

2 L'étude du système corps polyarticulé du skieur-skis-contexte physique

Deux obsessions doivent guider tout chercheur : confronter ce qu'il croit savoir sur l'objet de sa recherche à des références scientifiques formalisées par certains de ses aînés, au cours de l'histoire des sciences, à partir de leurs propres expérimentations et, simultanément, limiter la subjectivité de ses observations en effectuant des mesures, cela avec d'autant plus de précision que le système qu'il investigate est complexe. Alors, il lui sera peut-être possible de proposer des causalités généralisables.

2.1 Les références scientifiques

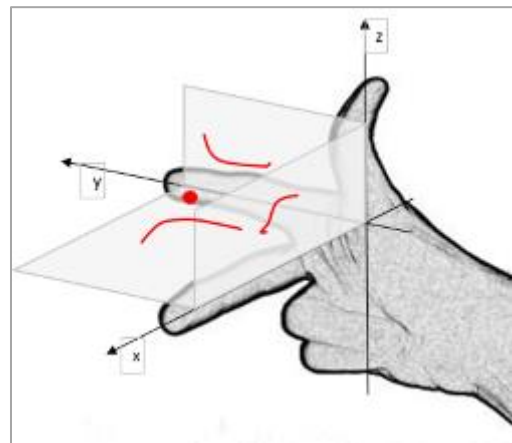
Comme nous étudions le fonctionnement du système "corps polyarticulé du skieur-skis-contexte physique", nous nous référerons, au cours de cet article, aux caractéristiques cognitives, perceptives et motrices de l'homo-skieur, à la viscoélasticité de ses systèmes musculo-tendineux, à des propriétés élémentaires du manteau neigeux, et aux trois lois de Newton qui nous permettent d'étudier sa dynamique. Cela en fonction des nécessités conceptuelles permettant d'élucider les connaissances abordées par chaque paragraphe.

2.2 Les référentiels et les repères de l'analyse des cinématiques des éléments du système

Avant de mesurer une distance avec un mètre à ruban, il faut décider de l'endroit où l'on met le zéro de ce mètre. On choisit donc un point d'origine, c'est-à-dire la référence géométrique de la mesure.

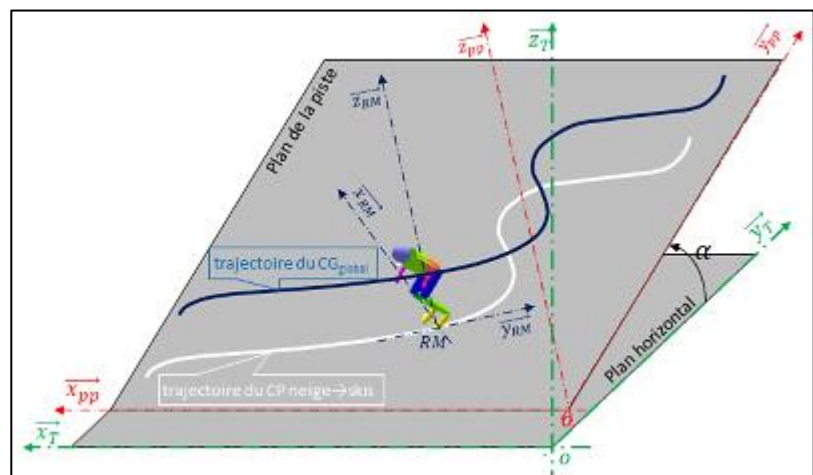
Depuis Galileo Galilée (1564-1642), nous savons que pour étudier les déplacements d'un corps céleste, nous devons choisir trois étoiles lointaines comme origine de nos mesures. Et pour un corps terrestre, un référentiel fixe par rapport à la Terre, qualifié depuis de "galiléen".

Plus tard, il a été montré qu'il est possible de caractériser le déplacement d'un point dans l'espace, en projetant sa trajectoire sur trois plans orthogonaux, orientés d'après la règle des trois doigts de la main droite (dessin 1).



Dessin 1

Nous avons donc choisi deux référentiels pour mesurer les caractéristiques cinématiques du système "corps polyarticulé du skieur-skis-contexte" (dessin 2). Le référentiel galiléen R_T ($o, \vec{x}_T, \vec{y}_T, \vec{z}_T$), avec T pour terrestre, dont l'axe \vec{z}_T correspond à direction de la gravité. Le référentiel galiléen R_{pp} ($o, \vec{x}_{pp}, \vec{y}_{pp}, \vec{z}_{pp}$), avec pp



Dessin 2

pour plan de la piste¹, parce que son plan $o, \overrightarrow{x_{pp}}, \overrightarrow{y_{pp}}$, est confondu avec celui sur lequel glisse le système (dessin 2).

