An engraving depicting a grand, ornate interior space, likely a salon or library, filled with people engaged in various activities. The scene is set in a room with classical architectural elements like columns and a large chandelier. In the center, a woman stands holding a book, surrounded by others who are seated or standing, some holding books or papers. The atmosphere is one of intellectual pursuit and social interaction. The engraving is detailed, showing the textures of clothing and the intricate designs of the room.

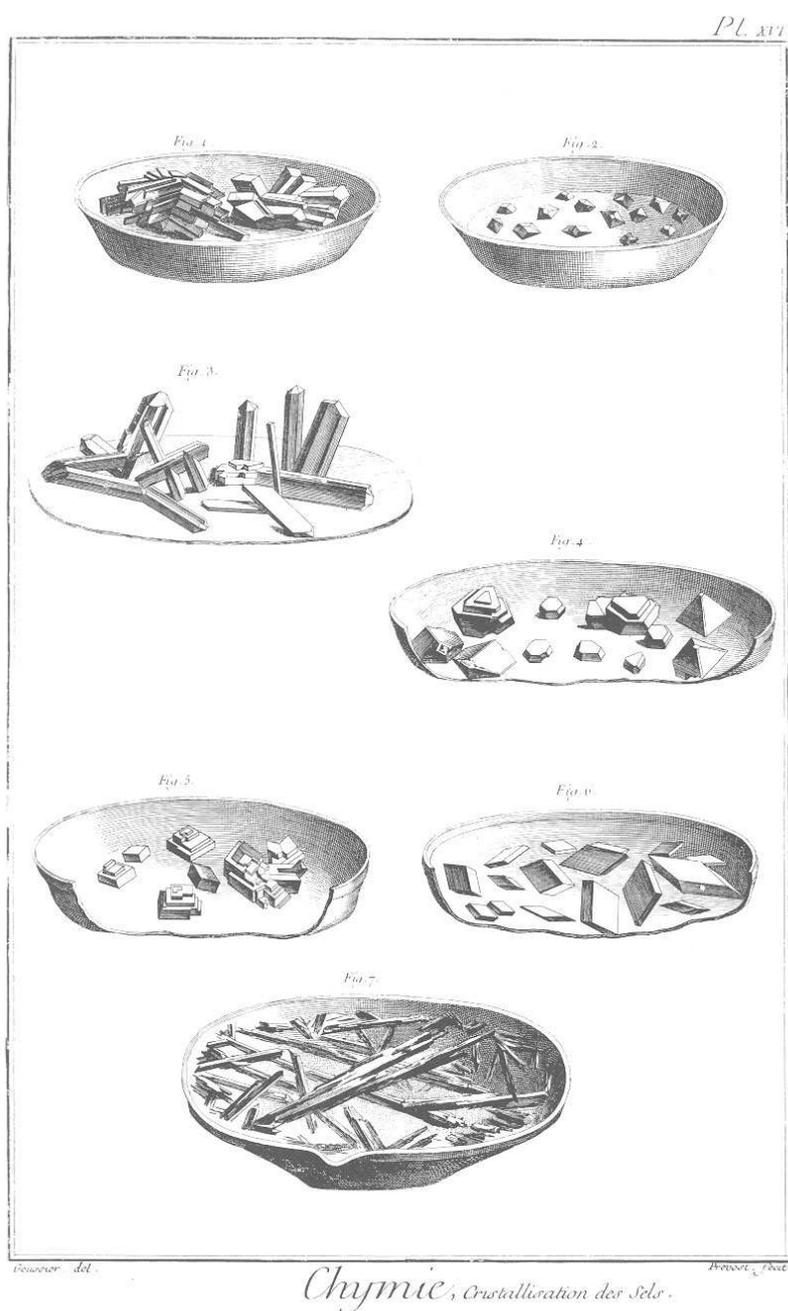
Les sciences au siècle des Lumières.

Maison des Lumières
Denis Diderot,
Langres.

Dossier réalisé par Laetitia
Miguères, chargée des publics et
Charlotte Martinot, professeur-
relais.

Table des matières

Un parcours de visite à la Maison des Lumières :	3
Le <i>Système figuré des connaissances humaines</i> :	6
La chimie dans l' <i>Encyclopédie</i> :	9
Des instruments au service de la navigation :	13
L'astronomie au XVIII ^e siècle :	16
Les sciences naturelles au XVIII ^e siècle :	18



Encyclopédie, Diderot et D'Alembert, troisième volume de planches, 1763.

Un parcours de visite à la Maison des Lumières :

Les sciences au XVIII^e siècle.

« *La nature est écrite en langage mathématique* »

Galilée (premier quart du XVII^e siècle)

« *La méthode géométrique est certainement la seule qui soit propre à former des démonstrations inébranlables en Politique et en Morale* »

Abbé de Saint-Pierre (début du XVIII^e siècle)

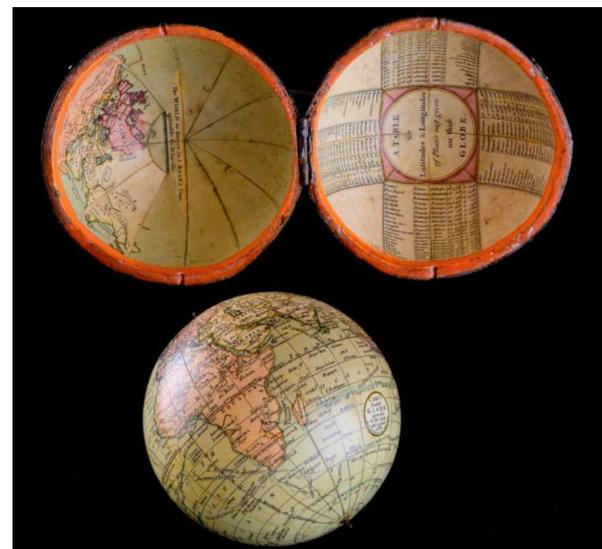
La Maison des Lumières Denis Diderot est un espace consacré à Denis Diderot, mais aussi au travers de sa vie et de son œuvre, à l'esprit d'ouverture et de curiosité qui imprègne l'époque des Lumières. Denis Diderot, philosophe et père de l'*Encyclopédie*, fut aussi l'ami des plus grands penseurs et savants de son temps. Dans ce contexte, la question des sciences au XVIII^e siècle est largement abordée et illustrée par les collections du musée.

Introduction (salle 4)

En tant que mouvement intellectuel, le mouvement des Lumières n'est pas un phénomène exempt de bases intellectuelles et de préalables historiques. Les XVI^e et XVII^e siècles ont connu des révolutions intellectuelles et scientifiques qui expliquent, pour partie, et préparent, le renouvellement des idées propre au mouvement des Lumières. Ainsi, si la grande révolution des sciences, notamment au travers de la démarche empirique, se produit au XVII^e siècle, c'est au XVIII^e siècle que la raison domine toute la sphère intellectuelle.

Explorations et découvertes (salle3)

La seconde moitié du XVIII^e siècle est une période majeure pour l'histoire des sciences en Europe. Elle est notamment marquée par de grands voyages de découverte à l'initiative des États (France et Angleterre essentiellement). Si l'exploration de terres lointaines n'est pas nouvelle, elle connaît un surcroît d'intérêt avec la volonté d'une connaissance plus fine de la géographie, de la nature (faune et flore) et des cultures. Pour ces voyages, des équipes, que l'on qualifierait aujourd'hui de pluridisciplinaires, réunissent des savants aptes à des observations astronomiques, cartographiques, géologiques, botaniques, zoologiques et humaines. On prélève et collecte beaucoup dans tous les domaines. Certes portés par le goût des sciences, ces voyages ont aussi des ambitions politiques et marquent l'accélération du phénomène de colonisation commencé au XVI^e siècle. C'est aussi le moment où le goût de la géographie se répand dans la société (globe de poche).



