

# EXERCICE : HOMMES ET FEMMES DE SCIENCE

## PRESENTATION

**Objectifs** : découvrir l'essor des sciences, ses acteurs, ses facteurs, ses méthodes. S'exercer à l'expression orale.

**Outils proposés** : un corpus de fiches complémentaires présente des savant-e-s du 18<sup>ème</sup> siècle, leur fonctionnement en réseau, leurs origines sociales, le rôle qu'y tiennent deux femmes, les limites de la place qui leur est reconnue. On pourra les utiliser dans un travail de groupe, avec mise en commun et construction d'une trace écrite. Par exemple un schéma heuristique à compléter dans une phase d'écoute active, comme exercice de prise de notes...

**Compétences mises en œuvre** : prélever et hiérarchiser des informations ; présenter à l'oral un exposé construit en utilisant le vocabulaire spécifique ; prendre part à une production collective.

**Intérêt des exemples proposés** : focaliser sur ce moment de l'histoire des sciences permet de présenter un réseau de scientifiques, et de dépasser la figure du « héros des sciences » tel Newton. Le réseau de savants présenté ici comprend des femmes.

**Deux exemples de femmes de science** : Emilie du Chatelet et Marie Anne Lavoisier sont deux rares exemples de femmes de science relativement bien documentées.

Emilie du Chatelet est célèbre mais a souvent été présentée sous un jour qui n'échappe pas aux stéréotypes de genre : traductrice de Newton, passeuse, vulgarisatrice, frivole maîtresse de Voltaire. Or, il faut insister sur sa carrière propre et indépendante de scientifique. Après une jeunesse à la cour, et dans le monde, elle s'émancipe de Voltaire et se spécialise dans le perfectionnement des thèses de Newton. Elle fait la synthèse avec les intuitions de Leibnitz, qu'elle démontre, participe à des polémiques entre savants, réfute le secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences dans la « querelle des forces vives ». Pour prendre un exemple connu des élèves, l'énergie cinétique étudiée en troisième en physique, c'est la marquise du Chatelet qui prouve par l'expérience que l'énergie cinétique est proportionnelle à la masse multipliée par le carré de la vitesse. Leibnitz l'avait formulé théoriquement. Newton croyait l'énergie cinétique proportionnelle à la vitesse. C'est une passionnée : enceinte à 42 ans, redoutant l'accouchement qui lui sera fatal, elle se consacre sans épargner sa santé à achever son œuvre sur Newton.

Emilie du Châtelet et Marie Anne Lavoisier illustrent aussi les limites de la place laissée aux femmes. Elles sont exceptionnelles. Madame du Chatelet vit dans une élite sociale restreinte et une époque où la maternité et le mariage peuvent la laisser libre. Mais sa carrière scientifique est courte, entre une jeunesse mondaine et un décès prématuré. Le couple Lavoisier n'a pas d'enfant. Marie Anne n'est cependant qu'une collaboratrice de son mari, brillante mais subordonnée. Cas classique, c'est dans son veuvage qu'elle acquiert liberté et autonomie, continue à fréquenter les physiciens, se remarie, divorce. Mais elle se consacre surtout à faire valoir la mémoire de son premier mari.

Enfin, ces deux femmes ne sont pas féministes. Emilie du Châtelet s'intègre dans un cercle masculin, mais dédie ses « Institutions de physique » à son fils et fait donner à ses filles une éducation tout à fait conforme aux usages du temps.

