

musée des arts et métiers

L E S C A R N E T S

DE LA DRAISIENNE À LA BICYCLETTE



L'exposition "Jeux de Vélos" du Musée des arts et métiers (27 Septembre 1991 - 28 juin 1992)

**« Invention utile, indispensable, économisant le temps ...[le vélocipède]
donne à tout piéton son véhicule. »** L'illustration, 12 juin 1869

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

L E S T H È M E S

De la draisienne à la bicyclette

■ Une machine à courir : le vélocipède

Depuis longtemps les hommes ont rêvé de se déplacer rapidement, sans le recours au cheval.

C'est en 1818 qu'est brevetée la draisienne, une première « machine à courir ». L'idée en serait venue au baron Charles de Drais observant le patinage sur glace. Il imagine alors le même geste à terre : un homme, assis sur une poutre, qui se propulse en frappant et en poussant la terre avec ses pieds. S'inspirant des techniques de fabrication des charettes et des charrues, Drais relie la poutre à deux roues, l'équipe d'un siège puis d'une direction, ce qu'aujourd'hui désigne un transfert de technologie. Il nomme sa machine « vélocipède », ce qui veut littéralement dire « pieds rapides ».

La draisienne est vite délaissée, le public considérant qu'en courant, il atteint la même vitesse qu'avec ce « cheval de bois ».

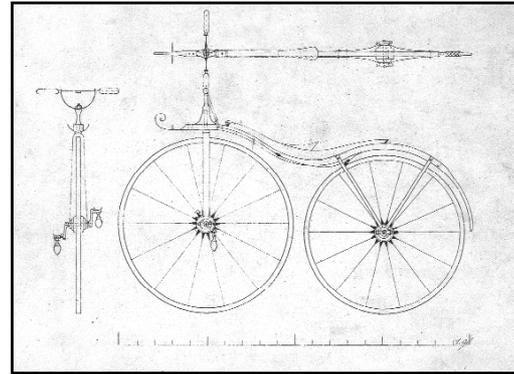
■ L'invention de la pédale - Une réussite socio-économique

L'artisan Pierre Michaux réparant une draisienne avec son fils Ernest en 1861 a l'idée de placer des manivelles à pied ou « pédivelles » sur la roue avant. Les ateliers Michaux sont vite transformés en la Compagnie Parisienne des Vélocipèdes avec leurs ateliers et leurs manèges d'entraînement ; les vélocipédistes sont assimilés à des cavaliers. La compétition s'introduit, accompagnée par la presse et la publicité. C'est l'époque où débutent les expositions universelles pour livrer au public les nouveautés qu'il rêve de découvrir, créer des besoins.

■ De l'extinction de l'industrie française naissante à l'essor de l'industrie anglaise

Lorsque survient la guerre de 1870, la fabrication des vélocipèdes en France est stoppée, les modèles français produits ne convenant pas pour l'armée. C'est à l'Angleterre qu'il reviendra d'industrialiser pour la première fois le cycle en grande série. En Angleterre, un contremaître de la « Compagnie des Machines à Coudre de Coventry », James Starley, se reconvertisse en fabricant de « bicycles » en 1871.

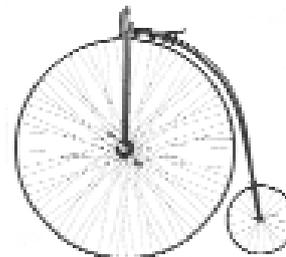
Il apporte une innovation en augmentant le diamètre de la roue avant du véhicule, ce qui permet de rouler plus vite. D'où le surnom « grand-Bi » donné par les Français au bicycle lorsqu'il atteint sa démesure. Réservé aux personnes adroites et sportives, le Grand-Bi manque de sécurité, des accidents en chaîne se produisent. Les ingénieurs tentent d'y remédier en inventant le tri-cycle, breveté en 1876, ainsi que le dicycle.



Vélocipède Michaux - Poste feuille industriel - INV13571/NS 5 bis



Le grand Manège de la Compagnie Parisienne des Vélocipèdes, Rue Jean-Gonjon, à Paris (D'après une gravure de L'Illustration du 12 juin 1869)



Grand-bi Rudge 1887



De la draisienne à la bicyclette

Le tricycle léger sera motorisé par Benz en 1885 pour perfectionner l'automobile.