Globe de poche. John Cary, 1791. Il permet de comparer le monde à la fin du XVIII^e siècle (globe lui-même) avec le monde connu « au temps de César » (face interne de

**Les Sauvages de la mer Pacifique, détail,
Jean Gabriel Charvet, 1804**



Les débats philosophiques et moraux liés aux contacts avec de nouvelles cultures ne sont rendus possibles que par des progrès notables dans le domaine de l'instrumentation scientifique. Il est ici intéressant de montrer la relation causale directe entre sciences et philosophie à travers l'exemple de navigations océaniques et donc le contact avec l'Autre.

Un autre apport des sciences à la pensée philosophique est celui de la révolution copernicienne : si la Terre n'est pas le centre, Dieu pourrait ne pas l'être. Descartes, Spinoza puis

les philosophes des Lumières s'empareront du sujet.

Les mathématiques (salle 9)

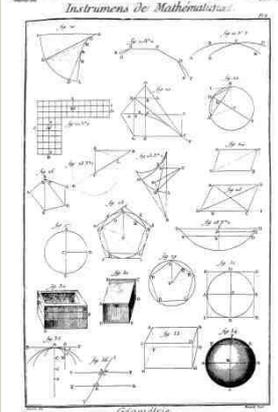
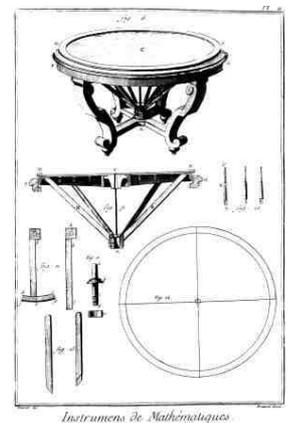
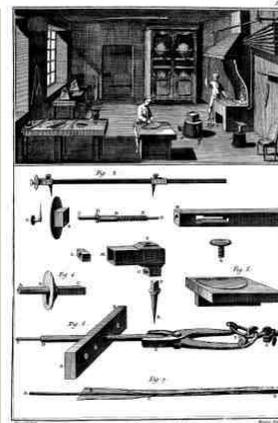
Au XVIII^e siècle, les mathématiques sont à la fois une discipline scientifique majeure et une discipline à la mode. Diderot s'y essaie en 1748 avec son *Mémoire sur différents sujets de mathématiques*. Dans l'*Encyclopédie*, c'est néanmoins D'Alembert qui prend en charge la rédaction des articles sur le sujet.

« MATHÉMATIQUE, ou MATHÉMATIQUES, s. f. (ordre encyclop. entend., raison, philosophie ou science, science de la nature, Mathématiques.) c'est la science qui a pour objet les propriétés de la grandeur entant qu'elle est calculable ou mesurable. Voyez Grandeur, Calcul, Mesure, &c.[...]

Les Mathématiques se divisent en deux classes; la première, qu'on appelle Mathématiques pures, considère les propriétés de la grandeur d'une manière abstraite: or la grandeur sous ce point de vue, est ou calculable, ou mesurable: [...]Voyez les mots Arithmétique & Géométrie.

La seconde classe s'appelle Mathématiques mixtes; elle a pour objet les propriétés de la grandeur concrète, en tant qu'elle est mesurable ou calculable [...]. Du nombre des Mathématiques mixtes, sont la Mécanique, l'Optique, l'Astronomie, la Géographie, la Chronologie, l'Architecture militaire, l'Hydrostatique, l'Hydraulique, l'Hydrographie ou Navigation, &c. Voyez ces mots. Voyez aussi le système figuré des connaissances humaines, qui est à la tête de cet ouvrage [...]. »

Jean Le Rond D'Alembert, article « Mathématique », *Encyclopédie*, tome X, 1765



Encyclopédie, Diderot et D'Alembert, planches de mathématiques.

Trousse de mathématique, M.Butterfield, vers 1700.

Des mathématiques, le parcours muséographique présente plus particulièrement le domaine de la géométrie. Au XVIII^e siècle se développe la géométrie descriptive. Il s'agit d'une science appliquée, notamment au domaine des arts et métiers, qui précise les moyens de représentation exacte en plan des volumes en trois dimensions. Son usage va permettre notamment de résoudre une partie des problèmes posés dans la diffusion des connaissances et des modèles pour les métiers de la taille de pierre, de la charpente ou de la métallurgie. Les planches de l'*Encyclopédie* constituent en elles-mêmes une évocation des méthodes de la géométrie descriptive.

En vitrine sont exposées une boîte de figures géométriques (*boîte de Baradelle*) et une boîte d'instruments de mesure (*équerres, compas, règle*) toutes deux utiles aux tracés des figures et à l'enseignement de la géométrie.

Les sciences naturelles (salle 9)



Le XVIII^e siècle est une période fondamentale pour l'étude et la connaissance du monde vivant. Selon leur goût, les scientifiques et les intellectuels se sont plus particulièrement consacrés à la botanique (comme l'anglais Joseph Banks), à la zoologie (comme Louis Daubenton), aux plantes exotiques (comme l'allemand Georg Forster), aux invertébrés (Jean-Baptiste de Lamarck) ou à l'ornithologie. Des sciences connexes comme la minéralogie et la géologie se sont développées parallèlement, notamment avec Georges Cuvier. Nous choisissons d'aborder ce domaine en parlant plus particulièrement des oiseaux. La douzaine de volatiles sélectionnés font à la fois écho aux planches de *l'Encyclopédie* les représentant, mais servent surtout à illustrer la notion de classification des espèces sur la base de critères externes de reconnaissance (la taxonomie) et de classement (la systématique). De la même génération que Diderot, le naturaliste suédois Carl von Linné (1707 - 1778) est le père de cette discipline (buste en plâtre). Autre contemporain de Diderot, la figure centrale de Georges-Louis Leclerc de Buffon (1707 – 1788) est aussi évoquée à la fois comme directeur du Jardin des Plantes, membre des sociétés savantes et auteur de plusieurs ouvrages dont *l'Histoire naturelle*, 1749 -1789, qui fut une des sources de *l'Encyclopédie*.

Echanges et diffusion des savoirs (salles 4 et 7)

Le XVIII^e siècle montre une grande curiosité scientifique. Cette soif de connaissances nous est révélée par l'importante production d'ouvrages de vulgarisation scientifique. Pour être accessible au plus grand nombre, Mme du Châtelet (1706 - 1749) propose une traduction française des *Philosophiae Naturalis principia mathematica* de Newton (1643 - 1727), éditée de façon posthume en 1756.

L'Encyclopédie, la grande aventure éditoriale menée par Diderot et D'Alembert, est un lieu de discussion où l'on réévalue par exemple l'autonomie de la chimie notamment par rapport à la physique et où l'on lui donne sa définition moderne (Fiche p.9). De nombreux articles et de nombreuses planches de *l'Encyclopédie* portent sur des sujets scientifiques.

