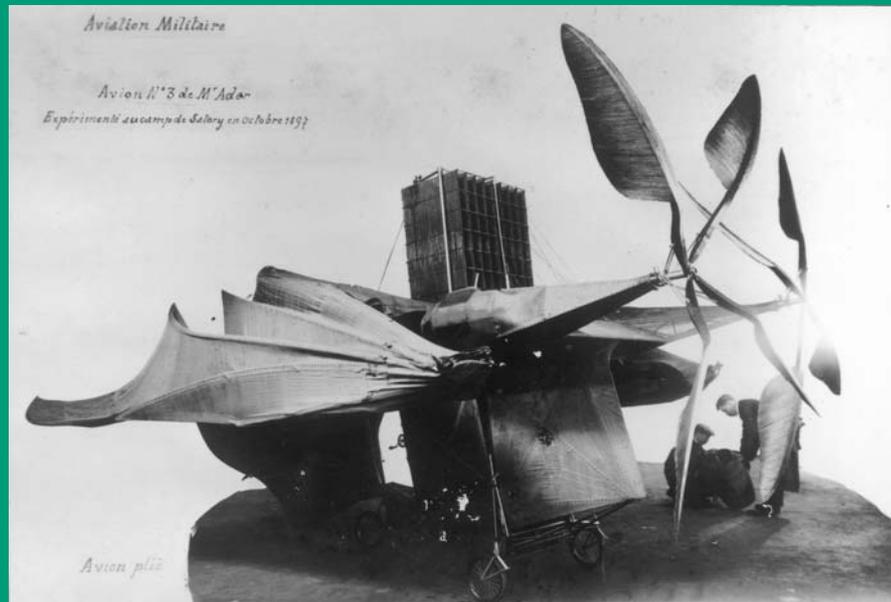


musée des arts et métiers

L E S C A R N E T S

## L'AVION III DE CLÉMENT ADER



Avion III de Clément Ader, expérimenté au camp de Satory en octobre 1897, inv. 13560.

« Celui qui sera maître des airs sera maître du monde »

Clément Ader, *L'Aviation militaire*, Berger-Levrault, 1909

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

L E S O B J E T S

## L'Avion III de Clément Ader

### ■ L'Éole ou comment faire voler une enclume ?

9 octobre 1890. Dans le parc du château d'Armainvilliers (Seine-et-Marne), une étrange chauve-souris mécanisée se soulève à une vingtaine de centimètres du sol sur près de cinquante mètres. Cet étonnant appareil monomoteur aux ailes repliables est baptisé Éole. C'est le premier prototype de Clément Ader, à qui l'on doit également d'avoir inventé le nom d'avion.

À l'époque, il a réussi l'impensable : décoller à bord d'un appareil plus lourd que l'air sans autre moyen que son moteur.

Ce premier vol de l'histoire fut longtemps contesté. Mais les assistants d'Ader prirent soin, pour marquer l'endroit exact où les roues avaient quitté le sol, d'enterrer des morceaux de charbon. Ceux-ci ont été retrouvés en 1937, au cours de travaux dans le parc du château devenu propriété d'État.



Une des rares photographies de l'Éole dans l'atelier d'Ader (1898),  
Source : <http://site.ifrance.com/eole/articles.html>

### ■ Une arme secrète

En 1891, les travaux d'Ader intéressent l'armée qui met à sa disposition le terrain militaire de Satory, près de Versailles. Après quelques modifications, il réalise de nouveaux essais avec l'Éole. L'armée passe commande d'un appareil construit sur le même modèle. Le contrat passé entre Ader et l'armée en 1892 stipule que le prototype doit pouvoir voler plusieurs heures, atteindre une centaine de mètres d'altitude et transporter une charge de 200 kg.



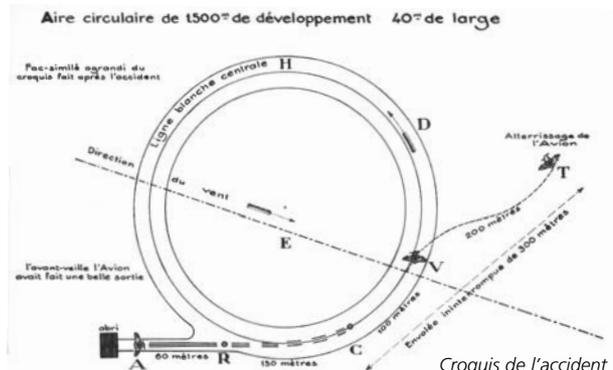
Clément Ader,

Source : <http://site.ifrance.com/eole/articles.html>

La première « avionnerie » du monde s'installe rue Jasmin, à Paris. Le petit atelier des débuts est désormais une véritable usine. Ader termine rapidement la construction de la chaudière et du moteur de l'Avion II. Mais il s'aperçoit qu'un moteur unique pose des problèmes de stabilité en vol et décide de construire un bimoteur : ce sera l'Avion III.

