



## Apprentissage de mouvements de locomotions dans une simulation physique de cartoon

**Porteur** : Alexandre Meyer (Le porteur s'engage à participer et présenter son projet aux journées de la GI-EIF)

**Partenaires** : Nicolas Pronost, Erwan Guillou

**Laboratoire** : LIRIS

**Composante** : Département Informatique, LIRIS (UMR 5205)

**Nature du financement demandé** : Stage de M2

**Dates** : Février ou mars 2026 pour 5 mois

**Résumé** : (200 mots)

L'animation de personnages basée sur la physique a connu des avancées significatives au cours des dernières années. Les méthodes d'optimisation et d'apprentissage par renforcement ont permis de complexifier les mouvements appris [1, 3, 8, 9, 10]. Ces approches visent généralement à produire des mouvements réalistes, proches de ceux des humains, en respectant les lois physiques réelles à partir de données de capture de mouvement. Cependant, dans le domaine du cartoon ou du cinéma (films d'action, de science-fiction ou de fantasy) la physique est souvent détournée [2] : les lois du mouvement y sont volontairement exagérées ou modifiées pour renforcer l'humour, l'expressivité ou la dimension spectaculaire des scènes (voir Figure 1).

Dans cette optique, nous proposons d'explorer un modèle de génération de mouvement dans une simulation physique « loufoque » [2], où les lois de la physique sont ajustées pour produire des comportements expressifs et inattendus. Nous souhaitons intégrer des paramètres physiques dans l'apprentissage comme l'ajout de forces virtuelles pour assister ou perturber le personnage. Des expérimentations débuteront sur un modèle simplifié avant d'envisager des morphologies plus complètes, guidées par des données issues de scènes de cinéma ou de cartoons.

**Sujet développé** :

L'animation de personnages basée sur la physique a connu des progrès rapides au cours des dernières années. Les méthodes d'optimisation et d'apprentissage par renforcement guidées par les données ont permis au domaine d'évoluer. Ces méthodes permettent de générer une large gamme de mouvements naturels et réalistes, allant de la locomotion à des actions athlétiques ou acrobatiques [1, 3, 8, 9, 10]. Ces approches ont souvent pour objectif de produire des mouvements réalistes, proches de ceux observés chez l'être humain, en s'appuyant sur des modèles physiques précis et des données de mouvement réelles.

Cependant, dans le domaine du cartoon comme dans certains genres cinématographiques (films d'action, de science-fiction ou de fantasy) la physique est volontairement altérée : les lois du mouvement y sont exagérées, déformées ou suspendues pour renforcer l'humour, l'expressivité ou l'impact spectaculaire des scènes comme illustré dans la Figure 1. Traditionnellement, ce genre de mouvement pouvaient être générés à la main par des animateurs mais aussi de manière plus automatique grâce à des opérations de traitement du signal permettant de reproduire les effets d'inertie, d'anticipation ou d'exagération [6, 7].

Nous souhaitons explorer une nouvelle voie, celle de l'automatisme basée sur des données et des méthodes de calcul avancées au sein d'une simulation physique « loufoque » [2], où la cohérence physique reste présente mais est modulée pour produire des comportements dynamiques, expressifs et inattendus, inspirés par l'animation cartoon ou par les trucages du cinéma.

Nous souhaitons conserver l'utilisation des moteurs physiques existants, d'autant plus que certains offrent désormais une parallélisation importante, particulièrement adaptée aux approches automatiques. Dans ce cadre, nous proposons de développer une méthode intégrant directement des modifications des paramètres des lois physiques au sein du processus de calcul, afin de générer des mouvements, exagérés ou physiquement difficilement réalisables voire impossibles. Nous pensons inclure des forces virtuelles ou externes venant assister ou perturber le personnage dans ses actions, ou encore de modifier la direction et l'intensité de la gravité, suspendre l'application de certaines forces, modifier des propriétés cinématiques et physiques telles que les limites articulaires, les degrés de liberté, les masses et les inerties, ou encore modifier la gestion des contacts afin de permettre à des corps de se traverser ou de glisser les uns sur les autres ou de prendre appui sans nécessiter de contact. Un des verrous importants sera de guider le calcul de manière à rester dans une physique « raisonnable », tout en produisant des mouvements dynamiques et expressifs adaptés à nos applications cibles. Pour cela nous introduirons des termes de minimisation des altérations de la physique.

