

# SAE REGRESSION

ETUDE INTERNATIONALE SUR LES COURBES DE CROISSANCE DES  
ENFANTS AGES DE 5 A 19 ANS :  
ANALYSE COMPARATIVE ENTRE DEUX PAYS

-

## RAPPORT D'ANALYSE

-

Mohammed BOUKOUIREN  
Merlin SIMSEN BARATAULT

-

# SOMMAIRE

## 1- Introduction

-

## 2- Analyse descriptive des variables

-

## 3- Ajustement polynomial des courbes de croissance

-

## 4- Courbes de croissances par groupes d'âge

-

## 5- Conclusion

-

## 6- Références

# INTRODUCTION

L'étude internationale sur les courbes de croissances des enfants âgés de 5 à 19 ans, menée en 2020 a été entreprise dans plus de 90 pays, afin de recueillir des informations sur le développement physique de cette tranche d'âge. L'objectif de cette étude est d'analyser les variations de taille en fonction de l'âge, et en se concentrant sur les différences entre les filles et les garçons. Pour ce faire, une méthodologie a été mise en place, avec la sélection aléatoire de médecins et de patients dans chaque pays étudié.

-

La méthodologie adoptée pour cette étude est la suivante : dans chaque pays, 200 médecins, qu'ils soient généralistes, pédiatres, hospitaliers ou libéraux, ont été sélectionnés au hasard sur l'ensemble du territoire. Chaque médecin a ensuite choisi au hasard 20 patients âgés de 5 à 19 ans, 10 filles et 10 garçons, et à enregistrer leur âge et leur taille. L'âge a été pris avec un arrondi d'un chiffre après la virgule, correspondant à des années décimales, tandis que la taille a été prise avec un arrondi d'un chiffre après la virgule, en centimètres. Ainsi pour chaque pays de l'étude, les données de 4000 enfants (dont 2000 filles et 2000 garçons) sont disponibles.

-

En tant que membre de l'équipe de statisticiens chargée de l'analyse de ces données, nous nous sommes vu attribuer la responsabilité d'analyser les courbes de croissances de deux pays spécifiques, le Mali et le Tonga. Dans ce rapport, nous présenterons les résultats de notre analyse descriptive des variables à l'aide d'indicateurs statistiques, ainsi que des graphiques comme des histogrammes et des boîtes à moustaches pour faciliter la représentation de la répartition des données. Nous ferons également des ajustements polynomiaux des courbes de croissances afin de mieux comprendre les tendances et les relations entre l'âge et la taille au sein de ces deux pays.

-

Puis nous diviserons la population en groupe d'âge afin de tracer les courbes de croissances médianes, ainsi que les courbes correspondantes aux premier et troisièmes quartiles. Cela nous permettra d'analyser les variations de taille en fonction de l'âge, et de comparer les résultats entre les filles et les garçons, et par pays.

-

Ce rapport synthétique vise à fournir une vue d'ensemble approfondie des courbes de croissances des enfants de 5 à 19 ans dans les deux pays sélectionnés (Mali et Tonga), en mettant l'accent sur les différences entre les sexes biologiques des enfants. Les graphiques, et indicateurs statistiques seront commentés et interprétés, de manière à faciliter la compréhension des résultats obtenus.

-

# ANALYSE DESCRIPTIVE DES VARIABLES

Dans cette section nous procéderons à une analyse descriptive des variables disponibles dans notre étude, à savoir l'âge et la taille des enfants âgés de 5 à 19 ans. L'objectif est de fournir une compréhension approfondie de la distribution et des caractéristiques des données collectées.

Pour chaque pays étudié, nous disposons de données provenant de 4000 enfants répartis également entre filles et garçons.

