

# Bases de la biomécanique

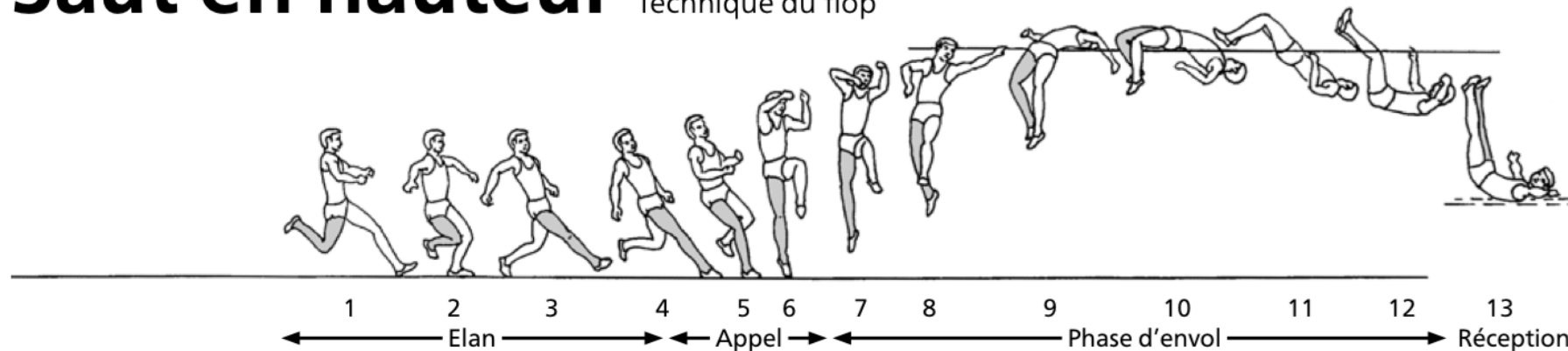
C104





## Saut en hauteur

Technique du flop



Phase	Description	Eléments clés
Elan	Course haute (hanches et genoux) – plus marquée que pour le sprint	Position du corps
	Foulées amples avec inclinaison du corps vers l'intérieur de la courbe (1-4)	
Appel	Rythme d'élan – rythme d'appel – trois derniers appuis: ta-ta-tam	Rythme d'appel
	Hanches et jambes en avant du haut du corps lors des deux derniers appuis, corps toujours penché vers l'intérieur de la courbe (1-4)	
	Pose active du pied, en particulier sur les deux derniers appuis (dans l'axe de course, selon un angle d'environ 30° par rapport au tapis) (4)	Pose du pied
	Extension du corps incliné vers l'intérieur au moment de l'impulsion et alignement pied-genou-hanche-épaule avec légère inclinaison vers l'intérieur pour favoriser la rotation dans le plan frontal (6)	Extension du corps
Phase d'envol	Engagement puis fixation des segments libres (bras/jambe libre) (6-7)	Segments libres
	Rotation autour de l'axe longitudinal notamment sous l'action de la jambe libre (6-8)	Segments libres
	Position du pont: bras (épaule) opposé au pied d'appel tiré activement vers l'arrière et le bas au-dessus de la barre (9-11)	
Réception	Atterrissage sur le tapis à angle droit ou légèrement en diagonale, dans le prolongement de l'axe du saut (13)	



Pourquoi le sauteur en hauteur a-t-il besoin d'une inclinaison vers l'intérieur pendant l'élan/l'appel ?



Pourquoi le côté du bras qui ne lance pas doit-il bloquer pendant les lancers ?



Pourquoi le bras opposé est-il tendu vers l'avant lors de la course de haies ?



Pourquoi les bras doivent-ils être ramenés vers l'avant lors de la réception du saut en longueur ?



## Impuls der frontalen Rotation



*Quelle: Youtube: Im Körper eines Topathleten – Hochsprung Teil 2/5 (ab 6:33 min)*



## Impulsion de rotation frontale



**Saut en hauteur Holmes (avancer à 9 min 30) : <https://youtu.be/AsbSS8hAmys>**

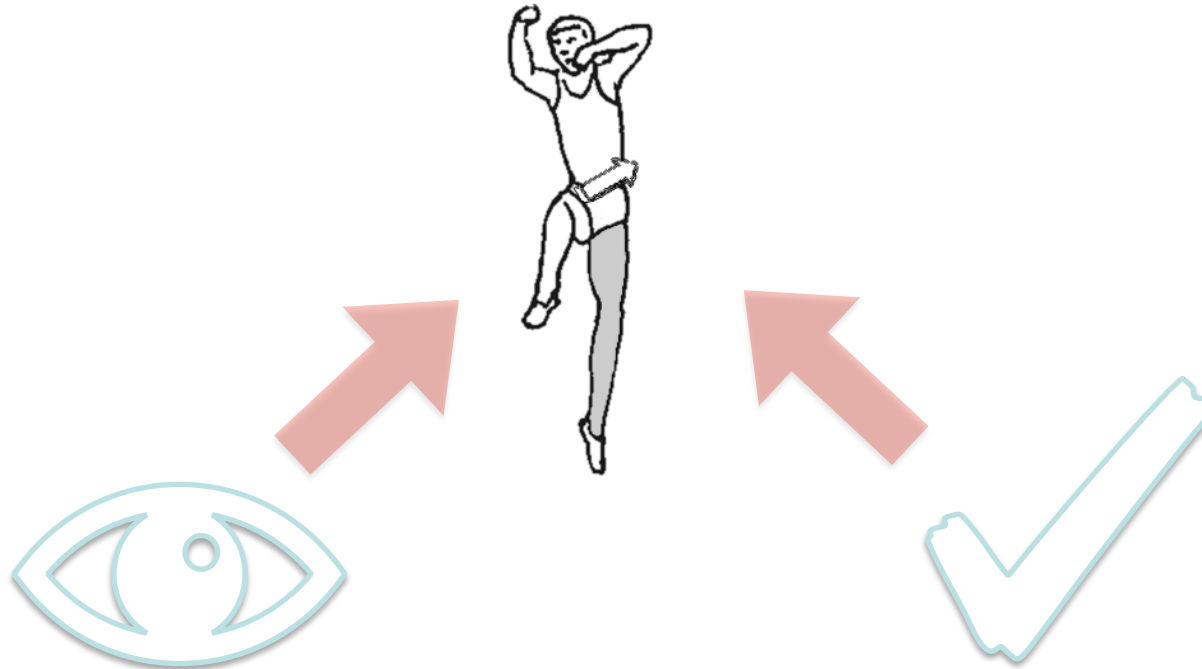


# Qu'est-ce que la biomécanique ?

- La biomécanique du sport étudie les mouvements sportifs de l'homme et les conditions mécaniques de ce mouvement.
- Les caractéristiques et propriétés du mouvement sont mesurés, décrits quantitativement, comparés les uns aux autres, modélisés en tenant compte des lois de la mécanique (modèles mathématiques et physiques), avec pour objectif d'améliorer la performance sportive en tenant compte des composants essentiels du mouvement sur la base des résultats obtenus.
- Les bases scientifiques de la biomécanique sont la mécanique ainsi que les conditions biologiques et les lois englobant la conduite du mouvement.



