13
5/Le nombre total de blessés (NTB).....	13
6/Le nombre total de blessés graves (NTBG).....	14
7/Le nombre total de blessés légers (NTBL).....	14
8/Le nombre moyen de tués de la route par jour (NMTJ).....	14
Etape 4 : Programmation du modèle.....	15
Etape 5 : Validation du programme.....	23
Etape 6 : Validation du modèle.....	23
1) Le Modèle proposé.....	23

2) Critères de Validation du Modèle.....	23
3) Résultats du Modèle pour l'estimation des 8 indicateurs de 2010 jusqu'à 2030.....	24
4) Résultats du Modèle pour l'estimation des 8 indicateurs 40 simulations pour l'année 2018.	25
Etape 7 : Expérimentation.....	26
Etape 8 : Interprétation.....	38
Conclusion	50

Introduction :

De nos jours, les accidents de la route constituent un des facteurs majeurs responsables de la mort d'un grand nombre de personne chaque année. Selon la majorité des communiqués et surtout selon la Direction Générale de la Sûreté Nationale (DGSN), de nombreux facteurs de risques sont à l'origine de ces accidents tels que l'inadéquation des piétons, l'excès de vitesse, le non-respect de la priorité ou des feux de signalisation, la circulation sur la voie de gauche et en sens interdit, ou encore le dépassement non autorisé, l'état d'ivresse, etc...

D'après les chiffres officiels, les accidents de la circulation au Maroc font chaque année plus de 4000 morts (année 2015).

Face à ce constat dramatique, adopter une démarche préventive s'impose. C'est donc dans le cadre de cette prévention qu'avoir recours à la simulation s'avère être un choix judicieux.

Dans le cadre de ce mini-projet, on s'intéressera aux prévisions concernant l'impact de certains facteurs de risque (tel que le comportement du conducteur) sur le taux d'accidentologie au Maroc, ainsi que sur la gravité et le nombre d'accidents de la circulation routière et de leurs victimes. L'historique dont nous disposons couvre jusqu'à l'année 2018. Les années 2019 et 2020 n'étant pas encore entièrement disponibles, notre année de référence est donc l'année 2018. A partir des données et statistiques disponibles sur la décennie précédente et en cours, nous allons essayer de mettre à profit les outils de la simulation afin de nous projeter dans le futur et de faire des prévisions pour la décennie à venir. Notre simulation et nos prévisions porteront alors sur les années 2019, 2020 jusqu'à 2030. Nous nous intéresserons qu'aux accidents avec des dégâts corporels et ce à travers le calcul annuel de certains indicateurs :

- ✓ Le nombre total d'accidents corporels (NTAC).
- ✓ Le nombre total d'accidents non mortels (NTANM).
- ✓ Le nombre total d'accidents mortels (NTAM).
- ✓ Le nombre total de tués de la route (NTT).
- ✓ Le nombre total de blessés (NTB).
- ✓ Le nombre total de blessés graves (NTBG).
- ✓ Le nombre total de blessés légers (NTBL).
- ✓ Le nombre moyen de tués de la route par jour (NMTJ).

Nous opterons dans le cadre de cette simulation pour 3 différents scénarios :

- (1) **Scénario 1** : Estimation des 8 indicateurs pour les années 2019-2030, et Calculer les intervalles de confiance en se basant sur 40 estimations de ces 8 indicateurs.
- (2) **Scénario 2** : Même calcul que scenario 1 mais avec réduire le risque routier de 10%.
- (3) **Scénario 3** : En se focalisant sur l'objectif d'avoir moins de 2000 tués par an.

I. Définition de la simulation :

La simulation est une technique de modélisation qui permet de construire une abstraction de la réalité ou ce qu'on appelle un modèle d'un système, et de faire évoluer cette abstraction en fonction du temps ; en d'autres termes, il s'agit de faire des expériences sur ce modèle.

II. Technologie utilisée :

Nous avons opté pour le langage python pour développer notre application web, afin de présenter graphiquement les résultats d'une manière plus claire.

Simulation

Mini-projet de simulation

A propos

Présentation

Scénario 1

Scénario 2

Scénario 3

Scénario 4



Projet de simulation

Cette application est la concrétisation du projet final de la matière de simulation du 4ème semestre en 2ème année de la filière MSIP (Management des Système d'Information et de Production) à l'ENSMR (Ecole Nationale Supérieure des Mines de Rabat). Nous dédions ce travail à notre chère professeur **Mme Khadija OUAZZANI TOUHAMI** qui a déployé des efforts énormes et à toujours rester à notre écoute et notre soutien.

Pour ceci nous avons utilisé les Data frames avec la bibliothèque Pandas pour la manipulation des structures de données.

Une *data frame* peut être considérée comme une matrice mais pouvant avoir des colonnes de types différents (numérique, texte, facteur, ...), elle se comporte comme un dictionnaire dont les clefs sont les noms des colonnes et les valeurs sont des séries.

Pandas est une bibliothèque écrite pour le langage de programmation Python permettant la manipulation et l'analyse des données. Elle propose en particulier des structures de données et des opérations de manipulation de tableaux numériques et de séries temporelles. Parmi les fonctionnalités de cette bibliothèque :

- l'objet Data Frame pour manipuler des données aisément et efficacement avec des index pouvant être des chaînes de caractères ;

- des outils pour lire et écrire des données structurées en mémoire depuis et vers différents formats : fichiers CSV, fichiers textuels, fichier du tableur Microsoft Excel, base de données SQL ou le format rapide et permettant de gérer de gros volume de données nommé HDF5 ;

- alignement intelligent des données et gestion des données manquantes (NaN).

- alignement des données basé sur des étiquettes (chaînes de caractères).

-
- tri selon divers critères de données totalement désordonnées ;
 - Redimensionnement et table pivot ou pivot table ;
 - Fusion et jointure de large volume de données ;
 - Analyse de séries temporelles ;

III. Définition des fonctions :

X_NTAC : cette fonction permet de calculer NTAC, elle utilise deux variable alea1 et alea2 pour générer la valeur de X. alea1 sert pour définir la fréquence et alea2 pour le calcul de l'intervalle.

Intervalle_Uniforme : cette fonction calcule X lorsque cette variable aléatoire suit une loi uniforme.

X_NTAM : cette fonction permet de générer X pour le calcul de NTAM.

alea : permet de générer des nombres aléatoires.

IV. Méthodologie de la simulation :

La simulation est utilisée lorsque les systèmes sont trop complexes pour une solution directe ou analytique, ou lorsqu'ils ont un caractère aléatoire.

Si l'on a décidé de recourir à la simulation pour résoudre un problème donné, on notera que 8 étapes successives vont se dégager.

Dans le cadre de l'étude que l'on cherche à mener, Le problème en question se base sur le fait que l'on cherche à étudier l'impact de certains facteurs de risque sur le taux d'accidentologie au Maroc pour en dégager des prévisions éventuelles qui pourraient nous permettre de limiter les dégâts et les pertes humaines dues aux accidents de la route.

Notre étude s'appuie sur trois scénarios pour lesquelles on cherchera à développer les 8 étapes de la simulation.

❖ Etape 1 :

Scénario 1 :

➔ Formulation du problème

On cherche à faire une estimation des 8 indicateurs : NTAC, NTAM, NTANM, NTT, NTB, NTBG, NTBL, NTMJ.

L'objectif du scénario 1 est d'effectuer une simulation de la période allant de 2019 à 2030, et de mesurer annuellement les valeurs des 8 indicateurs. On doit

aussi calculer les intervalles de confiance (IC) de la moyenne à 95% pour chacun des 8 indicateurs.

Scénario 2 :

➔ Formulation du problème

On cherche à faire une estimation des 8 indicateurs : NTAC, NTAM, NTANM, NTT, NTB, NTBG, NTBL, NTMJ.

L'objectif du scénario 2 est de réduire de moitié le nombre de tués de la route à l'horizon de 2030, et de descendre en dessous de la barre de 2000 morts par an en 2026.

Dans le but d'atteindre cet objectif, plusieurs mesures de renforcement du contrôle routier ont été appliquées, en supposant que ces différentes mesures vont réduire le risque routier de 10%.

Scénario 3 :

➔ Formulation du problème

On cherche à faire une estimation des 8 indicateurs : NTAC, NTAM, NTANM, NTT, NTB, NTBG, NTBL, NTMJ.

Le scénario 3 consisterait à continuer les explorations de la manière suivante :

1. Considérer encore plus de renforcement au niveau du contrôle routier ;
2. Réduire encore de 10% le risque routier par rapport au scénario 2, c'est-à-dire une réduction de 20% par rapport au scénario 1 qui correspond à la situation actuelle ;

Pour ce qui est des 7 étapes suivantes, on procédera avec la même méthodologie pour les 4 différents scénarios, avec des données différentes.

❖ Etape 2 : Définition du système

Au cours de cette étape, on cherche à définir le système en déterminant :

- Ses entités : ce sont les éléments qui constituent le système.
- Ses attributs : ce sont les caractéristiques qui décrivent les entités du système.
- Ses activités : ce sont les lois d'interaction entre les éléments et qui influencent l'évolution du système.

❖ Etape 3 : Construction d'un modèle

→ Pour l'estimation des 8 indicateurs de la simulation on modélise chaque indicateur par une relation mathématique.

→ Pour estimer les valeurs de ces 8 indicateurs on a besoin aussi des Valeurs aléatoires ; pour obtenir ces V.A on a utilisé la fonction Alea avec comme paramètres trois germes données par l'utilisateur.

→ Après avoir les V.A on a estimé les valeurs des 8 indicateurs de la façon suivantes :

1/Pour calculer Le nombre total d'accidents corporels NTAC :

*On a construit le tableau de la fonction de répartition.

Taux de progression	[-3 , 0 [[0 , 2]	2 , 4.5]] 4.5 , 7]] 7 , 11]] 11 , 14]
Fréquence en %	8	25	25	16	16	10

*On prend deux nombres Aléatoires et on cherche la position du premier nombre aléatoire dans les intervalles des fréquences Cumulatives pour obtenir le Taux de progression.

*Après avoir le Taux de progression on cherche NTAC en se basant sur la formule suivante :

$$\text{NTAC}[i] = \text{NTAC}[i-1] + X\% \text{ de } \text{NTAC}[i-1]$$

(X allant de -3% à 14%)

Avec i de 2019 jusqu'à 2030.

*Pour calculer X on utilise la deuxième valeur aléatoire et on utilise la formule suivante :

Pour une loi uniforme dans un intervalle $[a , b]$, on utilise la relation suivante :

$$X = (b - a) * \text{alea} + a$$

Avec alea un N.A généré dans $[0 , 1]$ par la fonction Alea.

2/ Le nombre total d'accidents mortels (NTAM) :

→ On a La régression annuelle du ratio du nombre total d'accidents mortels, par rapport au nombre total d'accidents corporels, suit une loi uniforme dans l'intervalle [- 0.25, 0] pour 70% des cas et dans l'intervalle [-0.45, -0.25] pour 30% des cas.

→ Donc pour calculer NTAM on utilise la relation suivante :

$$NTAM_i = (TAUX_{i-1} + X)\% \text{ de } NTAC_i$$

$$(X allant de -0.25 à -0.03 pour 75\% des cas et de -0.40 à -0.25 pour 25\% des cas)$$

Avec i de 2019 jusqu'à 2030

TAUX représente le taux en pourcentage, et pour une année donnée, du NTAM par rapport au NTAC.

Par exemple, en 2018, on a $NTAM = 3066$, qui représente $TAUX_{2018} = 3.19\%$ du NTAC de cette année.

Alors l'année suivante 2019, ce ratio va régresser de -0.25 à -0.03 pour 75% des cas et de -0.40 à -0.25 pour 25% des cas.

Et le NTAM sera calculé, par rapport au NTAC de cette année 2019, comme étant :

$$NTAM_{2019} = (TAUX_{2018} + X)\% \text{ de } NTAC_{2019} \quad (X allant de -0.25 à -0.03 pour 75\% des cas et de -0.40 à -0.25 pour 25\% des cas)$$

Ce qui donnera :

$$NTAM_{2019} = (3.19 + X)\% \text{ de } NTAC_{2019} \quad (X allant de -0.25 à -0.03 pour 75\% des cas et de -0.40 à -0.25 pour 25\% des cas)$$

Et ainsi de suite.