■ Rendre les bicycles plus sûrs

Pour vendre plus, il fallait démocratiser le bicycle, c'est-à-dire le rendre plus sûr, d'où le nom de « bicycle de sécurité ».

Diverses recherches sont alors entreprises pour rendre plus sûr le bicycle. C'est Harry J. Lawson qui, en 1879, prend un brevet de « bicyclette » à chaîne d'entraînement de roue arrière, permettant ainsi de réduire substantiellement le diamètre de la roue avant, et donc d'améliorer la sécurité.

Notons que le système chaîne pignon avait été déjà inventé en 1868 par Charles Dubos pour « un système de voiture bi-vélocipède à plusieurs roues et plusieurs places » en même temps que l'ancêtre du dérailleur moderne.

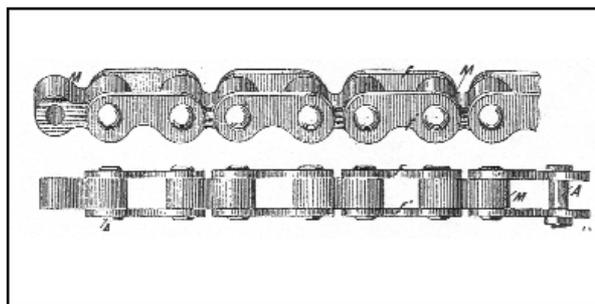


La première machine de dame : la bicyclette de Lawson (1879)

■ Le passage du vélocipède à la bicyclette - Une mutation intéressante

La condition nécessaire à la réussite économique de la bicyclette est le perfectionnement de la chaîne de Galle (brevet 1832) qui apportera une solution robuste aux problèmes de la transmission. L'apparition de rouleaux autour des axes des

maillons de chaîne en 1889 en augmenta la résistance, la rendant ainsi adaptable aux bicycles. Cependant, ayant acquis des habitudes et un comportement avec le bicycle, le public refuse l'utilisation de la bicyclette qui, de fait, parvient difficilement à s'imposer.

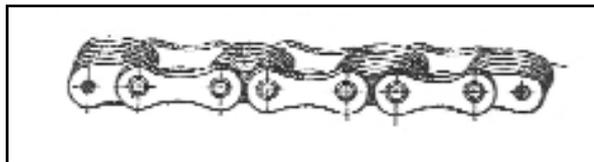


Chaîne à maillons pleins

■ La guerre des chaînes

Avec l'accroissement de la demande à la fin du XIX^e siècle, l'économie de la bicyclette constitue un enjeu économique qui se joue avec la question de la chaîne : les sous-traitants anglais imposent aux fabricants français tantôt la chaîne avec rouleaux, tantôt la chaîne plate. D'où les conséquences regrettables sur le marché : les cyclistes réclamant la chaîne à rouleaux, c'est la question des pignons (spécifiques des chaînes) qui désormais se pose.

L'évolution technique procède ainsi tantôt par ruptures brutales, tantôt par succession d'innovations. Un objet, un processus prennent la place de leurs prédécesseurs mais ils ne disparaîtront souvent qu'après une longue période de superposition.



Chaîne plate, ancien modèle

De la draisienne à la bicyclette

MOMENTS CLÉS ET GRANDES MUTATIONS

Il est intéressant de souligner que les inventions ne partent jamais de rien et qu'elles sont souvent le résultat de transferts de technologie, c'est-à-dire de la récupération de solutions identiques, d'éléments d'objets de même forme ou dont les principes se transposent à l'application recherchée.

On trouvera dans le tableau suivant quelques dates repères pour la technologie, ainsi que des exemples de transfert d'un milieu donné à celui du vélocipède

