

# ESSAI D'UNE ETUDE MECANIQUE DE VRILLES

## 1. Avant propos :

La connaissance pour un entraîneur de trampoline des principes mécaniques de base est absolument indispensable. Sans laisser de côté les facteurs perceptifs et affectifs de la conduite motrice (recherche de repères visuels, angoisse...) que la "Part method" résout d'ailleurs le plus souvent, nous pensons que les phénomènes mécaniques sont d'une grande importance, tout corps, et en particulier le corps humain, étant régi par les lois de la mécanique traditionnelle.

## 2. Généralités mécaniques :

La loi fondamentale à connaître pour un entraîneur est la loi de "l'action / réaction". Cette loi énonce qu'à tout mouvement (ou action) s'oppose une réaction d'intensité égale et de sens contraire.

Au cours d'une chandelle, si un trampoliniste effectue une montée de genoux (action), il se produit immédiatement une réaction égale et de sens opposé, c'est à dire un abaissement du buste et aucune rotation transversale (salto) ne sera créée. Tous les sauts de base sont une application stricte de la loi de "l'action / réaction".

De même, dans le cas où un trampoliniste, lors d'une chandelle veut vriller le corps plat en lançant son épaule vers la gauche par exemple (action) son bassin et ses membres inférieurs iront vers la droite (réaction) et aucun mouvement de vrille ne sera créé.

De cette loi découle un principe fondamental :

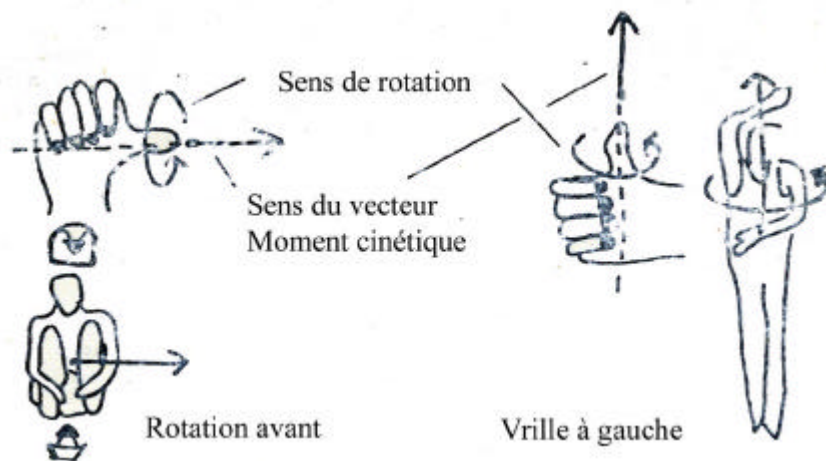
"Il est impossible de créer une quantité de mouvement de roulement (moment cinétique) sans l'apport de forces extérieures à l'individu (parade, appui sur la toile...). Un trampoliniste ayant quitté la toile pour la figure half in half out possède un moment cinétique transversal (salto) et un moment cinétique longitudinal (vrille). Ces moments cinétiques sont invariables pendant toute la durée de la phase aérienne. Le trampoliniste peut simplement faire varier ses vitesses de rotation transversale et longitudinale en faisant varier le rayon de son corps (moment d'inertie) par rapport aux axes transversal et longitudinal.

En mécanique, le moment cinétique est représenté par une flèche appelée vecteur. Un vecteur est défini par sa direction, son sens et son intensité.

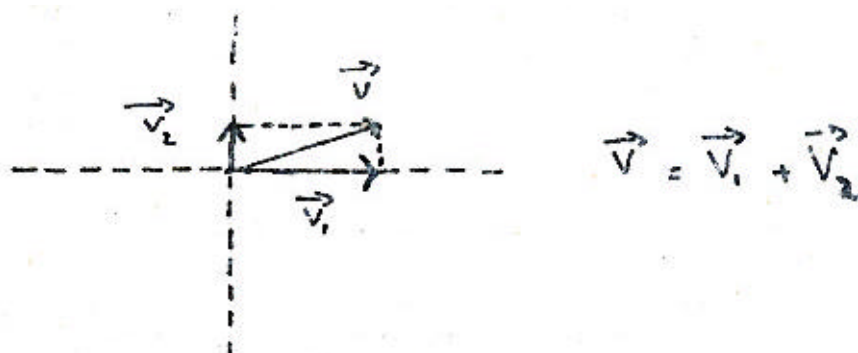
Sa direction est celle de l'axe de rotation (transversal pour un salto, longitudinal pour une vrille).

Son sens est, par convention déterminé par la règle du tire bouchon ou de la main droite : la main dans l'attitude décrite ci-dessous par le schéma, les doigts indiquent le sens de rotation et le pouce indique le sens du "vecteur moment cinétique".

L'intensité du moment cinétique est représentée par la longueur du vecteur.



