

Les pieux de chêne, plus résistants, sont disposés aux endroits qui supportaient les plus lourdes charges.

LES CLUBS S'ARRACHENT LES VEDETTES

Les courses de chars sont la compétition reine. La plus prisée est la course de quadriges : les chars sont tirés par quatre chevaux, deux attelés sous le joug à un timon et les deux autres reliés à la caisse du char par une simple courroie. Ce sont des courses de galop : le film *Ben Hur* retrace avec une certaine justesse cette épreuve endiablée, qui se déroulait sur sept tours (environ cinq kilomètres). Le cocher, debout sur son char, a les guides nouées autour de la taille : cette technique, qui laisse les mains libres, est dangereuse en cas de chute. Elle a été empruntée aux Étrusques dès le VII^e siècle avant notre ère, comme bien d'autres aspects des jeux romains.

Les meilleurs cochers étaient des vedettes : souvent esclaves au début de leur carrière, ils gagnaient ensuite des sommes fabuleuses et se faisaient parfois transférer d'une faction à l'autre, contre compensation. Des inscriptions sur pierre relatent leurs exploits avec un luxe de détails.

Des documents iconographiques, fresques ou mosaïques, soulignent que, de l'époque des rois étrusques jusqu'à l'Antiquité tardive, les Romains ont aussi



Le vainqueur d'épreuves athlétiques (*nu, au centre*) est récompensé par une palme et, vraisemblablement, par une couronne dont le coiffent les deux personnages qui l'entourent. Cette scène provient de la même mosaïque que celle de la page précédente.

apprécié des spectacles de jeux athlétiques. Les sports de combat, surtout le terrible pugilat, qui se pratiquait parfois avec des «gants» (les cestés) munis de pointes, étaient parmi les spectacles favoris des Romains. La mosaïque en noir et blanc qui couvrait le sol du vestiaire des thermes de Porta Marina, à Ostie, au début du II^e siècle de notre ère, montre divers athlètes professionnels (boxeurs, lutteurs, discobole, sauteur en lon-

gueur...), et même un ballon que l'on pourrait croire fabriqué pour la récente Coupe d'Europe de football. Le somptueux «tapis» du début du IV^e siècle, découvert récemment près de Gafsa, en Tunisie, est décoré de nombreux athlètes, répartis sur quatre registres : coureurs à pied, sauteur en longueur, discobole, lutteurs, boxeurs et pancratiastes (à la fois boxeurs et lutteurs). Des prix, qui ne sont pas seulement honorifiques, comme l'indique la présence de sacs d'argent, attendent les vainqueurs.

À Rome, le sport n'est pas réservé aux professionnels : de nombreux citoyens romains se livraient à divers exercices physiques tels que le jeu de balle ou même le cerceau. Le Champ de Mars, vaste plaine située au Nord-Ouest du Capitole, devait ressembler à notre Bois de Boulogne un dimanche matin. Les thermes disposaient aussi d'installations adéquates pour les sportifs, qui pouvaient ensuite se décrasser et se baigner.

Dans le domaine sportif, le «gréco-centrisme» est un écueil. L'influence étrusque a, par exemple, été plus grande sur Rome que l'influence grecque : les fresques funéraires étrusques, telles celles de la tombe des Olympiades, mises au jour à Tarquinia dans ces dernières décennies, en sont la preuve éclatante. L'histoire du sport a d'ailleurs commencé il y a près de 5 000 ans, à Sumer et en Égypte, bien avant les Jeux olympiques.

Jean-Paul THUILLIER
École normale supérieure, Paris

Jean-Paul THUILLIER, *Le sport dans la Rome antique*, éditions Errance, 1996.



Sur la mosaïque des thermes de Porta Marina, au milieu d'athlètes qui s'entraînent, un «ballon» a une allure contemporaine (*au centre*).

Le saut à la perche

Pour évaluer les performances, les mécaniciens filment les perchistes.

Au saut à la perche, après une course d'élan, on plante une perche dans un butoir. L'appui sur la perche flexible transforme alors le mouvement horizontal du perchiste en un mouvement vertical. Pourquoi le perchiste ukrainien Sergueï Bubka est-il le seul perchiste au monde à franchir 6,10 mètres ? Cet exploit aurait été inimaginable sans la flexibilité des perches en fibre de verre. Afin d'améliorer encore

les perches de saut et pour comprendre quels sont les facteurs de la performance, nous mesurons, à l'aide de dynamomètres, les forces exercées sur la perche, et analysons le mouvement des perchistes avec des caméras. Ainsi, nous avons corrélé la position du sauteur et les forces exercées lors des différentes phases du saut.

Pour l'analyse des forces, on recourt à deux dynamomètres. Le premier, placé

sous le butoir, mesure l'évolution des efforts (selon trois axes de coordonnées perpendiculaires) développés par le système formé par la perche et le perchiste sur le butoir au cours du saut. Le second, incorporé dans la piste d'élan, détermine la force exercée par le perchiste sur la piste lors du dernier appui avant le décollage.

