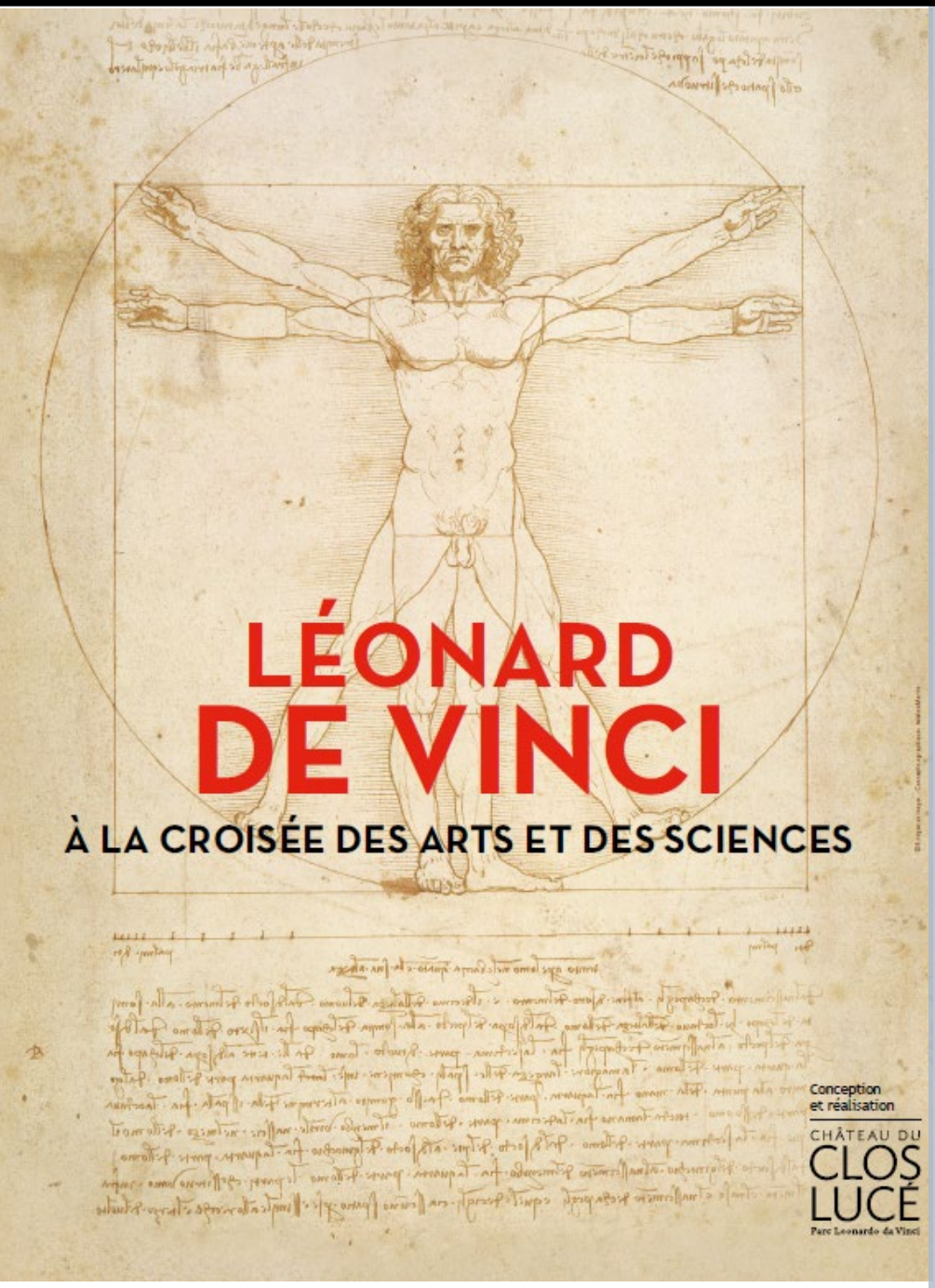
espace des sciences

ACADÉMIE DE RENNES
Liberté
Égalité
Fraternité

Exposition temporaire
du 1er avril 2025
au 31 août 2025

DOSSIER PÉDAGOGIQUE
Enseignants premier et second degré



Chloé LAMY et Didier THIEURMEL,
professeurs relais DRAEAC à
l'Espace des sciences de Rennes