| Dates | Inventions relatives au vélo | Influence du milieu | Inventions technologiques |
|---------|--|--|---|
| 1817 | Draisienne (timon, roues, freins) | Voiture à cheval | |
| 1822 | ..... | ..... | Première photographie (Niépce) |
| 1830 | ..... | ..... | Premier brevet de Thimonnier (machine à coudre) |
| 1856 | Roulement à billes (draisienne) | Voiture à cheval | Convertisseur Bessemer (fonte-> acier) |
| 1861 | Cadres métalliques forgés (Vélocipède) | Charrettes, charues | |
| 1863 | ..... | ..... | Rotative de Marinoni |
| 1865 | ..... | ..... | Mise au point des premiers frigorifiques |
| 1868 | Chaîne et pignon, roues | Chemin de fer Machines à vapeur | Le béton armé, Vélocipède d'Ader |
| 1869 | Roue à rochet (roue libre) Cadres en tubes soudés (Bicycle et bicyclette) | Horlogerie Tubes de gaz d'éclairage | Vélocipède Suriray |
| 1873 | ..... | ..... | L'obéissante (voiture de A.Bollée) |
| 1875 | ..... | ..... | Dynamo électrique industrielle (Gramme) |
| 1876 | ..... | ..... | Téléphone (Graham Bell), Moteur à quatre temps (Daimler, Otto...), phonographe à cylindre |
| 1877 | ..... | ..... | La tour Eiffel, le Bicycle ou "Grand Bi" |
| 1887 | Pneu | Caoutchouc et tissus, ballons | Appareil photo Kodak |
| 1888 | ..... | ..... | Communication sans fil à travers la Manche (Marconi) |
| 1889 | Dérailleur | Vélocipèdes | Premiers films (Edison, Lumière) |
| 1893-95 | ..... | ..... | La Ford T (production en série) |
| 1908 | ..... | ..... | Blériot traverse la Manche |
| 1909 | ..... | ..... | L'icône (premier tube caméra TV) |
| 1928 | ..... | ..... |  |

Les inventions ne se créent pas de toute pièce, elles sont le fruit d'une longue maturation, le plus souvent parsemée de divers tâtonnements et tentatives, d'échecs et de réussites, pour finalement suivre une logique d'évolution générale qui dépend notamment des conditions économiques et sociales (vélo bon marché, vélo rapide).



De la draisienne à la bicyclette

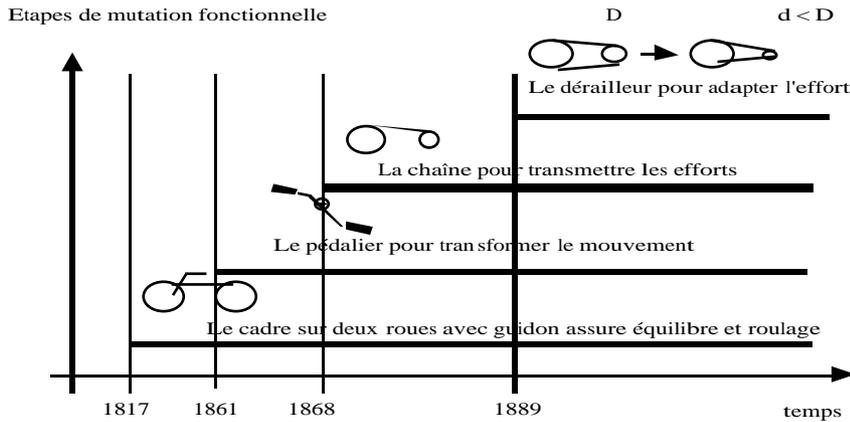


Diagramme d'évolution fonctionnelle

■ Facteurs socio-économiques du changement

Objet de compétition pour les hommes et bien que la forme du cadre de bicyclette ait été adaptée au vêtement féminin, la bicyclette participe à l'émancipation des femmes à travers l'adaptation de leur tenue vestimentaire (le pantalon). Le tourisme des classes aisées se développe au XIX^e siècle, d'abord en Grande-Bretagne où naissent un grand nombre de clubs parmi lesquels le Cyclists's Touring Club (fondé en 1886) qui comprend plus de 20 000 membres. Dix ans après, la Grande-Bretagne compte plus d'un million et demi de cyclistes. La France suit peu après. Un tel engouement plaide en faveur d'une meilleure infrastructure routière. Mais l'impulsion déterminante est sans conteste l'introduction du pneu gonflé à l'air qui, au-delà de l'amélioration du confort, contribue à l'augmentation des performances.

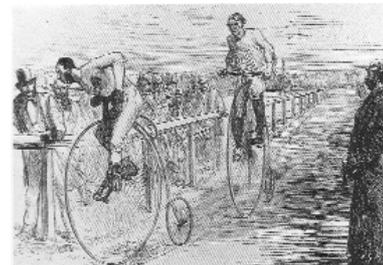
Avec l'industrialisation, le prix de la bicyclette ne cesse de baisser d'où le véritable « vélo-boom » du début du XX^e siècle : de vingt-huit semaines de travail pour un manoeuvre en 1893 à six semaines en 1911, une bonne bicyclette coûte à la fin des années 1930 l'équivalent d'un mois de salaire ouvrier. L'instauration des congés payés en 1936 accélère l'essor industriel du vélo (et du tandem) contribuant également à l'émancipation des jeunes.