### ■ L'abandon d'un projet

14 octobre 1897, camp militaire de Satory. Le temps est mauvais. Sur la piste circulaire qu'il a fait construire, Ader s'élance. Hélas, il sous-estime la pente du terrain et l'appareil décolle immédiatement. La force centrifuge et le vent de travers déportent violemment l'Avion III qui s'écrase en bordure de piste. Les traces de roues s'effacent régulièrement du sol, sur environ 300 mètres.



Croquis de l'accident de l'Avion III  
à Satory (1897), inv. 13560.

Le ministère de la Guerre n'est pas convaincu et rompt le contrat passé avec l'inventeur. Ader ne renonce pas pour autant. Il conçoit déjà un Avion IV, équipé d'un moteur à essence. Faute d'argent, il ne peut mettre son nouveau projet à exécution et décide d'abandonner ses recherches. En 1902, il lègue l'Avion III au Musée des arts et métiers où il demeure toujours en bonne place.

## L'Avion III de Clément Ader

### Le problème du vol motorisé au XIX<sup>e</sup> siècle

Comment s'affranchir de la pesanteur avec un appareil motorisé ? Un avion tient dans les airs au moyen de ses ailes. En vol, l'air glisse plus rapidement sur le dessus des ailes que sur le dessous. Cela crée une différence de pression qui aspire l'avion et le maintient en l'air. Ce phénomène, appelé portance, n'est possible que si la vitesse de l'avion, donc sa puissance, est suffisante. En outre, plus l'appareil est lourd, plus il a besoin d'une puissance importante.

Clément Ader a réussi à décoller parce qu'il est le seul au XIX<sup>e</sup> siècle à avoir mesuré la puissance nécessaire au vol. Lorsqu'il commence ses travaux, le moteur à essence, qui permettra l'essor de l'aviation, n'en est qu'à ses débuts. L'ingénieur n'a pas d'autre choix technique que d'utiliser la vapeur.

### Une mécanique de chauve-souris

Comme tous les pionniers de l'aéronautique, Ader trouve son inspiration dans la nature. L'ingénieur a beaucoup observé la roussette, chauve-souris géante des régions chaudes. Celle-ci ne se limite pas, comme les autres chiroptères, à battre frénétiquement des ailes. Elle peut également effectuer de courts vols planés, singularité qui fournit à Ader un modèle aérodynamique original. Il imite l'ossature de la roussette pour construire son appareil. Ce choix présente deux avantages pratiques : des ailes repliables pour le rangement et le transport, ainsi que des facilités de réglage des ailes.

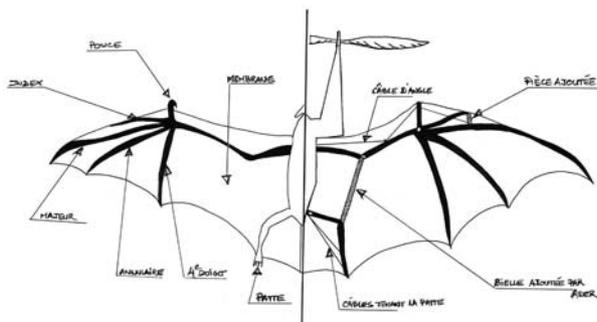


Schéma de comparaison entre l'ossature de la chauve-souris et l'aile de l'Avion III (échelle non respectée)

### De la soie et du bois

L'ingénieur conçoit une structure ultra-légère pour compenser le poids et le manque de puissance de sa machine à vapeur. Au total, il utilise neuf sortes différentes de bois, notamment, du pin d'harmonie, un bois très léger utilisé pour les instruments de musique. Les membrures principales des ailes sont creuses, rigidifiées par de fines tiges de bois disposées transversalement à l'intérieur. Les quelques vis d'acier présentes sur l'Avion III sont évidées et remplies de bois de châtaigner. La soie des ailes est découpée en panneaux cousus entre eux et fixés à la structure par un système de boutonnières.