## QUESTIONS ET DOCUMENTS POUR LES ELEVES

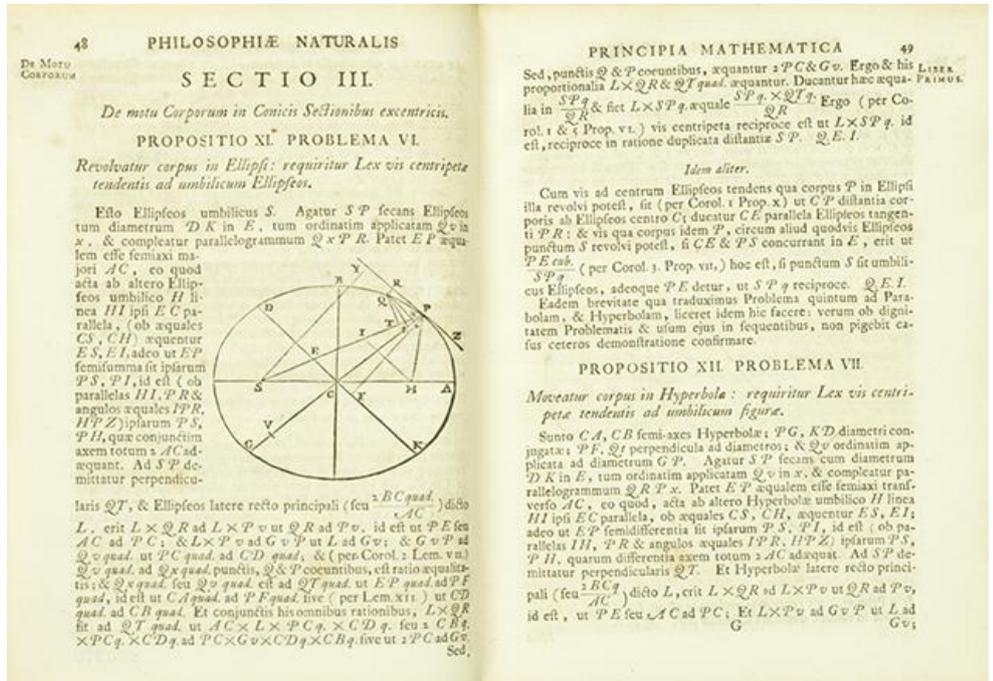
1. Qu'est-ce qu'être « newtonien » ?
2. En quoi tous ces savants sont-ils complémentaires ?
3. Comment les savants démontrent-ils leurs théories ?
4. Comment disparaît la fausse théorie du phlogistique ?
5. Comment devient-on un savant au 18<sup>ème</sup> siècle ?
6. Comment devient-on une savante au 18<sup>ème</sup> siècle ?
7. Par quelles circonstances extraordinaires Emilie du Chatelet est-elle devenue une savante ?

# Qu'est-ce qu'être « newtonien » ?

En Angleterre, au début du 18<sup>ème</sup> siècle, **Isaac Newton**, a élaboré la théorie de la gravitation universelle selon laquelle les corps sont attirés par la Terre et les planètes sont attirées les unes vers les autres. Il démontre sa théorie par des calculs mathématiques. En France, beaucoup de savants rejettent le Newtonisme car il remet en cause la description du « tourbillon des planètes » par **René Descartes**. La description de l'univers par Descartes est très cohérente et fondée sur des arguments qui paraissent très rationnels à l'époque et qui incluent le Créateur, c'est-à-dire Dieu. Les théories de Newton sont meilleures, mais il ne parvient pas entièrement à les démontrer. Pourtant sa méthode, fondée sur les calculs, pourra être poursuivie par d'autres mathématiciens après lui, qui prouveront qu'il a raison.

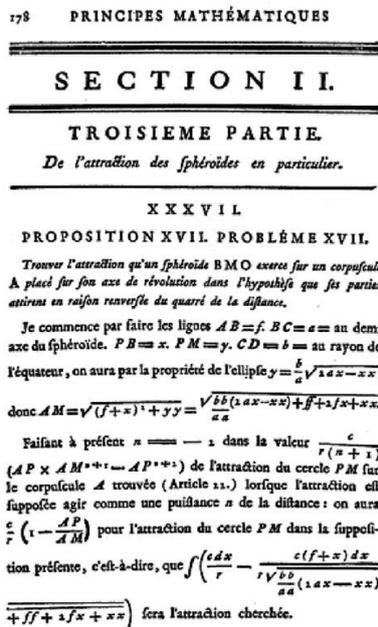
Pour les Newtoniens, la **physique est devenue inséparable des mathématiques**. Par exemple, l'académicien **Pierre de Maupertuis** présente pour la première fois aux Français les thèses de **Newton**, après un séjour en Angleterre. **La marquise Emilie du Chatelet** travaille pendant plusieurs années pour traduire en français son ouvrage. Elle actualise ses théories avec ses propres calculs et les derniers progrès de la recherche (*Newton avait écrit un livre très complexe, en latin*). Emilie du Chatelet, se fait aider par d'autres physiciens-mathématiciens : **Alexis Clairaut**, **Daniel Bernoulli**, **Pierre Simon de Laplace**. Son château de Cirey devient le centre du newtonisme en France !

