






LIVRET DE L'EXPOSITION  
**FANTASTIQUE  
PHYSIQUE !**

MUSÉE NATIONAL DE L'ÉDUCATION  
CENTRE D'EXPOSITIONS  
185, RUE EAU-DE-ROBEC - ROUEN

Plus d'informations sur [munae.fr](http://munae.fr)

-  @MuseeEducation #Munae
-  Musée national de l'Éducation - Canopé
-  @munae\_rouen



ANNÉE 2023-2024  
DE LA PHYSIQUE





# SOMMAIRE

## 5 PLAN DE L'EXPOSITION

## 6 PRÉSENTATION DE L'EXPOSITION

## 8 LE PATRIMOINE SCIENTIFIQUE DU MUNAÉ : HISTOIRE ET CARACTÉRISTIQUES

## 10 L'ENSEIGNEMENT DE LA PHYSIQUE PAR L'IMAGE PROJÉTÉE

## 13 PORTFOLIO

14 Bref aperçu historique de l'enseignement scientifique

18 Optique

22 Poids et mesures

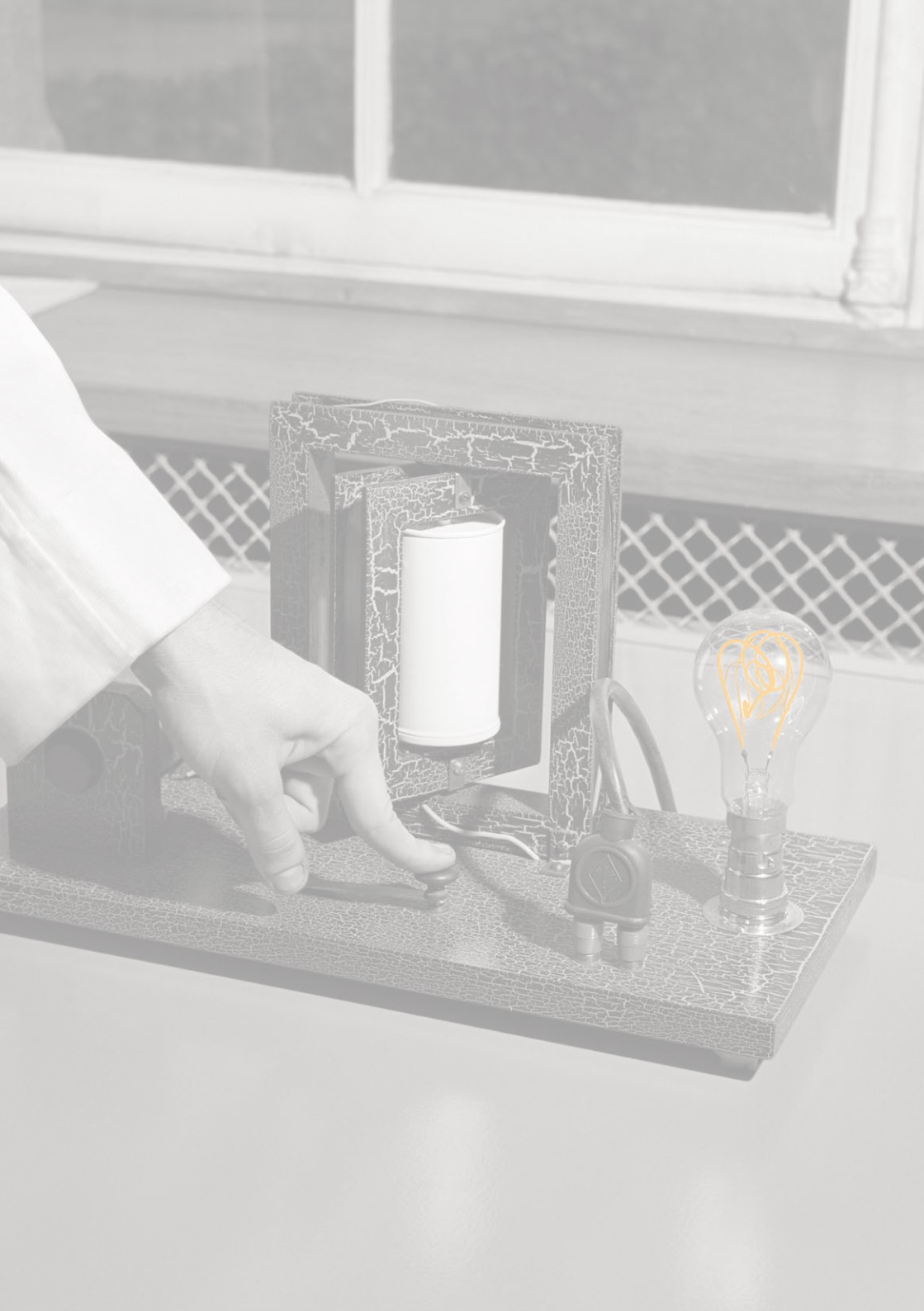
27 Électricité

31 What the machine ?

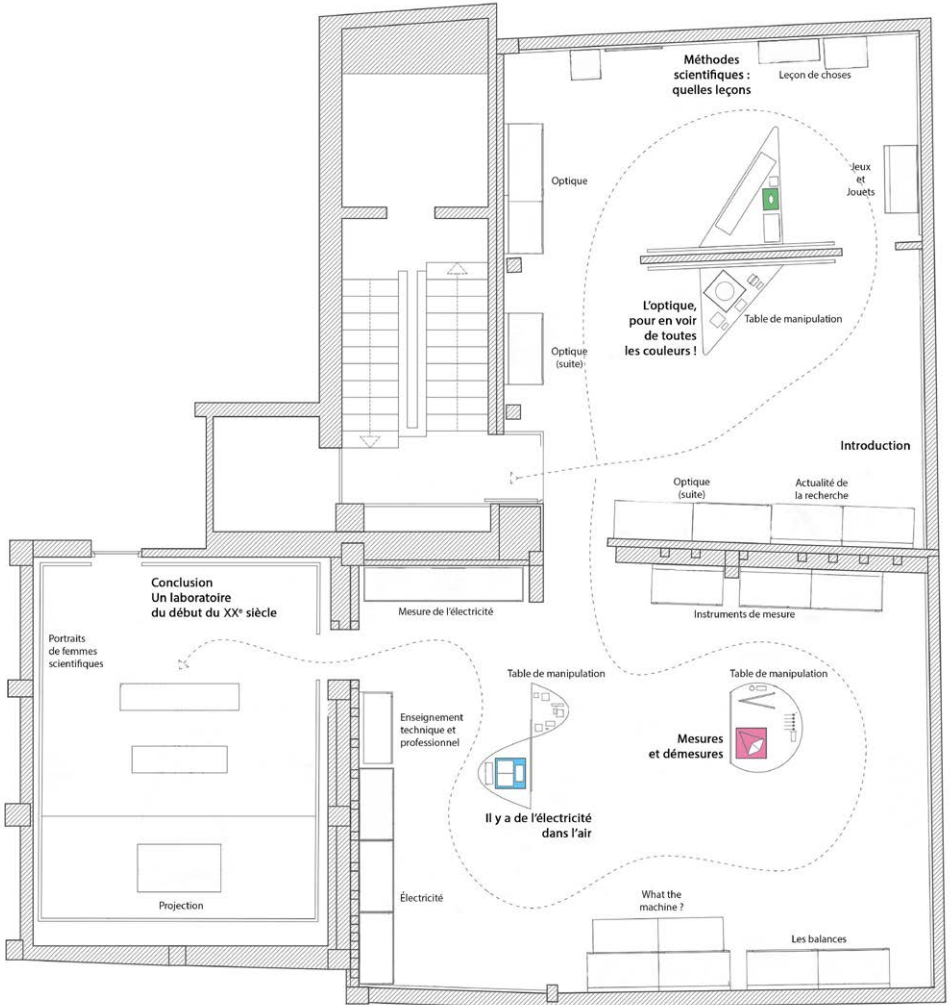
## 32 CONCLUSION

## 33 BIBLIOGRAPHIE

Cette exposition est présentée du 21 juin 2024 au 30 septembre 2026 au Centre des expositions du musée national de l'Éducation [185, rue Eau-de-Robec, Rouen].