# Buts de la biomécanique



- Développer la capacité d'analyser et de comprendre les déroulements des mouvements.

- Développer la capacité de corriger et d'optimiser les déroulements des mouvements à l'aide de mesures techniques et de condition physique.

# Qu'est-ce que la biomécanique ?

description du mouvement

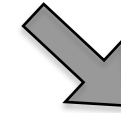
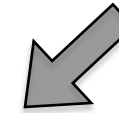
**Cinématique**



Lois du mouvement sans force

Effet des forces

**Dynamique**



**Statique**

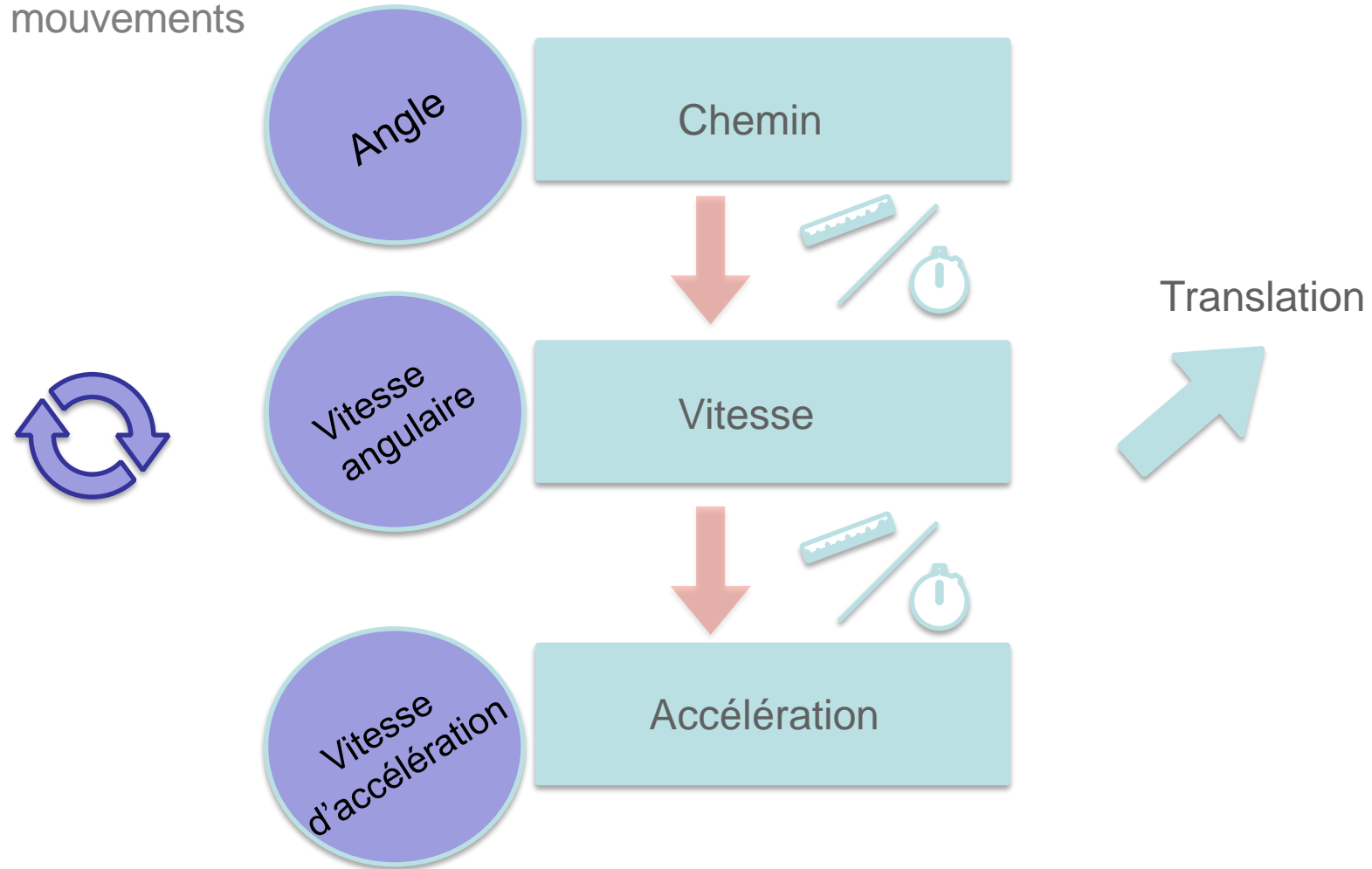
**Cinématique**





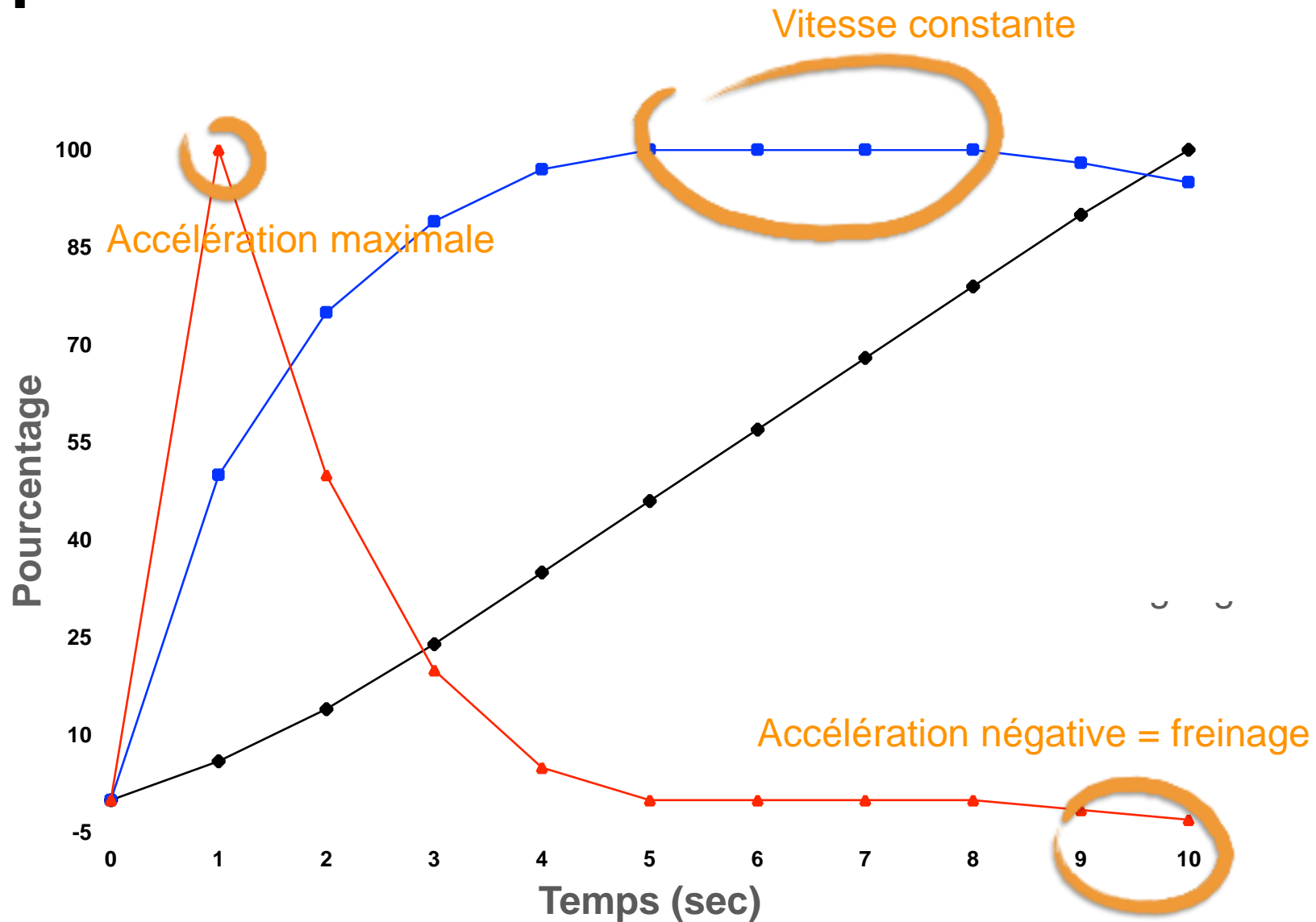
# Cinématique

- Description de mouvements





# Exemple course de 100m





# Lois fondamentales de la mécanique

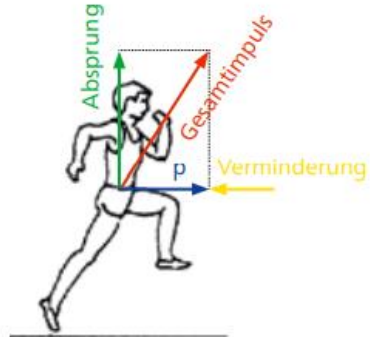