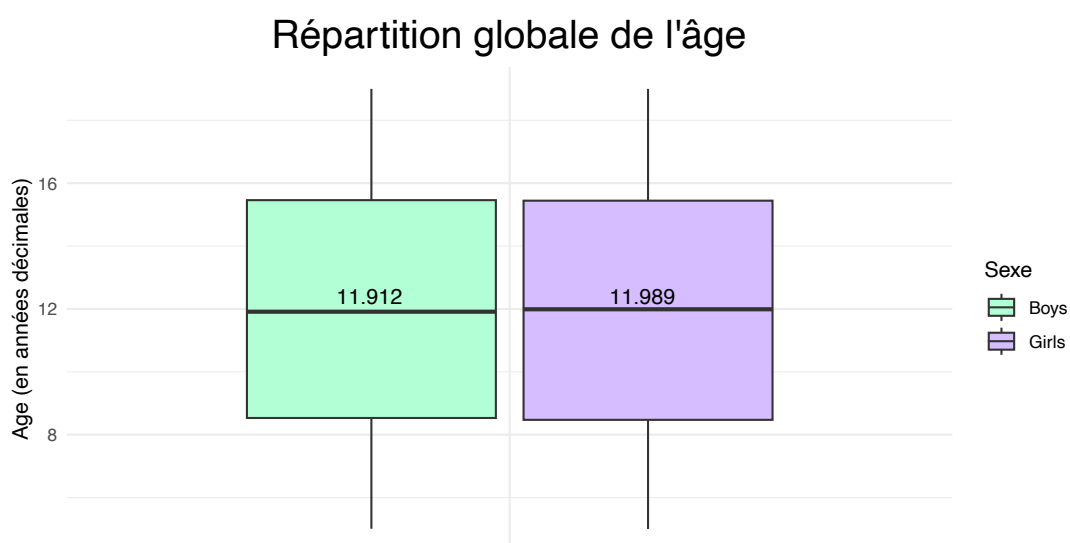
Pour obtenir un aperçu des caractéristiques de l'âge et de la taille des enfants, nous avons calculé plusieurs indicateurs statistiques clés, comme la moyenne, la médiane, l'écart type, le minimum, le maximum, ainsi que les quartiles.

En ce qui concerne l'âge, nous avons constaté que la moyenne pour les filles était de 11.99 ans, avec un écart-type de 4.017 et une médiane de 11.98 ans. Pour les garçons la moyenne est de 11.99 ans, avec un écart-type de 4.010 et une médiane de 11.912. On note aussi que l'enfant le plus jeune de notre échantillon à 5 ans, et le plus âgé à 18.9 ans. On voit donc que la répartition d'âge parmi les enfants des deux sexes sont pratiquement identiques.

En ce qui concerne la taille, nous avons observé que la moyenne pour les filles est de 146.4 cm avec un écart-type de 16.546 et une médiane de 151.9 cm. Pour les garçons la moyenne est de 148.7 cm avec un écart-type de 20.109 et une médiane de 149.9 cm.

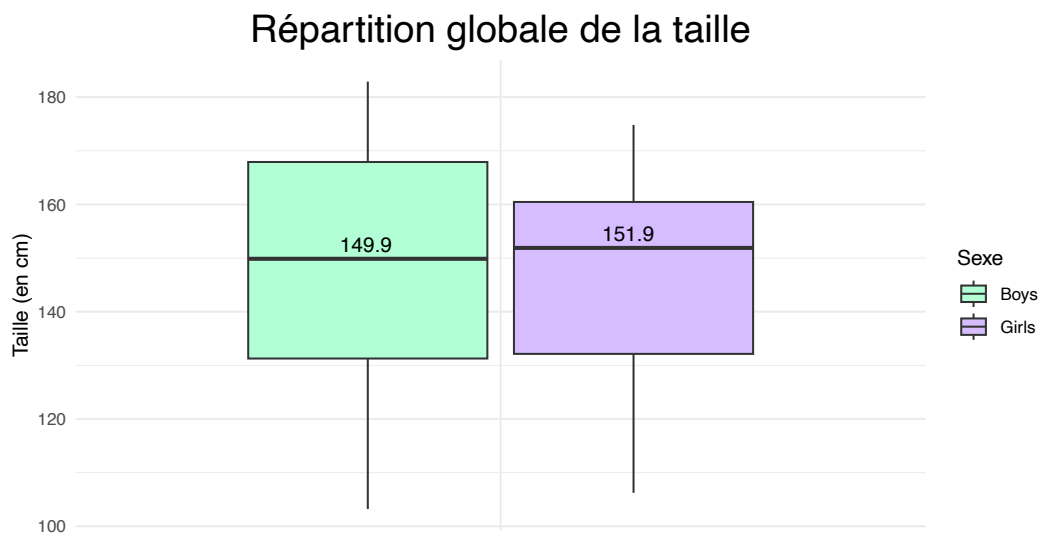
Afin de mieux visualiser la distribution des données d'âges et de taille, nous avons réalisé des boîtes à moustaches (voir Figure 1 et 2)