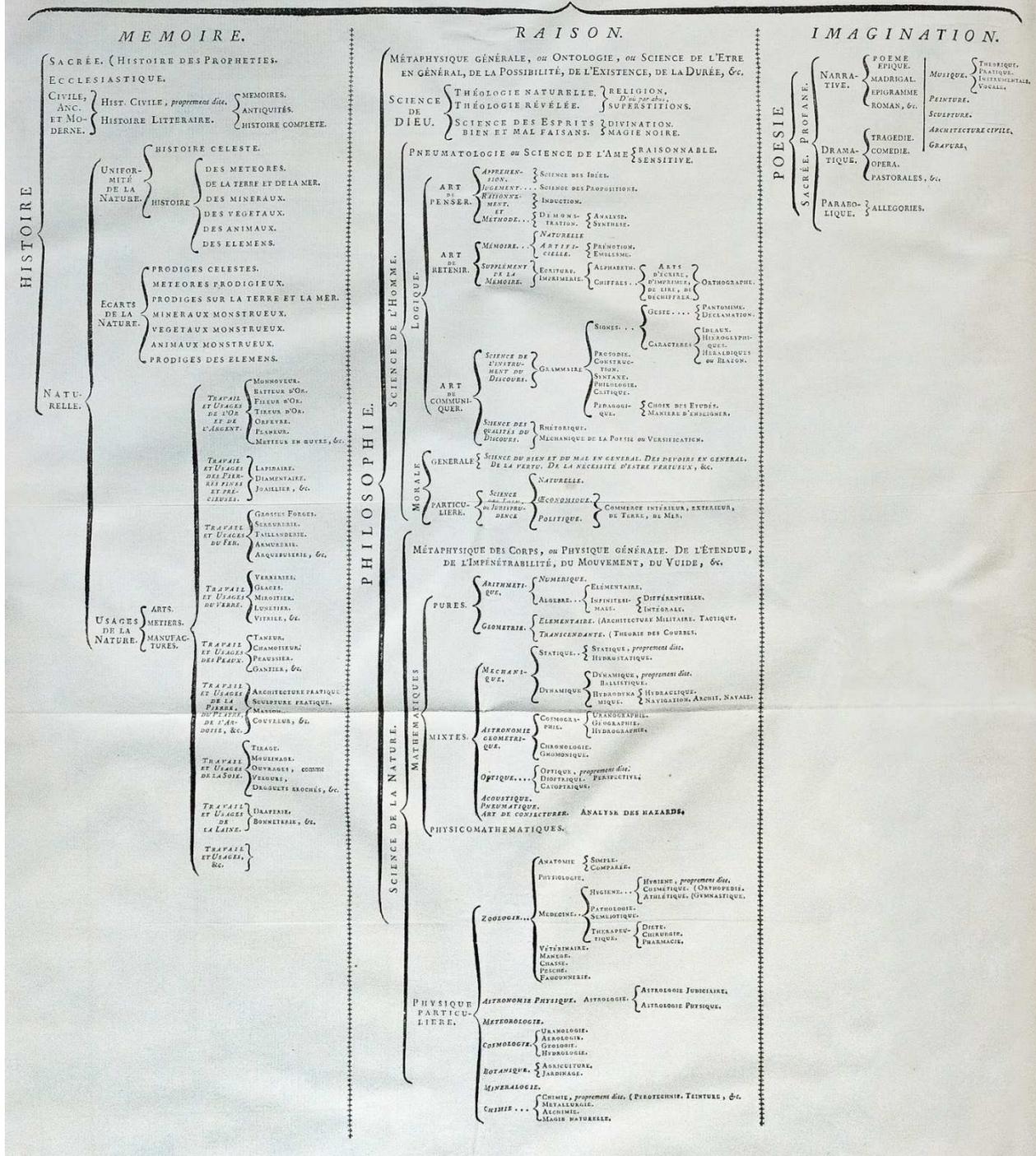
Les élites intellectuelles de l'époque se sont d'ailleurs passionnées tant pour les lettres que pour les sciences. Les hommes de lettres ont ainsi contribué à la diffusion des sciences. Les dernières nouveautés sont présentées et débattues dans les Salons. Les nobles et les grands bourgeois développent leurs collections de minéraux, de plantes qu'ils exposent dans des cabinets de curiosités. On collectionne aussi les objets qui permettent d'exposer et d'expliquer le fonctionnement du monde : globe de poche, planétaire...



Le Système figuré des connaissances humaines

* SYSTEME FIGURÉ DES CONNOISSANCES HUMAINES.

ENTENDEMENT.



Description

Le *Système figuré des connaissances humaines* prend la forme d'un grand « tableau » ou plutôt d'une arborescence qui dessine les relations entre les savoirs. Sa forme peut nous rappeler aujourd'hui celle d'une carte mentale.

Les liaisons entre les connaissances constituent ainsi une « chaîne » (Diderot) qui permet d'apprécier le contenu des savoirs mais aussi de façon plus transversale de passer d'un savoir à un autre.

Ce système affiche la pluralité des connaissances humaines.

Les connaissances sont classées selon les trois formes de la pensée humaine : la **mémoire** associée à l'histoire, la **raison** associée à la philosophie et l'**imagination** associée aux beaux-arts. Dans chacune de ces catégories, les connaissances se subdivisent en de nombreuses sous-catégories. Diderot et D'Alembert les organisent selon un ordre « généalogique » et non hiérarchique. Ce *Système* suggère aussi une évolution des connaissances à travers le temps. Les connaissances humaines ne sont pas figées, elles progressent. La mémoire inscrit des connaissances dans le passé. La raison, qui examine et explique les connaissances, les place dans le présent. Et l'imagination permet le futur.

« [Nous devons] former un arbre généalogique de toutes les sciences et de tous les arts, qui marquât l'origine de chaque branche de nos connaissances, les liaisons qu'elles ont entre elles et avec la tige commune [...]. »

Prospectus, Denis Diderot, 1750

Contextualisation

Une des grandes originalités du projet encyclopédique de Diderot et d'Alembert tient dans ce *Système figuré des connaissances humaines*. Ce document est publié dans le *Prospectus* de l'*Encyclopédie* (1750) et figure, avec quelques corrections, dans le *Discours préliminaire des Editeurs* (Tome 1 de l'*Encyclopédie*, 1751). Il constitue ainsi un argument publicitaire qui doit motiver l'achat de l'*Encyclopédie* et un tableau de lecture de l'ensemble de l'ouvrage.

Diderot et D'Alembert reprennent le principe d'une organisation des connaissances déjà proposé au XVII^e siècle par Francis Bacon (philosophe et scientifique anglais, 1561-1626), et en quelque sorte réactualisé par Chambers dans sa *Cyclopaedia* (1728). Ils s'en inspirent et dépassent le modèle pour façonner leur propre vision de « l'entendement humain ».

« Que doivent donc faire les auteurs d'un dictionnaire encyclopédique ? C'est de dresser d'abord, comme nous l'avons vu fait, une table générale des principaux objets des connaissances humaines. Voilà la machine démontée, pour ainsi dire en gros ».

*Jean Le Rond D'Alembert, article « Dictionnaire »,
Encyclopédie, tome 4, 1754*

Dans cette volonté de rassembler et d'exposer un savoir total, le système figuré complète l'organisation alphabétique, donc forcément linéaire des connaissances. Il est adossé à un système de renvois qui « complètent, confrontent les points de vue, mettent en mouvement » (M. Delon).

Dans le contexte du XVIII^e siècle en quête de rationalité, les disciplines scientifiques se spécialisent et cherchent à se démarquer les unes des autres, à mieux délimiter leurs champs de compétences. Philosophes et scientifiques comme Bayle ou Buffon s'inquiètent de la multiplication des connaissances techniques et de l'éparpillement de la connaissance. Cela contrarie le projet d'une science universelle.

Le projet encyclopédique condensé dans son *Système figuré des connaissances humaines* tente donc d'intégrer les sciences dans un système philosophique cohérent. En cela, il peut être un emblème du projet de Diderot et D'Alembert qui veulent faire de leur *Encyclopédie* un « dictionnaire raisonné ».

Pistes pédagogiques

Lycée

Collège

- **Création de cartes mentales** : lire et construire une arborescence, travail sur la logique, la connexion des informations.
- **Apprendre avec une carte mentale** : La carte mentale peut être un support d'apprentissage et de remédiation (soutien, accompagnement personnalisé).
- **La carte mentale : un support de présentation pour l'oral** : un support qui peut être exploité dans les TPE.
- **Projets transdisciplinaires Histoire/Sciences** : une petite histoire des sciences de l'époque des Lumières à aujourd'hui.
- **Projet mathémaTICE à partir du logiciel FreeMind** : *FreeMind* permet de créer des cartes heuristiques afin d'organiser des idées : en partant d'un thème de base (au centre) vous pouvez hiérarchiser tous les mots/termes correspondants en les classant par groupes. L'application vous permet de créer votre propre carte à partir de toutes les données que vous lui indiquerez, et des couleurs et formes de votre choix. Informations et téléchargement gratuit sur http://www.01net.com/telecharger/windows/Loisirs/education_et_scolaire/fiches/34923.html.
- **Projet transdisciplinaire Philosophie/Sciences** : De *l'Encyclopédie* de Diderot à l'ère numérique : **le désir d'un savoir total**. Comment rassembler et construire le savoir ? L'accès à la connaissance ? Le risque d'un savoir éclaté. Savoir figé ou évolutif ?