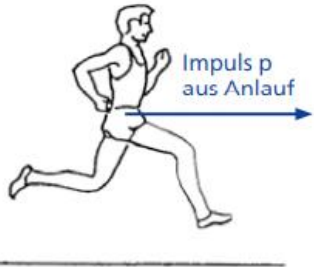




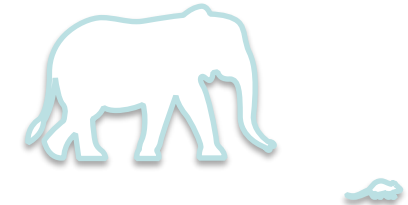
# Lois fondamentales de la mécanique



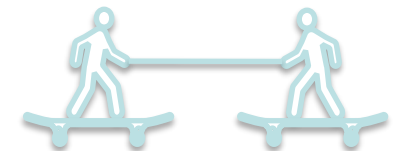
## 1. Principe d'inertie



## 2. Principe d'action



## 3. Principe de réaction





# L'inertie

Lorsque aucune force agit, un corps demeure en son état de repos ou continue son mouvement rectiligne uniforme.



Sendung Einstein SRF, 22.5.2014



# L'inertie





# L'inertie



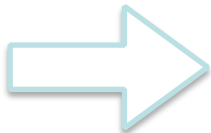
[www.leichtathletik.de](http://www.leichtathletik.de), Junioren-Gala Mannheim 2014



# Mesure de l'inertie

Résistance d'un corps à une accélération

Masse



Moment d'inertie





# Exemple

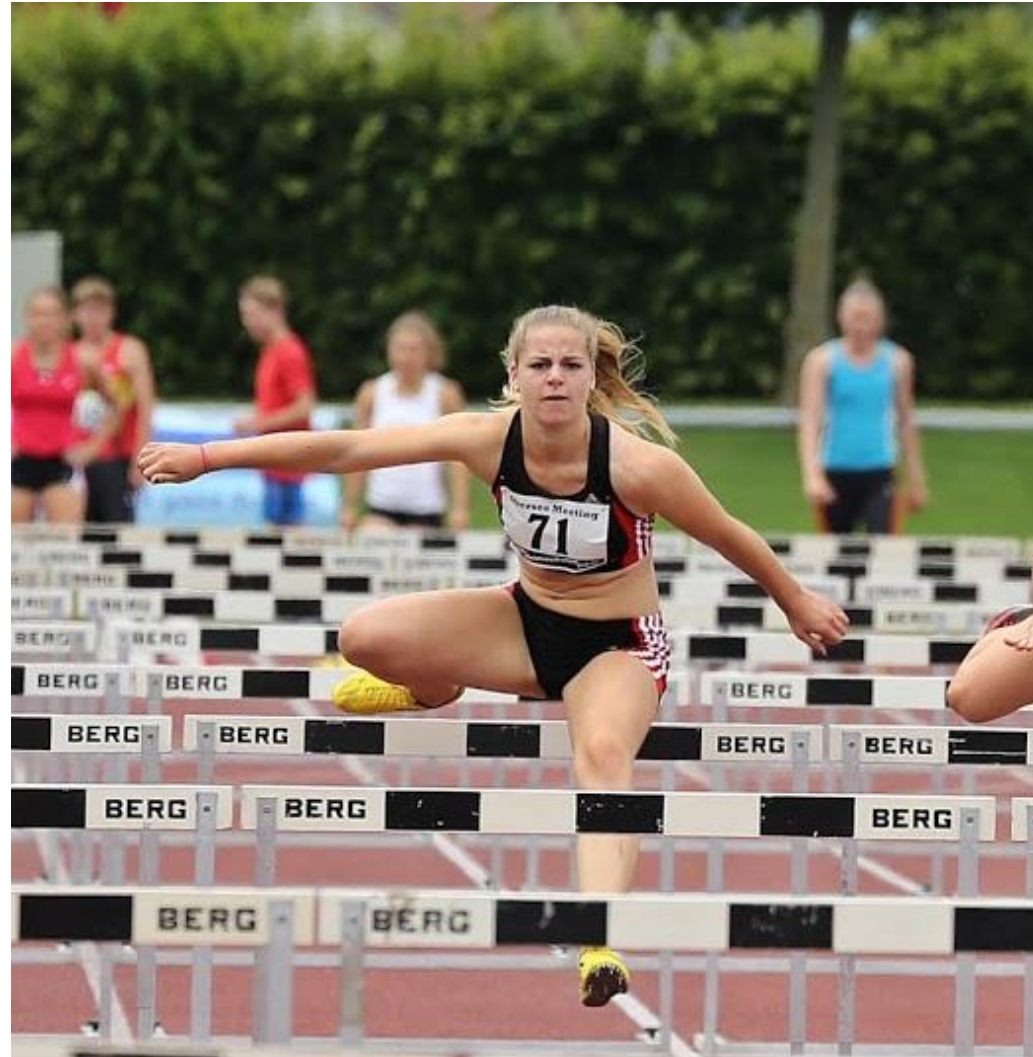
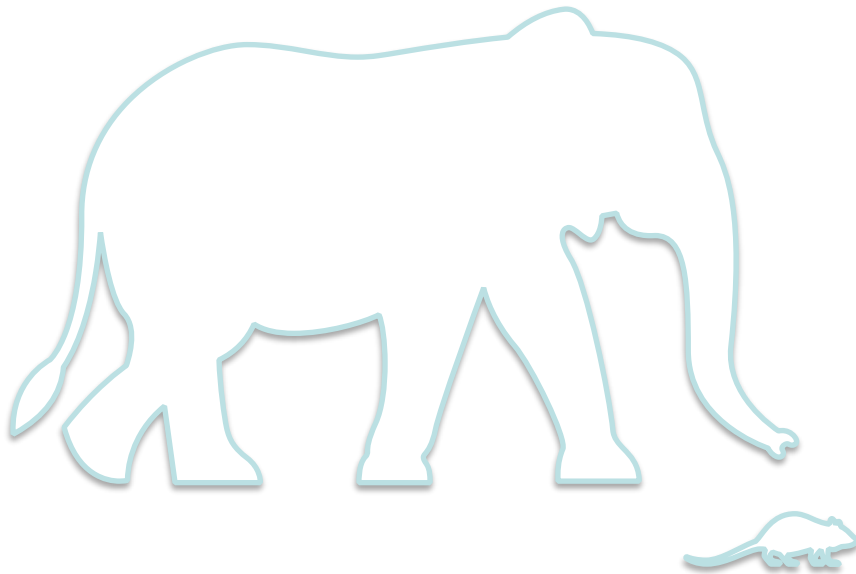