L'Avion III ailes déployées, 1897, inv. 13560.

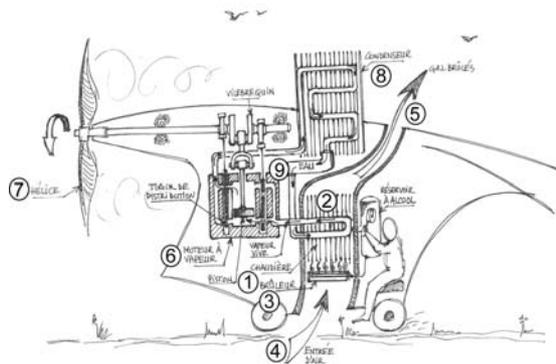
L'Avion III est assemblé avec de la colle d'os, réputée en ébénisterie. L'assemblage est minutieusement réalisé à l'aide de serre-joints afin d'éliminer le moindre gramme de colle inutile !

## L'Avion III de Clément Ader

### UNE MACHINE À VAPEUR QUI VOLE !

Clément Ader a dû construire un moteur dix fois plus léger que les moteurs à vapeur les plus performants de l'époque. Il a mis au point un système qui utilise la vapeur en circuit fermé. Le générateur de vapeur, ou chaudière <sup>(1)</sup>, est placé devant le pilote. L'eau est injectée dans de nombreux tubes verticaux <sup>(2)</sup> d'un très petit diamètre, au-dessous desquels se trouve un brûleur alimenté par de l'alcool <sup>(3)</sup>. L'air <sup>(4)</sup>, indispensable à la combustion, entre par l'avant, traverse les tubes de la chaudière pour être finalement évacué vers l'arrière <sup>(5)</sup>.

La vapeur produite par le passage de l'eau dans les tubes alimente les deux moteurs <sup>(6)</sup> qui font tourner les hélices <sup>(7)</sup>. Ensuite, elle est guidée vers un condenseur <sup>(8)</sup>, au-dessus de la cabine de pilotage, qui la refroidit par contact avec l'air. L'eau ainsi obtenue est finalement réinjectée dans le réservoir d'eau initial <sup>(9)</sup> pour accomplir un nouveau cycle vapeur-eau.



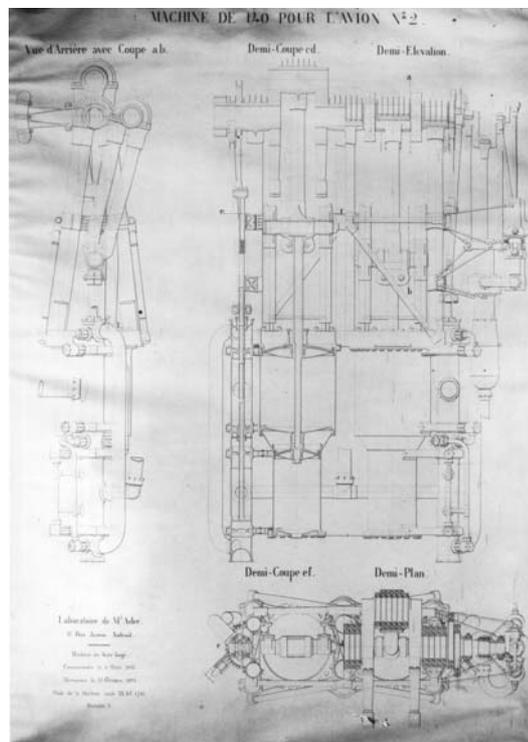
Principe de fonctionnement de l'Avion III, source : Serge Picard

Cette chaudière « miniaturisée » qui réutilise l'eau permet un gain de place et de poids considérable. La souplesse de fonctionnement de la vapeur autorise une puissance maximale dès le démarrage. Cet appareil pouvait décoller avec une vitesse de seulement 15 km/h et atteindre en vol plus de 50 km/h. Au total, l'Avion III pèse à peine 400 kg, véritable exploit technique pour l'époque.