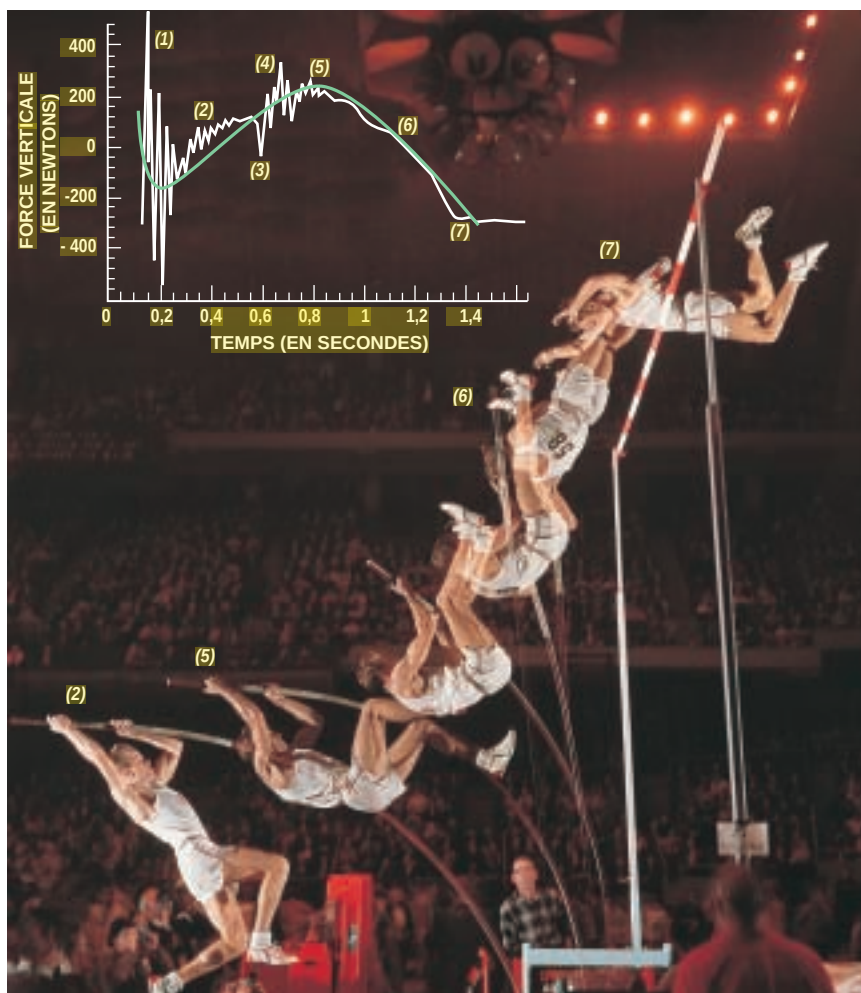
L'analyse de la position est assurée par quatre caméras qui enregistrent les trajectoires tridimensionnelles de chaque articulation du perchiste et de certains points de la perche. En utilisant ces trajectoires, nous avons reconstitué, au cours du saut, le déplacement, la vitesse et l'accélération du centre de gravité du sauteur, ainsi que celui du système perche-perchiste selon trois axes. En outre, l'analyse vidéo a permis de calculer le moment cinétique du sauteur (qui traduit la rotation du corps) et son énergie cinétique.

LES FORCES ET L'ENREGISTREMENT VIDÉO

La cinématique est plus riche que la dynamique : la relation fondamentale de la dynamique indique que la somme des forces exercées sur un système est égale à sa masse multipliée par son accélération. L'analyse des images vidéo permet de trouver, par deux dérivations temporelles successives de la trajectoire, l'accélération du système formé par la perche et le perchiste, d'où l'on déduit la force appliquée dans le butoir. En revanche, si, par deux intégrations temporelles successives de cette force, on calcule la trajectoire du centre de masse perche-perchiste, on ne peut connaître les positions relatives des différentes parties du corps. Comme la fréquence d'acquisition des dynamomètres (3 000 hertz) est supérieure à celle des caméras (50 hertz), les deux approches sont nécessaires. De surcroît, la dynamique fournit des résultats en temps réel, tandis que l'analyse de la cinématique requiert plusieurs heures de dépouillements et de calculs.

Pour la première fois, nous avons montré que la force calculée par les simulations numériques à partir de l'analyse des images vidéo était semblable à celle mesurée avec le dynamomètre (voir la figure). Ce résultat, qui montre la fiabilité des modélisations fondées sur l'analyse de la dynamique, est la première étape d'une simulation, laquelle, en intégrant l'ensemble des paramètres mécaniques mesurés ou calculés, permettra un entraînement assisté par ordinateur.

J. MORLIER, M. CID, A. GÉRARD
CNRS, URA 867, GDR Sport
Université de Bordeaux 1



La composante verticale de la force appliquée dans le butoir (courbe blanche) permet de caractériser les différentes phases du saut. Le perchiste plante sa perche (1), puis la perche s'infléchit et le perchiste groupe ses membres (2). La perche glisse dans le butoir (3) et se bloque au fond du butoir (4). La perche est à son maximum de flexion (5), le perchiste se redresse, se renverse (6) et lâche finalement la perche (7). Cette force est comparée à celle calculée à partir des images vidéo (courbe verte).