Foto: Hansjörg Brunhart, [www.deinsportmoment.ch](http://www.deinsportmoment.ch)



# Principe d'action

- Si une force agit sur un corps, il est alors accéléré dans la direction de la force.
- L'accélération est proportionnelle à la force et inversement proportionnelle à la masse du corps.



$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$



# Principe d'action

Si une force agit sur un corps, il est alors accéléré dans la direction de la force.

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$



Foto: Tom Finke, [www.tomfinke.de](http://www.tomfinke.de)



# Principe d'action pour les rotations

Les rotations se produisent lorsqu'une force n'agit pas sur le centre de gravité d'un corps (moment de force)

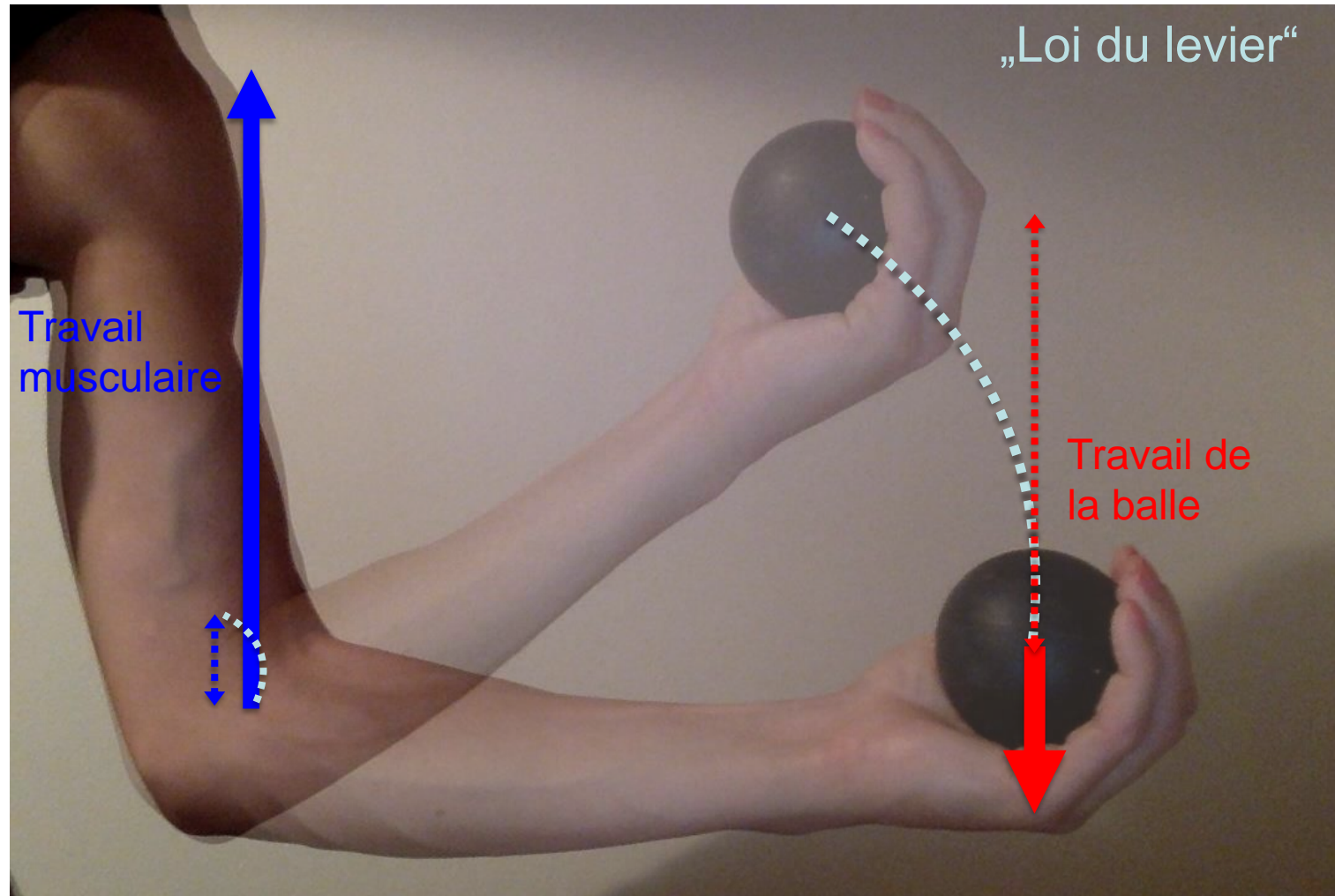
Le couple est proportionnel à la force et à la distance du point d'application de la force par rapport à l'axe de rotation



Foto: Kenny Beele, [www.trainload.de](http://www.trainload.de)