En illustration : pages des Principia Mathematica de Newton (en latin)...



...et des Principes Mathématiques de Mme du Chatelet.

Question pour exploiter les illustrations : comment voit-on la méthode newtonienne sur ces pages ?



**DE LA PHILOSOPHIE NATURELLE. 179**

Pour intégrer cette quantité au lieu de  $\frac{bb}{aa} (1 - \frac{xx}{aa})$

$+ f^2 + 2fx + xx$ , j'écris  $f^2 + 1 (f + \frac{bb}{aa})x + (1 - \frac{bb}{aa})xx$ , & des 2 cas que renferme cette valeur dans la supposition de  $\frac{bb}{aa} > 0$  ou  $< 1$ , je choisis d'abord celui où  $\frac{bb}{aa} > 1$ , c'est-à-dire où  $b > a$ , ou, ce qui revient au même, celui où le sphéroïde est applati.

Premier Cas. Au lieu de  $\frac{bb}{aa} - 1$ , je mets  $\frac{gg}{aa}$  & la partie cédessus devient  $f^2 + 1 (f + \frac{bb}{aa})x - \frac{gg}{aa}xx$ , ou (en faisant  $f + \frac{bb}{aa} = h$ ),  $f^2 + 2hx - \frac{gg}{aa}xx$ .

Je fais ensuite  $\frac{ha^2}{gg} - xx = u$ , & cette quantité se change en  $\frac{gg}{aa} (\frac{aa}{gg} f^2 + \frac{h^2 a^4}{g^2} - uu)$  : de  $\frac{ha^2}{gg} - xx = u$  on tire  $-dx = du$ .

L'autre partie de la différentielle, savoir,  $f + x$  devient par les mêmes substitutions  $f + \frac{ha^2}{gg} - u$ , ce qui change la différentielle proposée en  $\frac{c}{r} \left( -du + \frac{a}{g} (f + \frac{ha^2}{gg} - u) du \right)$

que l'on voit aisément être en partie intégrable, & en partie réductible à un arc de cercle.