# PLAN DE L'EXPOSITION



# PRÉSENTATION DE L'EXPOSITION

En visitant les réserves du musée national de l'Éducation (Munaé), vous pouvez être frappé par l'importante collection d'objets et de matériel scientifiques conservée. En rang d'oignons sur leurs étagères, ces objets, provenant de différents laboratoires, musées scolaires et salles de classe, ne sont aujourd'hui plus toujours utilisés, ni même compris du grand public. Ils rappellent combien le matériel pédagogique a évolué depuis le XIX<sup>e</sup> siècle, tout autant que la façon d'enseigner les sciences. Observations, mesures, modélisations ou simulations ont peu à peu trouvé leur place dans les salles de classe, accompagnées des objets qui les rendent possibles.



Jean Suquet, *École primaire. La balance : l'exercice de la pesée*, 1959.  
Fonds IPN (inv. 1978.05290.3176).

« Fantastique physique ! » est une exposition d'ampleur, présentée du 21 juin 2024 au 30 septembre 2026, qui vise à présenter les collections du Munaé et à les confronter à la réalité de l'enseignement d'aujourd'hui. Le propos, centré sur la physique,

enrichit la réflexion développée autour de l'enseignement des sciences par les équipes du musée depuis plusieurs années.

Le parcours de l'exposition se compose de trois parties, pensées comme autant de leçons de physique :  
« En voir de toutes les couleurs » ;  
« Mesures et démesures » ;  
« Y'a de l'électricité dans l'air ».

Afin de rendre complètes (et ludiques !) ces leçons, des stations de manipulation et d'expérimentation ponctuent le parcours. Faites tourner le disque de Newton, rouler le bicône de l'abbé Nollet, fonctionner un électroscope... Vous verrez : la physique, c'est fantastique !

Grâce à un accompagnement de spécialistes, tant dans l'élaboration du contenu scientifique que pédagogique de cette exposition,

nous nous inscrivons pleinement dans l'Année de la physique, opération de médiation scientifique menée par le ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse, le CEA, le CNRS, France universités et la Société française de physique. L'occasion de créer des ponts entre monde de la recherche et monde scolaire pour répondre aux enjeux sociétaux actuels.

Que soient remerciés ici le comité scientifique, les équipes du musée et tous les partenaires qui ont œuvré à l'élaboration de ce projet, à destination de tous.



Deux machines scientifiques conservées à Rouen dans les réserves du musée national de l'Éducation.



Réserve des appareils scientifiques, musée national de l'Éducation (Rouen).

# LE PATRIMOINE SCIENTIFIQUE DU MUNAÉ : HISTOIRE ET CARACTÉRISTIQUES

L'exposition « Fantastique physique ! » présente un grand nombre d'instruments scientifiques ayant servi de matériel didactique à l'époque contemporaine. Le Munaé conserve un fonds remarquable et rare d'environ 1 500 objets appartenant à cette typologie. Ils sont rattachés à l'ensemble des disciplines scientifiques enseignées, pour l'essentiel, dans le second degré. La datation de certains de ces objets est parfois complexe à établir en raison d'une incertitude des sources historiques sur leur provenance exacte. Cependant, la plupart semblent dater de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle et du début du XX<sup>e</sup> siècle.

Cet ensemble se caractérise également par la préciosité et la diversité des matériaux utilisés pour leur fabrication. L'usage de différents métaux et plastiques ou encore de verre confère à ces objets une grande fragilité. Au-delà de leur fonction didactique et pédagogique, ceux-ci tendent aujourd'hui à acquérir un statut d'objet d'art. Cette complexité matérielle constitue un véritable enjeu pour la conservation et la transmission de ce patrimoine.

La provenance des instruments scientifiques conservés dans les collections du Munaé est profondément liée à la pratique du don. Ce mode d'acquisition constitue la première source d'enrichissement des collections pour le musée. Ainsi, l'exposition présente certains objets issus d'un don de 34 pièces du lycée Pierre-Corneille de Rouen effectué



■ ■ ■ Électroscope à feuilles d'or, XIX<sup>e</sup>-XX<sup>e</sup> siècle  
(inv. 1981.00124).





■ Œuf électrique, XIX<sup>e</sup>-XX<sup>e</sup> siècle  
(inv. 1981.00120).

en 1981. Il s'agit, entre autres, de l'électroscope à feuilles d'or, de l'œuf électrique et du thermomètre de Kinnersley. Au-delà des seules sciences physiques, d'autres objets relevant de l'enseignement des sciences naturelles sont conservés. Le musée reçoit, la même année, un don de sept éléments de matériel scientifique provenant de la faculté de pharmacie de Rouen.

Plus largement, le patrimoine scientifique de l'enseignement fait l'objet d'une politique nationale de sauvegarde depuis le début des années 2000 au travers de la mission Patstec. Cette dernière vise à engager,

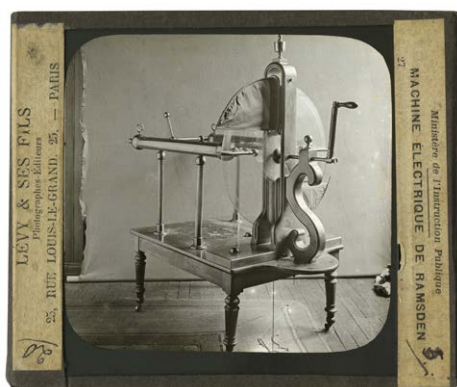
en France, la conservation du patrimoine scientifique et technique contemporain de l'enseignement de la recherche, aussi bien matériel qu'immatériel. La collection du musée national de l'Éducation s'inscrit donc directement dans cette logique de patrimonialisation. Elle montre la valeur historique et scientifique de ces objets complexes, devenus les témoins d'une histoire matérielle de l'enseignement.



■ Thermomètre de Kinnersley,  
début du XX<sup>e</sup> siècle (inv. 1981.00135).

# L'ENSEIGNEMENT DE LA PHYSIQUE PAR L'IMAGE PROJÉTÉE

**S'intéresser à l'enseignement, c'est s'intéresser à ce qu'on transmet, aux méthodes de transmission, mais également aux outils à la disposition des enseignants dans le cadre de leur pratique pédagogique. L'exposition présente différents supports destinés à projeter des images fixes, qui ont évolué au gré des innovations techniques.**



■ *Électricité et magnétisme : machine électrique de Ramsden, vue sur verre, Levy et Fils, vers 1900 (inv. 0003.00574.5).*

Durant la deuxième moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, l'usage des vues sur verre se développe dans l'enseignement, grâce au Musée pédagogique [ancêtre du Munaé] notamment, qui est doté d'un service chargé de diffuser des ressources aux écoles pour des séances de « projections lumineuses ». Le Munaé possède aujourd'hui plus de 25 000 de ces vues, dont 25 % concernent les sciences.

Celles-ci avaient pour objectif d'illustrer la parole du professeur. Elles n'étaient cependant pas d'un usage quotidien : elles ont longtemps gardé ce caractère exceptionnel lié au rituel de la séance de projection.

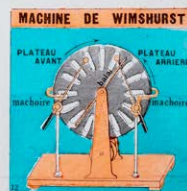
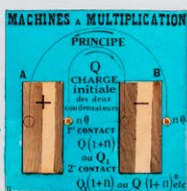
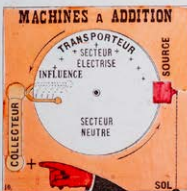
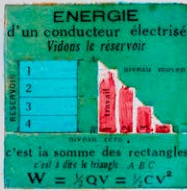
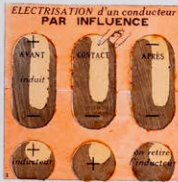
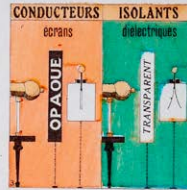
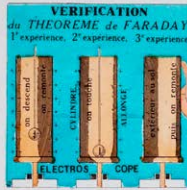
À la même époque se développe un autre outil, beaucoup moins coûteux et moins fragile : les images à projeter sur papier. Environ dix fois moins chères que les vues sur verre, ces vues sur papier sont davantage adaptées pour montrer des dessins ou des schémas.