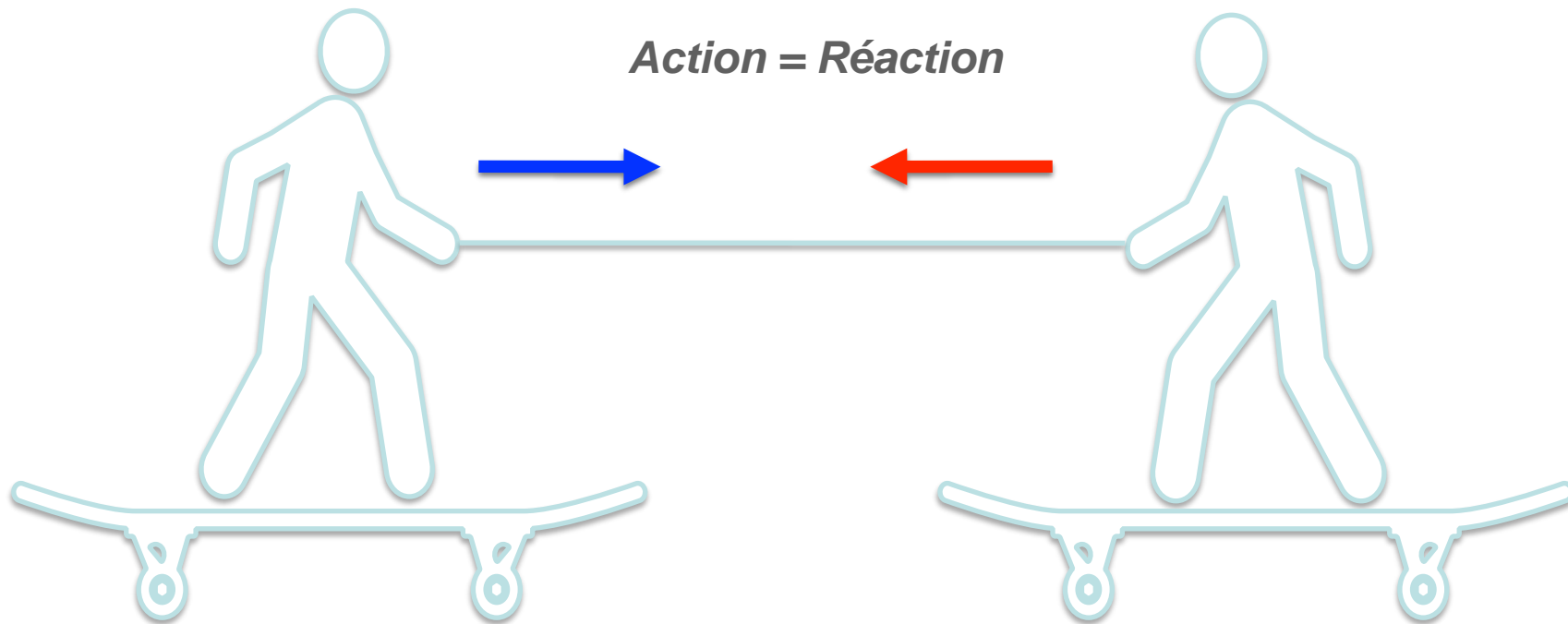
## Exemple: loi du levier





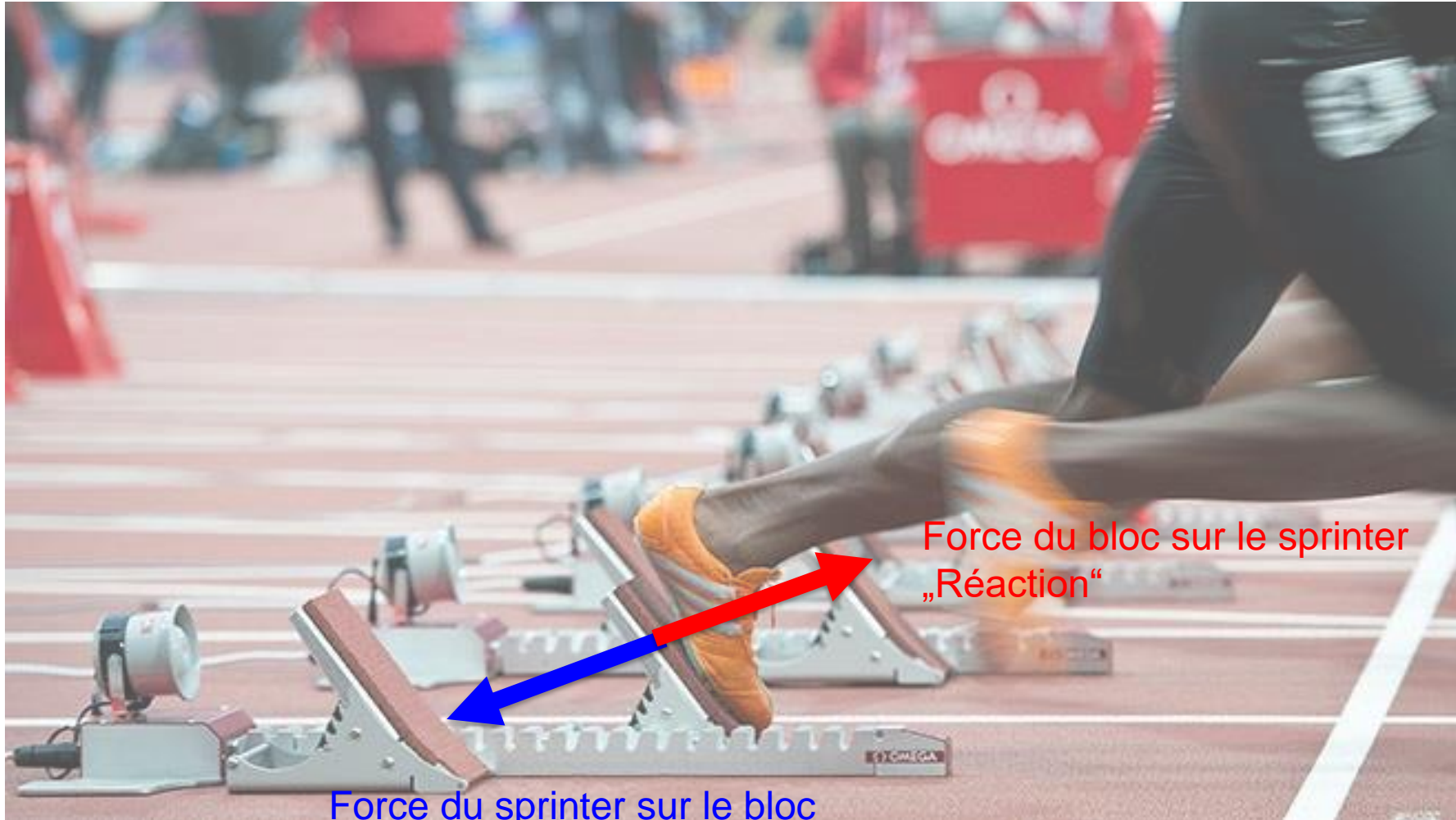
# Principe de réaction

- Les forces apparaissent toujours par paires.
- Si un corps A exerce une force sur un autre corps B, une force égale mais opposée agit à partir de B sur A.