Figure 1.



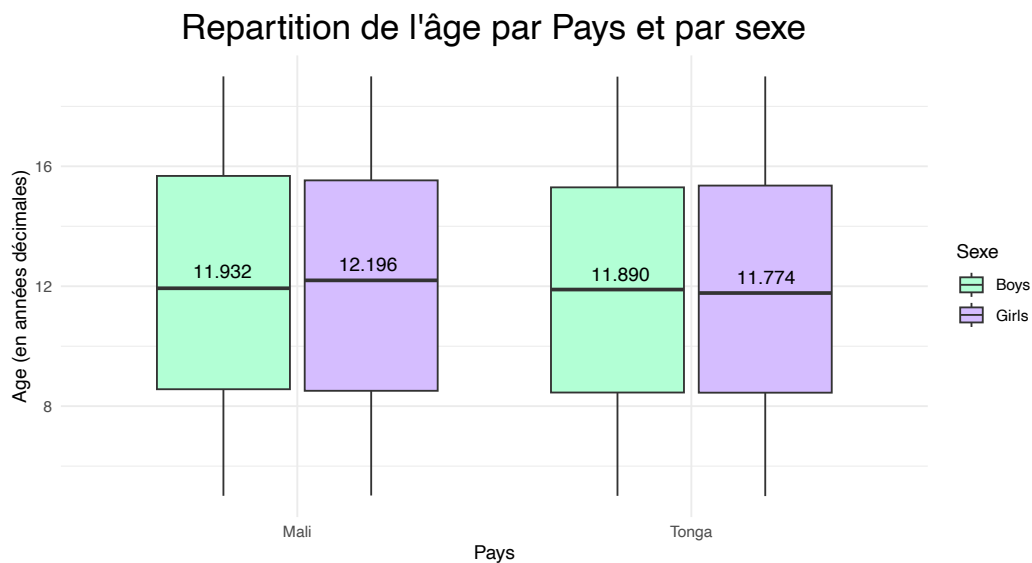
Ce graphique en boîte à moustache représente la répartition de l'âge dans la population, entre les filles et les garçons. Ce graph nous permet de mieux visualiser leur répartition, et on voit bien que peu importe le sexe, la répartition de l'âge reste très proche. On peut lire sur le graph la médiane d'âge pour chaque sexe, avec 11.912 pour les garçons et 11.989 pour les filles, on voit que ce sont pratiquement les mêmes.

Figure 2.



