



Le vélum du Colisée

PHILIPPE FLEURY

Le montage virtuel précise la reconstitution de la machinerie.

Et *uella erunt* : «et il y aura des voiles». Ainsi se termine une inscription «publicitaire» peinte qui annonce un combat de gladiateurs sur un mur de Pompei. Ces voiles (*uella*, pluriel de *uella* qui a donné «vélum» en français) sont des toiles de protection, qui étaient tendues au-dessus de l'amphithéâtre pour protéger les spectateurs du soleil. L'équipe pluridisciplinaire de la Maison de la recherche en sciences humaines de l'Université de Caen, qui reconstitue virtuellement la Rome antique, a, pour modéliser complètement le Colisée, simulé sur ordinateur le montage de son vélum. Cette simulation précise la disposition et le fonctionnement de la machinerie de treuils, de poulies et de câbles qui y était associée.

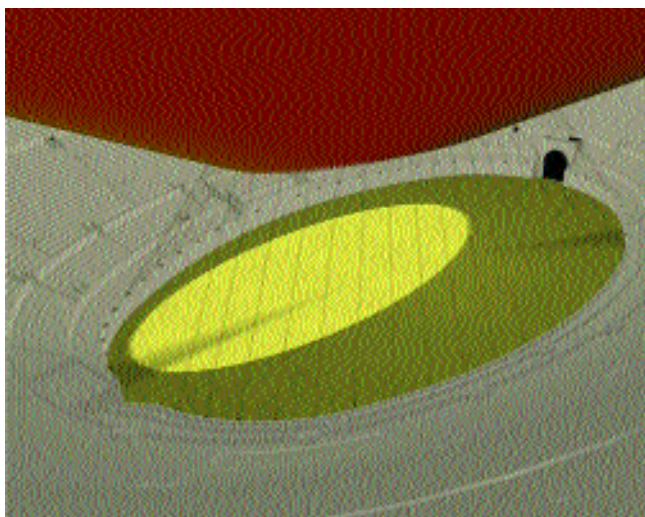
Plusieurs textes latins mentionnent des vélums, et des amphithéâtres et des théâtres portent encore des traces des systèmes de montage, mais nous ne disposons d'aucune description précise de ces appareils. Des hypothèses avaient été dessinées, mais jamais nous n'avions eu de vue d'ensemble du système et, surtout, jamais le fonctionnement n'avait été testé en «grandeur réelle» : la reconstitution et la mise en mouvement informatiques d'un système obligeant, comme pour un système réel, à ne négliger aucun détail.

Notre reconstitution est fondée sur les restes du Colisée et sur les techniques disponibles au I^{er} siècle de notre ère (pour ce qui concerne les poulies, les cordes et les toiles). Nous avons conservé l'hypothèse, déjà émise avant nous, d'une décomposition du vélum en bandes trapézoïdales, déroulées entre des

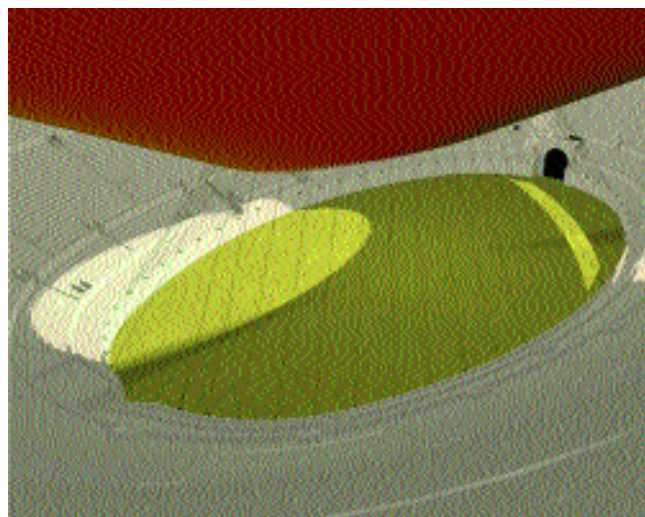
mâts plantés sur la corniche supérieure de la façade et un grand anneau central. Ce découpage de la toile facilitait sa manœuvre (la surface totale du vélum est d'environ 22 000 mètres carrés, soit un poids total de l'ordre de 12 tonnes à sec). Les trous encore visibles, ou dont nous pouvons reconstituer l'emplacement, indiquent qu'il y avait 240 mâts, d'une section de 45 centimètres sur 55 centimètres ; les calculs de résistance et de force de levage nous font proposer une hauteur de 23 mètres pour ces mâts.