Mis au point dans les années 1920, le film fixe se diffuse largement après la seconde guerre mondiale. Moins cher que les vues sur verre et moins fragile que les vues sur papier, il propose sur une même bobine entre 20 et 40 vues photographiques, que l'enseignant peut faire défiler au rythme qu'il souhaite. Parfois accompagné d'une notice explicative, il offre la possibilité de varier les types de représentation : texte, dessins, schémas et photographies.

MAZO  
PARIS

# INFLUENCE MACHINES

modele  
depose



Henri Arnould,  
*Influence machines*,  
image à projeter,  
éditions Mazo,  
vers 1916,  
(inv. 1979.07648.8).  
Chaque planche  
était composée  
de douze images  
à découper et à  
placer dans des  
supports cartonnés.

Les diapositives peuvent remplir une fonction similaire, avec l'avantage de permettre à l'enseignant de produire ses propres supports, en photographiant lui-même ses expériences.

Quant aux transparents pour rétroprojecteur, qui se diffusent à partir des années 1960, ils ont

l'avantage de pouvoir être superposés et annotés, permettant ainsi d'accompagner la construction d'un propos étape par étape.

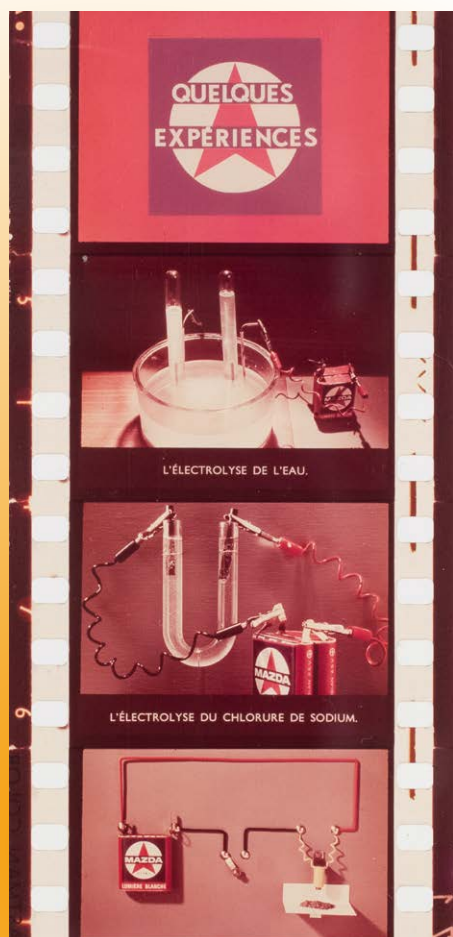
Cette place croissante du document iconographique dans l'enseignement est en partie la conséquence des évolutions techniques, qui facilitent la reproduction et la projection

d'images, mais également des inflexions de la physique enseignée dans le secondaire au xx<sup>e</sup> siècle. Ces supports, simples d'utilisation, secondent les enseignants dans leur pratique quotidienne et peuvent suppléer au manque de matériel de manipulation disponible.

Aujourd'hui le vidéoprojecteur a remplacé tous ces supports. En diffusant l'écran de l'ordinateur,

il offre aux enseignants des possibilités de projection d'images fixes ou animées longtemps inenvisageables dans une salle de classe (expériences filmées, ou réalisées en direct et projetées grâce à un visualiseur).

Pour le musée national de l'Éducation se pose cependant une question majeure face à ces évolutions : comment conserver à l'avenir ces travaux numériques ?

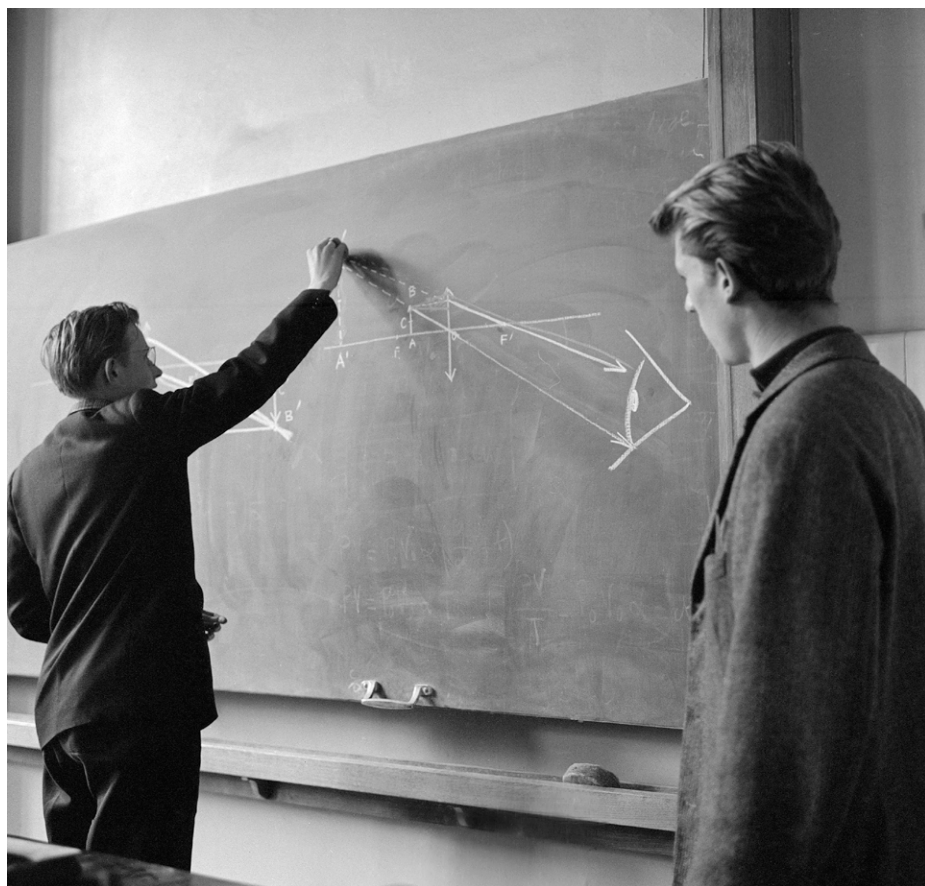


La Pile électrique, film fixe, Office de documentation par le film, milieu du xx<sup>e</sup> siècle (inv. 2023.0.199). De nombreux films fixes sont « offerts à l'enseignement » par des entreprises, comme ici le fabricant de piles Mazda.

# PORTFOLIO

L'exposition aborde dans un premier temps l'histoire de l'enseignement des sciences puis explore trois domaines majeurs des sciences physiques : l'optique, les poids et mesures et l'électricité. Nous proposons de regrouper les objets selon ces différentes parties. Il s'agit de refléter les différentes typologies

d'objets présentées dans l'exposition, qui valorise d'abord les instruments scientifiques à visée didactique, ainsi que les jeux et jouets, les arts graphiques (planches didactiques, photographies) et les travaux d'élèves. Ce corpus montre la diversité des supports et du patrimoine éducatif liés à la physique.



■ Jean Suquet, *Leçon d'optique au collège-lycée d'Arsonval de Saint-Maur-des-Fossés (Seine)*, 1959. Fonds IPN (inv. 1978.05290.3211).

## BREF APERÇU HISTORIQUE DE L'ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE



Leçon de sciences naturelles, école primaire supérieure de la Ferté-Macé (Orne), vers 1900 (inv. 1979.36669.315).



« Le développement de la grenouille », boîte-vitrine pédagogique, Éditions Émile Deyrolle, vers 1900 (inv. 1978.02655).