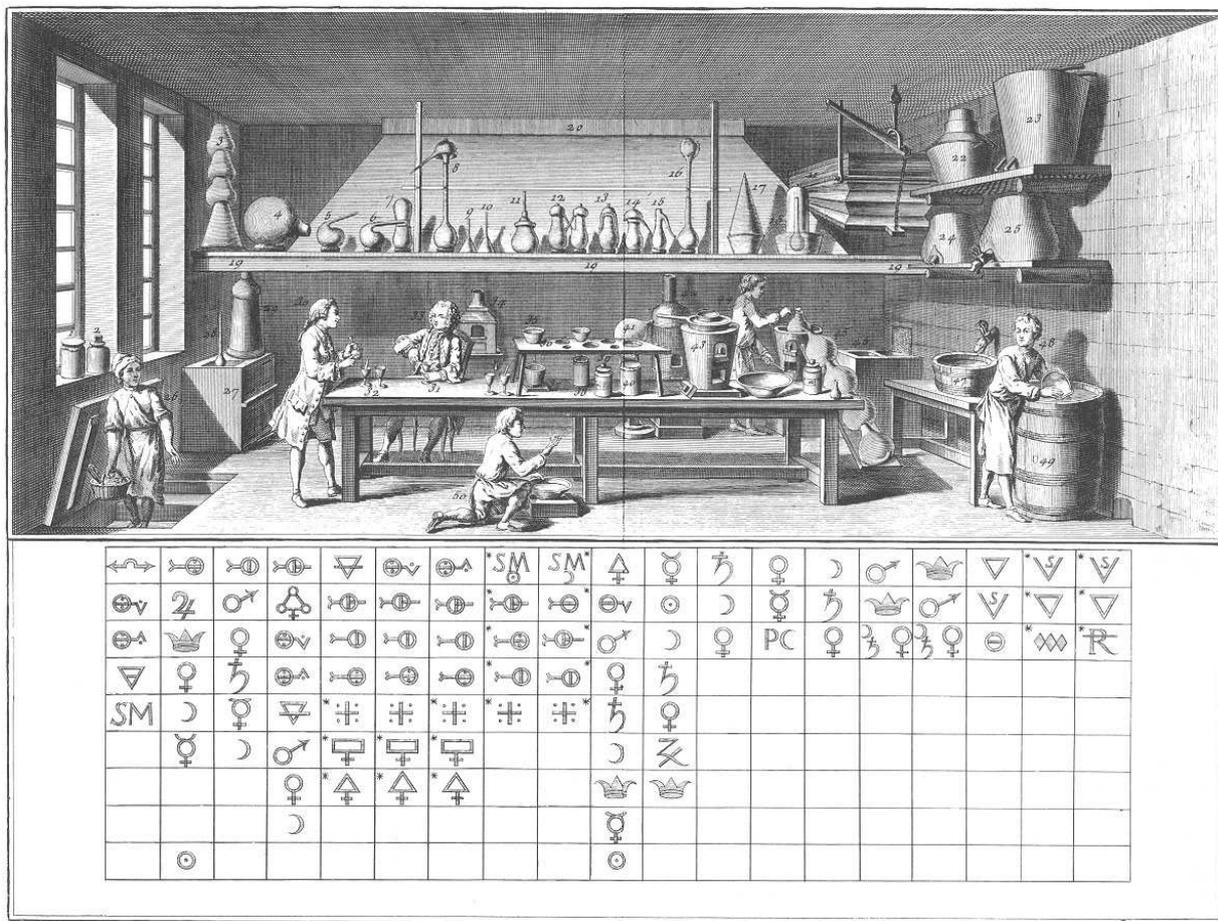
Bibliographie

- *L'Encyclopédie entre Arts et Sciences*, Musée d'Art et d'Histoire de Langres, 2001
- *La France des Lumières (1715-1789)*, Pierre-Yves Beaurepaire, coll. Histoire de France sous la direction de Joël Cornette, 2014.
- *L'arbre encyclopédique des connaissances. Figures, opération, métamorphoses*. Alain Cernuschi, in *Tous les savoirs du monde* sous la direction de Roland Schaer, 1996.
- *Diderot, cul par-dessus tête*, Michel Delon, 2013
- *Le roman vrai de l'Encyclopédie*, François Moureau, Découverte Gallimard, 2001.
- De la *Cyclopaedia* à *l'Encyclopédie*, Emmanuelle Tisserand, Bulletin de la SHAL, 392, 3^{ème} trimestre 2013

Webographie

- *Le projet philosophique de l'Encyclopédie*, Martine Groult, <https://encyclopedie.uchicago.edu/node/162>, ARTFL Encyclopédie Project. Une page consacrée aux deux systèmes figurés des connaissances humaines (1750 et 1751)
- le site MatémaTICE propose un certain nombre d'activités sur les cartes mentales <http://revue.sesamath.net/spip.php?page=recherche&recherche=cartes+mentales&x=0&y=0>

La chimie dans l'Encyclopédie



Laboratoire et table des Rapports

Description

L'Encyclopédie compte 24 planches sur la Chimie, présentées dans le troisième volume de planches. La première de ces planches, visible ci-dessus, s'ouvre sur une double page pour offrir une image composée en deux parties : le laboratoire du chimiste est illustré dans le registre supérieur. Cette image, contextuelle et synthétique se nomme une vignette. Elle permet aux lecteurs de comprendre la discipline abordée dans sa pratique. Pour cela l'illustrateur anime sa composition de figures de chimistes et d'assistants ainsi que de différents instruments nécessaires à l'expérimentation. Chacun de ces éléments se trouve surmonté d'un chiffre renvoyant à la légende qui précède chaque ensemble de planches. Nous trouvons par exemple des entonnoirs (fig. 9 et fig. 10), des alambics (fig. 14), différents fourneaux (fig. 43), etc.

Sous la vignette, un ensemble de lignes et de colonnes définissent un tableau où se trouvent inscrits des symboles associés à différents éléments chimiques. Il s'agit là d'une *Table des rapports*, c'est-à-

dire d'un tableau présentant les affinités chimiques entre ces différents éléments. Elle est l'œuvre du chimiste et médecin Étienne-François Geoffroy (1672-1731) qui la présente à l'Académie de Sciences au début du XVIII^e siècle.

Dans l'article « Rapport » (*Encyclopédie*, tome XIII, 1765), Venel explique à ce sujet :

« Rapport ou Affinité, (Chimie.) Les chimistes entendent par ces *mots* l'aptitude de certaines substances à s'unir chimiquement à certaines autres substances. [...] La table des *rappports* ou affinités, dressée par Geoffroy l'aîné, qui est gravée dans les planches de Chimie (*voyez ces Planches*), est une suite de systèmes ou séries de divers sujets chimiques disposés entre eux, selon les degrés de leur affinité. Chaque colonne de cette table, prise verticalement, contient un de ces systèmes. Le caractère qui occupe la case supérieure de chaque colonne représente la substance chimique avec laquelle toutes les substances représentées dans les cases inférieures ont divers degrés de rapport. [...] la table de Geoffroy, toute imparfaite qu'elle est, mérite seule jusqu'à présent d'être adoptée, au - moins comme modèle, comme germe ou noyau d'une meilleure, dont vraisemblablement l'art ne sera pas longtemps privé.»

Equivalence de certains symboles présentés sur cette planche						
						
Or	Argent	Cuivre	Fer	Mercure	Zinc	Eau

La lecture de cette *Table des rapports* de Geoffroy met également en évidence un langage de la chimie bien différent de celui que nous connaissons aujourd'hui. Ici les éléments chimiques sont représentés par des dessins encore largement porteurs d'une part symbolique, associant ainsi les éléments chimiques à d'autres concepts, spirituels ou philosophiques. Il persiste donc, au début et au milieu du XVIII^e siècle, un langage de la chimie encore partiellement tributaire de l'ancienne alchimie, où, par exemple, l'or est associé au Soleil et l'argent à la Lune. La chimie n'aura de cesse de s'émanciper durant tout le siècle des Lumières et, avec elle, sa pratique et son langage. Les articles et planches de l'*Encyclopédie* témoignent de cette évolution.