Et donc, même si le nombre d'accidents total (NTAC) augmente d'une année à L'autre, ce qui est normal car plus de population et plus de voitures, mais la gravité et le taux d'accidents mortels (NTAM) régresse un peu, quand même, suite aux différentes persuasions, sensibilisations et contrôles assurés par les autorités responsables. TAUX représente le taux en pourcentage, et pour une année donnée, du NTAM par rapport au NTAC.

3/Le nombre total d'accidents non mortels (NTANM) :

Le nombre total annuel d'accidents non mortels NTANM étant calculé, bien entendu, comme étant :

$$\text{NTANM} = \text{NTAC} - \text{NTAM}$$

4/Le nombre total de tués de la route (NTT) :

→ On a La progression/régression annuelle du ratio du nombre total des tués de la route (NTT), par rapport au nombre total d'accidents mortels (NTAM), suit une loi uniforme dans l'intervalle [- 3, 1.5].

→ Donc pour calculer NTANM on utilise la relation suivante :

$$\text{NTT}_i = (\text{TAUX}_{i-1} + X)\% \text{ de NTAM}_i \quad (X \text{ allant de } -3 \text{ à } 1.5)$$

Avec i de 2019 jusqu'à 2030

TAUX représente le taux en pourcentage, et pour une année donnée, du NTT par rapport au NTAM. Par exemple, en 2018, on a NTT = 3485, qui représente TAUX₂₀₁₈ = 113.67% du NTAM de cette année.

Alors l'année suivante 2019, ce ratio va régresser de -3 à 1.5.

Et le NTT sera calculé, par rapport au NTAM de cette année 2019, comme étant :

$$\text{NTT}_{2019} = (\text{TAUX}_{2018} + X)\% \text{ de NTAM}_{2019} \quad (X \text{ allant de } -3 \text{ à } 1.5)$$

Ce qui donnera :

$$\text{NTT}_{2019} = (113.67 + X)\% \text{ de NTAM}_{2019} \quad (X \text{ allant de } -3 \text{ à } 1.5)$$

Et ainsi de suite.

5/Le nombre total de blessés (NTB) :

→ On a La progression/régression annuelle du ratio du nombre total des blessés de la route (NTB), par rapport au nombre total d'accidents corporels (NTAC), suit une loi uniforme dans l'intervalle [- 4, 1].

→ Donc pour calculer NTB on utilise la relation suivante :

$$\text{NTB}_i = (\text{TAUX}_i + X)\% \text{ de NTAC}_i \quad (X \text{ allant de } -4 \text{ à } 1)$$

i de 2019 jusqu'à 2030

TAUX représente le taux en pourcentage, et pour une année donnée, du NTB par rapport au NTAC.

Par exemple, en 2018, on a NTB = 136974, qui représente TAUX₂₀₁₈ = 142.48% du NTAC de cette année.

Alors l'année suivante 2019, ce ratio va régresser de -4 à 1.

Et le NTB sera calculé, par rapport au NTAC de cette année 2019, comme étant :

$$\text{NTB}_{2019} = (\text{TAUX}_{2018} + X)\% \text{ de NTAC}_{2019} \quad (X \text{ allant de } -4 \text{ à } 1)$$

Ce qui donnera :

$$\text{NTB}_{2019} = (142.48 + X)\% \text{ de NTAC}_{2019} \quad (X \text{ allant de } -4 \text{ à } 1)$$

Et ainsi de suite.

6/Le nombre total de blessés graves (NTBG) :

→ On a Le nombre total de blessés graves (NTBG) représente tout simplement 4% à 9% du nombre total d'accidents corporels (NTB), et ceci selon une loi uniforme dans l'intervalle [4 , 9]%.

→ Donc pour calculer NTBG on utilise la relation suivante :

$$NTBG_i = ((5 * Aea + 4) * NTB[i]);$$

Avec i de 2019 jusqu'à 2030

7/Le nombre total de blessés légers (NTBL) :

→ On a Le nombre total de blessés légers (NTBL) sera calculé comme étant la différence entre le NTB et le NTBG :

$$NTBL = NTB - NTBG$$

8/Le nombre moyen de tués de la route par jour (NMTJ) :

→ On a Le nombre moyen de tués de la route par jour NMTJ, quant à lui, sera calculé comme étant le nombre total annuel de tués (NTT) divisé par 365 :

$$NMTJ = NTT / 365$$

→ Calcule des intervalles de confiance (IC) de la moyenne à 95% pour chacun des 8 indicateurs.

Pour cela :

→ On a Etudié un échantillon de taille $n = 40$ simulations ; dans chaque simulation on a calculé la valeur des 8 indicateurs.

Les germes à utiliser lors d'une simulation i peuvent être calculées par la même relation :

$$IX_i = IX_{i-1} + 2$$

$$IY_i = IY_{i-1} + 8$$

$$IZ_i = IZ_{i-1} + 20$$

Après on obtient deux tableaux des résultats pour 2026 et 2030.

→ Les intervalles de confiance de chaque indicateur :

Pour calculer les intervalles de confiance on a utilisé la formule suivante :

$$IC = [X - 1.96 * S_n, X + 1.96 * S_n]$$

Avec :

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=1}^n X_i^2 - n * \bar{X}^2 \right)}$$

❖ Etape 4 : Programmation du modèle

- question 1:

```
#Scenario du Modèle proposé:  
#QST 1  
#C'est l'estimation des 8 indicateur de 2010 jusqu'à 2030 pour les germes IX=IY=IZ=150  
import numpy as np  
import math  
import pandas as pd  
import csv  
  
#Cette fonction calcule X  
def X_NTAC(aleal,alea2) :  
  
    if aleal < 0.08 :  
        X = Intervalle_Uniforme(-3,0,alea2)  
    else :  
        if aleal <= 0.33:  
            X = Intervalle_Uniforme(0,2.5,alea2)  
        else :  
            if aleal <=0.58:  
                X = Intervalle_Uniforme(2.5,4.5,alea2)  
            else :  
                if aleal <=0.74 :  
                    X = Intervalle_Uniforme(4.5,7,alea2)  
                else :  
                    if aleal <=0.90 :  
                        X = Intervalle_Uniforme(7,11,alea2)  
                    else:  
                        X=Intervalle_Uniforme(11,14,alea2)  
    return X*0.01  
def Intervalle_Uniforme(a,b,alea):  
    #fonction intervalle qui calcule X qui suit une loi uniforme sur l'intervalle [a,b]  
    #cette fonction tres utiles pour les scenarios 2 et3  
    return (b-a)*alea+a  
  
def X_NTAM(na,t):  
    #Fonction Per permet de calculer X pour NTAM  
    #car X est veria entre [-0.25;0] pour 75% des cas et [-0.45;-0.25] pour 25% des cas  
    if na<0.75:  
        return Intervalle_Uniforme(-0.25,-0.03,t)  
    else:  
        return Intervalle_Uniforme(-0.40,-0.25,t)  
  
tab =[]  
def alea(IX,IY,IZ):  
    for i in range(150):  
        IX = 171 * ((IX) % 177) - 2 * (IX // 177)#IX 1er germe  
        IY = 172 * (IY % 176) - 35 * (IY // 176) #2ème germe  
        IZ = 170 * (IZ % 178) - 63 * (IZ // 178) #3ème germe  
  
        #Au cas de depassement de capacite  
        if (IX < 0) :IX = IX + 30269  
        if (IY < 0) : IY = IY + 30307  
        if (IZ < 0) : IZ = IZ + 30323  
  
        inter=1.0*(IX)/30269+1.0*(IY)/30307+1.0*(IZ)/30323  
        inter=((IX/30269)+(IY/30307)+(IZ/30323))  
        tab.append(inter-int(inter))
```

```

def make_dataframe(IX,IY,IZ):
    alea(IX,IY,IZ)
    h1 = tab[0] # premier nombre aléatoire du tableau tab
    h2 = tab[1]
    h3 = tab[2]
    arr = np.empty([8,21],dtype='float')
    l =[65461 , 3181 , 62280 , 3778 , 98472 , tab[3]*98472 , 98472-tab[3]*98472 , 10 ] # valeurs de 2018
    # initialisation
    for i in range(8):
        arr[i][0] = l[i]

    tauxNTAM = 100*arr[1][0] / arr[0][0]
    tauxNTT=100*arr[3][0] / arr[1][0]
    tauxNTB=100*(arr[4][0] / arr[0][0])
    for j in range(1,21):
        arr[0][j] = round((arr[0][j-1] *(1 + Xe(h1,h2))),2) # calcul de NTAC => arr[0][*]
        arr[1][j] = round((tauxNTAM + Per(h3,tab[7*j+2])) *0.01* arr[0][j],2) # calcul de NTAM => arr[1][*]
        tauxNTAM=tauxNTAM + Per(h3,tab[7*j+2])
        arr[2][j] =round((arr[0][j]-arr[1][j]),0) # NTANM => arr[2][*]
        arr[3][j] =round((tauxNTT +Intervalle_Uniforme(-3,1.5,tab[7*j+3]))*0.01*arr[1][j] ,2) # NTT => arr[3][*]
        tauxNTT= tauxNTT+Intervalle_Uniforme(-3,1.5,tab[7*j+3])
        arr[4][j] = round(( tauxNTB+Intervalle_Uniforme(-4,1,tab[7*j+4]))*0.01*arr[0][j] ,2) # NTB => arr[4][*]
        tauxNTB=tauxNTB+Intervalle_Uniforme(-4,1,tab[7*j+4])
        arr[5][j] = round((Intervalle_Uniforme(4,9,tab[7*j+5]))*0.01*arr[0][j],2)      # NTBG => arr[5][*]
        arr[6][j] = round(arr[4][j]-arr[5][j],2) # NTBL => arr[6][*]
        arr[7][j] = round(arr[3][j] / 365,2) # NTMJ => arr[7][*]
        h1 = tab[7*j]
        h2 = tab[7*j+1]
        h3 = tab[7*j+6]

    df = pd.DataFrame(arr,columns=[2010+i for i in range(0,21)],index=['NTAC','NTAM','NTANM','NTT','NTB','NTBG','NTBL','NMTJ'])
    return df

df = make_dataframe(150,150,150)
print(df)
df.to_csv('q1s1.csv')

```

- question 2 :