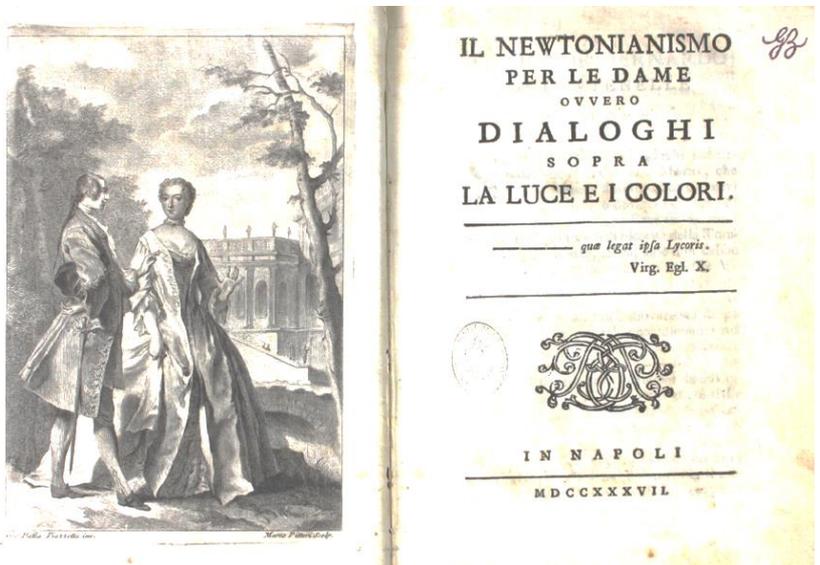
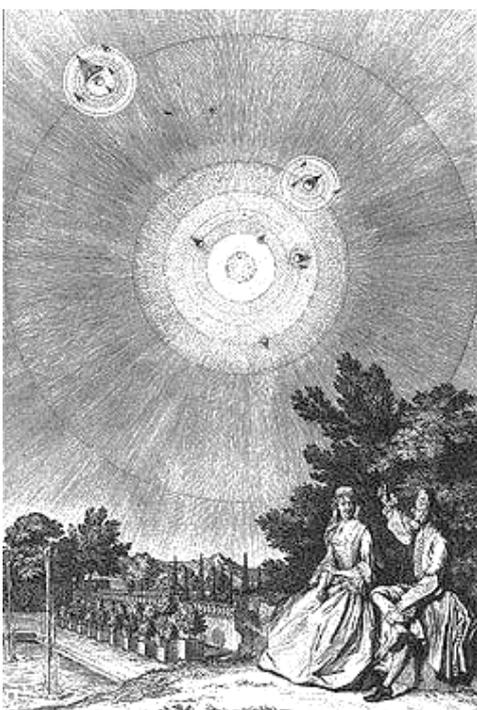
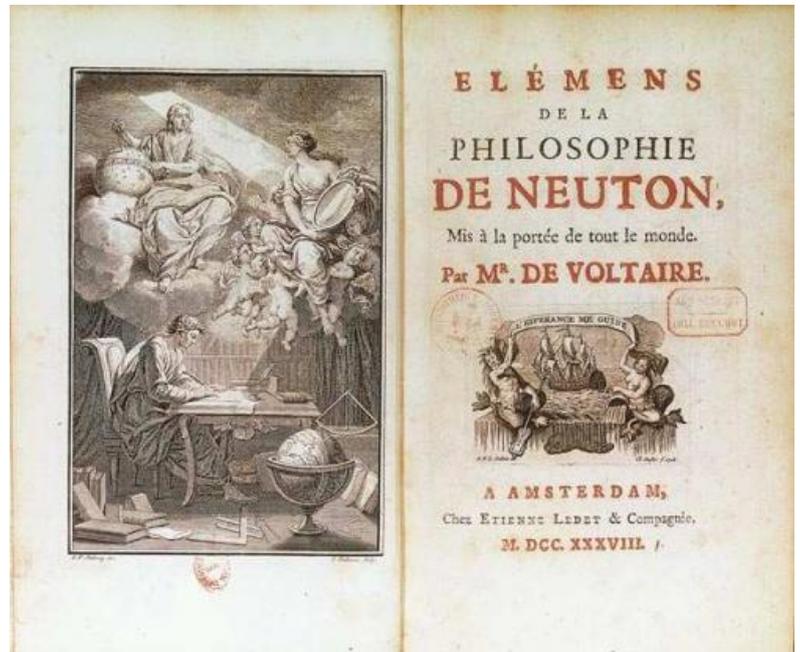
## En quoi tous ces savants sont-ils complémentaires ?

En Angleterre, au début du 18<sup>ème</sup> siècle, **Isaac Newton**, a élaboré la théorie de la gravitation universelle selon laquelle les corps sont attirés par la Terre et les planètes sont attirées les unes vers les autres. L'académicien **Pierre de Maupertuis** présente pour la première fois aux Français les thèses de **Newton**, après un séjour en Angleterre. **La marquise Emilie du Chatelet** travaille pendant plusieurs années pour traduire en français son ouvrage. Elle actualise ses théories avec ses propres calculs et les derniers progrès de la recherche. (*Newton avait écrit un livre très complexe, en latin*). Emilie du Chatelet, se fait aider par **Alexis Clairaut**, **Daniel Bernoulli**, **Pierre Simon de Laplace**. Son château de Cirey devient le centre du newtonisme en France !