Les quatre planches suivantes présentent une liste des éléments chimiques et leurs symboles associés. Viennent ensuite seize planches détaillant différents outils nécessaires à la pratique de la chimie (fourneaux à distillation, fourneaux à sublimation, balances, etc.) puis deux planches illustrant

la cristallisation de plusieurs sels (voir p.2). Là encore, ces planches et leur légende nous éclairent sur le vocabulaire de la chimie au temps des Lumières : ainsi un élément chimique connu aujourd'hui des élèves sous le nom de sulfate de cuivre est nommé « vitriol bleu » par les encyclopédistes. Enfin, la dernière de cet ensemble de planches présente le travail de la pierre philosophale.

Contextualisation

Le XVIII^e siècle est marqué par l'émancipation progressive de la chimie. La représentation de cette science dans *L'Encyclopédie* de Diderot et D'Alembert témoigne de ces avancées.

La majeure partie des articles se rapportant à cette discipline est l'œuvre de Gabriel-François Venel (1723-1775) qui collabore à l'entreprise encyclopédique dès 1752-1753. Il succède ainsi à Paul-Jacques Malouin, qui traite des articles sur la chimie dans les premiers volumes. On lui doit notamment l'article « Alchimie », où il lie encore fortement la chimie à l'alchimie.

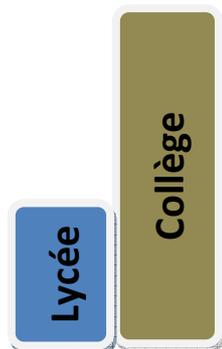
Ce changement de collaborateur est représentatif de l'évolution de cette science et des débats qui l'animent. Futur professeur de Lavoisier, Venel entend faire de la chimie une science moderne et autonome, s'émancipant de l'ancienne alchimie mais également de la tutelle de la physique. Il s'agit, de la part de cet homme de science, d'un véritable parti pris en faveur d'une chimie reposant avant tout sur l'expérimentation. Dans l'article principal « Chimie » de *L'Encyclopédie* (tome III) il explique ainsi :

« Il est clair que la révolution qui placerait la *Chimie* dans le rang qu'elle mérite, qui la mettrait au moins à côté de la *Physique* calculée; que cette révolution, dis - je, ne peut être opérée que par un chimiste habile, enthousiaste, & [p. 410] hardi, qui se trouvant dans une position favorable, & profitant habilement de quelques circonstances heureuses, saurait réveiller l'attention des savants, d'abord par une ostentation bruyante, par un ton décidé & affirmatif, & ensuite par des raisons, si ses premières armes avoient entamé le préjugé. »

Gabriel-François Venel, article « Chimie », *Encyclopédie*, tome 3, 1753

Parmi les collaborateurs, le baron d'Holbach (1723 – 1789) rédige un grand nombre d'articles, principalement sur la minéralogie, mais également sur la chimie.

Pistes pédagogiques



- Introduction à la chimie : Objets et gestes du chimiste dans les planches de l'*Encyclopédie*.
- Histoire des Arts. Les planches « Chymie » de l'*Encyclopédie* : des gravures au service d'une culture scientifique et technique.
- Projet transdisciplinaire Histoire/Science : « De l'Alchimie à la Chimie : la naissance d'une nouvelle discipline à travers l'*Encyclopédie* ».

Bibliographie

- Rémi Franckowiak, « La chimie dans l'*Encyclopédie* : une branche tour à tour dépréciée, réévaluée et autonome », *Recherches sur Diderot et sur l'Encyclopédie*, numéro 40-41 *Les branches du savoir dans l'Encyclopédie*, [En ligne], mis en ligne le 01 octobre 2008. URL : <http://rde.revues.org/342>.

Webographie

<http://gfev.univ-tln.fr/H21/HistEpistemologie/Ecriture.html>

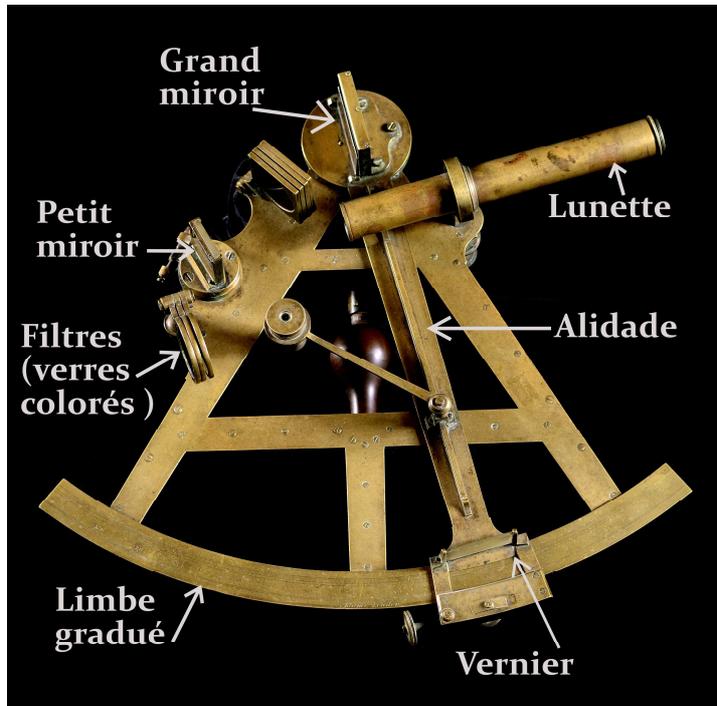
http://portail.atilf.fr/cgi-bin/getobject_?a.138:10./var/artfla/encyclopedie/textdata/IMAGE/

<http://books.openedition.org/pupo/1304?lang=fr>

<http://www.larecherche.fr/savoirs/autre/chimie-revolution-pouvoir-mots-01-06-1999-73952>

http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/rhs_0048-7996_1951_num_4_3_4341

Des instruments au service de la navigation



Description :

Le sextant de marine fut inventé au XVIII^e siècle. Il s'agit d'un instrument permettant de calculer une distance à partir d'un angle, aussi bien verticalement qu'horizontalement. Le sextant est notamment utilisé afin de déterminer la latitude par le calcul d'un angle entre l'horizon, le navire et un astre.

Le fonctionnement du sextant repose sur le principe de double réflexion. Grâce à un ensemble de deux miroirs, le

navigateur peut voir dans la lunette simultanément l'horizon et l'astre choisi en ajustant la branche mobile, nommée alidade. Le navigateur peut ensuite lire sur le bord gradué que l'on nomme le limbe, l'angle ainsi formé. En comparant ce résultat à une table de rapport, le navigateur peut déterminer sa latitude.

Vocabulaire :

Alidade : Branche mobile actionnant le miroir principal et permettant ainsi l'angle d'incidence et l'angle de réflexion.

Filtres : Pièces en verre de couleur, ils permettent d'atténuer la luminosité du soleil.

Limbe : Bord gradué en degrés permettant de déterminer l'angle formé entre l'astre, le navire et le point d'horizon. L'ampleur de la graduation varie selon les sextants.

Lunette : La lunette permet la visée en prenant la ligne d'horizon comme référence. Son objectif est constitué d'une lentille plus ou moins grossissante.

Grand miroir : Situé à l'extrémité supérieure de l'alidade, le grand miroir est mobile. Le reflet de l'astre est renvoyé du grand miroir au petit miroir.

Petit miroir : Le petit miroir est fixe et aligné sur la lunette. Il est généralement constitué d'une partie réfléchissante et d'une partie transparente. Ce dispositif permet de voir simultanément dans la lunette l'horizon et le reflet de l'astre sélectionné.

Vernier : réglette graduée et coulissante, permettant d'augmenter la précision de lecture sur le limbe.

Contextualisation

Le XVIII^e siècle est marqué par une véritable soif de découverte du monde. Les Occidentaux, désireux de partir à la conquête de terres encore inconnues, multiplient les grandes expéditions maritimes que l'on nomme circumnavigations.