➤ pour 2026 :

```
#Scenario du Modèle proposé:  
#QST 2 // pour 2018  
#40 Simulation et calcule des Moyennes et Des ICs pour chaque indicateurs pour les germes IX=IY=IZ=150  
#2026  
import numpy as np  
import math  
import pandas as pd  
  
IX = 150  
IY = 150  
IZ = 150  
#This function calculates X  
def X_NTAC(alea1,alea2) :  
  
    if alea1 < 0.08 :  
        X = Intervalle_Uniforme(-3,0,alea2)  
    else :  
        if alea1 <= 0.33:  
            X = Intervalle_Uniforme(0,2,alea2)  
        else :  
            if alea1 <=0.58:  
                X = Intervalle_Uniforme(2,4.5,alea2)  
            else :  
                if alea1 <=0.74 :  
                    X = Intervalle_Uniforme(4.5,7,alea2)  
                else:  
                    if alea1 <=0.90 :  
                        X = Intervalle_Uniforme(7,11,alea2)  
                    else:  
                        X=Intervalle_Uniforme(11,14,alea2)  
  
    return X*0.01
```

```
def Intervalle_Uniforme(a,b,alea):  
    #fonction intervalle qui calcule X qui suit une loi uniforme  
    #sur l'intervalle [a,b] cette fonction tres utiles pour les scenarios 2 et3  
    return (b-a)*alea+a  
  
def X_NTAM(na,t):  
    #Fonction Per permet de calculer X pour NTAM  
    #car X varie entre [-0.25;0] pour 75% des cas et [-0.45;-0.25] pour 25% des cas  
    if na<0.75:  
        return Intervalle_Uniforme(-0.25,-0.03,t)  
    else:  
        return Intervalle_Uniforme(-0.40,-0.25,t)  
  
def alea(IX,IY,IZ):  
    for k in range(150):  
        IX = 171 * ((IX) % 177) - 2 * (IX // 177)#IX 1er germe  
        IY = 172 * (IY % 176) - 35 * (IY // 176) #2ème germe  
        IZ = 170 * (IZ % 178) - 63 * (IZ // 178) #3ème germe  
  
        #Au cas de depassement de capacite  
        if (IX < 0) :IX = IX + 30269  
        if (IY < 0) : IY = IY + 30307  
        if (IZ < 0) : IZ = IZ + 30323  
  
        inter=1.0*(IX)/30269+1.0*(IY)/30307+1.0*(IZ)/30323  
        inter=((IX/30269)+(IY/30307)+(IZ/30323))  
        tab.append(inter-int(inter))  
    return tab
```

```

tab=[ ]
NTAC=[]
NTAM=[]
NTANM=[]
NTT=[]
NTB=[]
NTBG=[]
NTBL=[]
NMTJ=[]

VNTAC = 0
VNTAM=0
VNTANM=0
VNTT=0
VNTB=0
VNTBG=0
VNTBL=0
VNMTJ=0

SNTAC=0
SNTAM=0
SNTANM=0
SNTT=0
SNTB=0
SNTBG=0
SNTBL=0
SNMTJ=0

for i in range(40):
    tab = alea(IX,IY,IZ)
    h1 = tab[0] # premier nombre aléatoire du tableau tab
    h2 = tab[1]
    h3 = tab[2]
    arr = np.empty([8,40],dtype='float')
    #arr2 = np.empty([40,8],dtype='float')
    l =[65461 ,3181 , 62280 , 3778 , 98472 , tab[3]*98472 , 98472-tab[3]*98472 , 10 ] # valeurs de 2018
    # initialisation
    for i in range(8):
        arr[i][0] = l[i]

    tauxNTAM = 100*arr[1][0] / arr[0][0]
    tauxNTT=100*arr[3][0] / arr[1][0]
    tauxNTB=100*(arr[4][0] / arr[0][0])
    for j in range(1,21):
        arr[0][j] = round((arr[0][j-1] * (1 + X_NTAC(h1,h2))),2) # calcul de NTAC => arr[0][*]
        arr[1][j] = round((tauxNTAM + X_NTAM(h3,tab[7*j+2])) *0.01* arr[0][j],2) # calcul de NTAM => arr[1][*]
        tauxNTAM=tauxNTAM + X_NTAM(h3,tab[7*j+2])
        arr[2][j] =round((arr[0][j]-arr[1][j]),0) # NTANM => arr[2][*]
        arr[3][j] =round((tauxNTT +Intervalle_Uniforme(-3,1.5,tab[7*j+3]))*0.01*arr[1][j] ,2) # NTT => arr[3][*]
        tauxNTT= tauxNTT+Intervalle_Uniforme(-3,1.5,tab[7*j+3])
        arr[4][j] = round(( tauxNTB+Intervalle_Uniforme(-4,1,tab[7*j+4]))*0.01*arr[0][j] ,2) # NTB => arr[4][*]
        tauxNTB=tauxNTB+Intervalle_Uniforme(-4,1,tab[7*j+4])
        arr[5][j] = round((Intervalle_Uniforme(4,9,tab[7*j+5]))*0.01*arr[0][j],2) # NTBG => arr[5][*]
        arr[6][j] = round(arr[4][j]-arr[5][j],2) # NTBL => arr[6][*]
        arr[7][j] = round(arr[3][j] / 365,2) # NMTJ => arr[7][*]
        h1 = tab[7*j]
        h2 = tab[7*j+1]
        h3 = tab[7*j+6]

```

```

NTAC.append(arr[0][8])
NTAM.append(arr[1][8])
NTANM.append(arr[2][8])
NTT.append(arr[3][8])
NTB.append(arr[4][8])
NTBG.append(arr[5][8])
NTBL.append(arr[6][8])
NMTJ.append(arr[7][8])

tab=[ ]

VNTAC = VNTAC + arr[0][8]
VNTAM = VNTAM + arr[1][8]
VNTANM = VNTANM + arr[2][8]
VNTT = VNTT + arr[3][8]
VNTB = VNTB + arr[4][8]
VNTBG = VNTBG + arr[5][8]
VNTBL = VNTBL + arr[6][8]
VNMTJ = VNMTJ + arr[7][8]

SNTAC=SNTAC+(arr[0][8]*arr[0][8])
SNTAM=SNTAM+(arr[1][8]*arr[1][8])
SNTANM=SNTANM+(arr[2][8]*arr[2][8])
SNTT=SNTT+(arr[3][8]*arr[3][8])
SNTB=SNTB+(arr[4][8]*arr[4][8])
SNTBG=SNTBG+(arr[5][8]*arr[5][8])
SNTBL=SNTBL+(arr[6][8]*arr[6][8])
SNMTJ = SNMTJ+(arr[7][8]*arr[7][8])

IX=IX+2
IY=IY+8
IZ=IZ+20

VNTAC = VNTAC / 40
VNTAM = VNTAM / 40
VNTANM = VNTANM / 40
VNTT = VNTT / 40
VNTB = VNTB / 40
VNTBG = VNTBG / 40
VNTBL = VNTBL / 40
VNMTJ = VNMTJ / 40

SNTAC=math.sqrt((SNTAC-40*VNTAC*SNTAC)/39)
SNTAM=math.sqrt((SNTAM-40*VNTAM*SNTAM)/39)
SNTANM=math.sqrt((SNTANM-40*VNTANM*SNTANM)/39)
SNTT=math.sqrt((SNTT-40*VNTT*SNTT)/39)
SNTB=math.sqrt((SNTB-40*VNTB*SNTB)/39)
SNTBG=math.sqrt((SNTBG-40*VNTBG*SNTBG)/39)
SNTBL=math.sqrt((SNTBL-40*VNTBL*SNTBL)/39)
SNMTJ =math.sqrt((SNMTJ-40*VNMTJ*VNMTJ)/39)

print(VNTAC)
print(VNTAM)
print(VNTANM)
print(VNTT)
print(VNTB)
print(VNTBG)
print(VNTBL)
print(VNMTJ)
print("\n\n")

print(VNTAC-1.96*SNTAC/math.sqrt(40) ,VNTAC+1.96*SNTAC/math.sqrt(40) )
print(VNTAM-1.96*SNTAM/math.sqrt(40) ,VNTAM+1.96*SNTAM/math.sqrt(40) )
print(VNTANM-1.96*SNTANM/math.sqrt(40) ,VNTANM+1.96*SNTANM/math.sqrt(40) )
print(VNTT-1.96*SNTT/math.sqrt(40) ,VNTT+1.96*SNTT/math.sqrt(40) )
print(VNTB-1.96*SNTB/math.sqrt(40) ,VNTB+1.96*SNTB/math.sqrt(40) )
print(VNTBG-1.96*SNTBG/math.sqrt(40) ,VNTBG+1.96*SNTBG/math.sqrt(40) )
print(VNTBL-1.96*SNTBL/math.sqrt(40) ,VNTBL+1.96*SNTBL/math.sqrt(40) )
print(VNMTJ-1.96*SNMTJ/math.sqrt(40) ,VNMTJ+1.96*SNMTJ/math.sqrt(40) )
print("\n\n")

data = {'NTAC': NTAC, 'NTAM': NTAM, 'NTANM': NTANM, 'NTT': NTT, 'NTB': NTB, 'NTBG': NTBG, 'NTBL': NTBL, 'NMTJ': NMTJ}
df = pd.DataFrame(data,columns=['NTAC', 'NTAM', 'NTANM', 'NTT', 'NTB', 'NTBG', 'NTBL', 'NMTJ'])
print(df)

```

➤ pour 2030 :

```
#Scenario du Modèle proposé:  
#QST 2 // pour 2018  
#40 Simulation et calcule des Moyennes et Des ICs pour chaque indicateurs pour les germes IX=IY=IZ=150  
#2030  
import numpy as np  
import math  
import pandas as pd  
  
IX = 150  
IY = 150  
IZ = 150  
#This function calculates X  
def X_NTAC(alea1,alea2) :  
  
    if alea1 < 0.08 :  
        X = Intervalle_Uniforme(-3,0,alea2)  
    else :  
        if alea1 <= 0.33:  
            X = Intervalle_Uniforme(0,2,alea2)  
        else :  
            if alea1 <=0.58:  
                X = Intervalle_Uniforme(2,4.5,alea2)  
            else :  
                if alea1 <=0.74 :  
                    X = Intervalle_Uniforme(4.5,7,alea2)  
                else :  
                    if alea1 <=0.90 :  
                        X = Intervalle_Uniforme(7,11,alea2)  
                    else:  
                        X=Intervalle_Uniforme(11,14,alea2)  
    return X*0.01  
def Intervalle_Uniforme(a,b,alea):  
    #fonction intervalle qui calcule X qui suit une loi uniforme  
    #sur l'intervalle [a,b] cette fonction tres utiles pour les scenarios 2 et3  
    return (b-a)*alea+a  
  
def X_NTAM(na,t):  
    #Fonction Per permet de calculer X pour NTAM  
    #car X varie entre [-0.25;0] pour 75% des cas et [-0.45;-0.25] pour 25% des cas  
    if na<0.75:  
        return Intervalle_Uniforme(-0.25,-0.03,t)  
    else:  
        return Intervalle_Uniforme(-0.40,-0.25,t)  
  
def alea(IX,IY,IZ):  
    for k in range(150):  
        IX = 171 * ((IX) % 177) - 2 * (IX // 177)#IX 1er germe  
        IY = 172 * (IY % 176) - 35 * (IY // 176) #2ème germe  
        IZ = 170 * (IZ % 178) - 63 * (IZ // 178) #3ème germe  
  
        #Au cas de depassement de capacite  
        if (IX < 0) :IX = IX + 30269  
        if (IY < 0) : IY = IY + 30307  
        if (IZ < 0) : IZ = IZ + 30323  
  
        inter=1.0*(IX)/30269+1.0*(IY)/30307+1.0*(IZ)/30323  
        inter=((IX/30269)+(IY/30307)+(IZ/30323))  
        tab.append(inter-int(inter))  
    return tab
```

```

tab=[]
NTAC=[]
NTAM=[]
NTANM=[]
NTT=[]
NTB=[]
NTBG=[]
NTBL=[]
NMTJ=[]

VNTAC = 0
VNTAM=0
VNTANM=0
VNTT=0
VNTB=0
VNTBG=0
VNTBL=0
VNMTJ=0

SNTAC=0
SNTAM=0
SNTANM=0
SNTT=0
SNTB=0
SNTBG=0
SNTBL=0
SNMTJ=0
for i in range(40):
    tab = alea(IX,IY,IZ)
    h1 = tab[0] # premier nombre aléatoire du tableau tab
    h2 = tab[1]
    h3 = tab[2]
    arr = np.empty([8,40],dtype='float')
    #arr2 = np.empty([40,8],dtype='float')
    l =[65461 ,3181 , 62280 , 3778 , 98472 , tab[3]*98472 , 98472-tab[3]*98472 , 10 ] # valeurs de 2018
    # initialisation
    for i in range(8):
        arr[i][0] = l[i]

    tauxNTAM = 100*arr[1][0] / arr[0][0]
    tauxNTT=100*arr[3][0] / arr[1][0]
    tauxNTB=100*(arr[4][0] / arr[0][0])
    for j in range(1,21):
        arr[0][j] = round((arr[0][j-1] *(1 + X_NTAC(h1,h2))),2) # calcul de NTAC => arr[0][*]
        arr[1][j] = round((tauxNTAM + X_NTAM(h3,tab[7*j+2])) *0.01* arr[0][j],2) # calcul de NTAM => arr[1][*]
        tauxNTAM=tauxNTAM + X_NTAM(h3,tab[7*j+2])
        arr[2][j] =round((arr[0][j]-arr[1][j]),0) # NTANM => arr[2][*]
        arr[3][j]=round((tauxNTT+Intervalle_Uniforme(-3,1.5,tab[7*j+3]))*0.01*arr[1][j] ,2) # NTT => arr[3][*]
        tauxNTT= tauxNTT+Intervalle_Uniforme(-3,1.5,tab[7*j+3])
        arr[4][j] = round((tauxNTB+Intervalle_Uniforme(-4,1,tab[7*j+4]))*0.01*arr[0][j] ,2) # NTB => arr[4][*]
        tauxNTB=tauxNTB+Intervalle_Uniforme(-4,1,tab[7*j+4])
        arr[5][j] = round((Intervalle_Uniforme(4,9,tab[7*j+5]))*0.01*arr[0][j],2) # NTBG => arr[5][*]
        arr[6][j] = round(arr[4][j]-arr[5][j],2) # NTBL => arr[6][*]
        arr[7][j] = round(arr[3][j] / 365,2) # NMTJ => arr[7][*]
        h1 = tab[7*j]
        h2 = tab[7*j+1]
        h3 = tab[7*j+6]

