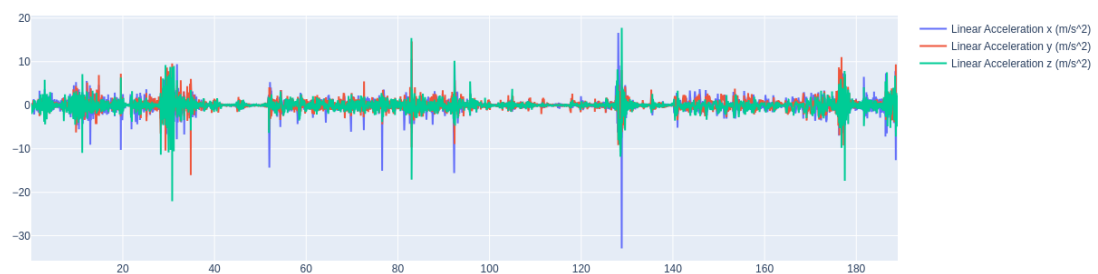


Analyse des Données d'Accélération lors d'une Séance d'Escalade

Introduction

Cet article vise à analyser les données recueillies pendant une séance d'escalade comprenant une phase de montée suivie d'une chute. Les données ont été collectées grâce à l'accéléromètre d'un téléphone mobile utilisant l'application Phyphox. Le téléphone est fixé au dos du grimpeur, avec l'axe **x** aligné le long de son corps et l'axe **z** perpendiculaire à celui-ci. Ce sont ces deux axes principaux qui seront exploités dans l'analyse afin d'étudier la dynamique du mouvement.

Données brut :



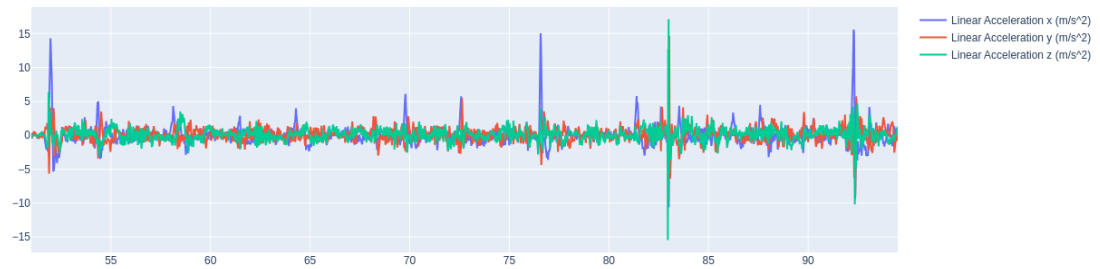
Filtrage des Données

Nous commençons par identifier visuellement les deux phases clés (montée et chute) en repérant les périodes d'immobilité précédant chacune d'elles. Une fois ces phases délimitées, nous procédons au filtrage des données pour éliminer le bruit et les approximations, qui constituent un défi majeur dans ce type d'analyse.

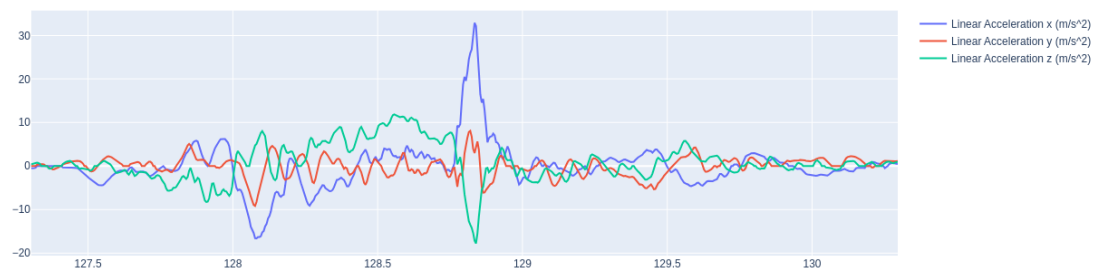
Étapes de filtrage :

1. **Filtrage par seuil** : Un premier filtrage simple est appliqué, en éliminant les variations d'accélération inférieures à $0,3 \text{ m/s}^2$. Ce seuil vise à supprimer les petites fluctuations non représentatives du mouvement réel.