Sous le commandement de grands navigateurs tels que les Anglais Anson, Bligh, Cook, Wallis, les Français Baudin, Bougainville, Bruny d'Entrecasteaux, La Pérouse ou Surville ou le Russe Krusenstern ces grandes expéditions parcourent les mers et les océans pour repousser les limites de l'inconnu. De nouvelles contrées sont explorées : ainsi Bougainville et Cook relatent la découverte des îles de la Société, notamment de celle de Tahiti. Ces rencontres avec d'autres cultures interrogent les Occidentaux sur leur place dans le monde. Les sciences bénéficient également des nombreux apports de ces voyages. Les grands navigateurs embarquent naturalistes, géographes, astronomes... dont les observations permettent aux sciences de se développer.

Ces longs périple autour du globe sont rendus possible grâce à de nouveaux instruments de navigation : sextants et chronomètres de marine, permettent désormais de déterminer avec précision la longitude, jusque là incalculable. Le XVIII^e siècle est marqué par des progrès considérables dans le domaine de calcul des distances. Inventé par John Hadley en 1731, le sextant est un instrument de navigation qui témoigne de ces avancées.

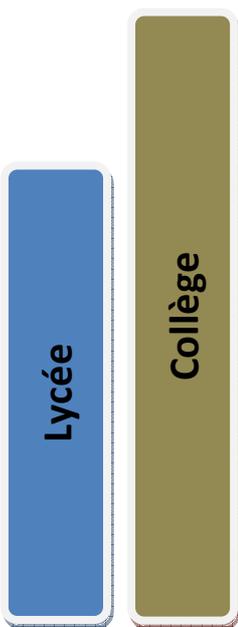
Autre instrument déterminant dans l'essor de la navigation, le chronomètre de marine fut aussi déterminant dans l'essor de la navigation. Durant des siècles, la longitude ne put être calculée avec précision. Les marins devaient déterminer leur position en observant les mouvements de la Lune par rapport aux étoiles, après des calculs complexes. C'est ce qu'on nomme la méthode des distances lunaires.

L'horloger anglais John Harrison travailla à l'élaboration du chronomètre de marine dès les années 1730 et produisit près de trente ans plus tard une montre de marine, dénommée H4 car elle était la quatrième version du prototype inventé par Harrison. Elle était dorénavant suffisamment précise pour permettre de déterminer la longitude.

Horloge de très haute précision, le chronomètre permettait de garder à bord du navire une heure de référence, et ce durant toute la traversée. Il suffisait ensuite de calculer l'heure locale grâce au soleil puis de déterminer la différence entre ces deux heures pour permettre de donner la longitude sur laquelle voguait le navire.

L'une des missions officielles de James Cook, lorsqu'il entreprit son deuxième voyage autour du monde en 1772, fut de vérifier l'efficacité du chronomètre de marine. Le navigateur partit avec quatre prototypes à son bord et se montra très enthousiaste quant à leur utilisation en mer.

Pistes pédagogiques



- Projets transdisciplinaires géographie/mathématiques/physique : étude des grands repères terrestres, calcul d'angles pour calculer une position en latitude, initiation à l'astronomie ...
- Projet transdisciplinaire histoire/lettres/mathématiques : réalisation d'un carnet de voyage. Proposition d'atelier à la Maison des Lumières Denis Diderot.
- PIIODMEP (Parcours Individuel d'Information, d'Orientation et de Découverte du Monde Economique et Professionnel-Rentrée 2015) : les métiers des mathématiques (géomètre, capitaine de navire, architecte,...). Se référer aux propositions de l'association « Animaths » : http://www.animath.fr/IMG/pdf/dossier_maths_ca_sert.pdf . Vous trouverez sur ce document la démarche et des exemples d'interventions de professionnels, des supports de réflexion pour les élèves...

Bibliographie

- *La navigation astronomique et calculatrices programmables*, Philippe POSTH, Éditions DENEUB, 1997.
- « La navigation au XVIII^e siècle », in *James Cook et la Découverte du Pacifique*, catalogue de l'exposition du même nom, Éditions Imprimerie Nationale, 2010-2011.

Webographie

- <http://www.planetarium-provence.com/utilisation-sextant.pdf>
- <http://olravet.fr/NAVASTRO/LeserreursLesextant.htm>

L'astronomie au XVIII^e siècle.



Planétaire d'après de système de Copernic, atelier Fortin, vers 1775.

Description

La structure du planétaire est constituée de différents éléments. Une base circulaire de bois peint, de laquelle part un axe central, se divise en quatre bras décorés de fleurs rouges et or sur fond noir. Ces bras supportent la table d'horizon qui comporte la représentation des douze signes du zodiaque, chacun associé à un mois de l'année.

De l'axe central, un mécanisme de trois roues dentées en carton anime les corps célestes : le Soleil ainsi que six planètes (Mercure, Vénus, Terre, Mars, Jupiter et Saturne) et la Lune, satellite de la Terre. Le système solaire est ici représenté tel qu'il est connu au XVIII^e siècle. En effet,

Uranus et Neptune manquent puisqu'elles ne seront découvertes respectivement qu'en 1781 et 1846.

La manivelle permet d'actionner un mécanisme constitué de six roues dentées dissimulé dans le socle. Le système de roues dentées permet de faire tourner les planètes autour du Soleil. La Terre, seule planète représentée sous sa forme d'une sphère, tourne également sur elle-même accompagnée de son satellite, la Lune. Les échelles entre les corps célestes ne sont pas respectées, notamment entre la Terre et le Soleil.

Contextualisation

Ce planétaire fut construit vers 1775 dans un atelier parisien spécialisé dans la fabrication de globes et de « mécaniques célestes ».

Les planétaires sont des maquettes permettant d'illustrer la rotation des planètes autour du soleil, c'est-à-dire le système solaire tel qu'il a été défini par Nicolas Copernic : cet astronome polonais avait décrit la rotation des planètes autour du Soleil en 1543, dans son ouvrage intitulé *Revolutionibus orbium coelestium*. Rompant avec le système géocentrique, ce nouveau système a entraîné une révolution intellectuelle, la « révolution copernicienne », qui, au-delà de l'astronomie, a eu des conséquences sur le plan philosophique et religieux.

Cette conception héliocentrique ne fut acceptée dans la société savante qu'à la fin du XVII^e siècle, notamment grâce à Newton (1643-1727) dont les théories se propagèrent lentement dans la première moitié du XVIII^e siècle. Voltaire puis Mme du Châtelet, qui traduisit en français les *Philosophiae Naturalis principia mathematica* en 1756, les ont rendues accessibles au public français. L'Eglise, quant à elle, reconnaît officiellement l'héliocentrisme sous l'autorité du pape Benoît XIV (1675-1758).

Le XVIII^e siècle s'est passionné pour l'astronomie. Les observatoires (dont celui de Paris, fondé en 1667) développèrent leurs activités, notamment grâce à des instruments de plus en plus performants : lunettes et télescopes, sextants, micromètres et chronomètres ... L'heure est à l'échange d'informations et à la coopération internationale. Par exemple, en 1751, une équipe internationale observe la planète Mars depuis plusieurs postes d'observation : Le Cap (Nicolas-Louis de La Caille), Berlin (Jérôme de Lalande), Paris (C-F Cassini), Bologne (Eustachio Zanotti), Greenwich (James Bradley) et Stockholm (P-W Wargentin).



D'autres expéditions cherchent à vérifier les affirmations de Newton : c'est le cas des expéditions menées au Pérou par La Condamine et Bouguer et en Laponie par Maupertuis et Clairault dans le but de mesurer les méridiens. Ils démontrent ainsi que la Terre est bien aplatie aux pôles.

C'est donc dans ce contexte que se multiplient les planétaires et ils participent à la diffusion de la révolution copernicienne, en premier lieu auprès d'un public fortuné et instruit. Ces maquettes animées ont donc un but didactique et démonstratif. Le planétaire permet de montrer le mouvement des planètes autour du soleil ainsi que le mouvement de la Lune autour de la Terre. Il permet de

présenter les cycles de révolution annuelle et journalière et d'expliquer l'alternance du jour et de la nuit, les saisons, les phases de la Lune, le mouvement des marées, les éclipses...