Des passionnés écrivent aussi pour vulgariser la science nouvelle. Ainsi, **l'écrivain Voltaire**, « star » des philosophes du siècle des lumières, a passé un an et demi en Angleterre. Admiratif, il écrit un petit livre de physique, « **Éléments de la philosophie de Newton mis à la portée de tout le monde** ». Il invente même une anecdote amusante : un jour qu'Isaac Newton dormait dans un verger, une pomme lui tombe sur la tête. C'est en se demandant pourquoi la pomme est attirée par le sol qu'il aurait pris conscience de la gravité et de la force d'attraction des planètes ! L'italien Francesco Algarotti, fait de même pour son pays, avec « **il newtonianismo per le dame** ». Il est venu à Cirey demander conseil à Emilie du Chatelet. **La marquise du Chatelet, elle, écrit un manuel de physique destiné à son fils... et à tous les apprentis savants.**

En illustration : pages du manuel de vulgarisation de Voltaire et de celui d'Algarotti.

Questions pour exploiter les illustrations : à quel public s'adressent ces livres ? Comment le voit-on ?



# Comment les savants démontrent-ils leurs théories ?

En Angleterre, au début du 18<sup>ème</sup> siècle, **Isaac Newton**, a élaboré la théorie de la gravitation universelle selon laquelle les corps sont attirés par la Terre et les planètes sont attirées les unes vers les autres. Il démontre sa théorie par des calculs mathématiques. Il ne parvient pas entièrement à la démontrer mais d'autres mathématiciens après lui, qui prouveront qu'il a raison.

**Les Newtoniens français** ne font pas que des calculs et des débats à Cirey. Ils participent aussi aux travaux de l'Académie royale des sciences et font des expériences.

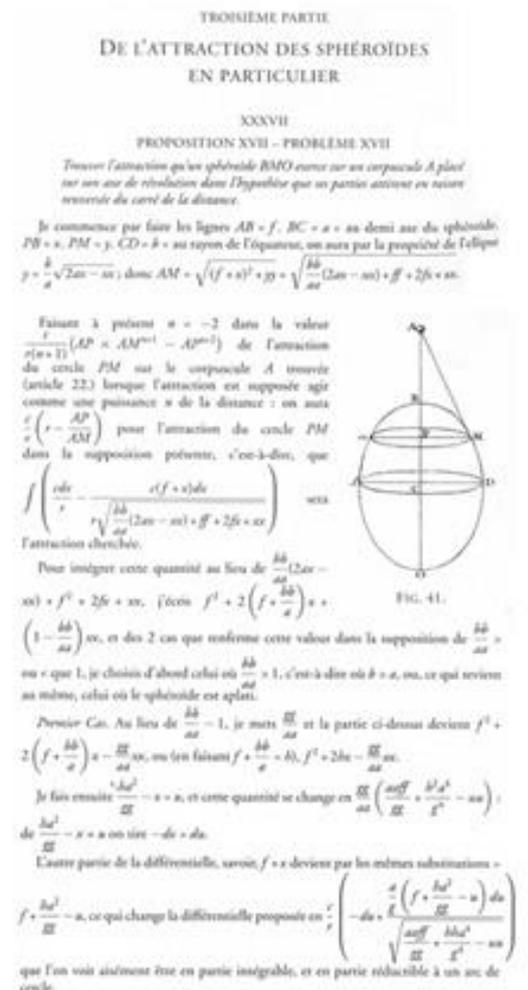
**L'Académie des sciences** a été fondée par Louis 14 pour réunir les plus grands savants du royaume et leur permettre de partager leurs recherches. Les académiciens reçoivent une pension du roi (un salaire). L'académie publie une revue et organise des concours scientifiques. En 1737, elle lance un concours sur un sujet qui nous étonne aujourd'hui, mais qui reste encore mystérieux à l'époque : qu'est-ce que le feu ? Les savants de l'antiquité croyaient que c'était une matière, comme l'eau, la terre, ou l'air. Mais on ne comprend pas comment il se propage.