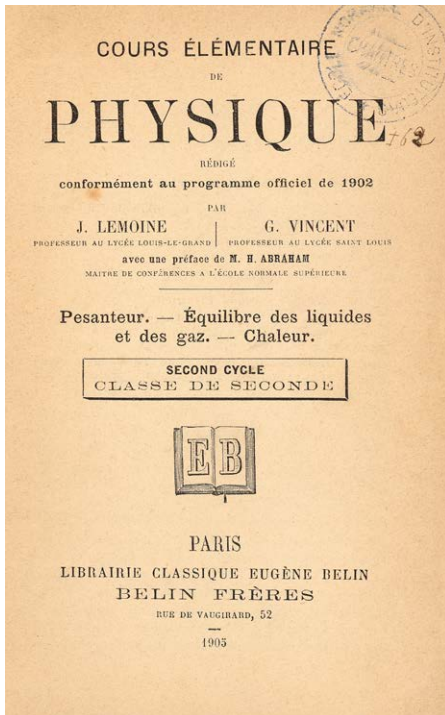
### LA LEÇON DE CHOSSES

Au <sup>xix</sup><sup>e</sup> siècle, l'apprentissage des sciences repose sur la mémorisation davantage que sur la compréhension. Dans l'enseignement élémentaire cependant, le développement de la « leçon de choses » apparaît comme un changement de méthode, puisqu'il s'agit de partir de l'observation des objets, par les élèves, pour arriver à un enseignement scientifique.

Sur cette photographie, des élèves observent des échantillons botaniques, tandis qu'à l'arrière-plan le maître développe sa leçon au tableau.

Cette méthode est encouragée par les pédagogues, car elle permet de rendre l'élève davantage acteur de son apprentissage. Pour cela les écoles se dotent d'objets propres à ces leçons, par la collecte ou par l'achat, constituant ainsi de véritables « musées scolaires » qui regroupent des typologies d'objets variées (échantillons de métaux, squelettes d'animaux, fossiles, etc.). Certains éditeurs proposent des supports pédagogiques, comme cette planche didactique permettant de comprendre le développement d'une grenouille.

L'expérimentation à proprement parler reste cependant réservée à l'enseignement primaire supérieur, et plus encore à l'enseignement secondaire.



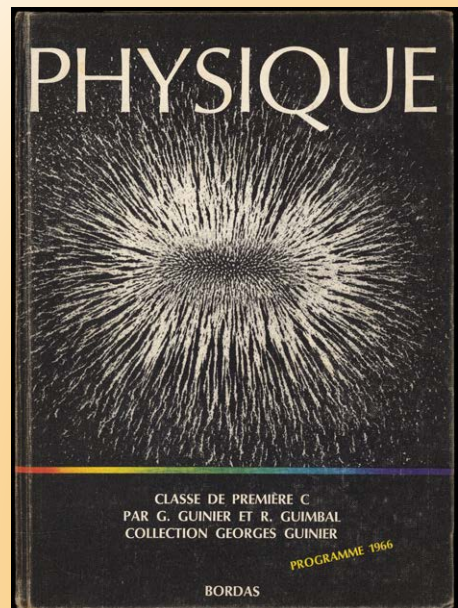
■ J. Lemoine, G. Vincent, *Cours élémentaire de physique. Pesanteur, équilibre des liquides et des gaz, chaleur, 2<sup>nd</sup> cycle, classe de 2<sup>de</sup>*, Belin, 1905 (inv. 2009.10311).

## LA RÉFORME DE 1902

Pendant longtemps, la place faite aux sciences physiques dans le secondaire était modeste : peu d'exercices pratiques et un cours dicté faisaient office de méthode pédagogique. La réforme de 1902 intègre l'enseignement moderne à l'enseignement classique par la création de quatre sections (A, B, C et D). Le livre scolaire est un indicateur direct des savoirs enseignés à une époque, dans la mesure où il reste la trace écrite, permanente,

de connaissances institutionnelles fixées par un programme. Ainsi, on découvre dans des manuels et des cahiers d'élèves des pages illustrant les instruments présentés. Encore au début du xx<sup>e</sup> siècle, les expériences étaient d'abord montrées aux élèves, qui ne touchaient pas les instruments mais recopiaient la description de leur fonctionnement sur leur cahier.

Étape majeure de l'histoire de l'enseignement scientifique secondaire, la réforme de 1902 donne aux sciences expérimentales une véritable place et recommande aux professeurs de multiplier les expériences. Dans les sections C et D, des séances hebdomadaires de manipulation sont prévues.



■ G. Guinier, R. Guimbal, *Physique*, classe de 1<sup>re</sup> C, Bordas, 1966 (inv. 2003.01727).

L'accent mis sur la place de l'expérimentation bouleverse la pédagogie autant que l'environnement scolaire : laboratoires, paillasse, matériel spécialisé, etc. forment le cadre dans lequel évoluent les élèves en cours de physique.

Le port de la blouse, justifié par la nécessité de se protéger lors des manipulations, se répand, comme l'illustrent les carnets de correspondance, qui rappellent l'obligation faite aux élèves de s'en vêtir pour les séances de travaux pratiques.

Au-delà de sa fonction initiale de protection, la blouse blanche contribue à la construction de l'identité de l'élève de filière scientifique, comme le montre cette photographie d'une classe du lycée Corneille de Rouen. Sinon, comment interpréter son port par la majorité des élèves lors de la traditionnelle photo de classe de début d'année ?



Photographie de classe, lycée Pierre-Corneille (Rouen), Tourte et Petitin, 1972-1973 (inv. 2015.6.11.4).



## JEUX ET JOUETS

L'éducation aux sujets scientifiques et le goût pour les sciences ne se transmettent pas uniquement par l'école. Les jeux et les jouets, dès la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, deviennent des instruments éducatifs incontournables de l'enseignement des sciences. Le jeu *Récréations optiques* consiste à étudier plusieurs phénomènes optiques à l'aide de différents prismes et lentilles. Des notices décrivent les expériences à construire et à observer. Le second jeu permet à l'enfant d'appréhender les lois fondamentales de l'électricité et d'effectuer des montages grâce à du matériel de précision (lampes, douilles, fils). Il semble s'adresser à un public plus jeune et fait de la science un loisir plus qu'un complément scolaire. Ces deux jeux font la part belle à la manipulation des différents éléments techniques. Ils montrent aussi une proximité avec le contenu scolaire par la complexité des phénomènes scientifiques traités et des montages à effectuer.



■ ■ ■ *Récréations optiques*, 1958 (inv. 1993.01140).  
Ce jeu a obtenu la médaille d'or du concours Lépine en 1955.

SCIENCE & DÉCOUVERTE

# L'Électricité

Un matériel complet pour une initiation passionnante.

Soies, lampes, douilles, fils, pièces, goupilles, tournevis de précision... un grand nombre d'accessoires pour les manipulations et les travaux, avec un livre très explicatif illustré par de nombreux montages.

La qualité de ce coffret lui a valu un succès de plus technique.

Le courant électrique: qu'est-ce que c'est?

Découvrez les lois fondamentales de l'électricité: courants continus, résistances, ligands conducteurs, piles d'accumulateurs, secteur domestique.

Faites vos premiers montages:

- lampe,
- va-et-vient,
- sonnerie,
- éclairage variable,
- électroaimant,
- potentiomètre,
- moteur électrique...

**JEUX LAFFONT**

■ ■ ■ Michel Camelin, *L'Électricité*, Robert Laffont, coll. « Science et découverte », 1977 (inv. 1984.00861).

## OPTIQUE

### RÉFRACTOMÈTRE DE SILBERMANN

Cet appareil, conçu en 1848 par le physicien français Silbermann, conservateur des collections des Arts et Métiers, est destiné à vérifier les lois de la réflexion et de la réfraction de la lumière. Il se compose d'un cercle divisé à limbe (c'est-à-dire gradué), vertical, sur un trépied à colonne. En son centre, on peut placer soit un miroir pour constater les lois de la réflexion, soit un récipient pouvant contenir

des liquides pour étudier les lois de la réfraction. Ce cercle est muni de deux alidades, petites réglettes mobiles qui permettent de mesurer l'angle. L'une porte un petit miroir et un diaphragme, permettant d'obtenir un rayon lumineux dans la direction d'un diamètre du cercle ; l'autre porte un petit écran qui reçoit le rayon de lumière après sa réflexion (ou sa réfraction). Une règle horizontale divisée, mobile le long de la colonne, permet de déterminer la position des alidades.



■ Réfractomètre de Silbermann, Édouard Lutz (fabricant), fin du XIX<sup>e</sup> siècle (inv. 1978.00222).