```

```

NTAC.append(arr[0][20])
NTAM.append(arr[1][20])
NTANM.append(arr[2][20])
NTT.append(arr[3][20])
NTB.append(arr[4][20])
NTBG.append(arr[5][20])
NTBL.append(arr[6][20])
NMTJ.append(arr[7][20])

tab=[ ]

VNTAC = VNTAC + arr[0][20]
VNTAM = VNTAM + arr[1][20]
VNTANM = VNTANM + arr[2][20]
VNTT = VNTT + arr[3][20]
VNTB = VNTB + arr[4][20]
VNTBG = VNTBG + arr[5][20]
VNTBL = VNTBL + arr[6][20]
VNMTJ = VNMTJ + arr[7][20]

SNTAC=SNTAC+(arr[0][20]*arr[0][20])
SNTAM=SNTAM+(arr[1][20]*arr[1][20])
SNTANM=SNTANM+(arr[2][20]*arr[2][20])
SNTT=SNTT+(arr[3][20]*arr[3][20])
SNTB=SNTB+(arr[4][20]*arr[4][20])
SNTBG=SNTBG+(arr[5][20]*arr[5][20])
SNTBL=SNTBL+(arr[6][20]*arr[6][20])
SNMTJ = SNMTJ+(arr[7][20]*arr[7][20])

IX=IX+2
IY=IY+8
IZ=IZ+20
VNTAC = VNTAC / 40
VNTAM = VNTAM / 40
VNTANM = VNTANM / 40
VNTT = VNTT / 40
VNTB = VNTB / 40
VNTBG = VNTBG / 40
VNTBL = VNTBL / 40
VNMTJ = VNMTJ / 40

SNTAC=math.sqrt((SNTAC-40*VNTAC*VNTAC)/39)
SNTAM=math.sqrt((SNTAM-40*VNTAM*VNTAM)/39)
SNTANM=math.sqrt((SNTANM-40*VNTANM*VNTANM)/39)
SNTT=math.sqrt((SNTT-40*VNTT*VNTT)/39)
SNTB=math.sqrt((SNTB-40*VNTB*VNTB)/39)
SNTBG=math.sqrt((SNTBG-40*VNTBG*VNTBG)/39)
SNTBL=math.sqrt((SNTBL-40*VNTBL*VNTBL)/39)
SNMTJ =math.sqrt((SNMTJ-40*VNMTJ*VNMTJ)/39)

print(VNTAC)
print(VNTAM)
print(VNTANM)
print(VNTT)
print(VNTB)
print(VNTBG)
print(VNTBL)
print(VNMTJ)
print("\n\n")
print(VNTAC-1.96*SNTAC/math.sqrt(40) ,VNTAC+1.96*SNTAC/math.sqrt(40) )
print(VNTAM-1.96*SNTAM/math.sqrt(40) ,VNTAM+1.96*SNTAM/math.sqrt(40) )
print(VNTANM-1.96*SNTANM/math.sqrt(40) ,VNTANM+1.96*SNTANM/math.sqrt(40) )
print(VNTT-1.96*SNTT/math.sqrt(40) ,VNTT+1.96*SNTT/math.sqrt(40) )
print(VNTB-1.96*SNTB/math.sqrt(40) ,VNTB+1.96*SNTB/math.sqrt(40) )
print(VNTBG-1.96*SNTBG/math.sqrt(40) ,VNTBG+1.96*SNTBG/math.sqrt(40) )
print(VNTBL-1.96*SNTBL/math.sqrt(40) ,VNTBL+1.96*SNTBL/math.sqrt(40) )
print(VNMTJ-1.96*SNMTJ/math.sqrt(40) ,VNMTJ+1.96*SNMTJ/math.sqrt(40) )
print("\n\n")

data = {'NTAC': NTAC, 'NTAM': NTAM, 'NTANM': NTANM, 'NTT': NTT, 'NTB': NTB, 'NTBG': NTBG, 'NTBL': NTBL, 'NMTJ': NMTJ}
df = pd.DataFrame(data,columns=['NTAC', 'NTAM', 'NTANM','NTT','NTB','NTBG','NTBL','NMTJ'])
print(df)

```

❖ Etape 5 : Validation du programme

→ Après la mise au point, il faut vérifier si le programme répond aux objectifs fixés.

❖ Etape 6 : Validation du modèle

1) Le Modèle proposé :

→ Le taux annuel de progression du nombre total d'accidents corporels (NTAC), d'une année à l'autre, nous proposons le tableau suivant :

Taux de progression	[-3 , 0 [[0 , 2]] 2 , 4.5]] 4.5 , 7]] 7 , 11]] 11 , 14]
Fréquence en %	8	25	25	16	16	10

→ Pour le NTAM nous proposons un X varie entre [-0.25 ; -0.03] pour 75% des cas , et entre [-0.40 ; -0.25] pour 25% des cas.

2) Critères de Validation du Modèle :

Pour valider le modèle on va commencer l'estimation des 8 indicateurs à partir de l'année 2010 ; et comparer les données de ce modèle avec ce qu'on a en réalité. (Pour l'année 2018)

→ Les données de l'année 2010 :

NTAC	NTAM	NTANM	NTT	NTB	NTBG	NTBL	NMTJ
65461	3181	62280	3778	98472	A générer	A générer	10

→ Les données de l'année 2018 :

NTAC	NTAM	NTANM	NTT	NTB	NTBG	NTBL	NMTJ
96133	3066	93067	3485	136974	8725	128249	9.55

→ Pour comparer les résultats de chaque scénario et avoir des résultats comparables on doit utiliser les mêmes Germes :

$$IX=150$$

$$IY=150$$

$$IZ=150$$

→ La relation entre les trois germes pour les 40 simulations est :

$$\begin{aligned} IX &= IX + 2 \\ IY &= IY + 8 \\ IZ &= IZ + 20 \end{aligned}$$

3) Résultats du Modèle pour l'estimation des 8 indicateurs de 2010 jusqu'à 2030 :

Indicateur	NTAC	NTAM	NTANM	NTT	NTB	NTBG	NTBL	NMTJ
2010	65461	3181	62280	3778	98472	6753	91719	10
2011	67246	3144	64102	3670	98510	3269	95241	10,05
2012	70097	3209	66888	3769	100384	5929	94455	10,33
2013	71092	3122	67970	3707	99097	3518	95579	10,16
2014	71283	2967	68316	3504	99885	5065	94820	9,6
2015	72928	2832	70096	3359	100338	5121	95217	9,2
2016	79943	2991	76952	3551	109085	4933	104152	9,73
2017	81833	3037	78796	3528	110371	3568	106803	9,67
2018	92761	3150	89611	3634	123565	4032	119533	9,96
2019	97464	3054	94410	3494	126752	8655	118097	9,57
2020	105271	3252	102019	3657	136513	8004	128509	10,02
2021	119962	3655	116307	4013	154428	6457	147971	10,99
2022	122963	3510	119453	3814	154479	10223	144256	10,45
2023	121366	3274	118092	3593	151034	6904	144130	9,84
2024	130180	3441	126739	3738	161416	6315	155101	10,24
2025	131021	3319	127702	3543	159543	8962	150581	9,71
2026	131175	3089	128086	3223	156886	6526	150360	8,83
2027	144762	3333	141429	3494	172807	8930	163877	9,57
2028	148875	3094	145781	3276	173913	12584	161329	8,98
2029	156427	3068	153359	3213	177191	10093	167098	8,8
2030	157104	2730	154374	2828	176007	8322	167685	7,75

4) Résultats du Modèle pour l'estimation des 8 indicateurs 40 simulations pour l'année 2018 :

simulation	NTAC	NTAM	NTANM	NTT	NTB	NTBG	NTBL	NMTJ
sim1	122963	3510	119453	3814	154479	10223	144256	10,45
sim2	105253	2440	102813	2609	141037	4344	136693	7,15
sim3	141636	4321	137315	4350	187541	6997	180544	11,92
sim4	114692	2034	112658	2379	155691	6598	149093	6,52
sim5	125292	3404	121888	3923	168054	8227	159827	10,75
sim6	137463	3283	134180	3430	175282	10143	165139	9,4
sim7	116307	3278	113029	3664	169703	9528	160175	10,04
sim8	97376	2408	94968	2650	130739	3900	126839	7,26
sim9	106220	2606	103614	2587	135584	5118	130466	7,09
sim10	79704	1812	77892	2012	100436	4488	95948	5,51
sim11	125480	3307	122173	3764	162344	8086	154258	10,31
sim12	113239	3313	109926	3415	144692	8218	136474	9,36
sim13	121677	3200	118477	3388	165637	9820	155817	9,28
sim14	136106	3544	132562	3850	189903	12091	177812	10,55
sim15	129258	3535	125723	3938	171736	6071	165665	10,79
sim16	126303	3220	123083	3531	159451	6959	152492	9,67
sim17	111672	2712	108960	2926	133590	7061	126529	8,02
sim18	96144	2262	93882	2504	132674	6861	125813	6,86
sim19	104426	2678	101748	2917	142429	8301	134128	7,99
sim20	133292	3546	129746	3802	179603	11679	167924	10,42
sim21	123278	2855	120423	3012	170280	5640	164640	8,25
sim22	99659	2876	96783	3373	141011	5370	135641	9,24
sim23	112275	2895	109380	3084	162643	6962	155681	8,45
sim24	111022	2957	108065	3231	136844	7787	129057	8,85
sim25	115119	3112	112007	3207	145736	9011	136725	8,79
sim26	131177	3317	127860	3510	170482	11334	159148	9,62
sim27	112906	3185	109721	3459	139264	5028	134236	9,48
sim28	108037	2835	105202	3157	142331	5690	136641	8,65
sim29	106374	2500	103874	2853	143722	6467	137255	7,82
sim30	96240	2916	93324	3277	128444	6633	121811	8,98
sim31	107423	3070	104353	3397	146986	8278	138708	9,31
sim32	89580	2164	87416	2357	116617	7631	108986	6,46
sim33	129519	2846	126673	3178	166573	5610	160963	8,71
sim34	126645	2792	123853	3069	160809	6516	154293	8,41
sim35	116865	3137	113728	3678	163995	6963	157032	10,08
sim36	115179	2368	112811	2415	153990	7799	146191	6,62
sim37	117532	3238	114294	3393	149358	8931	140427	9,3
sim38	119324	2895	116429	2983	167621	10038	157583	8,17
sim39	97627	2293	95334	2529	140385	4125	136260	6,93
sim40	113404	2725	110679	2836	144244	5714	138530	7,77
val moy	95438	3107	92330	3496	131899	6069	125830	9,58
Born inf	92281	2967	89290	3329	127394	5589	121536	9,12
Born sup	98594	3246	95369	3662	136403	6548	130123	10,03

Conclusion :

→ D'après les résultats obtenus ; les prédictions par ce modèle sont bien proche des données de l'année 2018.

→ Donc ce modèle est bien valide.