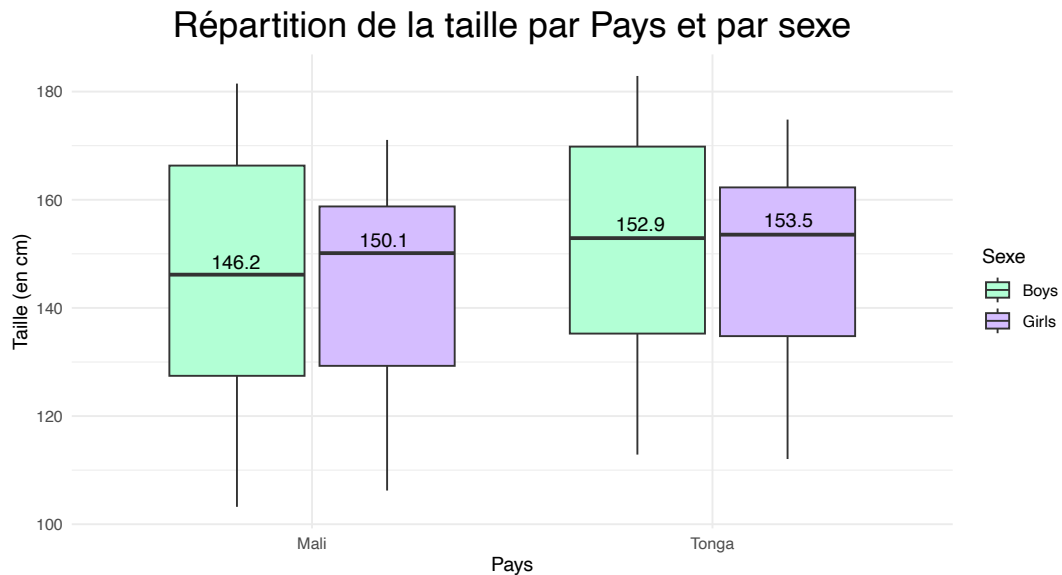
Ce graphique en boîte à moustache représente la répartition de la taille dans la population, entre les filles et les garçons. Ce graph nous permet de voir que les filles ont une taille médiane plus grande que celle des garçons, mais les garçons ont une taille maximale plus élevée que celle des filles.

A l'aide des deux graphiques ci-dessous, nous allons regarder la répartition de l'âge et de la taille selon le sexe dans les deux pays, le Mali et le Tonga. (Figure 3 et 4).  
Figure 3.



En regardant la répartition d'âge pour le Mali on peut voir un âge médian chez les garçons de 11.932 ans. Un chiffre légèrement plus faible que pour les filles qui ont un âge médian de 12,196. Du côté du Tonga, nous retrouvons le contraire, un âge médian de 11.890 ans pour les garçons, et pour les filles Tongiennes un âge médian légèrement plus bas, à 11.774. On voit donc bien que l'âge est également réparti entre chaque pays, ainsi que entre chaque sexe.

Figure 4.



En regardant la répartition de la taille par Pays et par sexe, on voit que du côté du Mali, plus de la moitié des garçons mesurent plus de 146.2 cm tandis que la moitié des filles maliennes mesurent plus 150.1 cm. En ce qui concerne le Tonga, on voit que la taille médiane des garçons est comme pour le Mali, légèrement inférieur à celle des filles, avec la moitié des garçons tongiens mesurant plus de 152.9 cm, et la moitié des filles tongiennes mesurant plus de 153.5.

# AJUSTEMENT POLYNOMIAL

Nous avons choisi d'ajuster les modèles polynomiaux à nos données afin de mieux comprendre, et visualiser la relation entre l'âge et la taille des enfants au Mali et au Tonga. L'ajustement polynomiale nous permet aussi d'avoir une représentation plus précise de la croissance des enfants.

-

Afin de déterminer quel degré du polynôme est le plus optimal pour nos données, nous avons calculer plusieurs mesures de l'ajustement pour des degré allant de 2 à 4, le coefficient de détermination ( $R^2$ ), et l'erreur quadratique moyenne (RMSE).