## POLYPRISME

En 1666, Isaac Newton fait l'obscurité dans sa chambre et perce un trou dans le volet pour laisser pénétrer une quantité convenable de lumière solaire. Il place un prisme devant l'ouverture afin que la lumière soit réfractée sur le mur opposé. Avec cette expérience célèbre, il comprend que la lumière blanche se sépare en ses composantes parce que chaque rayon de couleur est dévié de façon différente par le verre du prisme. Il s'agit d'une variété de nuances intermédiaires partant de la couleur la moins déviée, le rouge, à celle la plus déviée, le violet, en passant par le jaune, le vert et le bleu.

Newton précise dans un numéro des *Philosophical Transactions* de 1672 qu'il a distingué sept couleurs, ajoutant l'orange et l'indigo à celles mentionnées ci-dessus, et fait un parallèle avec les sept notes de musique pour des raisons d'harmonie et d'élégance. La propriété mise ainsi en évidence est le phénomène de dispersion de la lumière.

Le polyprisme présenté ici est composé de plusieurs prismes accolés, de même taille et de même angle, mais de verres différents. En éclairant avec un faisceau de lumière blanche, le spectre obtenu est plus ou moins étendu en fonction de l'indice de réfraction différent de chaque prisme.



■ Polyprisme, vers 1900 (inv. 2000.02468).

## DISQUE DE NEWTON

Le disque est divisé en cinq séries de sept secteurs aux couleurs du spectre de la lumière blanche (rouge, orange, jaune, vert, bleu, indigo, violet). En faisant tourner rapidement le disque, les images des différents secteurs se forment successivement sur la rétine, mais, du fait de la persistance rétinienne, la lumière est perçue comme de la lumière blanche. Si les surfaces des secteurs ne sont pas bien ajustées, le disque prend une couleur pâle. Cette expérience nous renseigne davantage sur le fonctionnement de notre système visuel que sur la nature de la lumière.

Dans la physique contemporaine, on s'accorde sur le fait que la lumière est constituée de particules énergétiques (les photons) et qu'elles « transportent » une certaine quantité d'énergie sous forme de radiations électromagnétiques. En référence à la vision, on définit la lumière visible ou lumière blanche comme l'ensemble des radiations électromagnétiques dont les longueurs d'onde sont comprises entre  $0,4 \mu\text{m}$  et  $0,8 \mu\text{m}$ . La lumière blanche est ainsi qualifiée de « polychromatique ».



Disque de Newton, 1890 (inv. 1978.00994).

## ANAMORPHOSE

Cette planche d'anamorphose fait partie d'un ensemble de vingt-quatre lithographies aquarellées en couleurs des années 1860, gravées par Walter Frères, d'après des dessins de Telory.

Le principe de l'anamorphose met en pratique les lois de l'optique : suivant le lieu d'où on observe un objet, celui-ci (ou plutôt la perception que nous en avons) subit des déformations en raison de la perspective. L'artiste peut dès lors déformer volontairement la figure dessinée, la rendant

incompréhensible de prime abord et laissant le soin à l'observateur de recomposer, en variant l'angle d'observation, la vue normale. Dans notre cas, c'est au moyen d'un miroir cylindrique que la figure du Chat botté apparaît.

Si de telles anamorphoses sont présentes dans la peinture dès la Renaissance, elles connaissent un grand succès au XIX<sup>e</sup> siècle grâce aux techniques de reproduction qui permettent d'en diminuer le coût, faisant ainsi de cette illusion d'optique un jeu pour enfants populaire.



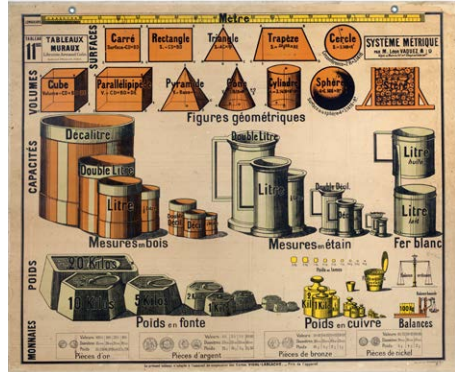
Henry Emy, dit Telory,  
*Le Chat botté*, planche d'anamorphose,  
lithographie, Walter Frères, 1890  
(inv. 1979.27382.4).



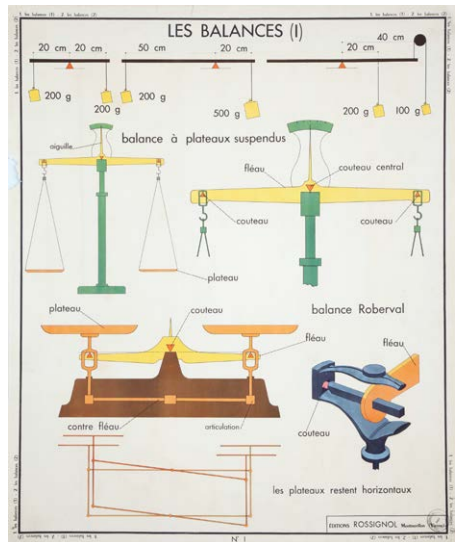
# POIDS ET MESURES

## PLANCHES DIDACTIQUES

Ces deux planches didactiques relatives au système métrique illustrent bien l'évolution visuelle et esthétique de ces supports, omniprésents dans le cadre scolaire dès la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. Ces dispositifs, affichés dans les salles de classe, permettent d'illustrer visuellement, et au travers d'objets concrets, des phénomènes variés. Ces tableaux muraux sont relatifs aux poids et mesures. La première planche montre, à travers divers objets et figures géométriques, le fonctionnement du système métrique. Il explique les différences entre les surfaces, les volumes, les capacités et les poids. La seconde illustre, selon une esthétique plus schématisée et sobre, les parties composant les balances, comme la balance Roberval. On remarque que le concept physique de masse n'est pas distingué du poids. Selon le contexte, l'illustrateur et l'éditeur, l'organisation visuelle des planches didactiques évolue, mais le contenu demeure sensiblement le même.



- Léon Vaquez, *Toutes les mesures dérivent du mètre*, Armand Colin, fin du XIX<sup>e</sup> siècle (inv. 1984.00397).



- *Instruments de mesure et outillage : les balances*, Rossignol, vers 1960 (inv. 1978.05856.1).

## ALBUM À COLORIER

Cet album à colorier est constitué d'une histoire illustrée en couleurs, relative au système métrique. L'enfant doit reproduire le dessin sur la page blanche à l'aide d'une préimpression. Le livret comporte des informations éducatives relatives au système métrique dans sa globalité : mesure des liquides et des poids, calcul des surfaces

et des longueurs. Les situations abordées sont concrètes et appliquées à la vie quotidienne : poids des fruits et légumes, surface d'un court de tennis ou d'un terrain agricole, longueur d'un morceau de tissu ou encore nombre de kilomètres parcourus par le facteur rural. Ces illustrations et les phénomènes scientifiques associés sont ainsi directement compréhensibles pour le jeune enfant.



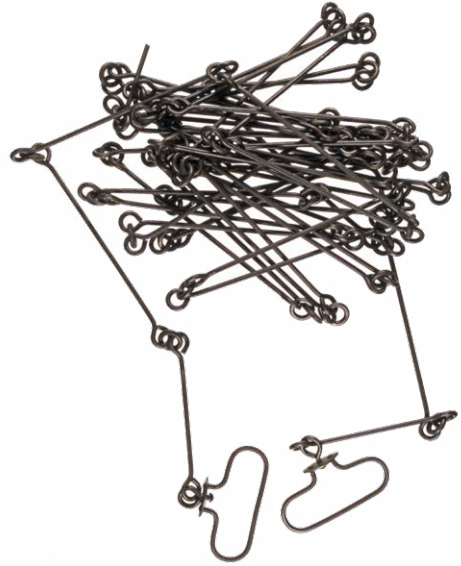
■ Abel Truchet, *Pour nos enfants. Récréations amusantes : le système métrique*, album avec texte pour colorier, Éditions des Grands Magasins du Louvre, 1906 (inv. 1984.00344).