L'approche envisagée commencera ses expérimentations sur un personnage 2D très simple, par exemple avec juste des corps rigides pour le haut du corps et les deux jambes afin de valider un premier prototype. Puis, progressivement, nous pourrions prendre en compte une morphologie plus complète (en 3D avec de nombreux corps et degrés de liberté) et des environnements complexes (nombreux objets présents dans la scène). Une piste complémentaire consisterait à exploiter des données issues de la capture de mouvement appliquée à des scènes de cinéma ou de cartoons présentant de tels comportements, afin de guider ou d'aider l'apprentissage du modèle en lui offrant des poses plausibles même si physiquement non réalistes.

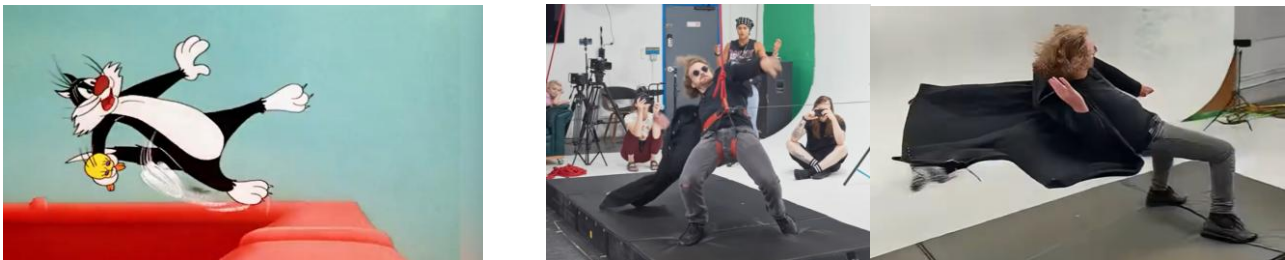


Figure 1. Deux exemples de mouvements physiquement peu réalistes, mais fréquemment présents dans de nombreux films et cartoons [4, 5]. Notre objectif est de reproduire ce type de mouvement en apprenant à adapter les lois de la physique au sein d'un contrôleur de mouvement basé sur la simulation physique.

[1] Physics-Based Motion Imitation with Adversarial Differential Discriminators. Zhang et al. SIGGRAPH Asia 2025

[2] [https://en.wikipedia.org/wiki/Cartoon\\_physics](https://en.wikipedia.org/wiki/Cartoon_physics)

[3] FreeMusco: Motion-Free Learning of Latent Control for Morphology-Adaptive Locomotion in Musculoskeletal Characters. Kim et al. SIGGRAPH Asia 2025

[4] Vidéo de cartoon avec une physique modifiée [https://www.youtube.com/watch?v=ANtTsu\\_cqY](https://www.youtube.com/watch?v=ANtTsu_cqY)

[5] Techniques de trucages pour obtenir des mouvements non réalistes pour un humain

<https://www.youtube.com/watch?v=iq5JaG53dho>

[6] Wang et al, The cartoon animation filter. SIGGRAPH 2006

[7] Cachelin et al. Kinematic Timing Curves: Cartoon Physics, *Journal of Computer Graphics Techniques* 2022

[8] Diverse Motion Variations for Physics-based Character Animation. Agrawal et al. Symposium on Computer Animation, 2013

[9] Liu et al. Learning physics-based motion style with nonlinear inverse optimization. SIGGRAPH 2005

[10] Simple Data-Driven Control for Simulated Biped. T. Geijtenbeek, N. Pronost, and A.F. van der Stappen. ACM SIGGRAPH Symposium on Computer Animation (SCA)