R_{pp} sert à imaginer le plus concrètement possible, la position relative des trajectoires du centre de gravité global du système (CG_{global}) et de son CP neige→ski (image 1). Les relations entre les référentiels R_T et R_{pp} s'effectuant par un calcul vectoriel, tenant compte de l'inclinaison (α) de la ligne de plus grande pente (lpgp) du plan de la piste (axe $\overrightarrow{y_{pp}}$), par rapport au plan horizontal de R_T (image 1).

Nous avons aussi choisi deux repères mobiles $R_{RM} (o, \overrightarrow{x_{RM}}, \overrightarrow{y_{RM}}, \overrightarrow{z_{RM}})$, un pour chaque ski, dont leurs fabricants et par ceux des chaussures définissent l'origine, en marquant sur chaque produit un "repère de montage", qui précise les positions relatives que doivent avoir ces équipements, une fois les fixations des chaussures vissées sur les skis. De manière à ce qu'en situant aisément le centre des pressions (CP) chaussure→pied sur les coussinets de chacun de ses pieds, le skieur situe automatiquement chaque CP neige→ski sur le point où le ski fonctionne de façon optimale (dessin 2).

Par définition, un repère n'est pas galiléen, puisqu'il se déplace par rapport à la Terre. Mais on connaît à chaque instant la position de R_{RM} par rapport à R_T et R_{pp} , en opérant avec les mêmes outils mathématiques. Puisque les cinématiques de chaque articulation du skieur ont été capturées d'après R_T , à l'aide du dispositif d'analyse des mouvements en 3D développé par Gilles Dietrich, Maître de conférences à Paris V Descartes (logiciel 3D Vision). Chaque repère mobile R_{RM} du ski extérieur à la trajectoire que pilote le skieur, sert à mesurer les déplacements relatifs des éléments du système, afin de discriminer les techniques corporelles effectuées par le skieur. Et, lorsqu'on le considère comme un repère de Freinet², à calculer les caractéristiques des trajectoires du CP neige→skis du système et donc de son CG_{global} , afin d'estimer son bilan énergétique (6.12.4).

On devient aussi capable, en fixant des plateformes de forces à la place de l'interface

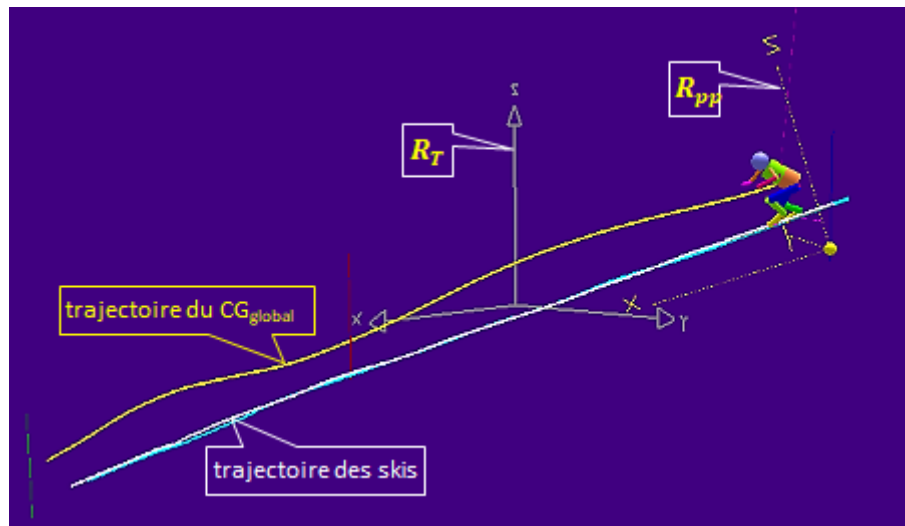


Image 1

situées entre chaque chaussure et chaque ski, de mesurer les caractéristiques de chaque interaction neige↔ski, et la position de son centre des pressions par rapport à R_{RM} . Donc celles du déplacement du CP neige→skis du système, sa vitesse et son accélération entre deux pas de mesure, en dérivant leurs déplacements par rapport au temps. Cela dans les trois dimensions de l'espace.

¹ Une approximation qui n'est pas trop farfelue, si l'on restreint l'espace de l'étude à celui qui est situé entre trois piquets pivots en slalom et deux en géant.

² Programme de terminale S.