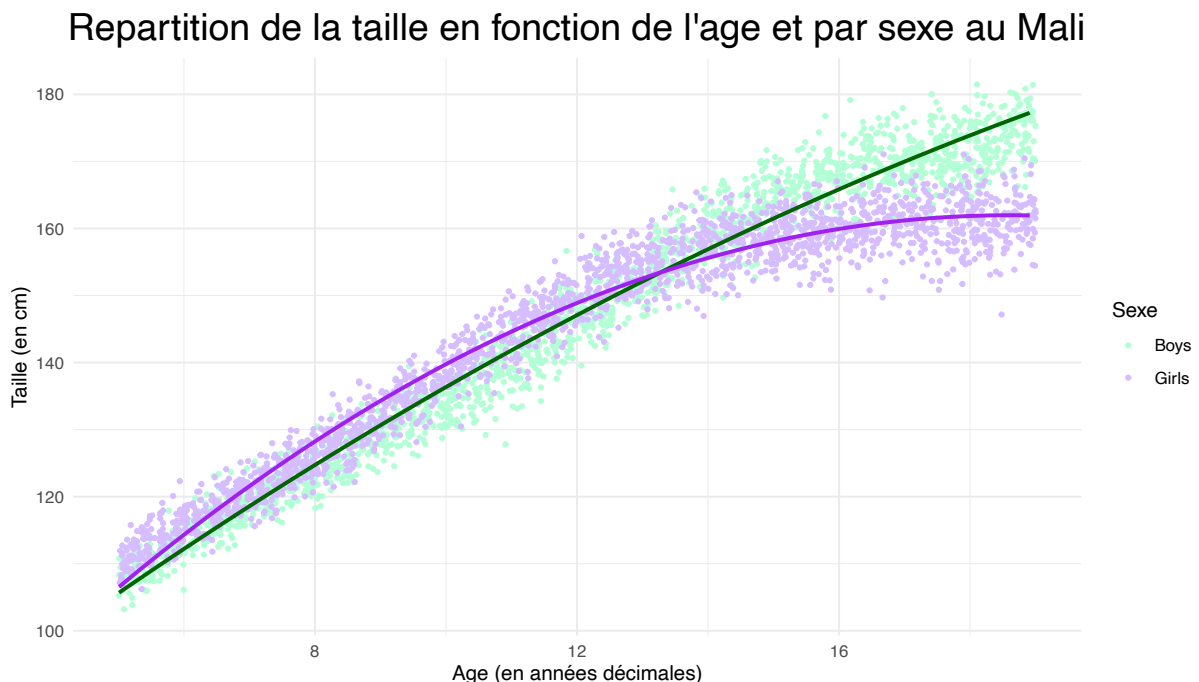
En examinant les résultats obtenus pour chaque degré, nous avons choisi d'utiliser un polynôme de second degré pour notre ajustement polynomial car il présente le meilleur équilibre entre un  $R^2$  élevé et une RMSE faible.

-

Pour effectuer nos ajustements polynomiaux nous avons utilisé le langage R, à l'aide de la fonction `lm()`. Une fois les coefficients estimés on peut tracer les courbes de croissance ajustées en utilisant les valeurs du modèle pour les différents âges.

Nous avons tracé ces courbes de croissance pour les filles et les garçons dans chaque pays étudié. Cela nous permet d'observer les tendances de croissance globales et de comparer les différences entre les sexes. (Figure 5 et 6).