L'automobile succédera à la bicyclette, d'abord auprès de la bourgeoisie, puis, vers 1960, auprès des milieux populaires qui remiseront alors le vélomoteur. Aujourd'hui, si le vélo est l'apanage de la remise en forme et du loisir, il demeure surtout utilisé dans les pays en voie de développement comme moyen de transport élémentaire.



Tandem des premiers congés payés (1936)

C'est en 1904 qu'est homologué par l'Union Vélocipédique de France (créée en 1885) le Tour de France dont les enjeux économiques sont de plus en plus importants, entraînant l'essor de la médecine sportive (et parfois même des déviations comme le dopage).



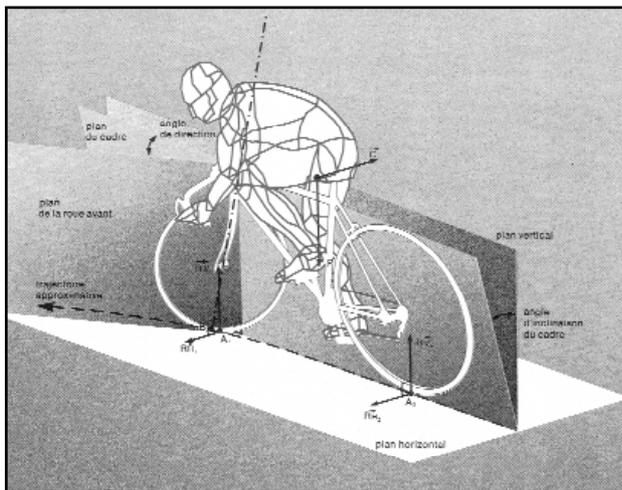
Course de bicyclette sur hippodrome

De la draisienne à la bicyclette

- Fonction de sustentation - Pourquoi le cycliste penche-t-il dans les virages ?

Le vélo tient debout, malgré son instabilité, grâce au roulage, à la stabilité homme-machine et à l'équilibre des forces. En ligne droite, le cycliste est soutenu par une force verticale qui équilibre son poids. Lorsqu'il vire, le cycliste est soumis à une force centrifuge qui l'attire vers l'extérieur du virage. Pour la contrebalancer, le cycliste se penche vers l'intérieur du virage de façon que l'action du sol soit alors inclinée et neutralise ainsi à la fois le poids et la force centrifuge.

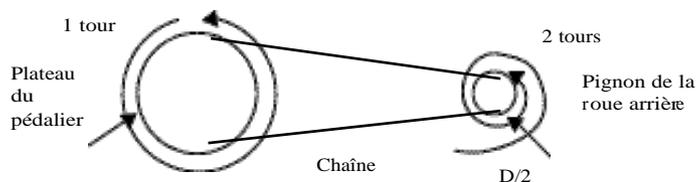
Pour qu'un vélo puisse rouler de façon stable en « ligne droite », le cycliste doit avoir le sens de l'équilibre en agissant sur le guidon pour maintenir la position verticale. Un vélo est incapable de rouler en ligne droite, il décrit en permanence des arcs de cercle centrés tantôt à droite, tantôt à gauche, et dont le rayon augmente avec la vitesse, de quelques mètres au départ, à une valeur supérieure à plusieurs centaines de mètres. Le Grand-bi est le moins stable des vélos car son centre de gravité est élevé.



Lorsque le cycliste penche, la roue avant a tendance à tourner, même s'il ne l'y oblige pas volontairement.

- Permettre au vélo de rouler vite : une question d'énergie

La résistance de l'air et l'inertie sont les principales résistances que le cycliste doit vaincre. La transmission de l'énergie du cycliste pour vaincre cette résistance est assurée par un système de plateau – chaîne – pignon, sachant qu'il faut que le diamètre du plateau soit plus important que celui du pignon. En effet, il faut multiplier la vitesse de rotation du pédalier.



Quand la grande roue (pédalier) effectue un tour, la petite (pignon de la roue arrière) en effectue plusieurs. Plus le pignon est petit, plus la multiplication de vitesse est grande.

- Adapter la vitesse à l'effort : comment transmettre la puissance ?