Pistes pédagogiques

Lycée

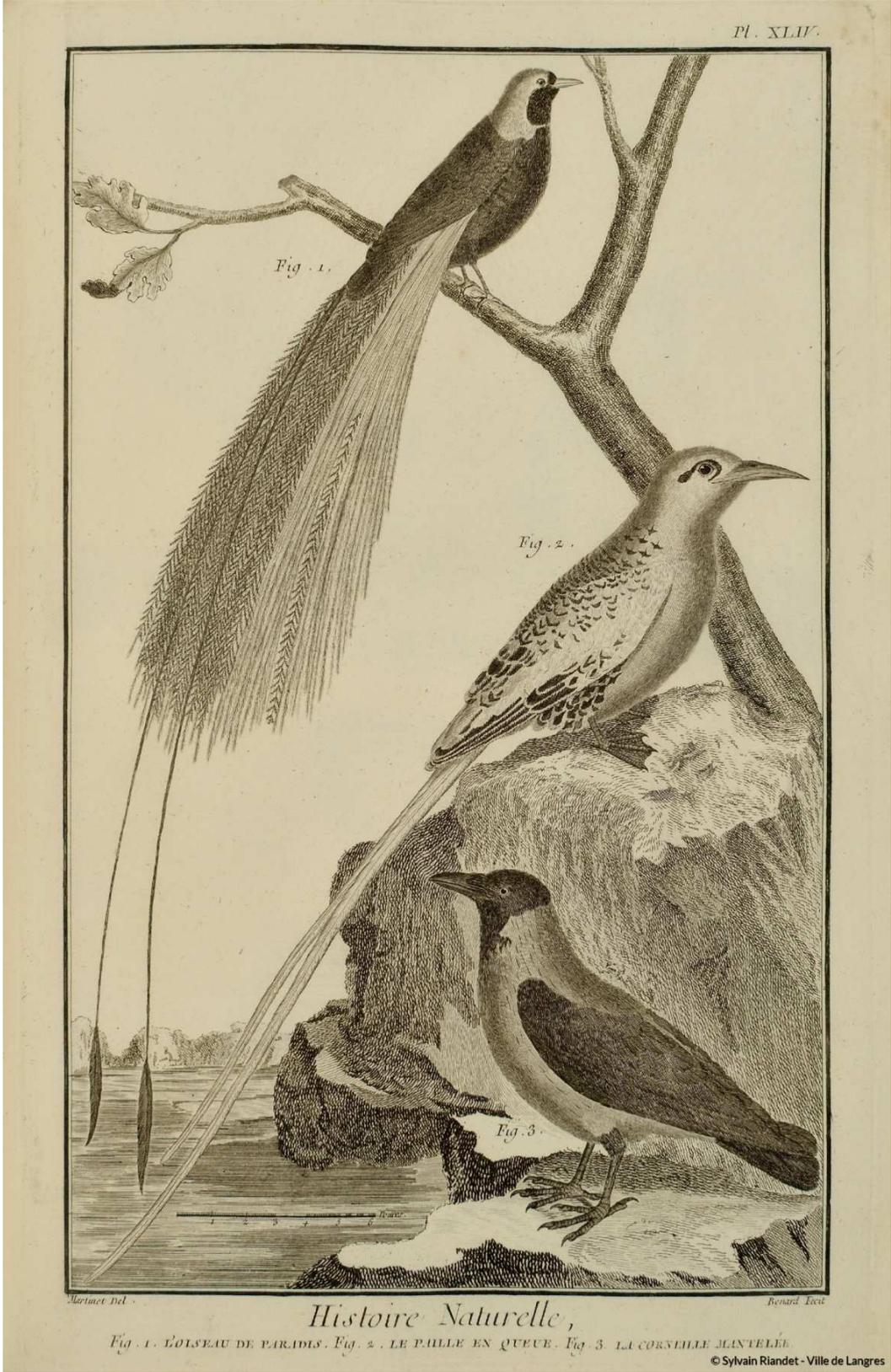
Collège

- **Introduction à l'étude des mouvements relatifs** : Du géocentrisme à l'héliocentrisme. Cette dernière théorie a longtemps fait controverse : comment la prouver alors que les observateurs ne perçoivent pas les mouvements de la Terre, alors que l'on voit le soleil tourner ...
- **Histoire des Arts** : « Arts, sciences et techniques ». Le planétaire, un objet en lien avec de grandes découvertes scientifiques, révélateur de l'évolution de la pensée.
- **TPE Histoire/Physique** : « *Avancées scientifiques et réalisations techniques* ».

Bibliographie/ Webographie

- *L'astronomie au XVIII^e siècle*, Georges Viard, dans *L'Encyclopédie entre Arts et Sciences*, musée d'art et d'histoire de Langres, 2001
- <http://scolaires.cite-espace.com/> : La cité de l'espace à Toulouse.
- http://scolaires.cite-espace.com/uploads/resources/presentation-atelier-astronomie-1_document.pdf : des expériences en astronomie (classes cycle 3 jusqu'en 5^{ème}).
- <http://www.sciencesalecole.org/astro-a-lecole/fiches-pedagogiques#systeme> : des fiches d'activités pour des cours d'astronomie de l'école au lycée.
- <http://www.fsg.ulaval.ca/opus/physique534/complements/geocent.shtml> : des outils utiles pour l'enseignement de la Physique.
- http://media4.obspm.fr/public/AMC/pages_ha/introduction-ha.html : une histoire de l'astronomie présentant des fiches détaillées pour chaque période et pour chaque scientifique.
- <http://aim.obspm.fr/Astro/Rastro/TP/TP.html> : quelques travaux pratiques en astronomie niveaux école/collège/lycée.
- <http://www.intellego.fr/soutien-scolaire-2nde/aide-scolaire-physique/video-26-physique-choix-du-referentiel-le-mouvement-est-relatif--pere-noel-immobile-ou-en-mouvement/27481> : sur le choix du référentiel dans l'étude du mouvement.
- <http://ac-nice.fr/physique/doc/lycee/sim/Mouvements.doc> : étude du mouvement relatif de 2 planètes.

Les sciences naturelles au XVIII^e siècle.



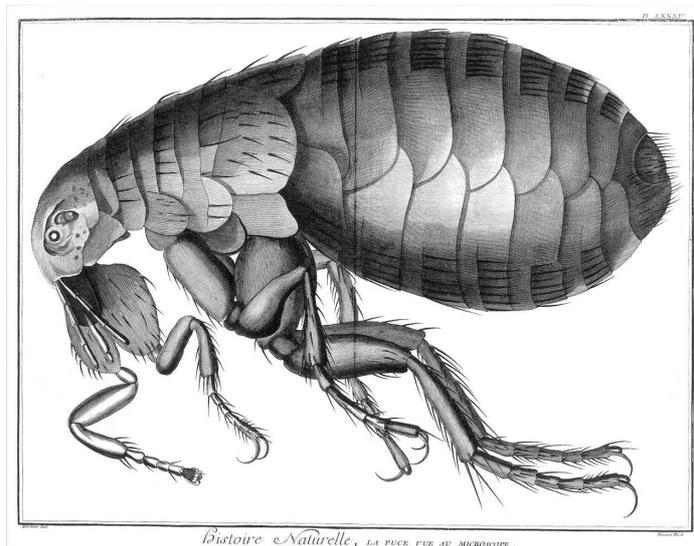
Encyclopédie, Diderot et D'Alembert, sixième volume de planches, 1768.

Description

L'histoire naturelle est une discipline en plein essor au siècle des Lumières. Elle est par conséquent largement représentée dans l'*Encyclopédie*, avec près de 3500 articles. Tous les règnes, minéral, végétal et animal sont traités et les articles sont complétés par de nombreuses illustrations. Beaucoup de textes sont dus au naturaliste Louis Jean-Marie Daubenton mais certains sont également de Louis de Jaucourt qui livre des articles sur la botanique et la zoologie exotiques. D'autres auteurs interviennent ponctuellement : D'Alembert parle des baleines, le baron d'Holbach de l'ébène. De nombreux articles restent anonymes.