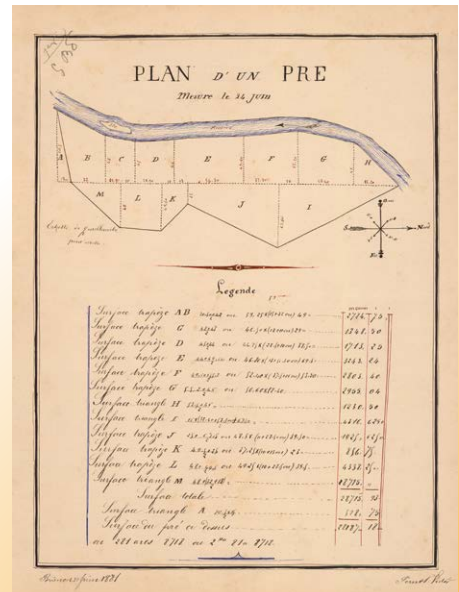
## CHAÎNE D'ARPEUTEUR

Outil ancien et très simple d'utilisation, la chaîne d'arpenteur permet de mesurer rapidement une distance, et donc potentiellement une surface. Constituée de maillons métalliques reliés par des anneaux, elle est tendue entre deux piquets servant de repères. En comptant le nombre de maillons tendus, puis en multipliant ce nombre par la longueur d'un maillon, l'arpenteur peut déterminer la distance qui sépare les deux repères, avec une précision toutefois relative.

Son usage n'est pas réservé au seul géomètre, puisqu'elle peut aussi servir au paysan. Dans une France encore très rurale, la loi Guizot du 28 juin 1833 intègre l'arpentage dans les leçons à l'école primaire supérieure : l'instituteur accompagne ainsi par ses enseignements la rationalisation des pratiques agricoles, comme le montre ce travail d'élève, qui mêle dessin, géométrie et calcul.



■ Chaîne d'arpenteur, début du XX<sup>e</sup> siècle (inv. 1978.01459.1-2)



■ Plan d'un pré, travail d'élève, école primaire supérieure de garçons de Brienne (Yonne), 1881-1882 (inv. 2013.01642).



## BALANCE HYDROSTATIQUE

La balance hydrostatique se présente comme une balance ordinaire à fléau munie de deux plateaux. Sous chaque plateau est en outre placé un crochet qui permet d'y suspendre des objets. Cette balance hydrostatique aux formes particulièrement travaillées est destinée à mettre en évidence le principe d'Archimède – tout corps plongé dans un liquide subit une poussée verticale, vers le haut, dont la valeur est égale au poids du liquide déplacé. Pour le vérifier, on prend deux cylindres s'emboîtant parfaitement : l'un plein, l'autre creux. On suspend le cylindre creux sous l'un des plateaux de la balance et, au-dessous de lui, le cylindre plein. Puis, on fait l'équilibre au moyen d'une tare, placée dans l'autre plateau. On immerge ensuite le cylindre plein dans un vase d'eau : la poussée exercée par l'eau sur le cylindre fait incliner la balance de l'autre côté. Pour ramener le fléau à l'horizontale, il suffit de remplir d'eau le cylindre creux ! On rétablit donc l'équilibre en ajoutant, du même côté, un poids d'eau égal à celui de l'eau déplacée.



Balance hydrostatique, vers 1820  
(inv. 1978.00180).

## CÔNE DE L'ABBÉ NOLLET

Le rail et le bicône en bois, conçus par l'abbé Nollet, permettent de réaliser une expérience de physique à première vue déroutante dans la mesure où le bicône monte au lieu de descendre sur le plan incliné. Il est qualifié de « double cône à gravité variable ». Cela s'explique si l'on considère la physique du centre de gravité (la stabilité d'un corps correspond à la position la plus basse de son centre de gravité). Par exemple, lorsqu'un cylindre descend

le long d'un plan incliné, c'est que son centre de gravité se situant sur l'axe de rotation tend vers une position de repos d'énergie minimale. Ici, la géométrie particulière du bicône placé dans la partie la plus basse du plan incliné constitué par les rails est telle que son centre de gravité est en fait à une altitude plus élevée que le sommet du rail. C'est donc la forme du bicône et l'écartement angulaire des planchettes qui permettent au bicône de « remonter » sur le plan incliné, et donc au centre de gravité du bicône de « descendre ».



Double cône à gravité variable, dit « cône de l'abbé Nollet », 1738 (inv. 1978.00145).

# ÉLECTRICITÉ

## PLANCHE DIDACTIQUE

Cette planche didactique est composée de plusieurs schémas relatifs aux grands principes physiques liés à l'électricité. Les différentes étapes de production de l'électricité statique sont illustrées. Ainsi, le fonctionnement de l'électrophore est abordé selon

une expérience divisée en plusieurs moments. Le phénomène de la foudre et du tonnerre permet d'expliquer l'électricité à partir d'un élément du quotidien. L'association du commentaire expliquant le phénomène physique aux éléments visuels vise à rendre le propos intelligible et didactique pour les élèves.

### PHYSIQUE

#### ÉLECTRICITÉ

10

**Un bâton de verre ou de caoutchouc frotté avec de la laine a la propriété d'attirer les corps légers; la cause de cette attraction est l'électricité. Tous les corps s'électrisent par le frottement.**

**Bâton de verre pour expériences**

**Bâton de caoutchouc pour expériences**

**Bâton de verre frotté.**  
Attraction des corps légers. La cause de cette attraction est l'électricité.

**Bâton de verre frotté.**  
Par frottement avec la soie. Les petits morceaux de papier sont attirés par le bâton de verre.

**Bâton de caoutchouc frotté avec un morceau de laine.**  
Attraction des corps légers. La cause de cette attraction est l'électricité.

**PENDULES ÉLECTRIQUES**

**Bâton de verre frotté.**  
Attraction d'une petite boule de métal.

**Bâton de verre frotté.**  
Répulsion d'une petite boule de métal.

**Bâton de verre frotté.**  
Attraction d'une petite boule de métal.

**Deux corps chargés de la même électricité se repoussent.**  
**Deux corps chargés chacun d'électricité contraire s'attirent.**

**MACHINE SERVANT À PRODUIRE DE L'ÉLECTRICITÉ**

Quand le globe de verre est tourné, il se charge d'électricité positive et les conducteurs situés à proximité se chargent d'électricité négative.

L'électricité positive reste sur les conducteurs.

Cylindre en cuivre ou en caoutchouc.

Conducteur en verre qui s'électrise par frottement.

Métal qui attire par l'électricité positive les petites feuilles de papier.

Métal qui attire par l'électricité négative les petites feuilles de papier.

Conducteur en verre qui s'électrise par frottement.

Métal qui attire par l'électricité positive les petites feuilles de papier.

Métal qui attire par l'électricité négative les petites feuilles de papier.

Cylindre en verre pour isoler les conducteurs.

Conducteur en verre qui s'électrise par frottement.

Métal qui attire par l'électricité positive les petites feuilles de papier.

Métal qui attire par l'électricité négative les petites feuilles de papier.

Conducteur en verre qui s'électrise par frottement.

Métal qui attire par l'électricité positive les petites feuilles de papier.

Métal qui attire par l'électricité négative les petites feuilles de papier.

Mobilier et Matériel pour l'Enseignement. — LES FILS D'EMILE DEYROLLE, 46, Rue du Bac, Paris

---

### Électrophore

Il se compose:

- 1° D'un plateau de résine ou d'un disque en caoutchouc.
- 2° D'un disque de métal ou d'un disque de verre.

**1° On pose le disque sur le globe de résine.**

**2° On met en communication avec le disque de métal ou le disque de verre un bâton frotté.**

**3° On met le main du disque et on amène le résine ou le verre au contact du disque.**

**4° En approchant le doigt du disque d'électricité, une étincelle jaillit.**

**Foudre**

Les éclairs sont de très grandes étincelles électriques.

Les éclairs frappent de préférence les points élevés.

L'air est le phénomène lumineux.

Le tonnerre en est le bruit.

La lumière parcourt 300.000 kilomètres environ à la seconde.