Pour déployer le vélum, on levait d'abord l'anneau central, à l'aide de cordes tendues par des treuils et passant sur des poulies (de 80 centimètres de long) reliées aux mâts (*cordes a*). Une fois tendues et tournées autour de l'axe du treuil, les cordes remontaient jusqu'en haut des mâts, afin de diminuer le couple exercé sur ceux-ci par les cordes de l'intérieur : la modélisation a montré que l'ensemble des cordages (qui pèse environ 68 tonnes) et du vélum exerçait une forte traction vers l'intérieur de l'amphithéâtre. L'anneau central était hissé jusqu'à ce que les cordes qui le reliaient aux premiers rangs des gradins (*cordes d*) soient tendues. Les cordes que nous avons utilisées ont un diamètre de cinq centimètres, ce qui assure une résistance à la traction d'au moins 1 000 kilogrammes.

Les 240 pans du vélum étaient alors déroulés à l'aide de 240 cordages, fixés aux mâts (*cordes b*). Ils étaient soutenus par un quatrième réseau de cordes (*cordes c*), qui maintenaient aussi la forme elliptique de l'anneau central.

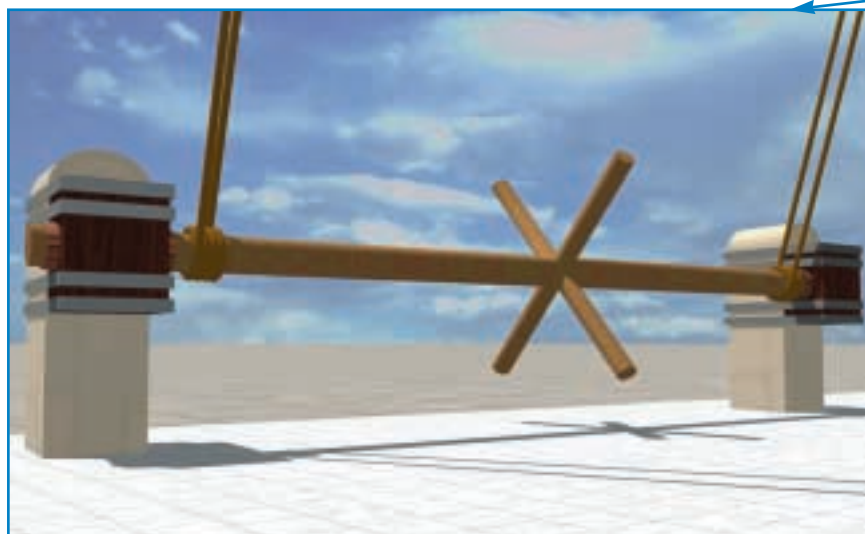
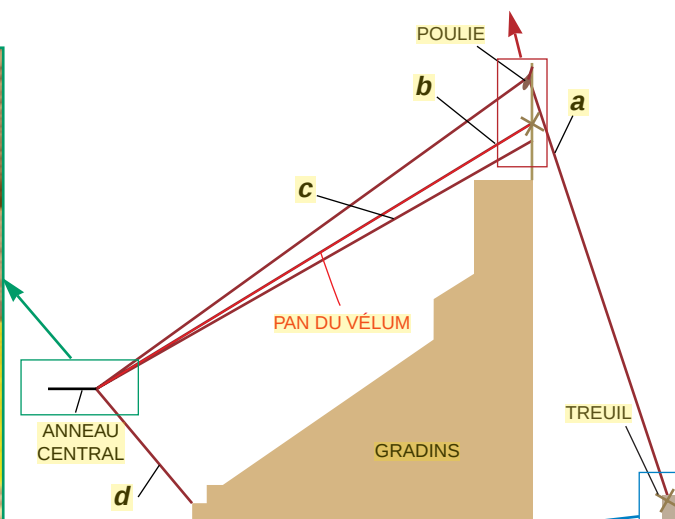
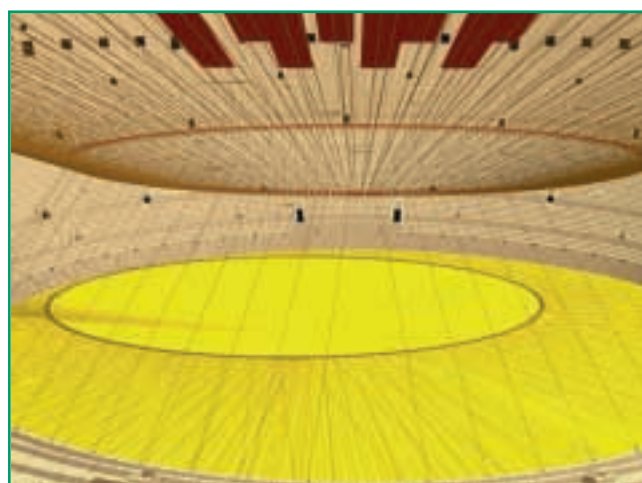
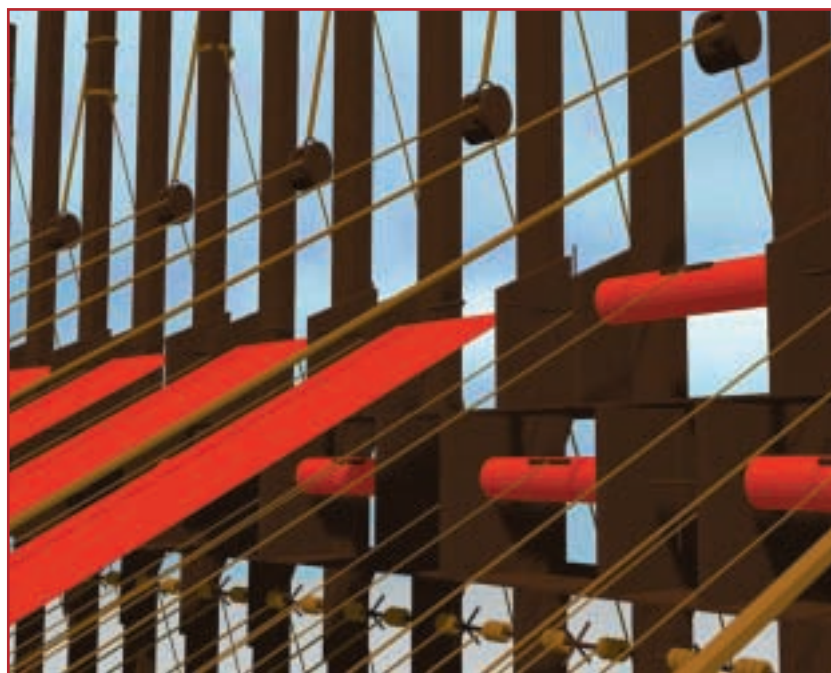
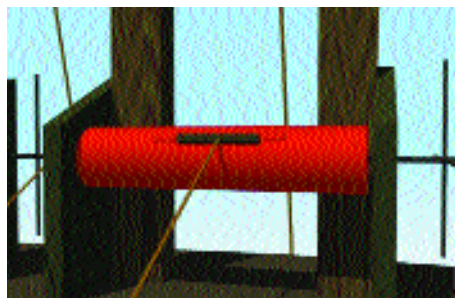


L'anneau central est à 18 mètres au-dessus de l'arène : les toiles descendent le plus bas possible, pour une protection maximale contre le soleil, sans gêner la vision des spectateurs placés tout en haut des gradins (à gauche). La simulation de la course du soleil en dif-



férentes dates à la latitude de Rome indique que les conditions de protection les moins favorables sont évidemment celles où le soleil est le plus bas, c'est-à-dire en hiver, et le matin ou le soir (à droite), mais ce sont aussi les moments où le soleil est le moins gênant.