### Le pilotage de l'Avion III

Dans l'habitacle, Ader est à califourchon sur le siège avec les pieds glissés dans les étriers situés à l'extérieur de la cabine. Ces étriers actionnent, grâce à une corde, la gouverne de direction. Le poste de pilotage est ouvert sur les côtés pour améliorer la visibilité, mais il faut se pencher fortement à l'extérieur pour voir vers l'avant. Le système de commandes est simplifié au maximum et agit uniquement sur l'arrivée d'air dans le brûleur.

La principale difficulté de pilotage est due aux écoulements d'air qui n'atteignent pas correctement le gouvernail arrière. Le temps de réponse des commandes est donc insuffisant pour manœuvrer l'appareil efficacement. L'échec d'Ader à Satory s'explique en partie parce qu'il a surestimé la maniabilité de l'Avion III.



Plan du moteur de l'Avion II, inv. 13561-2, source : © agence photographique du Musée des arts et métiers

## L'Avion III de Clément Ader

### ■ L'obsession de voler

Fils d'un artisan menuisier, Clément Agnès Ader est né le 2 avril 1841 à Muret, près de Toulouse. Dès l'enfance, il passe des heures à observer tout ce qui peut se maintenir dans les airs. Un jour, il bricole un hanneton vivant auquel il greffe des « ailes artificielles ».

À l'âge de quatorze ans, Ader expérimente un costume d'homme volant sur les hauteurs de la Garonne. En pleine nuit et par grand vent, il manque de se tuer. Quelques années plus tard, Ader obtient son diplôme d'ingénieur et met sa formation scientifique et technique au service du rêve ultime de sa vie : voler.

### ■ Projets volants non identifiés

Durant la guerre de 1870, le jeune ingénieur, scientifique du contingent, propose un projet de cerf-volant capable d'emporter un homme. Il n'est pas pris au sérieux, mais s'obstine. En 1873, il construit un planeur aux ailes articulées recouvertes de milliers de plumes d'oies. L'oiseau de 9 mètres d'envergure ne volera pas. Mais grâce aux observations qu'il réalise sur cet appareil à échelle humaine, il dispose de données fondamentales pour son futur « Avion ». En 1880, son planeur décore la boutique parisienne du célèbre photographe Nadar.

### ■ Un inventeur prolifique

Hormis l'aéronautique ou l'électricité, Ader s'est attelé à la mise au point de nombreuses inventions. Cet homme qui consacrait jusqu'à 18 heures par jour à ses recherches déposa au total pas moins de 48 brevets. Vers 1865, il s'intéresse à un nouveau véhicule imaginé par Pierre et Ernest Michaux, le vélocipède, l'ancêtre de la bicyclette. Ader en achète un exemplaire et s'attache à l'améliorer. Il remplace les barres de fonte par des tubes creux pour alléger l'engin, et installe des bandes de caoutchouc élastiques sur les jantes des roues.



Vélocipède Ader, inv. 12 525.

L'inventeur, qui gagne toutes les courses dans la région de Toulouse sur son « Véloce Caoutchouc », se lance dans le florissant commerce du vélocipède. La guerre de 1870 porte un coup fatal à cette aventure commerciale. À la même époque, pour éviter l'enlèvement des véhicules dans les sables des Landes, il développe un système de « rail sans fin » qui préfigure les chenilles des chars d'assaut. Mais le haut commandement estime que cette invention n'a pas d'application militaire...



Publicité pour le vélocipède Ader (1868).

## L'Avion III de Clément Ader

### ■ La bonne fée électricité

Ader débute sa carrière comme ingénieur des Ponts et Chaussées. Très vite, il quitte l'administration. En 1878, il découvre une invention venue des États-Unis, le téléphone. L'ingénieur met point son propre système téléphonique. Dès 1880, il fonde la Société Générale des Téléphones et installe le premier réseau téléphonique européen à Paris. Son entreprise est si rentable que l'État lui retire rapidement le monopole du réseau parisien. Ader continue d'utiliser son téléphone et refuse de payer. Les P.T.T lui suppriment sa ligne personnelle. Fou de rage, il ne voulut plus jamais avoir le téléphone !



Téléphone système Ader, inv. 22324.