Le son ne parcourt que 340 mètres environ à la seconde.

**Paratonnerre**

On met sur les édifices des paratonnerres pour les garantir de la foudre.

Paratonnerre

Pointe en platine ou en cuivre doré

Conducteur de communication avec le sol ou même avec un autre paratonnerre.

Tige de fer

Conducteur de communication avec le sol ou même avec un autre paratonnerre.

Physique : électricité, planche didactique, Les Fils d'Émile Deyrolle, vers 1920 (inv. 1978.01752.10).

## MACHINE DE WIMSHURST

Jusqu'à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, la seule approche de l'électricité correspondait aux phénomènes d'électricité statique développée par le frottement.

Un corps léger attiré par un tube de verre frotté est souvent repoussé vivement après contact. Après l'attraction, on identifie la répulsion.

La machine de Wimshurst est au XIX<sup>e</sup> siècle la plus perfectionnée des machines produisant l'électricité statique. Si elle n'a aucun intérêt industriel, elle a été largement utilisée

pour les expériences d'électrostatique des lycées et facultés. Elle cumule deux avantages : elle est autoexcitée – une manivelle suffit à la faire fonctionner – et son excitation est indépendante de la charge des pôles. En tournant la manivelle, on obtient un frottement des balais sur les bandes métalliques. Les peignes recueillent des charges électriques opposées qui sont transmises aux bouteilles de Leyde qui les stockent. En rapprochant les pôles, une décharge (pouvant atteindre une tension de 100 000 V) se produit sous forme d'étincelle.



Machine de Wimshurst, Société électrogénique, vers 1900 (inv. 1978.00234.1).

## ENSEIGNEMENT TECHNIQUE ET PROFESSIONNEL

L'enseignement technique et professionnel vise à former à un métier au sein du système scolaire. À la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, les écoles pratiques de commerce et d'industrie (EPCI) ont pour objectif de former « des employés du commerce et des ouvriers aptes à être immédiatement utilisables ». Au gré des suppressions et des ajouts légaux, l'enseignement technique et professionnel est finalement encadré par la loi Astier de 1919. En 1959 sont créés les collèges d'enseignement technique (CET), qui deviendront, en 1976, les lycées d'enseignements professionnels, prédécesseurs des lycées professionnels actuels.

■ Pierre Allard, *L'atelier d'électricité pour les filles du collège d'enseignement technique d'Albi*, 1962 (inv. 1978.05290.4381).

Cherchant à attirer de nouveaux élèves, certains établissements n'hésitent pas à utiliser des techniques promotionnelles, comme cette carte postale sur laquelle des annotations manuscrites nous renseignent sur les différents appareils visibles et sur l'usage qui est fait de cette salle de travaux pratiques.

Si les filières reproduisent (et accentuent ?) les distinctions genrées d'orientation, la photographie de filles dans un atelier d'électricité nous montre une situation plus subtile.



■ *Salle des essais de l'école d'électricité Bréguet, 81, rue Falguière, Paris, carte postale, 1915 (inv. 1988.00666.1). En bas de la carte, un élève a écrit : « Salle où j'ai failli faire un incendie. »*

## AMPÈREMÈTRE ET VOLTMÈTRE

Au tournant du XVIII<sup>e</sup> siècle, grâce aux expériences de Galvani, avec sa grenouille disséquée dont les cuisses se contractent quand on les touche simultanément avec deux métaux différents, puis de Volta, qui lui répond que l'origine de la charge n'est pas dans l'animal mais dans le contact des deux métaux, les phénomènes d'électricité dynamique sont mis en avant. À la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, les concepts modernes d'intensité et de tension ne sont pas encore définis, l'électron n'étant découvert qu'en 1897 par Joseph John Thomson, professeur de physique expérimentale à Cambridge.

L'ampèremètre est l'appareil qui sert à mesurer l'intensité du courant qui circule dans une portion d'un circuit électrique. Il se branche en série. Le voltmètre, lui, se branche en parallèle de l'appareil dont on souhaite mesurer la tension. Avec un appareil à aiguille, et pour ne pas le détériorer, il est recommandé de toujours commencer par utiliser la plus grande échelle de lecture [celle qui peut donner la plus grande valeur de courant électrique].



■ Ampèremètre et voltmètre, Chauvin et Arnoux (fabricant), vers 1920 (inv. 1994.00785-786).

## WHAT THE MACHINE ?

Face aux étonnantes machines scientifiques présentes dans les collections du Munaé, une certaine perplexité peut saisir le non-spécialiste. Comment peut bien fonctionner celle-ci ? À quoi peut bien servir celle-là ? C'est de ce questionnement qu'est née la section « What the machine ? », qui réunit une sélection d'objets choisis pour leurs qualités esthétiques autant que leur utilisation mystérieuse, et qui propose aux visiteurs d'en imaginer le fonctionnement.

C'est le cas de l'appareil d'Ingenhouz. Du nom du médecin hollandais qui l'imagina pour la première fois à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, cet instrument se compose d'une cuve en laiton dont une paroi latérale porte des tubulures à bouchon dans lesquelles sont

fixées des baguettes de diverses substances (argent, cuivre, laiton, zinc, acier, fer, etc.). Celles-ci sont de même diamètre et de même longueur, et pénètrent de quelques millimètres dans la cuve. Pour réaliser l'expérience, ces baguettes sont recouvertes d'une couche de cire jaune qui fond à 61 degrés centigrades. Si l'on remplit la cuve d'eau bouillante, de sorte que toutes les extrémités internes des tiges soient portées ensemble à même température, on constate que la cire fond sur des longueurs inégales. On peut alors comparer les solides en fonction de leur conductivité thermique. Ainsi, à un instant donné, la cire a fondu d'autant plus loin à l'extérieur de la cuve que le matériau est meilleur conducteur thermique.



■ Appareil d'Ingenhouz, fin du XIX<sup>e</sup> siècle (inv. 2000.01633).

# CONCLUSION

Ces deux photographies permettent de mesurer le chemin parcouru entre la fin du  $\text{xix}^{\text{e}}$  et le début du  $\text{xxi}^{\text{e}}$  siècle. Pendant longtemps l'enseignement des sciences occupait peu de place au lycée et, surtout, la part de l'expérimentation demeurait très limitée.

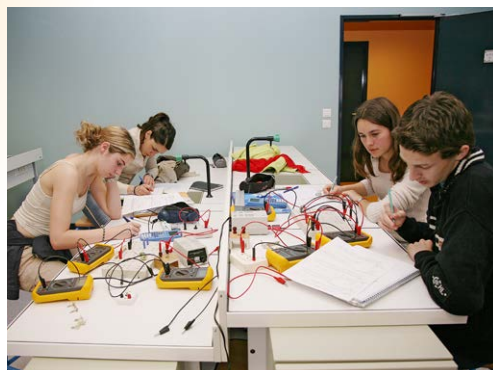
La première photographie montre des jeunes filles recopiant dans leur cahier la description de l'expérience réalisée par l'enseignante, la disposition de la salle en gradin en facilitant l'observation.

La réforme de 1902 marque une rupture majeure, en mettant la méthode expérimentale au cœur de la pédagogie. Réalisée par les élèves, l'expérience sert alors à énoncer les lois de la physique et à les traduire en langage mathématique.

La deuxième photographie montre une séance de travaux pratiques, où les élèves sont en train d'expérimenter en autonomie, le rôle du professeur consistant à les accompagner dans cette tâche. L'évolution des méthodes est flagrante, tout comme le sont les changements dans l'organisation pédagogique : paillasse, travail de groupe, professeur circulant, etc.



■ Cours de physique au lycée Racine de Paris, vers 1890-1900 (inv. 1979.09352).



■ Travaux pratiques en classe de première S, lycée Gustave-Flaubert, Rouen, 2006.



# BIBLIOGRAPHIE

Danièle Alexandre-Bidon, Marie-Madeleine Compère *et al.*,  
*Le Patrimoine de l'Éducation nationale*, Flohic éditions, 1999.

Bruno Belhoste, *Les Sciences dans l'enseignement secondaire français*,  
INRP/Economica, 1994.

Myriam Boyer [dir.], *Le Goût des sciences*, INRP, 2006.