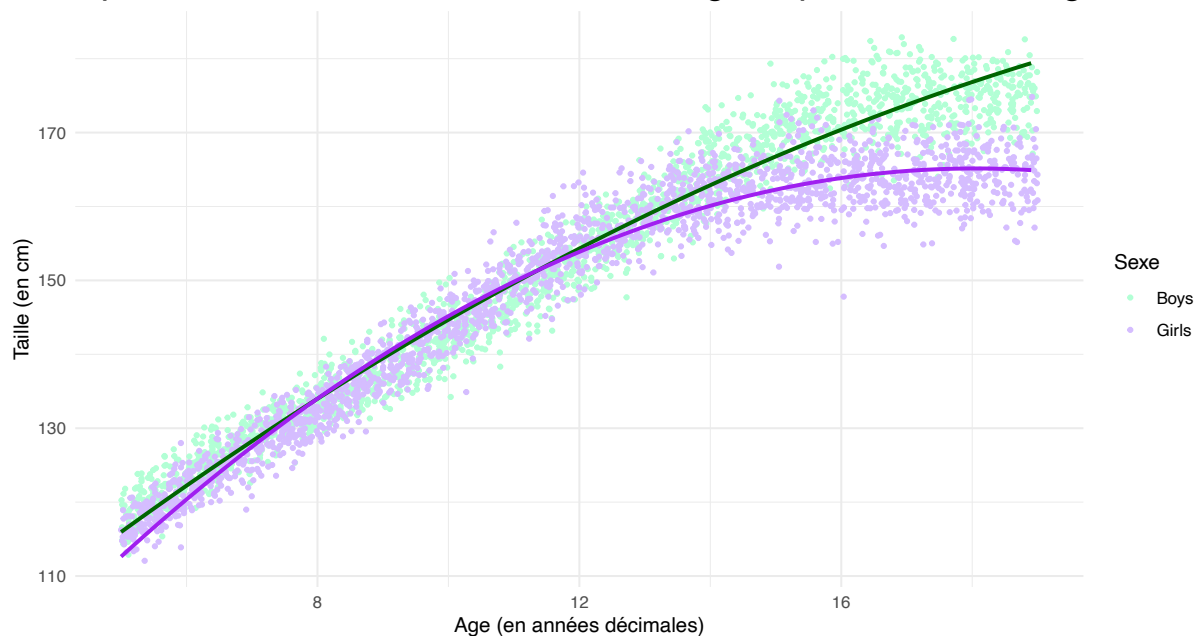
Figure 5.



Ce graphique nous montre les ajustements polynomiaux de la croissance des filles et des garçons au Mali.

Figure 6.

### Repartition de la taille en fonction de l'age et par sexe au Tonga



Ce graphique nous montre les ajustements polynomiaux de la croissance des filles et des garçons au Tonga.

Après analyse des graphiques nous nous apercevons que les courbes suivent bien les points sur les graphiques. Nous pouvons donc en déduire 3 choses :

Nous avons un bon ajustement global. L'ajustement de la courbe de régression est en accord avec la majorité des points de données. Le modèle de régression capture efficacement les motifs et les comportements généraux des données.

Nous avons une relation fonctionnelle entre les variables d'âge et de taille. Lorsque la courbe de régression suit étroitement les données, cela peut suggérer une relation fonctionnelle entre les variables. Cela signifie qu'il est possible de relier de manière cohérente les valeurs des variables dépendantes et indépendantes.

Nous avons une faible erreur de prédiction. Lorsque la courbe de régression suit bien les données cela implique que les prédictions du modèle sont proches des valeurs réelles.

-

En analysant les courbes des deux graphiques, on s'aperçoit qu'il y a une tendance assez similaire chez les deux pays. En revanche on y trouve quelques différences. Nous remarquons, du côté des maliennes, elles sont généralement plus grandes que les maliens entre 0 et environ 13 ans puis les maliens reprennent le dessus. Du côté du pays d'Afrique de l'Ouest, la tendance n'est pas pareille, les filles du Tonga gardent toujours généralement une taille inférieure à celle des garçons, malgré le fait que, entre 8 et 12, leur taille est équivalente à celle du sexe masculin.

En conclusion on peut affirmer que l'âge et la taille sont liés, car une analyse approfondie des données révèle une tendance cohérente montrant une augmentation de la taille avec l'âge. Cette corrélation peut être utilisée pour prédire la taille d'un individu en fonction de son âge et fournir des informations utiles.