Sans rentrer dans le détail des propriétés des grandeurs vectorielles, il est quand même important de savoir, afin de comprendre ce qui va suivre, que les "vecteurs moments cinétiques" sont susceptibles de se décomposer exactement selon le schéma des forces.



### 3. Problème de classification des vrilles :

L'observation de films nous a permis de classer les vrilles selon leur mode de déclenchement.

En effet, on observe des vrilles déclenchées dans la toile telles que les figures : vrille arrière, half in half out... et des vrilles déclenchées en l'air telles que les figures : rudy out, back in full out...

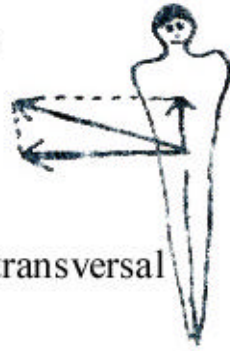
### 4. Etude mécanique :

#### 4.1. Les vrilles déclenchées dans la toile :

Elles ont été déjà étudiées, Il est d'ailleurs très facile d'expliquer mécaniquement ce phénomène : c'est le segment libre (non en contact avec la toile qui engage le mouvement de vrille, cf. N° 17, 18 et 19 : les vrilles élémentaires).

Lors des figures telles que vrille arrière, half in half out, on observe pendant la phase ascendante de la toile une légère anticipation des épaules dans le sens de la vrille, ceci ayant pour but de créer un moment cinétique longitudinal (vrille). De plus, la poussée excentrique crée un moment cinétique transversal (salto). Ainsi, le trampolineur quitte la toile avec des moments cinétiques transversal et longitudinal.

Moment cinétique  
"résultant"



Moment cinétique longitudinal  
(vrille à gauche)

Moment cinétique transversal  
(rotation arrière)

#### 4.2. Les vrilles déclenchées en l'air :

Leur étude mécanique est plus délicate. Au premier abord, ce genre de déclenchement semble être une aberration mécanique, en contradiction avec les lois énoncées ci-dessus. Mais une étude plus détaillée montre que le déclenchement des vrilles sans appui extérieur est en fait une pure application de la loi de "l'action / réaction".

L'étude de films a permis de dégager deux sortes de déclenchement de vrilles sans appui extérieur :

- Les vrilles par changement d'axe du type "vrille du chat"
- Les vrilles par transfert de moment cinétique

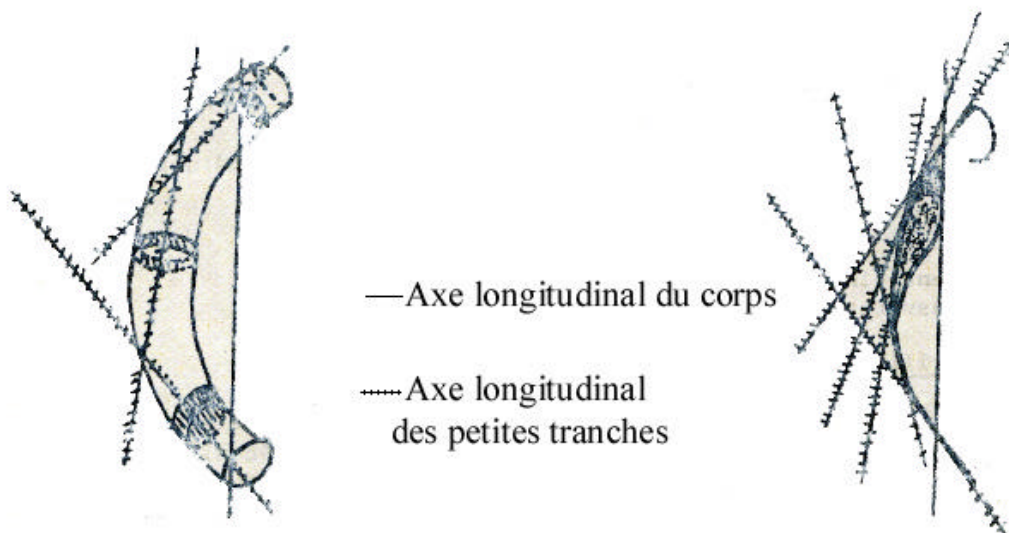
##### 4.2.1. Les vrilles déclenchées par changement d'axe :

Un chat lâché les pattes en l'air peut effectuer un demi-tour en l'air sans appui extérieur afin d'arriver au sol sur ses quatre pattes. Une expérience du même genre peut être faite avec un trampoliniste faisant une série de rebonds sur le ventre. A un signal donné lorsque le trampoliniste est en l'air, il doit effectuer un demi-tour. Il carpe alors son corps et effectue une vive extension accompagnée d'un mouvement de bassin dans le sens de la vrille.