❖ Etape 7 : Expérimentation

- Résultats scénario 1 :

- question 1 :

Indicateur	NTAC	NTAM	NTANM	NTT	NTB	NTBG	NTBL	NMTJ
2018	96133	3066	93067	3485	136974	8725	128249	9.55
2019	98755	2967	95788	3312	136822	4800	132022	9.07
2020	102942	2994	99948	3364	139243	8708	130535	9.22
2021	104404	2841	101563	3229	137237	5166	132071	8.85
2022	104684	2609	102075	2948	138371	7439	130932	8.08
2023	107100	2371	104729	2691	138845	7520	131325	7.37
2024	117402	2432	114970	2763	150872	7244	143628	7.57
2025	120178	2453	117725	2725	152540	5239	147301	7.47
2026	136226	2351	133875	2593	170642	5921	164721	7.1
2027	143133	2095	141038	2290	174773	12711	162062	6.27
2028	154599	2194	152405	2355	188197	11754	176443	6.45
2029	176174	2425	173749	2539	212794	9483	203311	6.96
2030	180582	2139	178443	2215	212520	15013	197507	6.07

- question 2 :

➤ pour 2026 :

simulation	NTAC	NTAM	NTANM	NTT	NTB	NTBG	NTBL	NMTJ
sim1	136226	2351	133875	2593	170642	5921	164721	7.10
sim2	123187	1700	121487	1832	160651	5750	154901	5.02
sim3	159740	2966	156774	2987	208583	7995	200588	8.18
sim4	137442	1752	135690	1957	179630	7321	172309	5.36
sim5	155854	2881	152973	3275	203925	8804	195121	8.97
sim6	155628	2329	153299	2378	188275	9316	178959	6.52
sim7	155202	2965	152237	3220	211294	9790	201504	8.82
sim8	130031	1718	128313	1822	177200	8621	168579	4.99
sim9	131697	1878	129819	1944	173061	9175	163886	5.33
sim10	111606	1608	109998	1769	141246	8134	133112	4.85
sim11	141601	2262	139339	2532	179396	10776	168620	6.94
sim12	132455	2455	130000	2465	168006	10527	157479	6.75
sim13	140966	1834	139132	1961	193086	11657	181429	5.37
sim14	163163	2729	160434	2971	215600	14018	201582	8.14
sim15	173231	3076	170155	3409	220421	15466	204955	9.34
sim16	148168	2304	145864	2391	188751	6297	182454	6.55
sim17	131053	1832	129221	1938	160591	5992	154599	5.31
sim18	118899	1728	117171	1862	157746	5837	151909	5.10
sim19	121164	2007	119157	2111	160931	6338	154593	5.78
sim20	147685	2778	144907	2852	196355	8201	188154	7.81
sim21	151471	2004	149467	2187	201614	8921	192693	5.99
sim22	127844	2709	125135	3132	170336	7941	162395	8.58
sim23	140207	2141	138066	2228	194027	9160	184867	6.10
sim24	149400	2664	146736	2945	184561	10264	174297	8.07
sim25	155212	2498	152714	2586	199663	11163	188500	7.08
sim26	138808	2461	136347	2596	178746	10430	168316	7.11
sim27	143430	2375	141055	2552	177762	11261	166501	6.99
sim28	140311	2306	138005	2523	181120	11468	169652	6.91
sim29	130489	2193	128296	2443	175160	11085	164075	6.69
sim30	118861	2090	116771	2275	153750	10498	143252	6.23
sim31	129589	2296	127293	2441	174279	5383	168896	6.69
sim32	117727	1778	115949	1925	152598	5269	147329	5.27
sim33	168632	2360	166272	2602	218857	8116	210741	7.13
sim34	149685	1814	147871	1954	194467	7686	186781	5.35
sim35	148097	3026	145071	3456	200007	8081	191926	9.47
sim36	131687	1333	130354	1368	171436	7629	163807	3.75
sim37	135463	2269	133194	2374	169781	8284	161497	6.50
sim38	161078	2396	158682	2446	218257	10369	207888	6.70
sim39	126105	1512	124593	1641	171000	8543	162457	4.50
sim40	127146	1548	125598	1641	159886	9023	150863	4.50
val moy	140156	2223	137932	2389	182567	8912	173654	6.55
born inf	135520	2080	133389	2227	176307	8207	167699	6.10
born sup	144791	2365	142474	2550	188826	9616	179608	6.99

➤ pour 2026 :

simulation	NTAC	NTAM	NTANM	NTT	NTB	NTBG	NTBL	NMTJ
sim1	180582	2139	178443	2215	212520	15013	197507	6.07
sim2	154567	1002	153565	1020	194837	6379	188458	2.79
sim3	208006	2872	205134	2745	258896	10275	248621	7.52
sim4	168438	1740	168264	1950	215269	9690	205579	5.34
sim5	183994	1926	182068	2121	232173	12081	220092	5.81
sim6	201873	1450	200423	1441	241374	14896	226478	3.95
sim7	170808	1961	168847	2092	235655	13993	221662	5.73
sim8	142998	1148	141850	1205	180631	5727	174904	3.30
sim9	155988	1222	154766	1151	186717	7516	179201	3.15
sim10	117049	1076	116343	1125	138196	6591	131605	3.08
sim11	184273	1779	182494	1934	223770	11875	211895	5.30
sim12	166300	2088	164212	2046	199279	12069	187210	5.61
sim13	178695	1715	176980	1728	229058	14422	214636	4.73
sim14	199880	1866	198014	1932	263004	17756	245248	5.29
sim15	189822	2021	187801	2148	237122	8915	228207	5.88
sim16	185483	1631	183852	1705	219427	10219	209208	4.67
sim17	163997	1243	162754	1278	183156	10369	172787	3.50
sim18	141193	1250	140230	1301	183622	10075	173547	3.56
sim19	153356	1372	151984	1425	196982	12190	184792	3.90
sim20	195746	1939	193807	1980	248205	17151	231054	5.42
sim21	181040	1761	179871	1824	235681	8282	227399	5.00
sim22	146356	1780	144576	1996	195457	7886	187571	5.47
sim23	164883	1498	163385	1519	225752	10225	215527	4.16
sim24	163041	1620	161421	1688	188009	11436	176573	4.62
sim25	169058	1746	167312	1710	200589	13233	187356	4.68
sim26	192642	1653	190989	1665	235059	16645	218414	4.56
sim27	165812	1908	163904	1975	191348	7384	183964	5.41
sim28	158665	1514	157151	1609	196424	8356	188068	4.41
sim29	156213	1563	155150	1559	198649	9497	189152	4.27
sim30	141335	1921	139414	2061	177400	9742	167658	5.65
sim31	157753	1874	155879	1978	203320	12156	191164	5.42
sim32	131551	1054	130570	1219	160804	11206	149598	3.34
sim33	190205	1303	189202	1369	229510	8239	221271	3.75
sim34	185988	1754	184994	1801	221385	9569	211816	4.93
sim35	171618	1741	169877	1952	227195	10225	216970	5.35
sim36	169144	1528	168491	1775	212701	11453	201248	4.86
sim37	172604	1872	170732	1866	205629	13116	192513	5.11
sim38	175232	1325	173907	1298	232237	14741	217496	3.56
sim39	143371	973	142398	1023	194774	6058	188716	2.80
sim40	166534	1221	165313	1208	198593	8390	190203	3.31
val moy	168652	1893	167159	1944	210260	10876	199384	4.57
born inf	162419	1735	160998	1882	202121	9923	191734	4.07
born sup	174884	1950	173319	2035	218398	11828	207033	5.97

• Résultats scénario 2 :

- question 1 :

Indicateur	NTAC	NTAM	NTANM	NTT	NTB	NTBG	NTBL	NMTJ
2018	96133	3066	93067	3485	136974	8725	128249	9.55
2019	98493	2955	95538	3296	136361	4668	131693	9.03
2020	102251	2967	99284	3330	138115	8433	129682	9.12
2021	103558	2805	100753	3184	135829	4996	130833	8.72
2022	103808	2569	101239	2897	136886	7192	129694	7.94
2023	105964	2320	103644	2627	136956	7254	129702	7.2
2024	115138	2353	112785	2667	147445	6927	140518	7.31
2025	117588	2366	115222	2619	148649	4998	143651	7.18
2026	131720	2225	129495	2444	164236	5582	158654	6.7
2027	137730	1956	135774	2128	167258	11925	155333	5.83
2028	147660	2030	145630	2168	178700	10946	167754	5.94
2029	166206	2213	163993	2303	199482	8723	190759	6.31
2030	169949	1928	168021	1983	198558	13776	184782	5.43

- question 2 :

➤ pour 2026 :

simulation	NTAC	NTAM	NTANM	NTT	NTB	NTBG	NTBL	NMTJ
sim1	131719	2225	129494	2444	164234	5582	158652	6.70
sim2	119834	1599	118235	1716	155677	5454	150223	4.70
sim3	152096	2774	149322	2780	197844	7422	190422	7.62
sim4	132548	1627	130921	1810	172575	6884	165691	4.96
sim5	148746	2700	146046	3058	193889	8192	185697	8.38
sim6	148560	2160	146400	2195	178770	8670	170100	6.01
sim7	147346	2768	144578	2994	199988	9062	190926	8.20
sim8	126262	1609	124653	1699	171541	8161	163380	4.65
sim9	127757	1766	125991	1819	167263	8678	158585	4.98
sim10	109117	1525	107592	1671	137486	7754	129732	4.58
sim11	136406	2125	134281	2370	172054	10121	161933	6.49
sim12	128169	2333	125836	2331	161859	9931	151928	6.39
sim13	135433	1698	133735	1807	184963	10919	174044	4.95
sim14	155044	2535	152509	2749	204135	12987	191148	7.53
sim15	163719	2849	160870	3145	207420	14252	193168	8.62
sim16	141537	2143	139394	2214	179531	5865	173666	6.07
sim17	127181	1721	125460	1812	155059	5669	149390	4.96
sim18	116126	1638	114488	1757	153525	5558	147967	4.81
sim19	118094	1910	116184	2000	156304	6023	150281	5.48
sim20	141668	2619	139049	2676	187698	7670	180028	7.33
sim21	144985	1850	143135	2011	192312	8326	183986	5.51
sim22	124325	2601	121724	2997	165077	7530	157547	8.21
sim23	135180	2008	133172	2080	186554	8611	177943	5.70
sim24	142420	2490	139930	2742	175078	9540	165538	7.51
sim25	148171	2327	145844	2397	189824	10391	179433	6.57
sim26	133406	2318	131088	2434	171088	9774	161314	6.67
sim27	137975	2232	135743	2388	170175	10562	159613	6.54
sim28	135312	2172	133140	2367	173962	10783	163179	6.48
sim29	126686	2081	124605	2309	169493	10493	159000	6.33
sim30	116406	2005	114401	2174	149972	10024	139948	5.96
sim31	125854	2185	123669	2313	168703	5097	163606	6.34
sim32	114908	1687	113221	1819	148354	5015	143339	4.98
sim33	159311	2158	157153	2370	205947	7476	198471	6.49
sim34	143415	1667	141748	1788	185591	7180	178411	4.90
sim35	142033	2861	139172	3256	191204	7556	183648	8.92
sim36	127706	1223	126483	1249	165610	7214	158396	3.42
sim37	131040	2145	128895	2234	163480	7813	155667	6.12
sim38	153262	2215	151047	2251	207014	9619	197395	6.17
sim39	122151	1404	120747	1518	165121	8068	157053	4.16
sim40	123720.98	1446	122275	1526	154872	8560	146312	4.18
val moy	134890	2084	132805	2231	175031	8362	166669	6.11
born inf	130828	1948	128827	2079	169517	7714	161414	5.70
born sup	138951	2219	136782	2382	180544	9009	171923	6.53

➤ pour 2030 :

simulation	NTAC	NTAM	NTANM	NTT	NTB	NTBG	NTBL	NMTJ
sim1	169949	1928	168021	1983	198558	13776	184782	5.43
sim2	147091	860	146231	870	184344	5918	178426	2.38
sim3	193114	2579	190535	2446	238912	9301	229611	6.70
sim4	159270	2001	159229	2090	202436	8934	193502	5.73
sim5	172770	1716	171054	1879	216758	11060	205698	5.15
sim6	187947	1234	186713	1218	223175	13522	209653	3.34
sim7	160637	1763	158874	1869	220743	12831	207912	5.12
sim8	137553	1022	136531	1066	172759	5371	167388	2.92
sim9	148843	1112	147767	1205	176941	6992	169949	3.30
sim10	113425	1024	112815	1212	132957	6228	126729	3.32
sim11	173101	1575	171526	1702	208826	10876	197950	4.66
sim12	157445	1901	155544	1848	187378	11141	176237	5.06
sim13	167827	1517	166310	1518	213961	13206	200755	4.16
sim14	186248	1634	184614	1681	243868	16132	227736	4.61
sim15	177394	1794	175600	1895	220278	8123	212155	5.19
sim16	172682	1419	171263	1474	202828	9276	193552	4.04
sim17	155759	1086	154673	1109	172489	9602	162887	3.04
sim18	135618	1200	134778	1295	175467	9435	166032	3.55
sim19	146087	1223	144864	1262	186636	11322	175314	3.46
sim20	182765	1710	181055	1735	230438	15613	214825	4.75
sim21	170342	1524	169350	1602	220623	7598	213025	4.39
sim22	140450	1639	138811	1828	186707	7378	179329	5.01
sim23	156482	1332	155150	1342	213368	9461	203907	3.68
sim24	153635	1442	152193	1492	175799	10507	165292	4.09
sim25	159361	1560	157801	1517	187749	12162	175587	4.16
sim26	179417	1435	177982	1435	217510	15115	202395	3.93
sim27	156829	1724	155105	1772	179592	6810	172782	4.85
sim28	151201	1358	149843	1434	186034	7764	178270	3.93
sim29	149013	920	148093	997	188435	8833	179602	2.73
sim30	136123	1788	134335	1907	169858	9148	160710	5.22
sim31	150346	1711	148635	1795	192745	11295	181450	4.92
sim32	127007	869	126138	896	154254	10549	143705	2.45
sim33	177266	817	176449	865	212466	7487	204979	2.37
sim34	174506	1605	173689	1651	206266	8753	197513	4.52
sim35	162265	1558	160707	1738	213788	9426	204362	4.76
sim36	160134	1506	159628	1682	200200	10571	189629	4.61
sim37	163112	1684	161428	1666	192967	12085	180882	4.56
sim38	165351	1150	164201	1118	218101	13562	204539	3.06
sim39	136669	841	135828	879	184877	5630	179247	2.41
sim40	157897	1061	156836	1042	186985	7756	179229	2.85
val moy	159323	1604	158004	1625	197451	10013	187438	4.45
born inf	153935	1409	152674	1424	190335	9153	180737	3.90
born sup	164710	1799	163333	1825	204566	10872	194138	5.00