Accélérations montée après le filtrage par seuil :

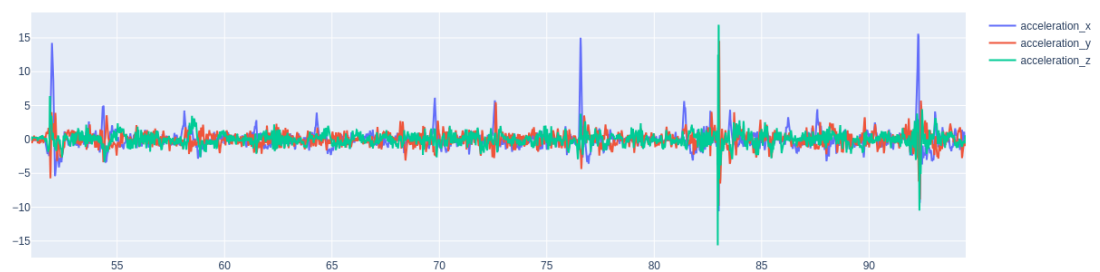


Accélérations chute après le filtrage par seuil :

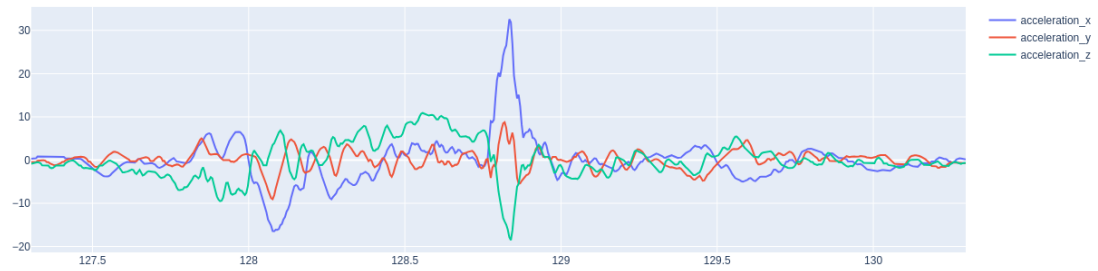


2. **Filtre passe-haut** : Ce premier filtrage s'avérant insuffisant pour éliminer les dérives et les composantes basse fréquence dues à des biais systématiques, nous appliquons un filtre passe-haut. Ce type de filtre permet d'atténuer les dérives lentes, améliorant ainsi la précision des calculs ultérieurs de vitesse et de position.

Accélérations montée après le filtrage passe-haut :



Accélérations chute après le filtrage passe-haut :



Traitement des Données

Une fois les données filtrées et segmentées par phase, nous passons aux calculs nécessaires pour extraire les paramètres cinématiques.

Formules utilisées :

- **Accélération → Vitesse** : L'intégration de l'accélération est effectuée selon la méthode des trapèzes :

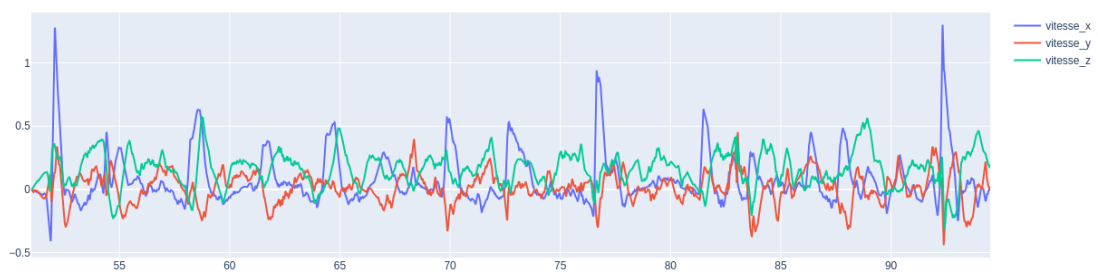
$$v(t) = \int a(t) dt$$

- **Vitesse → Position** : La position est obtenue par une seconde intégration de la vitesse :

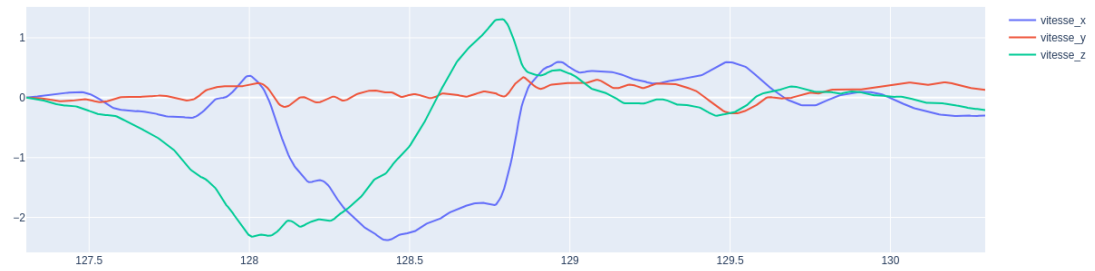
$$p(t) = \int v(t) dt$$

Ces intégrations sont réalisées numériquement et nous donnent ainsi toutes les données qui nous sont nécessaires.