##### Explication mécanique :

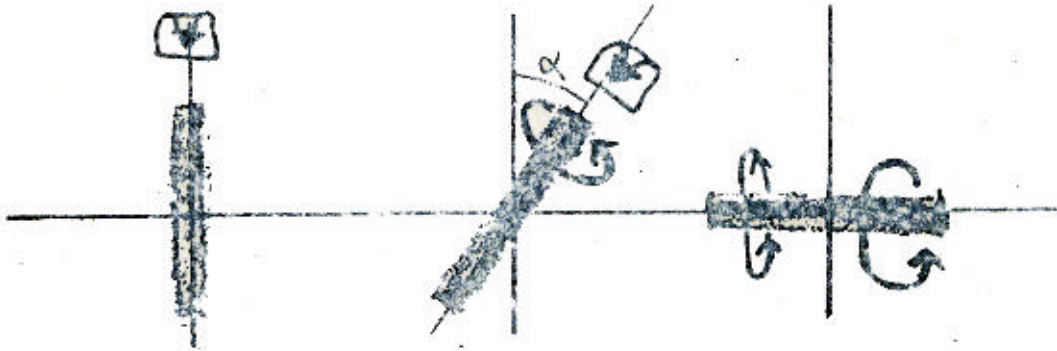
Supposons un corps dont la position générale est la suivante (cf. schéma). Si on divise ce corps en une multitude de petites tranches, chacune d'entre elles possède son propre axe longitudinal différent de tous les autres. On conçoit aisément qu'une petite tranche peut tourner selon son propre axe longitudinal en prenant appui sur le reste du corps dont le moment d'inertie selon cet axe est énorme par rapport à celui de la petite tranche. On peut généraliser ce phénomène à toutes tranches du corps et ainsi chacune d'elles tourne autour de son propre axe longitudinal en prenant appui sur le reste du corps.

Ce genre de déclenchement n'est donc pas en contradiction avec la loi de l'action / réaction. Cette réaction qui, grâce à des changements d'axes longitudinaux, devient infiniment petite. Ainsi, le corps ne tourne pas autour de son propre axe longitudinal, mais autour d'une infinité d'axes longitudinaux dont la tangente est une courbe selon l'axe du corps. Il n'y a pas création d'un moment cinétique longitudinal car si le trampoliniste cesse de "gigoter le bassin" et si son corps prend une position plate, le mouvement de vrille s'arrête. Dans la réalité, ce système de vrille permet de déclencher des suites de demi-vrilles sur carapé-extension (salto avant carapé demi-vrille, première demi-vrille de back in full out).



#### 4.2.2. Les vrilles déclenchées par transfert de moment cinétique :

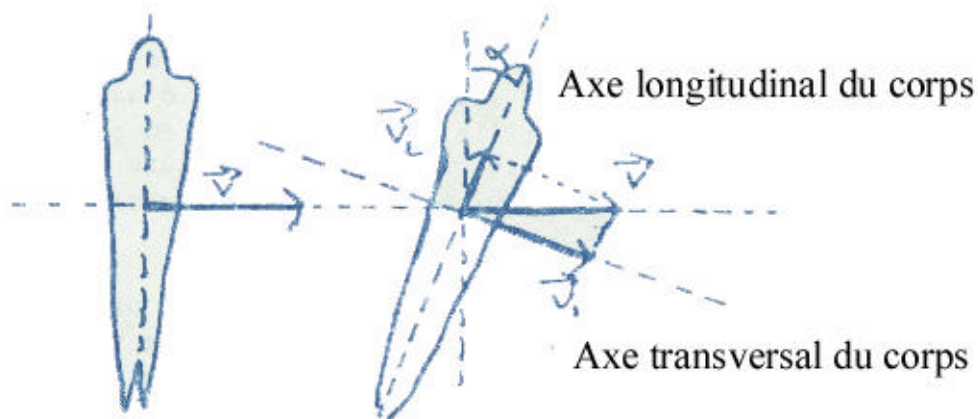
Si l'on considère une tige de fer tournant autour de son axe transversal et si, grâce à une force extérieure, cette tige se désaxe en tournant autour de son axe antéro-postérieur, le mouvement résultant est une combinaison de rotations transversale et longitudinale.



On observe donc un transfert de moment cinétique de l'axe transversal à l'axe longitudinal de la tige.