● Résultats scénario 3 :

- question 1 :

Indicateur	NTAC	NTAM	NTANM	NTT	NTB	NTBG	NTBL	NMTJ
2018	101901	3250	98651	3694	145192	9249	135944	10.12
2019	104152	3120	101033	3478	144091	4812	139279	9.53
2020	107729	3119	104610	3497	145307	8662	136645	9.58
2021	108968	2939	106029	3332	142606	5126	137480	9.13
2022	109204	2684	106520	3021	143652	7377	136276	8.28
2023	111246	2407	108839	2720	143336	7425	135911	7.45
2024	119914	2417	117497	2732	153011	7033	145978	7.48
2025	122211	2423	119787	2673	153854	5065	148789	7.32
2026	135429	2237	133192	2448	168062	5596	162466	6.71
2027	140991	1941	139050	2102	170261	11903	158359	5.76
2028	150138	1996	148142	2121	180612	10851	169761	5.81
2029	167110	2148	164963	2222	199265	8551	190714	6.08
2030	170497	1847	168650	1887	197719	13475	184244	5.17

- question 2 :

➤ pour 2026 :

simulation	NTAC	NTAM	NTANM	NTT	NTB	NTBG	NTBL	NMTJ
sim1	135429	2237	133192	2447	168062	5595	162467	6.70
sim2	123849	1596	122254	1705	160265	5496	154769	4.67
sim3	154215	2760	151455	2751	199819	7337	192481	7.54
sim4	135934	1602	134333	1775	176298	6884	169415	4.86
sim5	151139	2692	148448	3038	196250	8116	188134	8.32
sim6	150977	2130	148846	2153	180687	8591	172096	5.90
sim7	148905	2748	146157	2960	201478	8929	192550	8.11
sim8	130321	1599	128722	1681	176513	8213	168299	4.60
sim9	131744	1761	129983	1806	171833	8725	163108	4.95
sim10	113233	1531	111702	1671	142028	7845	134183	4.58
sim11	139772	2120	137652	2356	175508	10112	165396	6.46
sim12	131852	2355	129497	2340	165765	9961	155804	6.41
sim13	138407	1669	136739	1769	188462	10880	177582	4.85
sim14	156916	2504	154411	2704	205843	12815	193028	7.41
sim15	164871	2810	162061	3090	207959	13993	193966	8.47
sim16	143873	2118	141756	2177	181694	5813	175881	5.96
sim17	131200	1715	129484	1798	159129	5702	153427	4.93
sim18	120462	1645	118816	1757	158687	5621	153066	4.81
sim19	122272	1930	120342	2012	161259	6080	155179	5.51
sim20	144615	2625	141990	2669	190925	7634	183292	7.31
sim21	147703	1814	145889	1964	195229	8270	186959	5.38
sim22	128498	2654	125844	3047	170021	7588	162434	8.35
sim23	138627	2000	136627	2063	190780	8610	182170	5.65
sim24	144483	2474	142008	2714	176723	9437	167287	7.43
sim25	150595	2304	148291	2362	192121	10297	181824	6.47
sim26	136363	2320	134042	2425	174152	9741	164411	6.64
sim27	141207	2229	138978	2374	173300	10539	162761	6.51
sim28	138786	2173	136613	2358	177694	10783	166911	6.46
sim29	130736	2097	128639	2318	174325	10558	163767	6.35
sim30	121087	2042	119045	2204	155367	10166	145200	6.04
sim31	129924	2209	127715	2328	173580	5131	168450	6.38
sim32	119104	1698	117406	1823	153150	5068	148083	4.99
sim33	160324	2098	158226	2295	206425	7335	199090	6.29
sim34	146237	1625	144612	1736	188489	7138	181351	4.76
sim35	144957	2877	142079	3263	194508	7519	186989	8.94
sim36	131660	1187	130473	1207	170063	7251	162812	3.31
sim37	134787	2154	132633	2234	167362	7836	159526	6.12
sim38	155291	2176	153115	2200	209089	9503	199586	6.03
sim39	125725	1381	124344	1486	169415	8097	161318	4.07
sim40	127944	1430	126513	1503	159414	8631	150784	4.12
val moy	138100	2077	136022	2071	178491	8345	170145	5.67
born inf	134312	1940	132311	2007	173305	7708	165188	5.50
born sup	141887	2212	139732	2218	183677	8981	175100	6.08

➤ pour 2030 :

simulation	NTAC	NTAM	NTANM	NTT	NTB	NTBG	NTBL	NMTJ
sim1	170497	1846	168650	1887	197719	13475	184245	5.17
sim2	149017	775	148242	778	185660	5846	179814	2.13
sim3	191364	2467	188896	2321	235289	8986	226303	6.36
sim4	160452	2122	160537	2173	202800	8775	194025	5.95
sim5	172991	1624	171367	1768	215764	10798	204967	4.84
sim6	186722	1107	185614	1085	220156	13098	207058	2.97
sim7	160957	1682	159275	1772	220296	12535	207761	4.85
sim8	140781	960	139821	994	175782	5360	170422	2.72
sim9	151212	1000	12412	1033	178493	6926	171567	2.83
sim10	116711	967	116160	1015	135803	6248	129556	2.78
sim11	173363	1479	171884	1589	207740	10621	197120	4.35
sim12	158792	1839	156953	1774	187656	10955	176701	4.86
sim13	168016	1423	166594	1414	213020	12890	200130	3.87
sim14	185180	1517	183662	1550	241265	15638	225627	4.25
sim15	176796	1692	175104	1776	218202	7893	210308	4.87
sim16	171404	1307	170097	1349	199857	8977	190879	3.69
sim17	157571	1001	156570	1015	172980	9471	163510	2.78
sim18	138572	1009	137802	1085	178355	9400	168955	2.97
sim19	148152	1153	146999	1182	188239	11195	177044	3.24
sim20	182049	1600	180449	1612	228216	15163	213052	4.42
sim21	170856	1378	169973	1463	220140	7431	212709	4.01
sim22	143430	1601	141829	1776	189781	7346	182434	4.87
sim23	158198	1254	156944	1255	214811	9326	205486	3.44
sim24	154191	1361	152831	1399	175041	10281	164760	3.83
sim25	160060	1479	158581	1427	187208	11910	175298	3.91
sim26	178235	1319	176915	1310	214651	14640	200011	3.59
sim27	158013	1655	156358	1690	179521	6689	172831	4.63
sim28	153420	1290	152130	1354	187580	7681	179899	3.71
sim29	151352	837	150515	902	190305	8747	181557	2.47
sim30	139469	1767	137702	1873	172995	9138	163856	5.13
sim31	152570	1658	150912	1728	194539	11176	183364	4.73
sim32	130352	810	129542	830	157279	10556	146723	2.27
sim33	176174	692	175482	728	209711	7255	191857	2.00
sim34	174595	698	173896	723	204893	8539	196354	1.98
sim35	163486	1478	162008	1640	214355	9259	205095	4.49
sim36	161530	394	161136	376	200747	10397	190350	1.03
sim37	164258	1607	162651	1578	192935	11866	181069	4.32
sim38	166287	1052	165234	1015	218278	13297	204981	2.78
sim39	138596	764	137832	793	186675	5567	181109	2.17
sim40	159488	971	158517	947	187524	7639	179885	2.59
val moy	160378	1443	159146	1300	197556	9824	187731	3.56
born inf	155402	1275	154226	1155	190891	8996	181438	3.17
born sup	165353	1610	164066	1464	204221	10651	194023	4.01

● **Résultats scénario 4 :**

- question 1 :

Indicateur	NTAC	NTAM	NTANM	NTT	NTB	NTBG	NTBL	NMTJ
2018	96133	3066	93067	3485	136974	8725	128249	9.55
2019	98257	2943	95314	3281	135935	4540	131395	8.99
2020	101631	2942	98689	3299	137082	8172	128910	9.04
2021	102800	2773	100027	3143	134534	4836	129698	8.61
2022	103023	2532	100491	2850	135521	6959	128562	7.81
2023	104949	2271	102678	2566	135223	7005	128218	7.03
2024	113126	2280	110846	2577	144350	6635	137715	7.06
2025	115293	2286	113007	2522	145145	4778	140367	6.91
2026	127763	2110	125653	2309	158549	5279	153270	6.33
2027	133010	1831	131179	1983	160624	11229	149395	5.43
2028	141640	1883	139757	2001	170389	10237	160152	5.48
2029	157651	2026	155625	2096	187986	8067	179919	5.74
2030	160846	1742	159104	1780	186527	12712	173815	4.88

- question 2 :

➤ pour 2026 :

simulation	NTAC	NTAM	NTANM	NTT	NTB	NTBG	NTBL	NMTJ
sim1	127763	2110	125653	2309	158549	5279	153271	6.32
sim2	116839	1505	115334	1608	151193	5185	146008	4.41
sim3	145486	2604	142882	2595	188508	6922	181586	7.11
sim4	128240	1511	126729	1675	166319	6494	159825	4.59
sim5	142584	2539	140045	2866	185141	7657	177485	7.85
sim6	142431	2009	140421	2032	170459	8105	162355	5.57
sim7	140476	2593	137884	2792	190074	8423	181651	7.65
sim8	122944	1508	121436	1585	166521	7748	158773	4.34
sim9	124286	1661	122625	1703	162106	8231	153875	4.67
sim10	106824	1445	105379	1576	133989	7401	126587	4.32
sim11	131860	2000	129860	2223	165574	9540	156034	6.09
sim12	124389	2221	122167	2207	156382	9398	146985	6.05
sim13	130573	1574	128999	1669	177795	10264	167530	4.57
sim14	148034	2363	145671	2551	194192	12090	182102	6.99
sim15	155539	2651	152888	2915	196188	13201	182987	7.99
sim16	135729	1998	133732	2054	171410	5484	165926	5.63
sim17	123773	1618	122155	1696	150122	5379	144743	4.65
sim18	113643	1552	112091	1658	149705	5303	144402	4.54
sim19	115351	1821	113530	1898	152131	5736	146395	5.20
sim20	136429	2476	133953	2518	180118	7202	172917	6.90
sim21	139342	1711	137631	1853	184178	7802	176376	5.08
sim22	121225	2503	118721	2875	160397	7158	153239	7.88
sim23	130781	1887	128893	1946	179981	8123	171858	5.33
sim24	136304	2334	133970	2560	166720	8902	157818	7.01
sim25	142071	2173	139897	2228	181246	9714	171532	6.10
sim26	128644	2189	126455	2288	164294	9189	155105	6.27
sim27	133214	2103	131111	2240	163491	9943	153548	6.14
sim28	130930	2050	128880	2225	167636	10173	157463	6.10
sim29	123336	1979	121358	2187	164458	9960	154497	5.99
sim30	114233	1926	112307	2079	146572	9591	136981	5.70
sim31	122570	2084	120486	2196	163755	4840	158915	6.02
sim32	112362	1602	110760	1720	144482	4781	139701	4.71
sim33	151249	1980	149270	2165	194740	6920	187821	5.93
sim34	137960	1533	136426	1638	177820	6734	171086	4.49
sim35	136751	2714	134037	3078	183498	7094	176404	8.43
sim36	124208	1120	123088	1139	160437	6841	153596	3.12
sim37	127157	2032	125125	2107	157889	7392	150497	5.77
sim38	146501	2053	144448	2076	197254	8965	188288	5.69
sim39	118608	1302	117306	1402	159825	7638	152187	3.84
sim40	120702	1349	119352	1418	150391	8142	142249	3.89
val moy	130283	1959	128323	1954	168388	7873	160514	5.35
born inf	126709	1830	124822	1893	163495	7272	155838	5.19
born sup	133856	2087	131823	2092	173280	8473	165189	5.73

➤ pour 2030 :