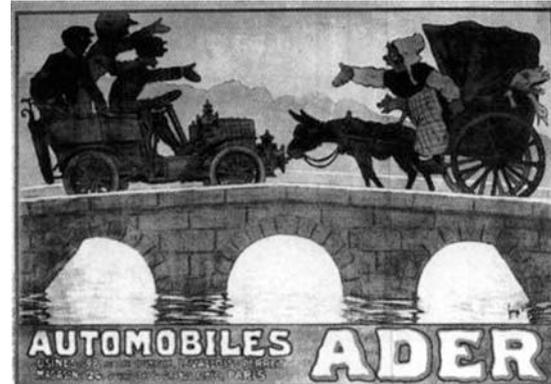
Peu après, il met au point le Théâtrophone, grâce auquel on peut écouter les retransmissions téléphoniques des pièces de théâtre. En 1881, cet ancêtre du direct fait merveille à l'Exposition internationale d'électricité. Ces travaux rapportent à l'inventeur l'argent indispensable à la mise en œuvre de ses projets aéronautiques.



Publicité pour le Théâtrophone de Clément Ader (1881).

### ■ Une reconnaissance tardive

Après l'échec de l'Avion III, Clément Ader est pratiquement ruiné. Pour se renflouer, il se lance dans l'aventure automobile et met au point, dès 1899, le premier moteur en V. Quelques années plus tard, les automobiles Ader, fabriquées en Angleterre, circulent sur les routes. Entre-temps, il invente un canot équipé de patins pneumatiques, futur hydroglisseur. Ader expérimente également un tout nouveau télégraphe sous-marin, entre Alger et Marseille, dont la vitesse de transmission est trois fois plus grande que celle des systèmes existants.



Publicité pour les automobiles Ader (1899).

En 1906, Santos-Dumont est proclamé par la presse, pour son vol à Bagatelle, « premier homme volant de l'histoire ». Ulcéré, Ader décide de lever le secret sur ses expériences aéronautiques. Justice lui sera rendue. En 1909, l'Avion III figure en bonne place au premier salon aéronautique français. Peu après, Ader reçoit la légion d'honneur. Le père de l'aviation s'éteint dans sa ville natale de Muret, le 3 mai 1925, à l'âge de 84 ans.

*L'Avion III de Clément Ader*

Moteur de l'Avion II de Clément Ader, inv. 13561.

### ■ Collections

- Aéroplane de Clément Ader n°3 (1897) : inv. 13560-1.
- Groupe motopropulseur de l'Avion n°3 de Clément Ader (1894-1897) : inv. 13560-2.
- Vélocipède de Clément Ader (1868) : inv. 12525.
- Modèle de wagonnet roulant sur rails articulés en chaîne sans fin système Ader (1882) : inv. 9879, modèle au 1/10<sup>e</sup> réalisé par Clément Ader.

### POUR EN SAVOIR PLUS

Michel Ellenberger et Eric Martin (Ill.), *Les avions de Clément Ader*, Paris : Musée des arts et métiers ; Nathan, coll. Monde en poche, 1992.

[Exposition. Paris, Musée national des techniques. 1990-1991], *De l'Éole à Hermès : 100 ans de moteur dans le ciel*, Musée des arts et métiers, CNAM, 1990.

Pierre Lissarrague, *Clément Ader, inventeur d'avions*, Toulouse : édition Privat, 1990.

Biruta Kriesling, La « chauve-souris » de Clément Ader, *La Revue du Musée des arts et métiers*, n°13, décembre 1995.

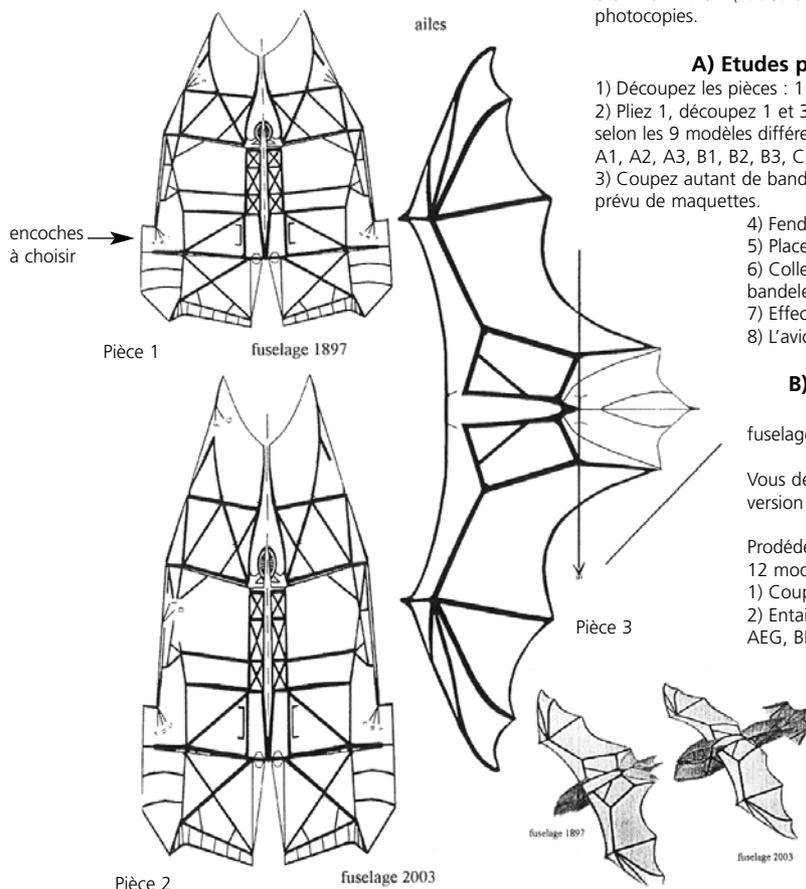
Les collections du Musée des arts et Métiers sont aussi consultables sur Internet.