# Principe de réaction



Force du sprinter sur le bloc  
„Action“

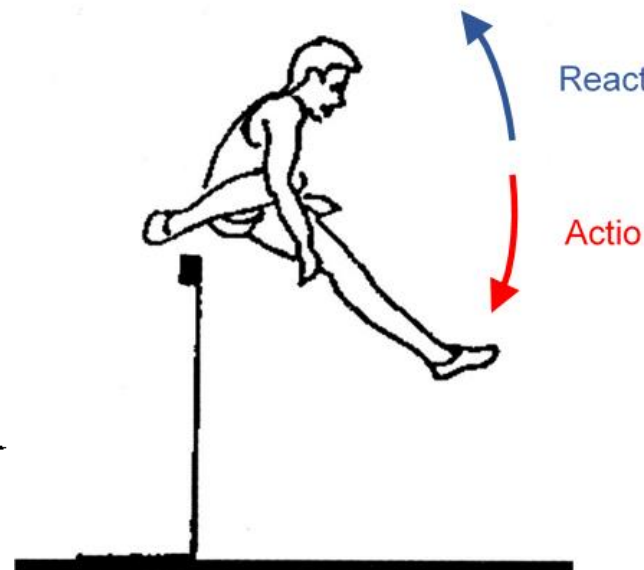
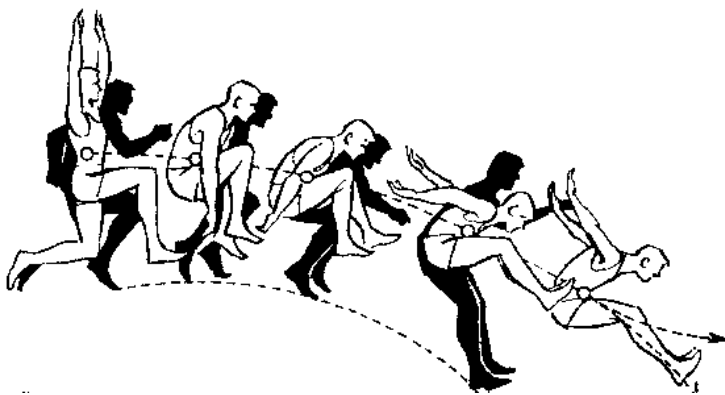
Force du bloc sur le sprinter  
„Réaction“



# Principe de réaction (actio = reactio)

Les forces apparaissent toujours par paires.

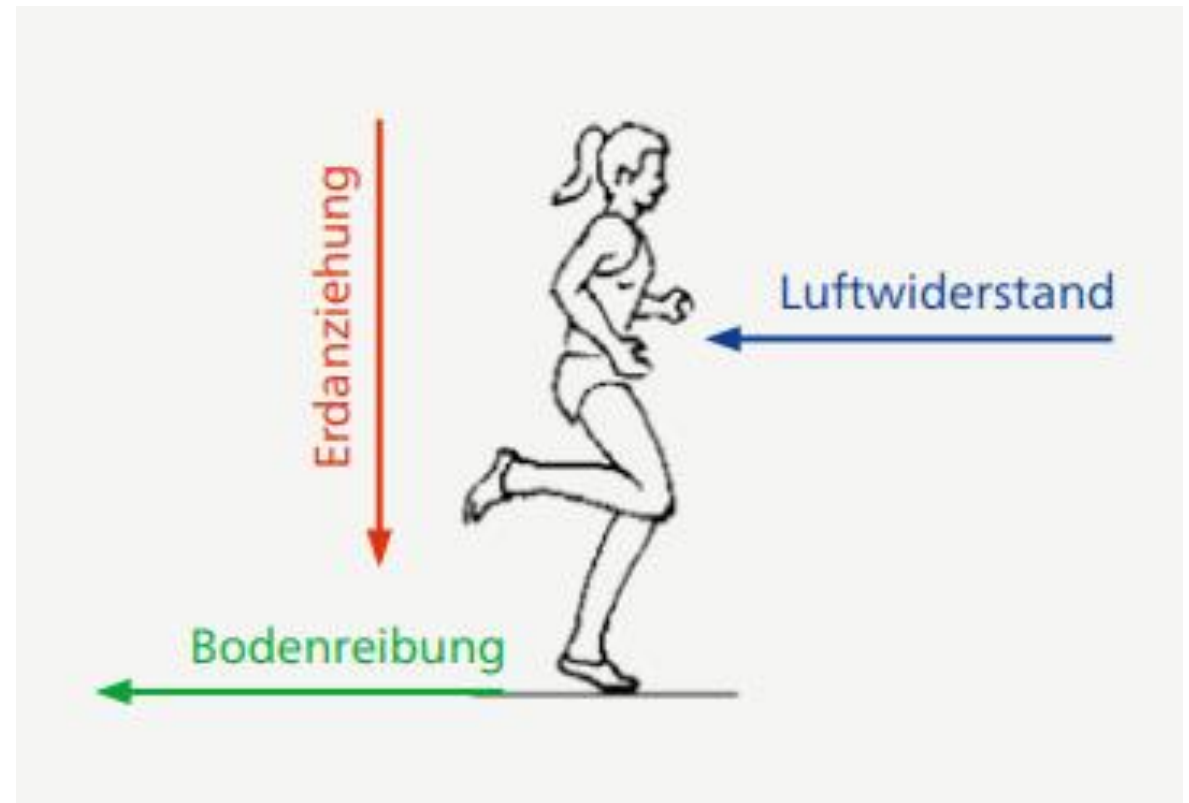
Si un corps A exerce une force sur un autre corps B, une force égale mais opposée agit à partir de B sur A.





# Forces externes influençant la performance

- Erdanziehungskraft
- = La pesanteur
- Luftwiderstand
- = Résistance du vent
- Reibungskräfte
- = Forces de frottement



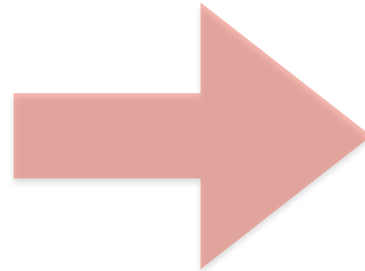


# Principes dérivés

**1. Principe d'inertie**

**2. Principe d'action**

**3. Principe de réaction**



Conservation de la  
quantité de mouvement



Conservation de l'énergie



# Quantité de mouvement

- Un corps en mouvement a un moment proportionnel à la masse et à la vitesse (ou moment d'inertie et vitesse angulaire).