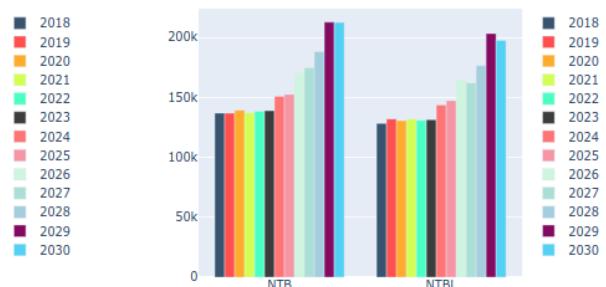
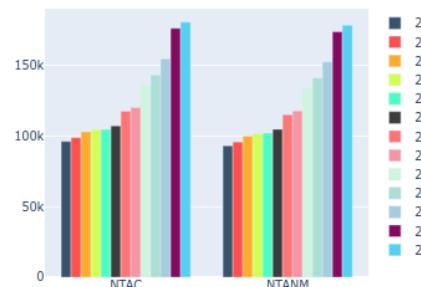
simulation	NTAC	NTAM	NTANM	NTT	NTB	NTBG	NTBL	NMTJ
sim1	160846	1742	159104	1780	186528	12712	173816	4.88
sim2	140582	731	139851	734	175151	5515	169636	2.01
sim3	180532	2328	178204	2190	221971	8478	213493	6.00
sim4	151369	2002	151450	2050	191321	8278	183043	5.62
sim5	163199	1532	161667	1668	203551	10186	193365	4.57
sim6	176153	1045	175108	1023	207694	12357	195338	2.80
sim7	151846	1587	150259	1672	207826	11825	196001	4.58
sim8	132812	906	131907	938	165832	5057	160775	2.57
sim9	142653	943	11709	974	168390	6534	161856	2.67
sim10	110104	912	109585	958	128116	5894	122222	2.62
sim11	163550	1395	162155	1499	195981	10019	185962	4.11
sim12	149804	1735	148069	1674	177034	10335	166699	4.59
sim13	158506	1342	157164	1334	200963	12161	188802	3.65
sim14	174698	1431	173266	1462	227609	14753	212856	4.01
sim15	166789	1596	165192	1676	205851	7447	198404	4.59
sim16	161702	1233	160469	1272	188544	8469	180075	3.49
sim17	148652	944	147708	958	163189	8935	154254	2.62
sim18	130728	952	130002	1024	168259	8868	159391	2.81
sim19	139766	1088	138678	1115	177584	10561	167022	3.05
sim20	171745	1510	170235	1521	215298	14305	200993	4.17
sim21	161185	1300	160352	1381	207679	7010	200669	3.78
sim22	135312	1510	133801	1676	179038	6931	172108	4.59
sim23	149244	1183	148060	1184	202652	8798	193854	3.24
sim24	145464	1284	144180	1320	165133	9699	155434	3.62
sim25	151000	1395	149605	1346	176611	11235	165375	3.69
sim26	168146	1245	166901	1236	202501	13811	188690	3.39
sim27	149069	1561	147508	1594	169359	6311	163048	4.37
sim28	144736	1217	143519	1277	176962	7246	169716	3.50
sim29	142785	790	141995	851	179533	8252	171281	2.33
sim30	131575	1667	129908	1767	163203	8621	154582	4.84
sim31	143934	1564	142370	1630	183528	10543	172984	4.47
sim32	122974	764	122209	783	148376	9958	138418	2.15
sim33	166202	653	165549	687	197841	6844	180997	1.88
sim34	164712	659	164053	682	193296	8056	185240	1.87
sim35	154232	1395	152838	1547	202221	8735	193486	4.24
sim36	152387	372	152015	355	189384	9808	179576	0.97
sim37	154960	1516	153444	1489	182014	11194	170820	4.08
sim38	156874	993	155881	958	205923	12545	193378	2.62
sim39	130751	721	130030	749	176109	5252	170857	2.05
sim40	150460	916	149544	893	176909	7206	169703	2.45
val moy	151300	1361	150138	1226	186374	9268	177105	3.36
born inf	146606	1203	145496	1090	180086	8487	171168	2.99
born sup	155993	1519	154779	1381	192661	10048	183041	3.78

❖ Etape 8 : Interprétation

- Interprétation scénario 1 :

- question 1 :

Vue globale Vue spécifique



Choisissez des indicateurs dont vous voulez visualiser les résultats entre 2018 et 2030

NTB NTBL NTAC

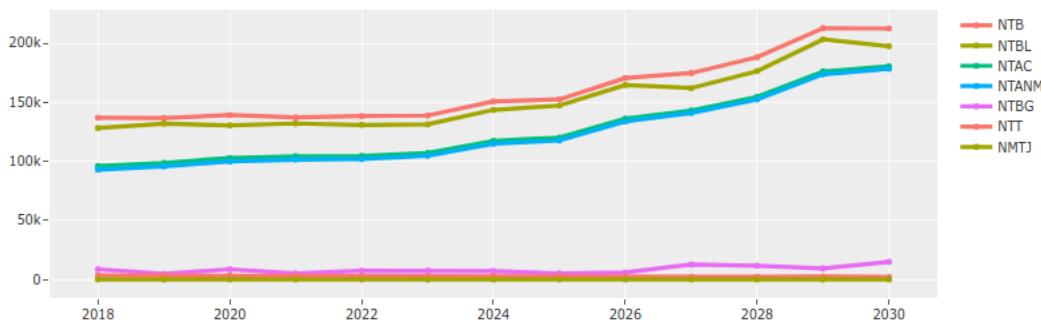


Choisissez des indicateurs dont vous voulez visualiser les résultats entre 2018 et 2030

NTB NTBL NTAC NTANM NTBG NTT NMTJ

Toolbar icons for chart navigation

Evolution des indicateurs entre 2018 et 2030

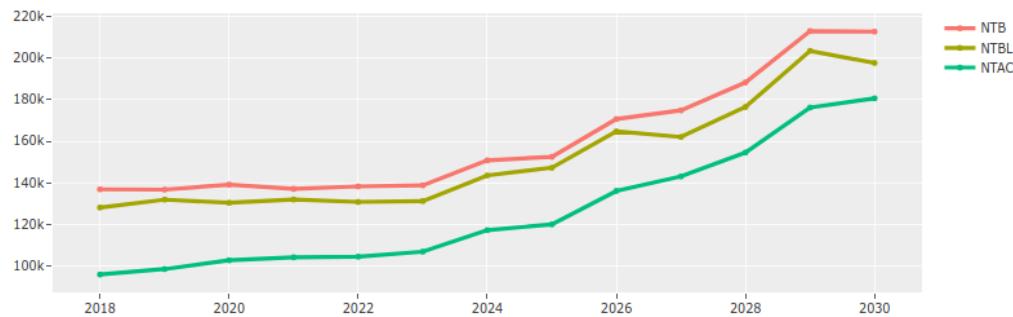


Choisissez des indicateurs dont vous voulez visualiser les résultats entre 2018 et 2030

[x] NTB [x] NTBL [x] NTAC [x] ▾



Evolution des indicateurs entre 2018 et 2030

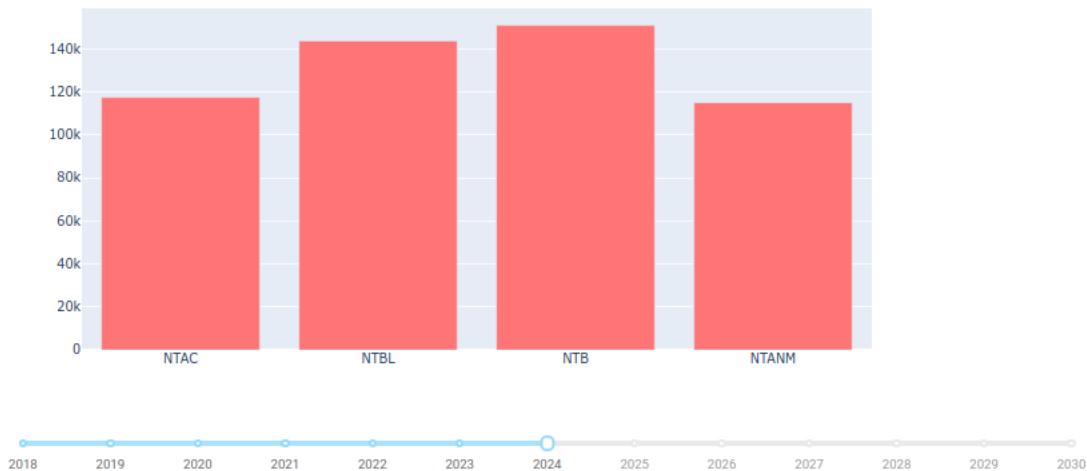


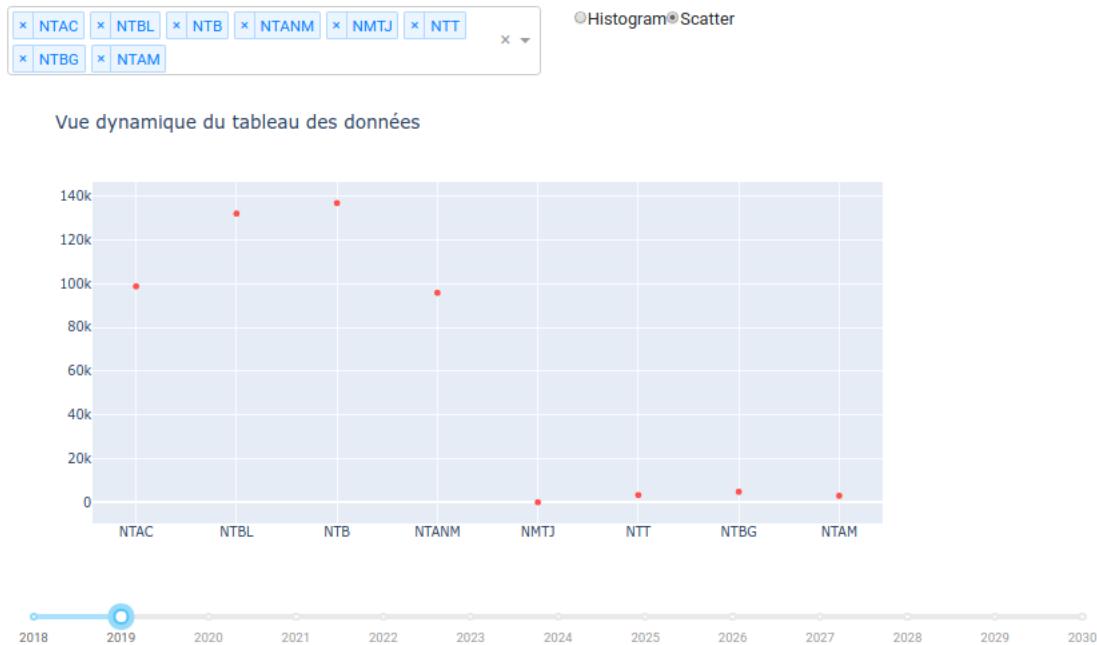
[x] NTAC [x] NTBL [x] NTB [x] NTANM [x] ▾

©Histogram ©Scatter



Vue dynamique du tableau des données





- question 2 :

➤ pour 2026 :