Adresse électronique :

<http://www.arts-et-metiers.net>

## L'Avion III de Clément Ader

### Essai de vol de l'Avion III



Vous allez pouvoir réaliser la maquette de l'Avion III en papier (90 g/cm<sup>2</sup>), pour comprendre pourquoi l'Avion III n'a pas vraiment volé et déterminer les modifications à apporter pour que celui-ci vole. Tout d'abord agrandissez à la photocopieuse la planche jointe pour que les ailes aient une envergure d'environ 20 cm (133% ou le passage du format A4 au A3 soit 140%). Réalisez une trentaine de photocopies.

#### A) Etudes préalables Avion III de 1897 : fuselage 1897 et ailes complètes

- 1) Découpez les pièces : 1 - 2 - 3
- 2) Pliez 1, découpez 1 et 3 ; fendez de chaque côté sur chaque modèle, deux encoches du choix selon les 9 modèles différents (pour tester tous les modèles A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2 et C3)
- 3) Coupez autant de bandelettes de papier d'aluminium de dimensions 15 x 20 cm que vous avez prévu de maquettes.
- 4) Fendez les encoches, matérialisées par un trait, sur les ailes.
- 5) Placez les ailes découpées dans les encoches du fuselage prévues par modèle.
- 6) Collez les bandes d'aluminium après les avoir préalablement pliées en bandelettes de 1,5 x 5 cm au nez du fuselage.
- 7) Effectuez les essais de vol selon tous les modes possibles (A1, B1...)
- 8) L'avion 3 vole-t-il? Il semblerait que non... (A1 : modèle d'Ader)

#### B) Etudes complémentaires Avion III au XXI<sup>e</sup> siècle

fuselage 2003 et ailes coupées selon le trait marqué par des ciseaux.

Vous devez vous engager avec vos élèves qu'après les échecs de la version 1897.

Prodérez de la manière que pour l'activité précédente, vous devez découper 12 modèles de fuselage 2003 que vous testerez.

- 1) Couper la queue de l'aile, effectuer les entailles marquées par les traits.
- 2) Entailler le fuselage 2003 (selon les 12 modèles possibles : ADF, ADG, AEF, AEG, BDF, BDG, BEF, BEG, CDF, CDG, CEF et CEG).
- 3) Placer ailes et aileron sur chaque fuselage, coller la bandelette de papier d'aluminium à l'avant du fuselage. Effectuez vos essais parmi les 12 prototypes, lesquels volent le mieux? L'avion vole-t-il? Pourquoi? Quelles sont les différences entre l'avion III de 1897 et celui de 2003? Quelle version du modèle 2003 vole de mieux?

- **Rédaction** : François Mathias
- **Schémas et pédagogie** : Serge Picard, Eric Cancouet
- **Coordination** : Claudette Balpe
- **Impression** : Alphagraph
- **Photos** : Agence photographique du Musée des Arts et métiers - CNAM Photo Pascal Faligot / Seventh Square
- **Musée des arts et métiers**  
**Service éducatif**  
 292, rue Saint-Martin — 75003 Paris  
 Tél. : 01 53 01 82 75 ou 01 53 01 82 32  
 ISBN : 2-908207-84-2