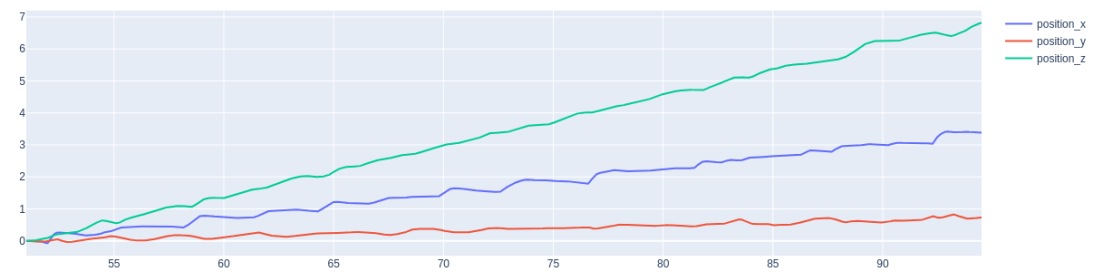
Vitesses montée :



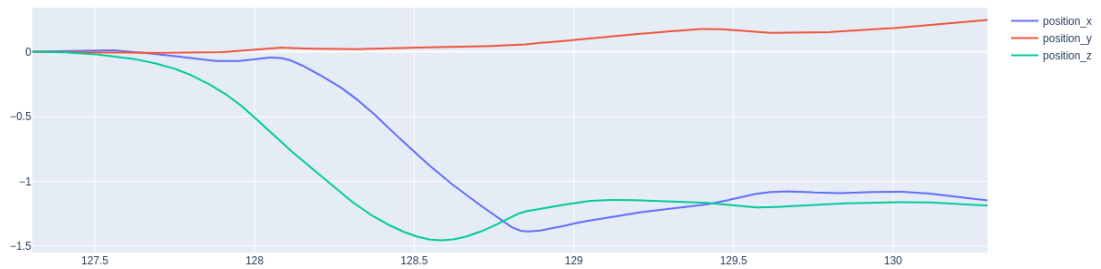
Vitesses chute :



Positions montée :



Positions chute :



Exploitation des Données

Avec les courbes d'accélération, de vitesse et de position obtenues pour les deux phases, nous pouvons extraire des informations pertinentes sur la performance du grimpeur.

Hauteur du Mur

La hauteur maximale atteinte est calculée à partir de la position finale de la montée. En utilisant la formule :

$\sqrt{6.8^2 + 3.4^2 + 0.7^2} = 7.58 \text{ m}$ Cette valeur correspond bien à la hauteur attendue d'environ

8 m, ajustée par la longueur des bras du grimpeur. Nous notons des valeurs significatives sur les axes **x** et **z**, alors que l'on s'attendrait à des variations principalement sur **x** (axe vertical de la montée). Cela s'explique par l'orientation initiale du grimpeur, probablement accroché au mur avec les bras tendus, ce qui a biaisé l'alignement de l'accéléromètre par rapport au mur.

Hauteur de la Chute

Le même calcul est appliqué pour estimer la hauteur de la chute :

$\sqrt{1.14^2 + 1.18^2} = 1.6 \text{ m}$ Cette estimation est cohérente avec mon ressenti sur la chute.

Vitesses Maximales

- **Montée** : 1.3 m/s
- **Chute** : 2.7 m/s

Ces valeurs montrent un pic de vitesse plus élevé lors de la chute, ce qui est attendu en raison de l'accélération gravitationnelle sans opposition mécanique significative.

Escalade Effective

Pour évaluer l'efficacité de l'escalade, nous définissons un seuil de vitesse à 0.1 m/s. En dessous de ce seuil, le grimpeur est considéré en pause. L'analyse révèle :

- **Durée totale de la montée** : 43 s
- **Durée d'escalade effective** : 37 s
- **Pourcentage d'efficacité** : 86 %

Analyse Graphique

- **Temps de Chute** : Environ 1 seconde, de 127,5 à 128,5 s.
- **Observations** : Les graphiques d'accélération et de vitesse montrent des pics marqués lors de la montée, indiquant des phases d'accélération soudaine. Cela suggère une approche axée sur la force plutôt que sur la technique, laissant entrevoir des axes d'amélioration possibles pour le grimpeur.

Conclusion

L'analyse des données d'accélération nous a permis d'extraire des informations détaillées sur la montée et la chute du grimpeur. Ce type d'étude est un excellent outil d'évaluation de la performance sportive et un défi analytique enrichissant. Le processus de "nettoyage" des données s'est avéré complexe et chronophage, révélant plusieurs pistes d'amélioration :

- **Coupler plusieurs sources de données** : L'ajout de vidéos synchronisées ou de mesures gyroscopiques permettrait de valider les résultats et de corriger les biais d'orientation.

- **Pauses longues au début des phases :** Faciliterait l'identification des phases d'analyse sur les graphiques.
- **Orientation correcte du téléphone :** Simplifierait le traitement des données en évitant des inversions postérieures des axes.
- **Appareil bien calibré :** Un accéléromètre mal calibré, notamment après des chocs ou des vibrations répétées, peut fausser considérablement les résultats. Il est donc essentiel d'utiliser un équipement fiable pour des mesures précises.