**Voltaire** s'inscrit au concours. Il visite des forges pour observer le fer en fusion, et réalise des expériences. Il est riche et s'est fait aménager un laboratoire personnel à Cirey, chez la marquise du Chatelet. Il fait chauffer du fer au rouge jusqu'à ce qu'il s'enflamme et le pèse, avant et après. Les chimistes de l'époque pensent que le fer contient une part de « matière de feu », le **phlogistique**, qui se libère en brûlant. Si le fer est plus léger après avoir brûlé, c'est que le phlogistique s'est échappé, ce qui prouverait son existence. Malheureusement, Voltaire constate que le fer s'est alourdi ! Voltaire ne prouvera rien.

De nombreux autres savants proposent chacun leur théorie, comme **Emilie du Chatelet** elle-même. Elle écrit une dissertation de 139 pages sur le phlogistique... entièrement erronée, mais qui aura l'honneur d'être publiée par l'Académie (sans dévoiler son nom car l'Académie ne reçoit pas de femme !). La science progresse en tâtonnant...

En illustration : une page de démonstration dans l'ouvrage d'Emilie du Chatelet

Question pour exploiter l'illustration : **comment voit-on la méthode newtonienne sur ces pages ?**



## Comment disparaît la fausse théorie du phlogistique ?

Au milieu du 18<sup>ème</sup> siècle, les chimistes pensent que tous les matériaux contiennent une part de « matière de feu », le **phlogistique**, qui se libère en brûlant. Par exemple, un chimiste amateur fait chauffer du fer au rouge jusqu'à ce qu'il s'enflamme et le pèse, avant et après. Si le fer est plus léger après avoir brûlé, c'est que le phlogistique s'est échappé, ce qui prouverait son existence. Malheureusement, ce n'est pas le cas. Au contraire, le fer s'alourdit ! les savants n'y comprennent rien et inventent des théories farfelues. Certains soutiennent que le phlogistique a un poids négatif !

A la fin du 18<sup>ème</sup> siècle, **Antoine Lavoisier** travaille sur la chimie des gaz. C'est lui qui démontre que l'air est composé de plusieurs gaz, dont l'oxygène, le gaz carbonique et l'azote. C'est lui aussi qui explique le rôle de l'oxygène dans le feu. Il démontre que le phlogistique n'existe pas. Quand on fait brûler du fer, celui-ci absorbe de l'oxygène et libère du gaz carbonique, c'est pourquoi un morceau de fer est légèrement plus lourd après avoir été chauffé au rouge. Il trouve la réponse aux questions que Voltaire et Emilie du Chatelet se posaient un demi-siècle auparavant !

En illustration : une expérience de Lavoisier dans un manuel de physique-chimie



Consigne pour exploiter l'illustration : **décrivez et efforcez-vous d'expliquer l'expérience.**

## Comment devient-on un savant au 18<sup>ème</sup> siècle ?

**Antoine Lavoisier** est parisien, né dans la grande bourgeoisie. Il fréquente le collège Mazarin (*aujourd'hui Institut de France*), dont la faculté des sciences bénéficie d'une grande renommée. Il a des professeurs prestigieux, dont des **académiciens**. À 18 ans, il termine ses études secondaires ; à 21 sa licence de droit. Il lit les livres et les revues savantes qui se multiplient à l'époque. Tout l'intéresse : botanique, minéralogie, météorologie, médecine. Il mène des recherches personnelles et participe à des concours de l'**Académie royale des sciences**.

L'**Académie des sciences** a été fondée par Louis 14 pour réunir les plus grands savants du royaume et leur permettre de partager leurs recherches. Les académiciens reçoivent une pension du roi (un salaire). L'académie publie une revue et organise des concours scientifiques. Antoine obtient un prix, et devient l'assistant d'un académicien chimiste.