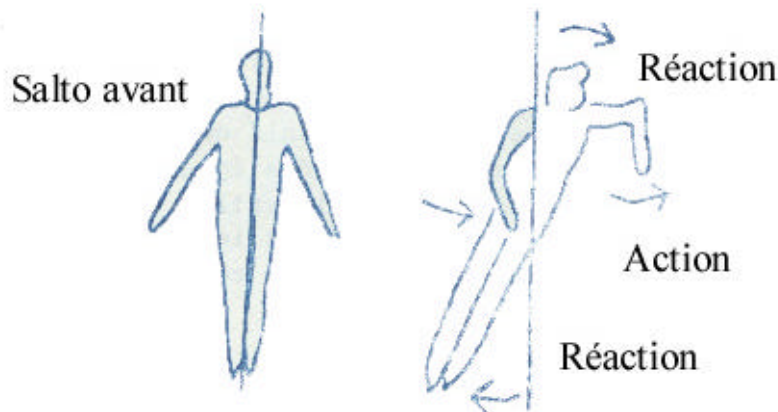
#### Explication mécanique :

Au cours d'un salto, le trampoliniste possède un certain moment cinétique transversal représenté par un vecteur. Si au cours de ce salto, le corps prend une certaine angulation en tournant selon son axe antéro-postérieur, on arrive à définir deux axes longitudinal et transversal nouveaux du corps. On remarque alors que le vecteur moment cinétique (invariable pendant toute la durée de la phase aérienne) peut se décomposer sur ces deux nouveaux axes. La composante selon l'axe longitudinal prouve qu'il y a bien création d'un moment cinétique longitudinal donc création d'un mouvement de vrille.



Mais quel est le moteur du désaxage ? Nous pensons qu'il s'agit d'une réaction au lancé de bras dans le sens de la vrille.

Par exemple, sur salto avant, pour le déclenchement d'une vrille à gauche, on observe un lancé du coude gauche dans le sens de la vrille et un "ramené" du bras droit vers le corps. Cet action de rotation des bras vers la gauche va entraîner en réaction une rotation compensatrice du reste du corps vers la droite (loi de l'action / réaction) et donc le désaxage.



La figure rudy out est un des exemples le plus significatif de cette forme de déclenchement. Mais il suffit de voir évoluer un trampoliniste de haut niveau, en se plaçant dans l'axe de la longueur du trampoline, pour s'apercevoir que la plus grande partie des figures est désaxée selon cet axe (full in full out, barani in full out, full in rudy out).

Il n'y a donc pas de création de moment cinétique, mais transfert de moment cinétique du salto vers la vrille.

### 5. Conclusions pédagogiques :

On peut avancer, après des observations de films que :

Les vrilles ajoutées sur des rotations avant, sont toutes déclenchées en l'air par transfert de moment cinétique (Barani, Rudolph, Barani in full out...).

Il est donc important durant l'apprentissage d'éviter un déclenchement de la vrille dans la toile notamment pour les figures : 1/2 tour dos, barani...

Les vrilles ajoutées sur des rotations arrières sont déclenchées dans la toile (half in half out, full in full out...) ou dans l'air (back in full out, back in double full out...) par changement d'axe ; ceci n'est vrai que pour la première demi-vrille de ces figures. En effet, le mouvement de vrille est accéléré ensuite, après cette première demi-vrille, par transfert de moment cinétique ce qui explique que les rotations arrières sont elles aussi désaxées.

Par exemple, dans une double vrille arrière, la première demi-vrille est déclenchée dans la toile, le trampoliniste se retrouve ainsi en salto avant et peut accélérer son mouvement de vrille en désaxant grâce au mouvement de bras décrit ci-dessus. La double vrille arrière devient ainsi un "demi-tour / rudolph".

Dans cette optique, on peut penser que le moment cinétique longitudinal déclenché dans la toile est le même pour une vrille arrière, une double vrille arrière, pour un half in half out et un full in full out, et ce n'est que le désaxage (transfert de moment cinétique) qui est plus grand pour les figures possédant plus de vrilles.

L'entraîneur devra donc insister pendant l'apprentissage de cette famille de figures allant du demi-tour piqué américain à full in full out en passant par la double vrille arrière et half in half out, sur une poussée complète avec une montée des bras et une fixation des épaules qui ne doivent s'orienter que très faiblement du côté de la vrille et un shoot des membres inférieurs du côté de la vrille afin de solidariser le train inférieur avec le train supérieur et ce n'est qu'après ces actions que le reste de la vrille pourra être exécuté.

Quant aux figures telles que back in full out, le mouvement de vrille est déclenché en l'air par changement d'axe au moins pour la première demi-vrille, le restant de vrille étant déclenché par transfert de moment cinétique. Le mouvement d'extension qui accompagne le déclenchement de cette première demi-vrille devra être le plus faible possible afin de garder la position puck et ne pas se désunir en l'air.

Le déclenchement des vrilles par transfert de moment cinétique est donc, comme au plongeon, le processus privilégié d'entretien des rotations longitudinales alors qu'en gymnastique au sol, toutes les vrilles sont déclenchées au sol. La démarche pédagogique sera donc différente selon que l'on s'adresse à un gymnaste ou à un trampoliniste.

Extrait d'un mémoire réalisé par P. LABEAU (1980)