# COURBES DE CROISSANCE PAR GROUPES D'ÂGE

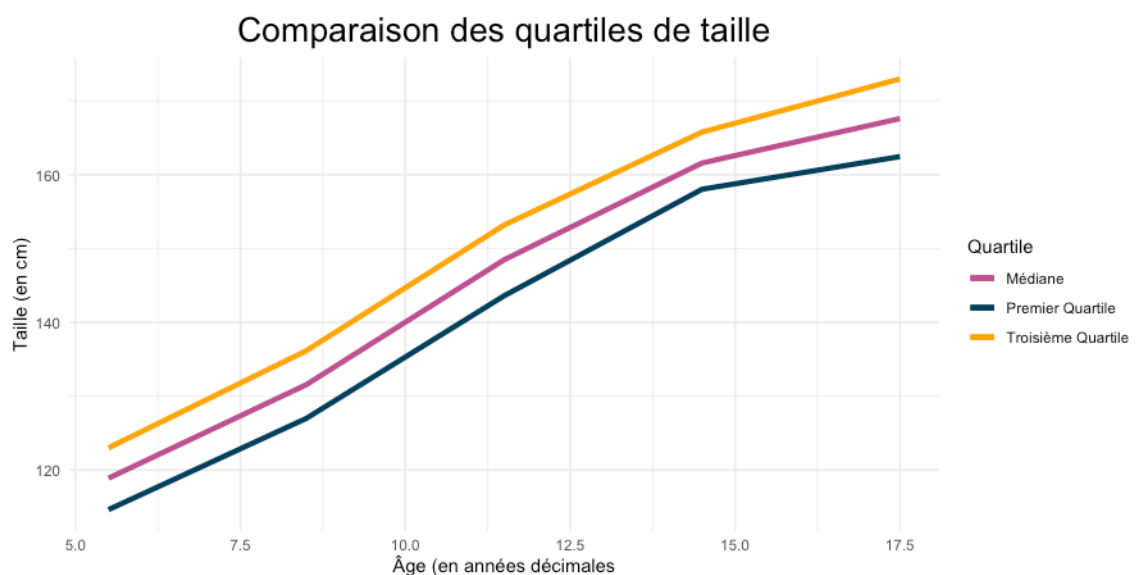
Afin d'analyser plus en détail les courbes de croissances nous avons divisé la population en groupes d'âge, et examiné les tendances au sein de chaque groupe. Nous avons décidé de découper l'âge en 5 groupes différents, afin d'avoir une bonne précision pour nos courbes tout en conservant un effectif satisfaisant dans chaque groupe. Nous avons choisi les groupes suivants :

- 4 à 7 ans (inclus)
- 7 à 10 ans (inclus)
- 10 à 13 ans (inclus)
- 13 à 16 ans (inclus)
- 16 à 19 ans (inclus)

Pour notre analyse par groupes d'âge nous avons décidé de tracer 3 courbes (Figure 7) de croissance, la courbe médiane qui représente la taille médiane des enfants en fonction de leur âge. Elle nous donne une mesure centrale de la croissance et permet d'observer les tendances générales au sein de chaque groupe d'âge. Cette courbe de croissance médiane nous permettra d'avoir une idée de la croissance moyenne de la population et d'identifier les périodes de croissances les plus significatives.

En plus de la courbe médiane nous avons tracé les courbes correspondantes au premier et troisièmes quartiles. Le premier quartile représente la taille en dessous de laquelle se trouve le quart inférieur de la population, et le troisième quartile représente la taille en dessous de laquelle se trouve le quart supérieur de la population. Ces deux courbes supplémentaires nous permettent de visualiser la variabilité de la croissance au sein des groupes d'âges.

En résumé, l'analyse des courbes de croissance par groupes d'âge nous permettra d'explorer les tendances de croissance des enfants de manière plus détaillée. Les courbes de croissance médiane, ainsi que les courbes des premiers et troisièmes quartiles, nous donneront une vision complète de la croissance en fonction de l'âge.