**A 25 ans, il lui faut pourtant trouver un métier.** Son père lui achète un poste de fermier général adjoint (= *collecteur d'impôts*). Cela lui procure des revenus confortables et lui laisse des loisirs. Il peut poursuivre ses recherches de chimie, et à 29 ans il devient lui-même académicien ! Toute sa vie il multiplie les expériences dans son laboratoire personnel. Il fait réaliser spécialement par des artisans le matériel dont il a besoin. Il échange par courrier avec de nombreux savants de toute l'Europe.

En illustration, le laboratoire d'Antoine Lavoisier, conservé au musée des Arts et Métiers à Paris



Question pour exploiter l'illustration : **quels instruments reconnaissez-vous dans ce matériel de laboratoire ?**

## Comment devient-on une savante au 18<sup>ème</sup> siècle ?

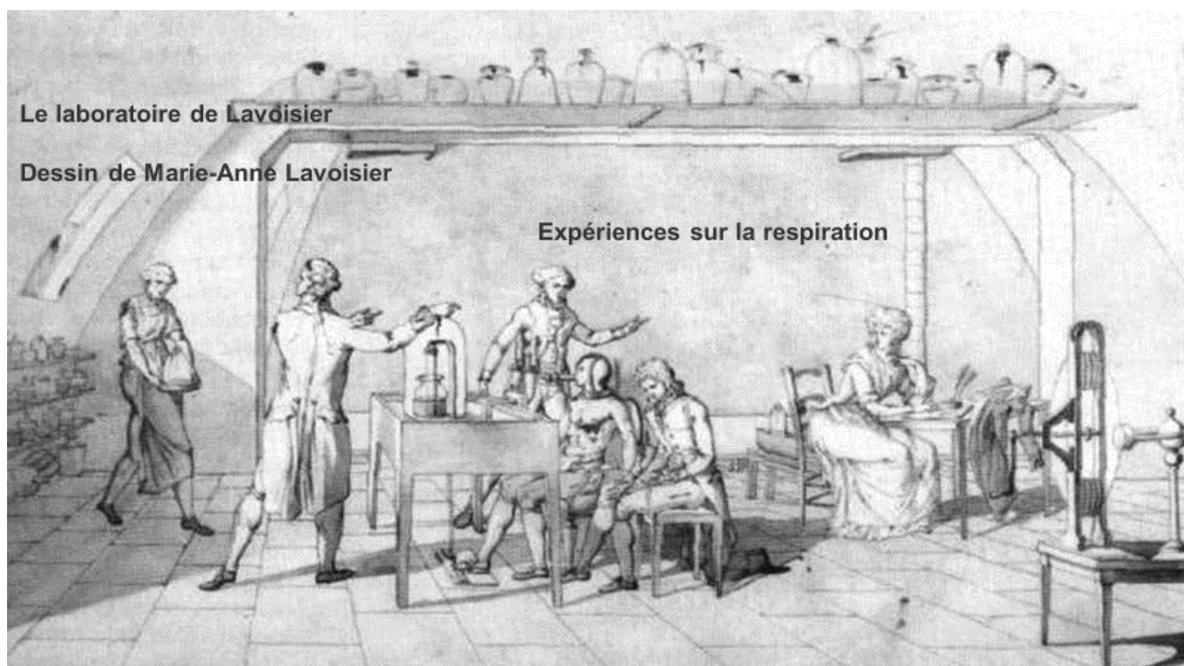
**Marie Anne Paulze** est issue de la grande bourgeoisie. Son père est directeur de la Compagnie française des Indes orientales, puis directeur général de la Ferme Générale. Orpheline de mère, elle est éduquée quelques années dans un couvent (*un monastère de religieuses, en ville*). L'éducation au couvent n'est pas du tout tournée vers les sciences : on apprend aux jeunes filles la religion et un peu de culture générale pour être capable de converser dans la haute société. Mais elle a du temps libre, et elle peut lire.