Les mâts soutenaient les mécanismes d'enroulement des toiles. Pour des raisons d'encombrement nous avons décalé ces mécanismes en hauteur une fois sur deux (à droite). Seules les toiles de gauche sont ici déroulées, à l'aide de cordes analogues à celles que l'on voit s'attacher aux rouleaux de toile encore enroulés. Nous avons modélisé, entre les mâts, des plates-formes (ci-dessous) nécessaires aux opérateurs, des soldats de la marine romaine habitués à manier des cordages. Personne auparavant n'avait pensé à représenter ces plates-formes, dont la nécessité ne nous est apparue qu'au moment de faire fonctionner les treuils permettant d'enrouler et de dérouler les toiles.



Les treuils qui servaient à tendre les cordes a (à gauche) étaient portés par 160 bornes situées à l'extérieur de l'édifice ; seulement cinq sont conservées. Les trous portés par celles-ci indiquent comment étaient fixés les treuils (à droite).



Philippe FLEURY, professeur de latin, est directeur adjoint de la Maison de la recherche en sciences humaines de l'Université de Caen.

Histoire des sciences

Un naturaliste à Paris en 1834

Alfred Moquin-Tandon. Édition présentée par Jean-Louis Fischer. Éditions Sciences en situation, collection Sens, 1999.

Un savant provincial du XIX^e siècle, Alfred Moquin-Tandon (1801-1863), effectue son premier voyage à Paris en 1834. Durant son séjour (du 8 septembre au 24 octobre), il rédige son journal. C'est ce dernier qu'il nous est donné de lire aujourd'hui. Avec quel plaisir !

À 33 ans, l'homme a de nombreuses cordes à son arc : il est botaniste, zoologiste et médecin. Né à Montpellier, il cumule à Toulouse les fonctions de professeur d'histoire naturelle (botanique, zoologie et géologie) et de directeur du jardin botanique. Accablé de tâches professorales et administratives, il vient plaider un allègement auprès de son ministre de tutelle. Il a bien du mal à rencontrer le ministre de l'Instruction publique de Louis-Philippe (François Guizot, 1787-1874), son chef de cabinet (Jean Antoine Auguste Génie, 1796-1870) ou le vice-président du Conseil royal du ministère (le baron-conseiller Louis Jacques Thenard, 1777-1857), et les résultats des entrevues se révèlent incertains : ces hauts personnages sont débordés, inaccessibles ; ils oublient les solliciteurs et reviennent sur leurs décisions. Cependant l'intérêt du document autobiographique que nous présente Jean-Louis Fischer ne se résume pas à l'attente dans les antichambres des puissants ; Moquin-Tandon est surtout un scientifique compétent, reconnu, qui a promu les théories les plus audacieuses de son époque.

En tant que botaniste, Moquin-Tandon s'inscrit dans la lignée d'Augustin Pyrame de Candolle (1778-1841), adepte de la classification naturelle des plantes, qui s'oppose à celle de Linné, plus hiérarchique et aux caractères plus limités. C'est un spécialiste de la famille des chénopodiacées, qui comprend aujourd'hui 120 genres et 1 300 espèces de milieux arides, dont les bettes, les épinards et autres arroches. Cependant, il ne se contente pas de la phytographie

végétale, c'est-à-dire de la description des plantes ; il se préoccupe aussi de géographie botanique (répartition des plantes selon les milieux) et de tératologie (science des anomalies ou des monstruosités), qu'il se refuse à lier à la tératologie animale. Dans la capitale, Moquin-Tandon rencontre des botanistes connus, tel Adolphe Brongniart (1801-1876), professeur au Muséum national d'histoire naturelle, ou d'autres qui sont ses amis et dont il examine les herbiers.