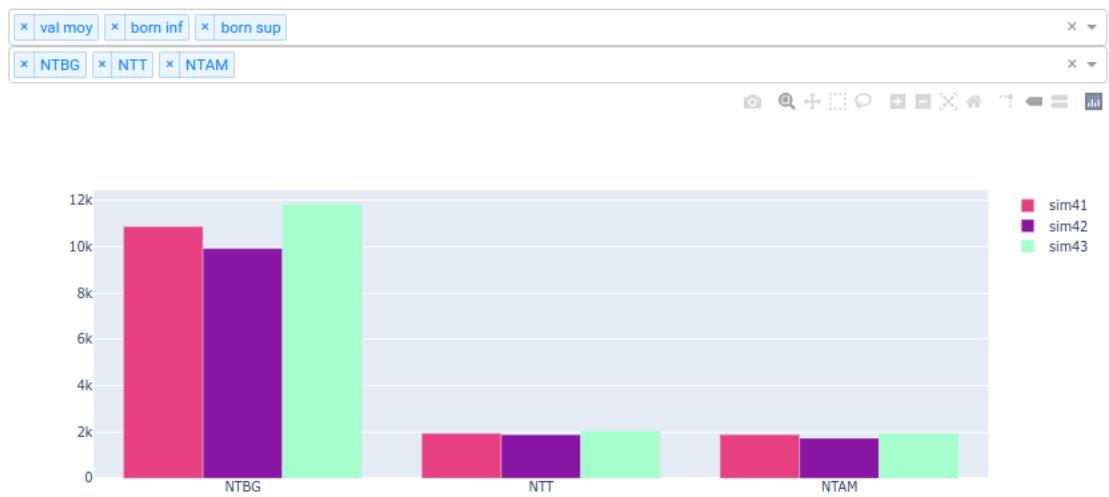
Représentation graphique



Représentation graphique

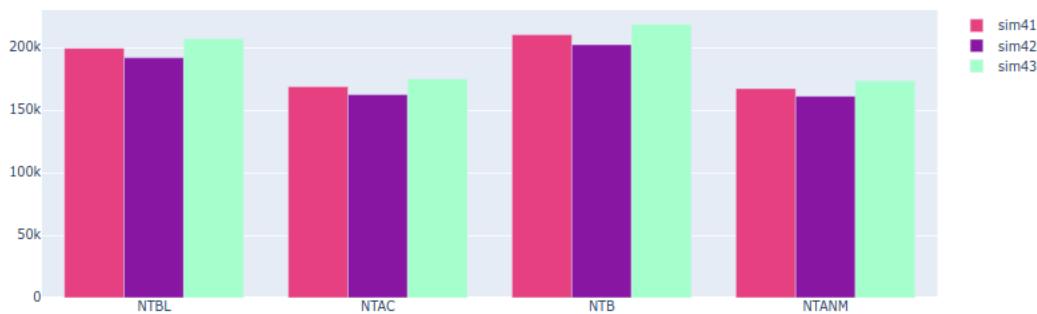


Représentation graphique

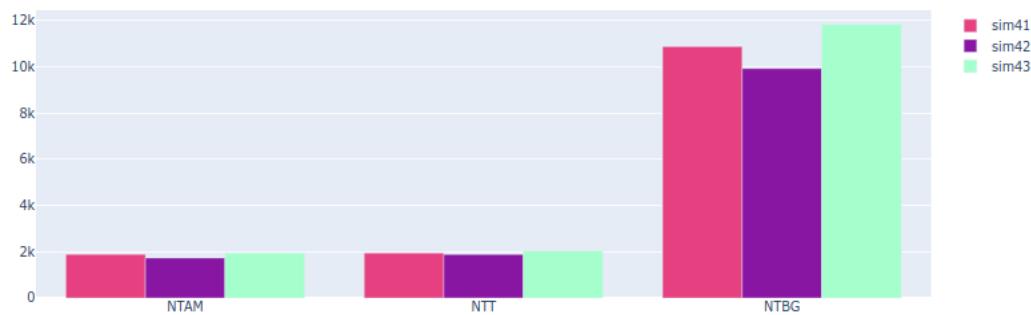


➤ pour 2030 :

Représentation graphique



Représentation graphique



- Interprétation scénario 2 :

➤ pour 2026 :

Représentation graphique



Représentation graphique



➤ pour 2030 :

Représentation graphique



Représentation graphique



➔ En supposant les mesures de renforcement de contrôle vont réduire le risque routier de 10 % on voit que la valeur moyenne du nombre de tués de la route en 2026 est de 2231, il n'est pas au-dessous de la barre des 2000 morts mais en 2030 la valeur est 1625 donc on a réussi à réduire le nombre de moitié.

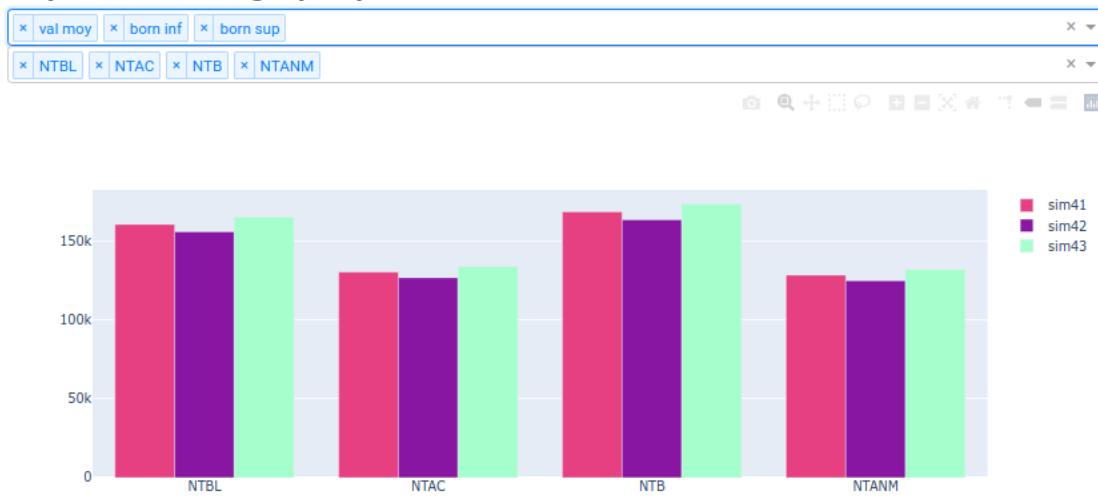
- Interprétation scénario 3 :

➤ pour 2026 :

Représentation graphique



Représentation graphique



➤ pour 2030 :

Représentation graphique



Représentation graphique

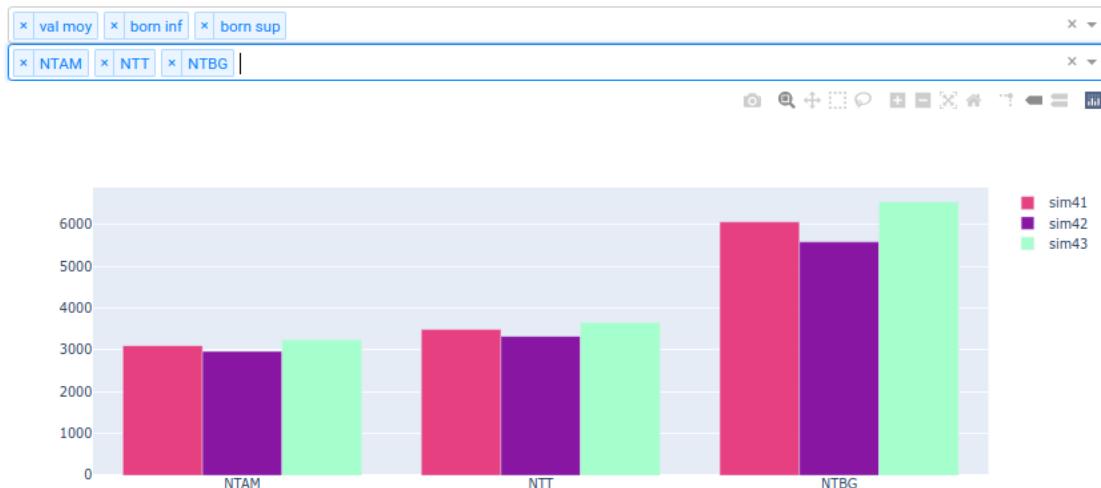


➔ En supposant les mesures de renforcement de contrôle vont réduire le risque routier de 20 % on voit que la valeur moyenne du nombre de tués de la route en 2026 est de 2071, il n'est pas au-dessous de la barre des 2000 morts mais en 2030 la valeur est 1300 donc on a réussi à réduire le nombre de moitié.

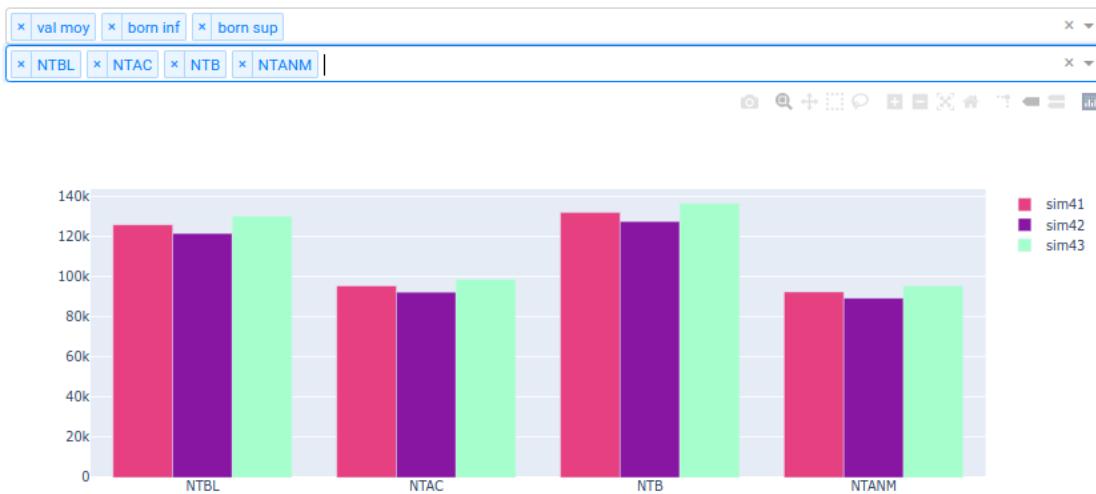
- Interprétation scénario 4 :

➤ pour 2026 :

Représentation graphique

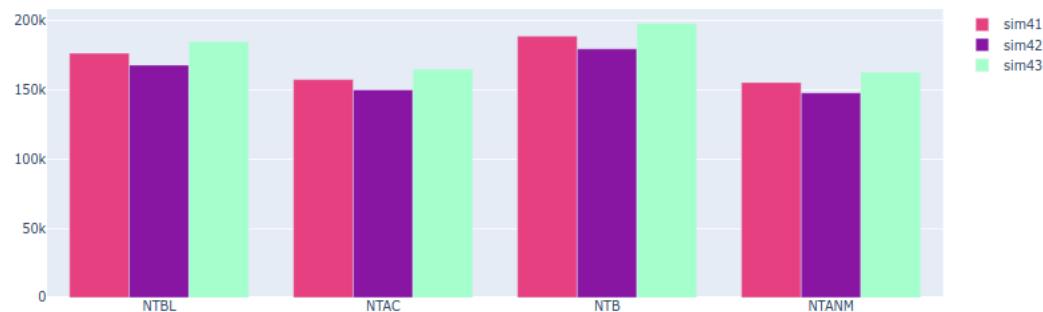
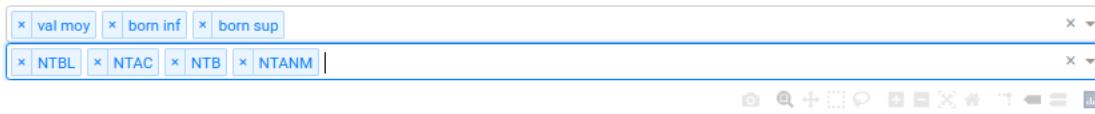


Représentation graphique



➤ pour 2030 :

Représentation graphique



Représentation graphique



➔ En supposant les mesures de renforcement de contrôle vont réduire le risque routier de 30 % on voit que la valeur moyenne du nombre de tués de la route en 2026 est de 1954, il est au-dessous de la barre des 2000 morts et en 2030 la valeur est 1300 donc on a réussi à réduire le nombre de moitié.

→ Donc on atteint notre objectif à travers une réduction de **30%** du risque routier par rapport Au Scénario 1.

Conclusion :

Face à des chiffres assez alarmants en termes de pertes humaines engendrées par les accidents de la route, nous avons opté pour la simulation comme démarche préventive et ce en implémentant 4 différents scénarios afin d'atteindre certains objectifs.

Dans le cadre du scénario 1, nous avons donc effectuer une estimation des 8 indicateurs pour les années 2019-2030, et nous avons calculé les intervalles de confiance en se basant sur 40 estimations de ces 8 indicateurs.

Dans le cadre scénario 2, on a effectué le même calcule que le scenario 1 mais avec une réduction du risque routier de **10%**

Dans le cadre scénario 3, on a effectué le même calcule que le scenario 1 mais avec une réduction du risque routier de **20%** par rapport au scénario 1, et ce en se focalisant sur l'objectif d'avoir moins de 2000 tués par an en 2026.

Dans le cadre scénario 4, on a effectué le même calcule que le scenario 1 mais avec une réduction du risque routier de **30%** par rapport au scénario 2, et ce en se focalisant sur l'objectif d'avoir moins de 2000 tués par an

On a donc pu atteindre les objectifs que l'on s'était fixé au début de cette étude, ce qui prouve bien que la simulation peut être une piste intéressante à explorer dans le cadre d'une démarche préventive des accidents de la route.