En 1771, son père choisit de la marier à Antoine Lavoisier, un brillant chimiste. Elle a 13 ans, lui 28. Le couple est stérile, de ce fait, Marie Anne a tout son temps libre pour aider Antoine dans ses recherches et cela la passionne rapidement. Elle participe **au travail et à la vie sociale d'Antoine**. Elle prend des cours particuliers de latin, d'anglais, d'italien et peut être d'allemand et devient sa **secrétaire**, sa **traductrice**, son **aide de laboratoire** et son **illustratrice**. Ses traductions d'ouvrages de chimie étrangers sont parfois publiées. Elle dessine le matériel de laboratoire illustrer le *Traité de Chimie* de Lavoisier. Elle accueille les invités d'Antoine et participe aux conversations savantes. Après la mort d'Antoine - *il est guillotiné pendant la Révolution* - elle consacrera le reste de sa vie à publier leurs recherches.

Illustrations : portrait des Epoux Lavoisier par Jacques-Louis David et dessin du laboratoire de Lavoisier par Marie Anne.

Questions pour exploiter les illustrations : **Quel rôle se donne Marie Anne Lavoisier dans son dessin ?**

**Quel rôle lui donne le peintre David dans ce tableau ?**



## Par quelles circonstances extraordinaires Emilie du Chatelet est-elle devenue une savante ?

**Émilie de Breteuil** naît dans la noblesse. Son père vit dans l'entourage de Louis 14 à Versailles. C'est un homme à l'esprit très ouvert pour l'époque. Chose extraordinaire, il choisit de donner la même éducation à Emilie qu'à ses deux frères aînés. Des **précepteurs** viennent à domicile leur enseigner le latin, les mathématiques, les langues étrangères, le cheval, la gymnastique, le théâtre, la danse, le chant. Emilie a un esprit très vif. Elle lit couramment l'allemand, l'anglais, le grec, le latin, les philosophes...

Son père a de nombreuses relations, il invite dans son « **salon littéraire** » des savants et des écrivains. Emilie peut y participer et profite ainsi de leçons scientifiques. A 18 ans, elle est mariée au marquis du Châtelet. Il a 30 ans. Il est colonel. Il a besoin d'argent. Emilie apporte une bonne dot. De son côté, elle reçoit le titre de marquise. Emilie aura trois enfants, mais ensuite, son mari la laissera libre de mener sa vie.

Emilie, marquise du Châtelet, se désintéresse de plus en plus de la cour de Versailles, et préfère fréquenter les savants de l'académie des sciences. En tant que femme, elle ne peut être reçue à l'Académie. Elle les invite dans son salon. Il lui est même arrivé de les rejoindre dans un café à la mode, habillée en homme ! Elle prend des leçons de mathématiques avec le physicien **Maupertuis**, dont elle devient la maîtresse quelques temps. En 1733, à 27 ans, elle rencontre **Voltaire**. Ils s'entendent à merveille, fréquentent ensemble l'Opéra, les théâtres, la cour... En 1735, Voltaire doit fuir Paris où il risque d'être arrêté pour ses écrits politiques. Emilie l'accueille dans le vieux château de son mari à Cirey, au fin fond du duché de Lorraine. Ils y vivront ensemble pendant quatre ans. **Voltaire fait construire un laboratoire de physique, elle rassemble une bibliothèque** de plusieurs centaines de livres, des télescopes et divers autres instruments. Ils reçoivent des savants, écrivent. Tous deux participent à un concours de l'Académie des sciences. Elle est la première femme à le faire et sa dissertation de 139 pages est publiée... mais de façon anonyme, car le concours n'était pas vraiment ouvert aux femmes ! Quand Voltaire la quitte, Emilie continue ses recherches de son côté, jusqu'à la fin de sa vie. Elle meurt à 42 ans des suites d'un dernier accouchement, d'un dernier amour avec un jeune poète.

Illustrations : portrait de la marquise du Chatelet par Maurice Quentin Latour

Questions pour exploiter les illustrations : **Dans quel rôle la marquise du Chatelet se fait - elle représenter dans ce tableau ?**