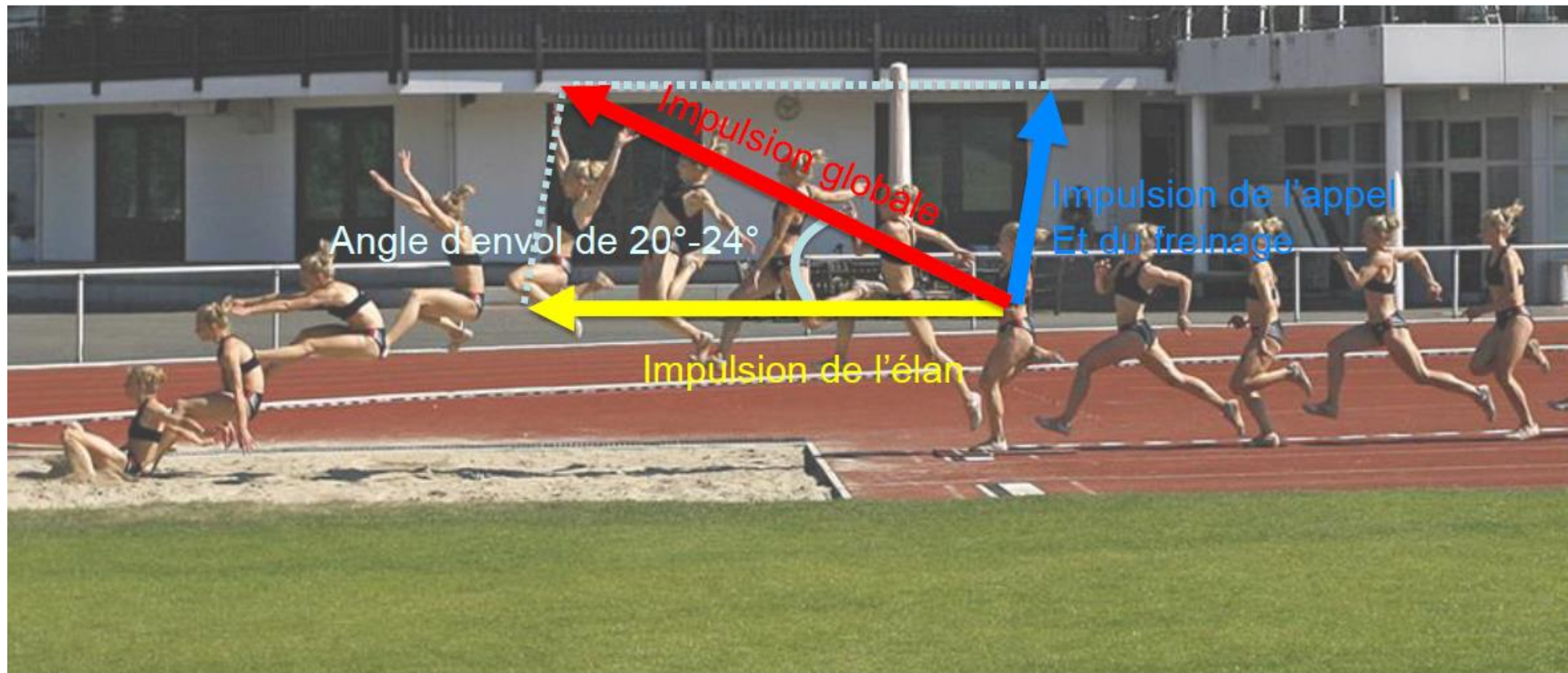
$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$





# Impulsion

Une force provoque un changement de moment.  
Les impulsions partielles s'ajoutent





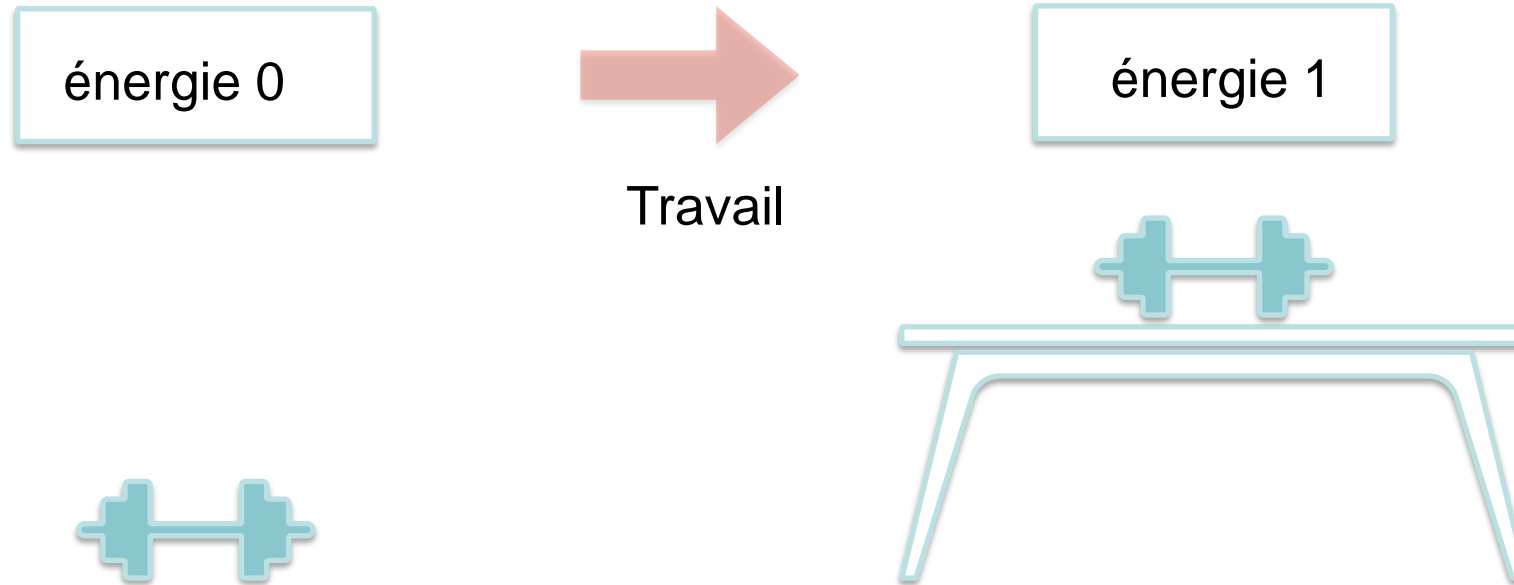
# Conservation du moment cinétique

S'il n'y a pas de forces, le moment reste constant.





# Travail et énergie



**Puissance : travail effectué par unité de temps**



## Travail et énergie

- **Le travail** est une force multipliée par le chemin, pendant tout le laps de temps que la force agit.
- **Le travail** est une énergie transmise mécaniquement à un corps.
- **L'énergie mécanique** d'un corps peut être cinétique ou potentielle.
- **Lorsqu'un corps fait du travail, une transformation énergétique a lieu. Dans le cas idéal (pas de forces de friction), l'énergie mécanique reste constante dans un tel processus.**