Le changement de vitesse au démarrage permet de passer d'un rapport de multiplication faible entre le plateau (roue du pédalier) et le pignon à un rapport de multiplication plus fort. Ainsi la position de la chaîne sur le grand pignon permet de diminuer l'effort à basse vitesse de rotation : en faisant passer la chaîne du petit au grand pignon, l'effort est diminué sur le pédalier, mais le couple exercé sur la roue arrière est augmenté.

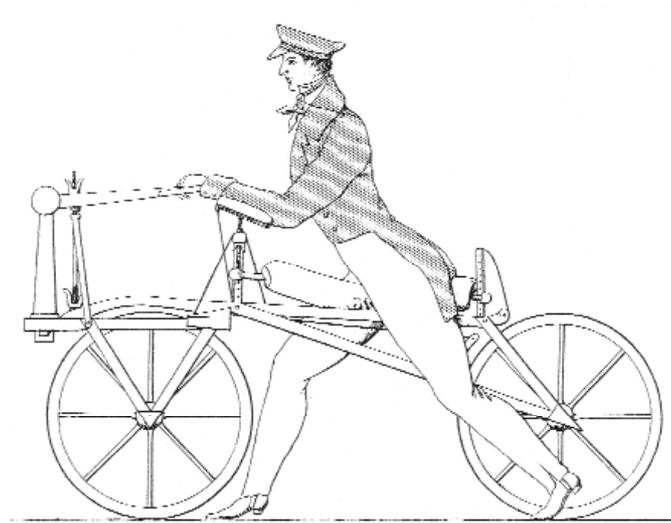
De même, le passage de la chaîne du grand au petit plateau du pédalier rend l'effort nécessaire au pédalage plus facile lors du démarrage ou dans de fortes pentes.



De la draisienne à la bicyclette

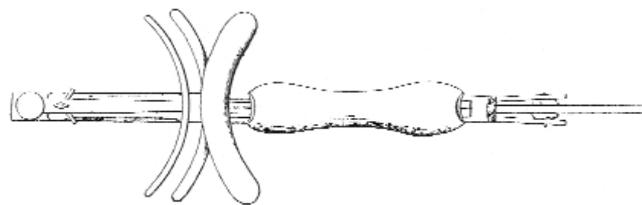
■ Collections

Vélocipède Michaux à corps ondulé, 1865, inv. 14064
 Vélocipède Suriray, 1869, inv. 14016
 Bicyclette Meyer, 1869, inv. 14014
 Vélocipède Ader, 1868, inv. 12525
 Bicyclette Watt, 1896, inv. 12960
 Bicyclette Acatène, 1896, inv. 12862
 Bicyclette La Souplette, 1895, inv. 14557
 Bicycle Otto Safety, 1879, inv. 14015
 Tricycle, 1879, inv. 14028
 Bicycle Rudge ou « Grand Bi », 1887, inv. 14066
 Vélo tout terrain Peugeot modèle Dual IMPACT IT, 1999, inv. 43971



POUR EN SAVOIR PLUS.

Jeux de vélos, Catalogue de l'exposition temporaire, Musée National des Techniques, CNAM, Paris, 1992
 La bicyclette, Texte et documents pour la classe, n°592, Paris, CNDP, 1991
 Jean-Pierre Vieren « La bicyclette » in La Recherche, n° 127, 1991
 Dragoslav Andric, Les bicyclettes, Kranj, Ars Mundi, 1990
 Jacques Seray, Deux roues, Millau, Éditions du Rouergue, 1988
 Pryor Dodge, La grande histoire du vélo, Paris, Flammarion, 1996
 Jean Durry, L'En Cyclopédie, Lausanne, Edita, 1982



La première draisienne.
 (Gravure extraite du brevet Drais von Sauerbron du 5 janvier 1817)

Les collections du Musée des arts et Métiers
 sont aussi consultables sur Internet.
 Adresse électronique :
<http://www.arts-et-metiers.net>