Francis Gires [dir.], *Encyclopédie des instruments de l'enseignement  
de la physique du XVIII<sup>e</sup> au milieu du XX<sup>e</sup> siècle*, Aséiste, 2016, 3 volumes.

Francis Gires [dir.], *L'Empire de la physique*, catalogue du cabinet de physique  
du lycée Guez-de-Balzac d'Angoulême, Aséiste, 2006.

Hélène Gispert, Nicole Hulin, Marie-Claire Robin [dir.],  
*Science et enseignement. L'exemple de la grande réforme des programmes  
du lycée au début du XX<sup>e</sup> siècle*, INRP/Vuibert, 2007.

Nicole Hulin, *L'Enseignement secondaire scientifique en France  
d'un siècle à l'autre. 1802-1980*, INRP, 2007.

Laurence Lamy [dir.], *Objets scientifiques du musée Bernard-d'Agesci.  
Collection Ruedi Bebie*, La Geste, 2018.

Ces ouvrages sont consultables au centre de documentation du Munaé  
situé au Centre de ressources.

## SITOGRAFIE

Le Compendium : [www.lecompendium.com](http://www.lecompendium.com)

Inventaire des instruments scientifiques anciens dans les établissements  
publics : [http://rhe.ish-lyon.cnrs.fr/instruments-scientifiques/index\\_  
instruments.htm](http://rhe.ish-lyon.cnrs.fr/instruments-scientifiques/index_instruments.htm)

Exposition d'objets anciens, lycée Aliénor-d'Aquitaine, Poitiers : [https://lycee-  
alienor.fr/vie-du-lycee/laboratoires-de-sciences/exposition-dobjets-anciens/](https://lycee-alienor.fr/vie-du-lycee/laboratoires-de-sciences/exposition-dobjets-anciens/)

Site de l'Aséiste [Association de sauvegarde et d'étude des instruments  
scientifiques et techniques de l'enseignement] : [www.aseiste.org](http://www.aseiste.org)

### **COMMISSARIAT**

Éléonore Belin (musée national de l'Éducation),  
Erick Staëlen (lycée Corneille, académie de Normandie)  
Matthieu Bernier et Chloé Monnatte (musée national  
de l'Éducation).

### **COMITÉ SCIENTIFIQUE**

Myrtille Gardet (IA-IPR, académie de Grenoble),  
Anne-Sophie Rozay (INSA, mission Résitech),  
Yves Bouvier (université de Rouen).

### **RÉGIE DE L'EXPOSITION**

Émily Busato (musée national de l'Éducation).

### **SCÉNOGRAPHIE**

SOPLO, William Girault (graphisme),  
Collin Agencement (mobilier),  
Traphot (impression).

### **ÉQUIPE PROJET DU MUNAÉ**

Florian Bouelle, Corinne Flament  
et Christiane Prévot (magasinières) ;  
Chloé Palau (communication) ;  
Virginie Breleur, Séverine Chaumeil,  
Mélanie Falempin (médiation) ;  
Kristell Gilbert (documentation) ;  
Roger Andrieux (numérisation) ;  
Pascal Boissière et Lou Ringuedé (photographie) ;  
Christophe Leroux et Philippe Pain (logistique).

### **Rédaction des textes :**

Éléonore Belin, Matthieu Bernier,  
Chloé Monnatte et Erick Staëlen.

### **Mise en page du plan de l'exposition :**

Mélanie Falempin.

## REMERCIEMENTS

Le comité du label « Année de la physique » ;  
la Société française de physique ; l'Association des musées  
et centres pour le développement de la culture scientifique,  
technique et industrielle (ACMSTI) ; l'Association de sauvegarde  
et d'étude des instruments scientifiques et techniques  
de l'enseignement (Aséiste) ; Sylvie Ramel et Emmanuelle Couvert  
(restauratrices du patrimoine) ; Maya Raulot-Dinh (chercheuse,  
université Paris-Saclay).

Un merci tout particulier à Elza Renou, Laurent Dias et à la Cogip.

### **Les équipes du musée national de l'Éducation :**

Marie Brard (directrice) ; Nicolas Coutant (directeur adjoint) ;  
Franck Renou (conservation) ; Saadia Dahmani, Julie Guimont  
et Pauline Roy (médiation) ; Sylvie Lefaucheu (documentation) ;  
Angéline Faucon, Corinne Dupendant, Sabina Mendy  
et Lollie Traoré (administration, accueil et surveillance) ;  
Laurent Trémel (médiation scientifique et partenariats universitaires) ;  
sans oublier nos anciennes et anciens collègues ayant contribué  
à l'élaboration de ce projet : Paul-Erwan Bonsens, Alice Cabrillac,  
Angelica De Sisto, Delminda Duarte de Sousa, Emmanuelle Macaigne  
et Adeline Voranger.

**Les équipes de Réseau Canopé :** Marie-Caroline Missir,  
Alexandra Wisniewski et Damien Steffan (direction générale) ;  
Isabelle Soléra, Anne-Sophie Carpentier, Quentin Ganteil,  
Laurence Geslin, Noémie Perquin (direction de l'édition transmédia) ;  
Christian Piterek (direction des systèmes informatiques) ;  
Elsa Hébert (DSFJS) ; Delphine Cuny et Christophe Tiré  
(direction de la pédagogie) ; Magalie Debisschop  
(direction territoriale de Normandie).

L'exposition a reçu le soutien financier de la Région Normandie  
et du dispositif Normandie Sup'.

### **Sources et crédits photographiques, sauf mentions contraires :**

Rouen, musée national de l'Éducation. © Réseau Canopé/Munaé.

# UN MUSÉE... DEUX LIEUX

selon l'animation choisie (lieu précisé dans la brochure et lors de votre réservation)



## LE CENTRE D'EXPOSITIONS

Maison des Quatre-Fils-Aymon  
185, rue Eau-de-Robec - 76000 Rouen  
T. 02 35 07 66 61

[munae-reservation@reseau-canope.fr](mailto:munae-reservation@reseau-canope.fr)  
(pour les informations, les réservations)

### Horaires




Lundi, mercredi, jeudi et vendredi  
de 13 h 30 à 18 h 15  
Samedi, dimanche et jours fériés  
de 10 h à 12 h 30 et de 13 h 30 à 18 h 15  
Fermé les mardis ainsi que les 24, 25, 31 décembre,  
1<sup>er</sup> janvier, 1<sup>er</sup> mai, 15 août, 1<sup>er</sup> novembre

### Accès

Bus n° F2, 15, 20 et 22 : arrêt Place Saint-Vivien  
Bus n° F1, F7 et 11 : arrêt Hôtel de ville  
Bus n° 13 : arrêt Martainville  
TEOR T1, T2 et T3 :  
arrêts République ou Place Saint-Marc  
Métro : station Boulingrin  
À 15 minutes à pied de la gare de Rouen

## ENTRÉE GRATUITE

Plus d'informations sur [munae.fr](http://munae.fr)

 @MuseeEducation #Munae  
 Musée national de l'Éducation – Canopé  
 @munae\_rouen

**flickr** [flickr.com/photos/museenationaleducation/](https://www.flickr.com/photos/museenationaleducation/)

## LE CENTRE DE RESSOURCES

6, rue de Bihorel  
76000 Rouen  
T. 02 32 08 71 00

[munae-documentation@reseau-canope.fr](mailto:munae-documentation@reseau-canope.fr)  
(pour la consultation des ressources  
documentaires et patrimoniales)

### À voir, à faire

> **Des réserves de 2500 m<sup>2</sup>** conservant  
950 000 œuvres et documents, accessibles  
sur réservation

> **Une salle d'étude** pour consulter et découvrir  
nos fonds patrimoniaux et documentaires

### Horaires

Du lundi au vendredi de 9 h à 17 h  
(et ponctuellement, selon les animations :  
en nocturne, samedi, dimanche)

### Accès

Bus n° F1, T4 et 20 : arrêt Beauvoisine  
Bus n° F2, 20, 22 et 36 : arrêt Boulingrin  
Métro : station Beauvoisine  
À 10 minutes à pied de la gare de Rouen