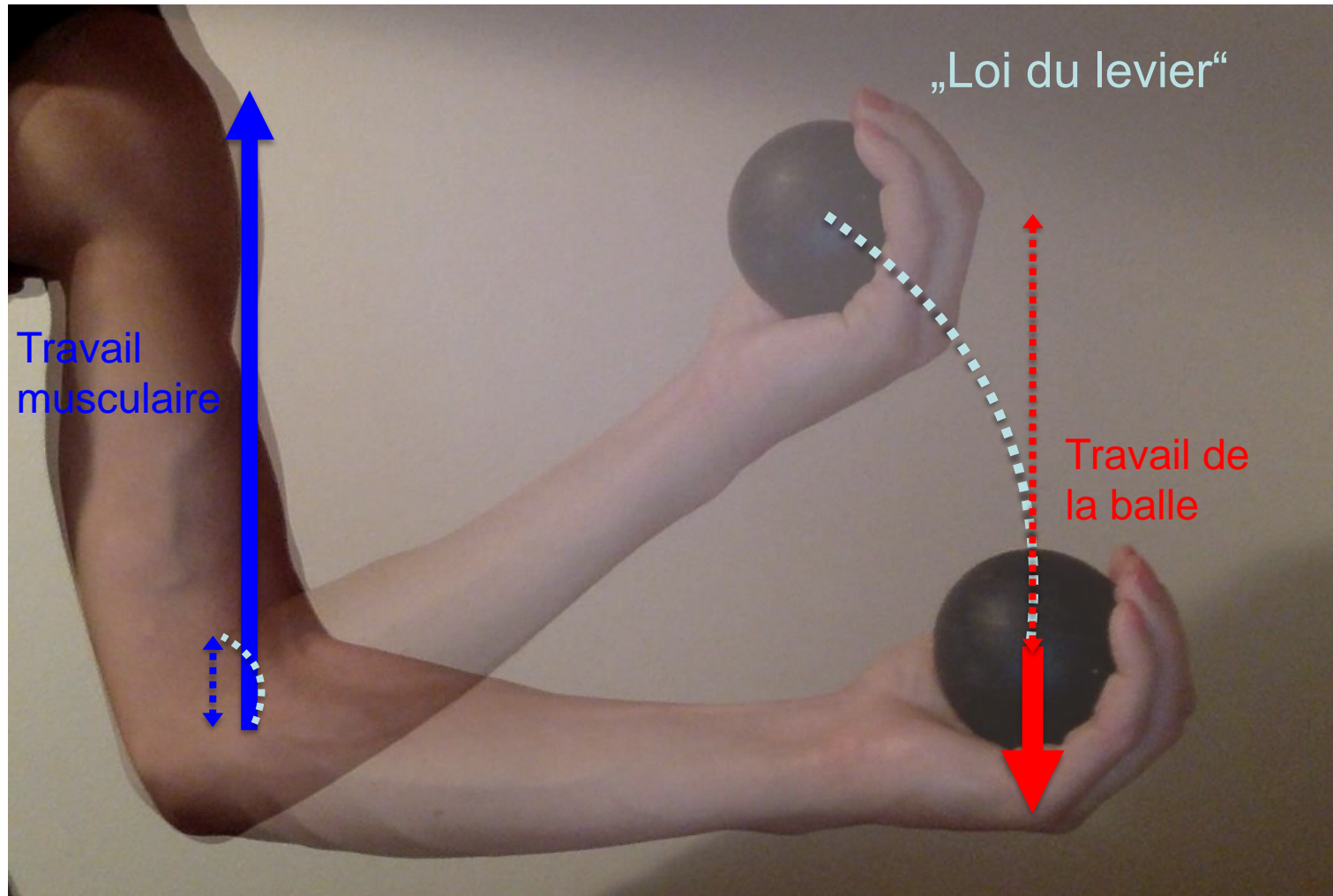
# Exemple

**L'énergie cinétique du perchiste ("vitesse") est convertie via l'énergie potentielle de la perche (flexion de la perche, énergie de traction) en énergie potentielle du perchiste ("hauteur").**



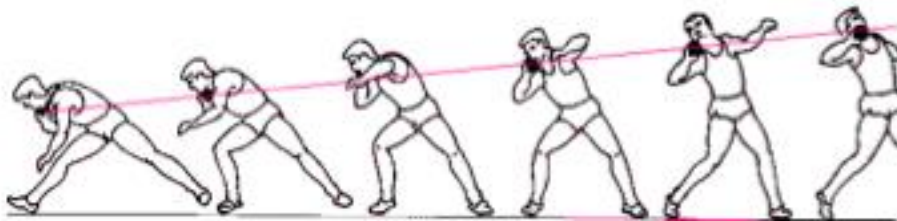


# Exemple travail



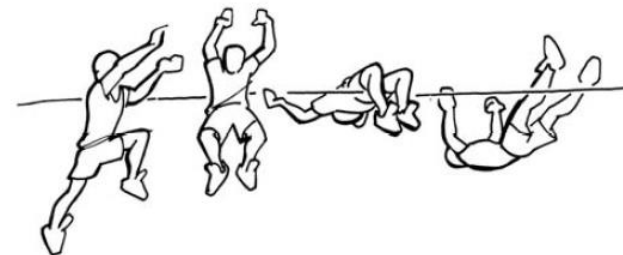
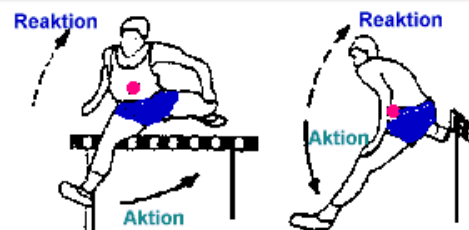
# Aperçu : principes biomécaniques

Force de démarrage optimale



Chemin d'accélération optimal

Coordination des impulsions partielles



Réaction

Conservation de la quantité de mouvement



nach Hochmuth, 1981



# Objectifs d'apprentissage pour la biomécanique

**Les participants sont capables de ...**

**en général :**

- **expliquer la subdivision de la mécanique entre la cinématique et la dynamique**



# Objectifs d'apprentissage pour la biomécanique

## Cinématique :

- Les grandeurs de la cinématique sont
- ... **la position**,
- ... **la vitesse et**
- ... **l'accélération** (respectivement l'angle, la vitesse angulaire, l'accélération angulaire) et d'expliquer leur relation sur la base d'un exemple pratique.



# Objectifs d'apprentissage pour la biomécanique La dynamique

- Nommer **les trois lois de base de la mécanique (axiomes de Newton)** et les expliquer sur la base d'au moins un exemple spécifique à l'athlétisme
  - nommer correctement les grandeurs significatives :
    - **l'inertie et les grandeurs pour la translation (masse) et la rotation (moment d'inertie)**
    - **force et moment de rotation**
- Nommer **trois forces extérieures déterminantes pour la performance en athlétisme**
- Expliquer la déclaration des principes de **la conservation de l'énergie et de la conservation de l'impulsion**, avec à chaque fois un exemple :
  - Pour cela vous pouvez nommer correctement les grandeurs :
    - **énergie, travail et puissance**
    - **impulsion et moment d'impulsion**

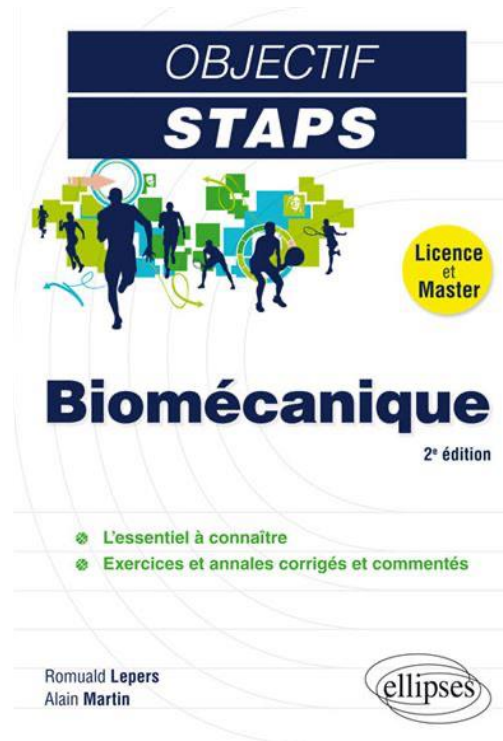




# Bibliographie - biomécanique du sport



Grimshaw P, Burden A.  
Biomécanique du sport  
et de l'exercice.  
deboeck, Bruxelles,  
Belgique, 2021.



Biomécanique –  
2e édition - broché

Romuald Lepers Alain  
Martin Youcef Alanbagi



# Bibliographie - biomécanique du sport

en allemand – en anglais