De la draisienne à la bicyclette

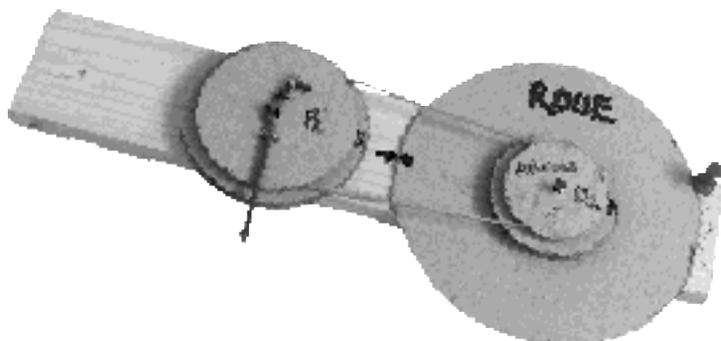
PÉDALER PLUS VITE AVEC MOINS D'EFFORT OU MOINS VITE AVEC PLUS D'EFFORT

Nous allons réaliser une transmission de bicyclette, c'est-à-dire le mécanisme qui transmet le mouvement des pédales à la roue pour permettre de propulser la bicyclette. Cette transmission comprend à l'avant un double plateau et à l'arrière une roue libre équipée ici de deux dentures. Un élastique joue le rôle de la chaîne.

Ce mécanisme, que nous allons réaliser en carton, pourrait, tout aussi bien, être fait à partir de pièces de Meccano ou de Lego. Nous pourrions ainsi mesurer la variation de la vitesse de la roue et de l'effort à développer sur les pédales en fonction des rapports choisis. Si l'on nomme P1 et P2 le grand et le petit plateau du pédalier et D1 et D2 la grande et la petite denture de la roue libre, il nous est possible de définir quatre rapports: P1 avec D1, P1 avec D2, P2 avec D1 et P2 avec D2.

On placera l'élastique successivement dans ces quatre configurations et pour chacune d'elles on mesurera, à l'aide d'un repère, la rotation effectuée par la roue lorsque l'on fait un tour de pédales. Plus le développement est important, c'est-à-dire plus la rotation de la roue est grande pour un même tour de pédalier, plus je vais vite, mais évidemment, plus c'est difficile de tenir la même cadence de pédalage car il faut appuyer de plus en plus fort sur les pédales.

On vérifiera que les développements classés du plus petit au plus grand sont : P2 avec D1, P1 avec D1, P2 avec D2 et P1 avec D2. Ce classement correspond d'ailleurs aux développements qui vont du moins au plus difficile à «pousser».



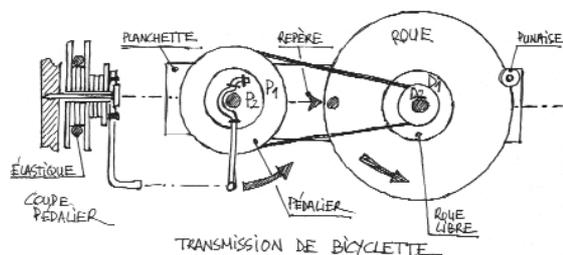
En mettant une punaise qui vient frotter sur la roue, vous sentirez que cette résistance rend d'autant plus difficile la rotation des pédales que le développement est grand. Dans une descente, vous pourrez pousser un P1-D2 mais en côte vous devrez rétrograder pour grimper finalement avec le P2-D1.

Pour réaliser cette transmission, découper dans du carton d'environ 1 mm d'épaisseur : trois disques de diamètre 3 cm, 4 disques de diamètre 4 cm, 5 disques de diamètre 5 cm, 4 disques de diamètre 6 cm, 2 disques de diamètre 7 cm et 1 disque de diamètre 12 cm. Pour réaliser le double plateau, coller avec une colle forte en les empilant de façon concentrique et dans l'ordre, les disques de diamètre : 7 - 6 - 6 - 6 - 7 - 5 - 5 - 5 - 6.

Pour la roue libre, coller l'empilement de disques suivants : 12 - 5 - 4 - 4 - 4 - 5 - 3 - 3 - 3 - 4.

Percez en leur centre chacun des deux ensembles et, à l'aide de clous, fixez-les dans une planchette ; s'assurer qu'ils tournent librement autour des clous (les 2 clous seront distants d'environ 12 cm). Sur le double plateau, à l'aide d'agrafes, fixer un morceau de fil de fer qui jouera le rôle de manivelle et de pédale.

Votre transmission est prête... roulez petits bolides.



- Rédaction : Alain Palmieri
- Schémas : Alain Palmieri, Serge Picard
- Coordination : Claudette Balpe
- Impression : Alphagrap
- Photos : Musée des Arts et métiers - CNAM Photo Pascal Faligot /Seven Square
- L'illustration, collection particulière, tous droits réservés - La Recherche
- 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 : 2-908207-75-3