En 1768, le sixième volume des planches complète l'information avec des représentations de spécimens des trois règnes, l'animal, le végétal et le minéral. La majorité des planches d'histoire naturelle ne sont pas originales. Certaines sources peuvent être anciennes, comme la *Micrographia*

de l'anglais Robert Hooke, publiée en 1665, pour le pou et la puce vus au microscope.



D'autres sources sont plus récentes, comme l'*Histoire naturelle* du comte de Buffon pour les quadrupèdes ou l'*Ornithologie* de Mathurin Jacques Brisson pour les oiseaux. L'*Encyclopédie* compte 207 articles consacrés à l'ornithologie, complétés par 22

planches présentant 87 espèces, mais il ne s'agit que d'un aperçu d'une diversité bien plus grande, comme le montre l'illustration précédente où sont représentées trois espèces : l'oiseau de paradis (fig.1), le paille en queue (fig.2) et la corneille mantelée (fig.3). Originaires de régions géographiques différentes, ces trois espèces sont représentées ici avec un grand souci de réalisme par l'illustrateur François-Nicolas Martinet. L'image est structurée par le cadre et l'intitulé, les éléments tels que la branche et la roche, permettant d'inscrire les espèces dans leur environnement et une échelle de mesure en pouces donne l'ordre de grandeur.

La minéralogie est représentée avec des fossiles, des échantillons de roches ou des phénomènes géologiques comme l'« *Eruption du Vésuve en 1754* ».

Contextualisation :

Carl von Linné et la classification des espèces au XVIII^e siècle.

Au XVIII^e siècle, les scientifiques et les philosophes cherchent à rendre accessibles et compréhensibles les savoirs au plus grand nombre. Dans le domaine des sciences, cela se traduit par une volonté d'organiser les connaissances. Les nouvelles observations et l'enrichissement constant de la discipline nécessitent d'être classé et hiérarchisé. Les savants des Lumières décrivent des phénomènes géologiques et découvrent la diversité du monde vivant.

En 1735, le naturaliste suédois Carl von Linné publie son *Systema naturae*, dans lequel il définit un système de classification des espèces. Il se questionne notamment sur la manière dont on peut les répertorier suivant leurs propriétés morphologiques. Avec la planche « *Distribution méthodique des Oiseaux par le Bec et par les Pattes* », l'*Encyclopédie* fait indirectement écho à cette nouvelle méthode de classification.

Linné met également en place un système de désignation des êtres selon deux mots latins (un nom suivi d'un adjectif), désignant respectivement le genre puis l'espèce. En 1758, il crée le nom *Homo sapiens* pour désigner l'Homme. À une époque où se multiplient expéditions et découvertes, ce système permet l'échange des connaissances sur la base de nomenclatures communes, sans confusion.

Autre figure emblématique de l'histoire des sciences, le comte de Buffon rédige à partir de 1749 une *Histoire naturelle* présentant l'ensemble des informations relatives aux trois règnes, minéral, végétal, animal. Les 36 volumes écrits avant sa mort constituent, avec l'*Encyclopédie*, l'une des plus importantes publications du siècle. Si Buffon ne retient pas la classification linnéenne, il définit l'espèce comme unité de base, formée de la réunion d'individus semblables et pouvant se reproduire entre eux. Se basant sur l'étude des sols et des fossiles, il s'écarte du modèle biblique et pense que la Terre a une très longue histoire.

Décrivant les espèces, il parle de leurs habitats et de leurs modes de vie. Plusieurs notions développées ouvrent la voie à la biologie et même à l'écologie.

Le goût de l'histoire naturelle

Au XVIII^e siècle, dans toute l'Europe, le goût est aux études d'histoire naturelle. Au-delà des savants, ce phénomène concerne également les milieux cultivés. Dans *Le Spectacle de la Nature*, l'abbé Noël-Antoine Pluche (1688-1761) résume la situation : « *Bien des personnes regardent l'histoire naturelle comme un moyen propre à leur orner l'esprit. D'autres s'y appliquent pour prendre part aux disputes des savants ; quelques-uns pour former un cabinet ; la plupart pour se procurer un délassement après*

des occupations pénibles ». Pour beaucoup, ces études prennent donc la forme de ce que l'on appellerait aujourd'hui un loisir. Ce goût explique le succès des ouvrages de vulgarisation comme celui de l'abbé Pluche. Des travaux plus savants, dont *l'Histoire naturelle* de Buffon, sont aussi édités puis réédités pour satisfaire à la demande. L'Angleterre est, avec la France, le principal foyer de cette activité d'édition. Les traducteurs sont nombreux, à l'exemple du comte de Buffon (1707-1788) pour *La Statique des végétaux* de Stephen Hales (1677-1761).

Herboriser et collectionner

Les amateurs apprécient le contact de la nature et récoltent des échantillons pour les classer selon les nouvelles méthodes fournies par les naturalistes. On herborise à deux pas de chez soi : les plantes sont réunies dans les herbiers et accompagnées de leur nom latin que l'on aura eu plaisir à trouver dans les livres. Dans des cabinets sont rassemblés des exemples communs ou curieux d'animaux locaux ou exotiques. La constitution d'une collection de minéraux, d'oiseaux ou de « coquilles » est un signe d'érudition mais aussi de position sociale.

Pistes pédagogiques



- Réalisation d'un herbier dans la cour du musée : un atelier encadré par les chargés des publics autour des classifications végétales.
- Histoire des Arts : « Arts, créations, cultures ». Regards croisés de la culture scientifique et de la culture artistique autour des planches d'Histoire Naturelle de *l'Encyclopédie*.
- Projet transdisciplinaire SVT/Histoire/Philosophie : « Une histoire de la pensée de l'évolution. Avant Darwin. »
- TPE « Avancées scientifiques et réalisations techniques » : l'exploration de l'infiniment petit.

Bibliographie

- Bruno Alexandre, *Le microscope et la théorie cellulaire*, in *Sciences, Techniques et Encyclopédies*, cahiers Diderot n°5, actes du colloque de Mortagne-au-Perche, 1992
- Pietro Corsi, *Décrire ou classer, Taxinomies au XVIII^e siècle*, in *Tous les savoirs du monde*, 1996

Webographie

- http://portail.atilf.fr/cgi-bin/getobject_?a.141:17./var/artfla/encyclopedie/textdata/IMAGE/
- Nombreuses informations et ressources sur le site du Muséum National d'Histoire Naturelle dont une animation Flash sur l'histoire des théories de l'évolution.
<http://edu.mnhn.fr/mod/page/view.php?id=289>
- sur l'évolution des espèces :
<http://crdp.acbordeaux.fr/sciences/reformeLyc/svt/precenseurs.pdf>. « Avant que les espèces ne se transforment... les précurseurs français : Buffon, Cuvier, Geoffroy de Saint-Hilaire. »

Informations pratiques:

Maison des Lumières Denis Diderot

1 place Pierre Burelle 52 200 Langres

03 25 86 86 40

Musée d'Art et d'Histoire

Place du Centenaire 52 200 Langres

musees@langres.fr

03 25 86 86 86

www.musees-langres.fr

Tarifs des activités pour les scolaires :

- Visite guidée : 2 € par élève. Gratuit pour les accompagnateurs.
- Atelier : 3 € par élève. Gratuit pour les accompagnateurs.
- Visite guidée + un atelier : 4 € par élève. Gratuit pour les accompagnateurs.

Renseignements et réservations auprès des chargés des publics Laetitia MIGUERES et Thomas MENDUNI et professeurs-relais Charlotte MARTINOT et Christine LECOMTE-GILLOT : musees@langres.fr

Les contenus de ce dossier sont la propriété intellectuelle des Musées de la Ville de Langres.

Crédits photographiques :

© Sylvain Riandet / Ville de Langres à l'exception de *Les Sauvages de la mer Pacifique*, © Alain Basset / Musée des Beaux-arts de Lyon