Moquin-Tandon zoologiste est proche du célèbre Étienne Geoffroy Saint-Hilaire (1772-1844), qui s'intéresse à sa monographie sur les hirudinées (les sangsues), composées, selon lui, d'individus élémentaires, ou «zoonites», en partie fondues ensemble ; les sangsues occuperaient une place dans le règne animal, entre des animaux multiples, composés d'individus, les polypiers, et des animaux unitaires, ou vertébrés, dont on ne voit plus l'agrégation. Les deux savants partagent les mêmes conceptions sur l'unité des êtres vivants et la marche progressive de la nature, avec la complexité croissante des animaux. Leurs nombreuses rencontres nous valent un portrait de l'illustre Geoffroy Saint-Hilaire qui, à 62 ans, est toujours impétueux, fougueux, ayant la manie de «composer des mémoires du soir au lendemain» et commençant, semble-t-il, à lasser les honorables auditeurs de l'Institut : «L'activité intellectuelle de M. Geoffroy est étonnante, mais son aptitude à l'observation diminue de jour en jour ; il a le feu de la jeunesse, mais non pas la réserve de l'âge mûr. Son fils s'aperçoit des bizarreries paternelles ; il en souffre. Dernièrement, à l'Institut, il sortit de la salle quand son père commença sa longue et

assommante homélie sur les milieux et leur vertu modifiante. [...] L'ardeur du vieux Geoffroy ne connaît pas de bornes.» Moquin-Tandon se prend à souhaiter plus de calme et de réflexion chez son collègue, et plus de génie chez le fils Isidore (1805-1861), qui se borne «à présenter les idées des autres».

L'écrasant Georges Cuvier (1769-1832) est mort depuis deux ans, mais, depuis le terrible affrontement de 1830 à l'Académie des sciences, la querelle des analogues (il y a entre les organes des différents animaux des analogies évidentes, d'autres qui le sont moins, mais tous les matériaux organiques sont présents d'une famille à l'autre), la rancœur de Geoffroy Saint-Hilaire est toujours aussi tenace : «Chaque jour enlève une pierre de l'édifice de gloire de Cuvier. Ses grands aphorismes, présentés comme des vérités immuables, se détruisent les uns après les autres. Son *Règne animal* est un mauvais livre, surtout la dernière édition.»

L'influence de Cuvier est encore terriblement présente, et Moquin-Tandon écrit : «Le grand homme dormait dans la tombe et son ombre donnait encore des places à ses protégés.» Il est certain que si Étienne Renaud Augustin Serres (1786-1868), disciple de Geoffroy Saint-Hilaire, s'était rallié à Cuvier, son poste de professeur au Muséum aurait été assuré.

Désenchanté, le narrateur juge les maîtres de la science : «La connaissance des savans de Paris a bien diminué en moi le respect que je portais à tous les hommes qui ont pénétré dans le sanctuaire de la Science ; j'ai remarqué d'abord que beaucoup de ces messieurs étaient fort au-dessous de leur réputation. L'usurpation de gloire est à Paris assez commune, [...] beaucoup d'hommes arrivent au sein de l'Institut ou dans les facultés, appuyés non pas sur des livres, sur des titres réels, mais sur des parents et des amis ; on m'a rapporté des exemples de fraudes académiques ou professorales qui ont bien surpris mon innocence de province.»

Ce livre est un vrai bonheur pour l'historien des sciences, qui a l'impression de retrouver de vieux amis dépeints avec la finesse d'un observateur lettré. La promenade dans Paris est charmante. En dehors de ses rendez-vous scientifiques, Moquin-Tandon flâne, pratique le «bouquinage», visite les monuments et les expositions, ne rate pas une représentation de théâtre, dîne en ville et ne déteste pas préférer quelque propos parisien.

Les savants sont aujourd'hui devenus des chercheurs. Ils se sont spécialisés à l'extrême, ont rangé



A 2 heures sonnait l'huissier appelle : «Mossieu Sautopin !
– Mais, Monsieur, dit Zéphyrin, j'ai le n° 1. Pourquoi ce monsieur entre-t-il avant moi ?
– C'est un député, et un député de l'opposition encore ! Alors vous comprenez que le ministre doit ménager sa susceptibilité !

Comme le savant Cosinus, Alfred Moquin-Tandon obtint difficilement un rendez-vous avec son ministre de tutelle.