En observant ces courbes globales, nous pouvons identifier certaines tendances générales de croissance des enfants dans chaque groupe d'âge. Par exemple, nous pourrions constater que la taille des enfants augmente de manière significative d'un groupe d'âge à l'autre, avec une croissance plus rapide dans certains groupes d'âge par rapport à d'autres. De plus, nous pourrions observer des variations dans la dispersion des tailles entre les différents groupes d'âge, indiquant des périodes de croissance plus uniforme ou plus variable, indépendamment du sexe.

## CONCLUSION

Cette étude internationale sur les courbes de croissance des enfants âgées de 5 à 19 ans, comparant les pays du Mali et du Tonga, nous a permis d'analyser les variations de taille en fonction de l'âge, et de mettre en évidence les différences entre les sexes. Les résultats de notre analyse descriptive des variables ont révélé que la répartition d'âge était similaire entre les filles et les garçons, les filles présentent une taille médiane supérieure à celle des garçons, mais les garçons ont une taille maximale plus élevée.

L'ajustement polynomial des courbes de croissance a permis de mieux comprendre les tendances de croissances et les relations entre l'âge et la taille dans les deux pays. Les courbes ajustées ont montré une corrélation positive entre l'âge et la taille, avec une augmentation de la taille avec l'âge. Cette corrélation peut être utilisée pour prédire la taille d'un individu en fonction de son âge et de son sexe. On a pu observer que les enfants Tongiens sont en moyenne plus grands que les enfants Maliens, ainsi que particularité au Mali, où les filles sont plus grandes que les garçons jusqu'à environ 13 ans, alors qu'au Tonga les deux sexes se suivent jusqu'à 12 ans puis les garçons deviennent plus grands.

L'analyse des courbes de croissances par groupes d'âge a permis d'observer les tendances de croissances plus en détail. La courbe de croissance médiane a montré la croissance moyenne de la population, tandis que les courbes des premiers et troisièmes quartiles ont mis en évidence la variabilité de la croissance en fonction de l'âge.

En conclusion cette étude a fourni une vue d'ensemble approfondie des courbes de croissance des enfants âgés de 5 à 19 ans dans les pays du Mali et du Tonga, en mettant en avant les différences entre les sexes. Les résultats obtenus peuvent être utilisés pour mieux comprendre le développement physique des enfants et fournir des informations utiles dans les domaines de la santé et de la médecine ainsi que détecter des anomalies de croissance.

# REFERENCES

[datanovia.com](https://datanovia.com) - couleurs ggplot  
[forums.cirad.fr](https://forums.cirad.fr) - Annotation ggplot  
[delladata.fr](https://delladata.fr) - Regression polynomiale  
[juba.github.io](https://juba.github.io) - ggplot2 documentation  
[bookdown.org](https://bookdown.org) - ggplot2 documentation

## Summary

This report presents the findings of an international study on the growth curves of children aged 5 to 19 in two specific countries, Mali and Tonga. The objective of the study was to analyze variations in height by age, with a focus on differences between boys and girls. Data was collected from 4000 children in each country, with an equal distribution between boys and girls.

The report begins with an introduction to the study and its methodology, which involved the random selection of doctors and patients in each country. Descriptive analysis of the variables, age and height. The distribution of age and height is visualized using box plots, highlighting similarities and differences between boys and girls.

Polynomial regression models were then applied to better understand the relationship between age and height in Mali and Tonga. A second-degree polynomial was determined as the best fit based on model adequacy measures. Polynomial regression curves for boys and girls in each country were plotted, revealing overall growth trends and differences between genders.

Additionally, the population was divided into age groups to examine growth curves by age range. Analysis focused on five age groups, and median curves as well as first and third quartile curves were plotted. This allowed for a more detailed exploration of growth trends within each age group and highlighted growth variability.

In conclusion, the study established a correlation between age and height, with consistent evidence of increasing height with age. Analysis of growth curves by age groups provided in-depth understanding of average growth and identified significant growth periods. The findings provide valuable insights for predicting height based on age and contribute to our understanding of children's growth patterns.