Sommaire

L'exposition « Léonard de Vinci » à l'Espace des sciences, les contenus....2
Liens avec les programmes scolaires....5
Possibilités d'exploitations de l'exposition « Léonard de Vinci » (1er degré)....9
Possibilités d'exploitations de l'exposition « Léonard de Vinci » (2nd degré) 20
Pour conclure : l'Espace des sciences en pratique....30

L'exposition « Léonard de Vinci » à l'Espace des sciences, les contenus

Peintre, dessinateur, architecte et ingénieur, Léonard de Vinci incarne l'esprit de la Renaissance. Passionné de botanique, astronomie, anatomie, architecture et de géologie, ses œuvres se placent à la croisée des arts et des techniques. Ce qui était au départ de simples connaissances utiles pour sa peinture deviennent pour lui une fin en soi. En l'absence de formation universitaire, il apprend en observant la nature. Il rédige des traités scientifiques qui n'ont pas les codes attendus de son époque : plus didactiques et structurés, souvent accompagnés de dessins explicatifs.

Alors qu'il se présente avant tout comme un ingénieur, un inventeur ou encore un architecte, les écrits du XVIe siècles nous indiquent que Léonard de Vinci est principalement connu, de son vivant, pour ses peintures (source : BeauxArts, wikipédia). C'est à partir du XIXe siècle que les historiens perçoivent en lui une forme de génie de l'ingénierie. Au XXIe siècle, cette pensée est encore bien ancrée dans l'imaginaire populaire. Pourtant, dans les années 1980, l'originalité et la validité des recherches de Léonard de Vinci sont parfois remises en question. Par exemple, son esquisse du parachute (1485) serait une amélioration d'un schéma anonyme datant de 1470. De même, certains de ces croquis n'auraient pu fonctionner s'ils avaient été construits avec les matériaux de l'époque.

Léonard de Vinci s'inspire des autres, fait des erreurs, essaie… Il est curieux et ne met pas de barrière entre les disciplines.

L'exposition « Léonard de Vinci » permet de découvrir les différents champs d'activités de l'artiste polymathe. Entouré des reproductions de certaines de ses peintures, dessins et croquis, ainsi que des interprétations 3D de quelques-uns de ses dessins techniques, le visiteur est en immersion dans son univers et prend conscience de l'importance de l'observation de la nature dans l'œuvre de Léonard de Vinci. La visite de cette exposition est également l'occasion de prendre conscience de la manière dont Léonard de Vinci mêlait savoirs artistiques et techniques dans ses recherches.

L'exposition « Léonard de Vinci » s'organise autour de cinq axes, se mêlant les uns aux autres dans la salle, comme dans la tête de Léonard de Vinci :

- **Peinture**
- **Architecture et urbanisme.**
- **Ingénierie civile et militaire.**
- **Aéronautique.**
- **Anatomie.**

L'exposition LEONARD DE VINCI a été conçue, produite et réalisée par le château du Clos Lucé – parc Leonardo da Vinci.

Les objectifs pédagogiques :

- Découvrir le rôle de la nature et de l'observation dans les œuvres de Léonard de Vinci.
- Exercer un regard critique sur ses croquis et leur faisabilité avec les moyens de l'époque.
- Découvrir l'influence de l'œuvre de Léonard de Vinci sur notre époque.

Léonard de Vinci, peintre

Léonard de Vinci a peint peu de tableaux et en a fini un nombre restreint. Les élèves découvriront quatre de ses œuvres majeures : La Joconde, Saint Jérôme, La Vierge au rocher, La Dame à l'hermine.

Léonard de Vinci peignait sur du bois, et non sur de la toile, avec des peintures à base de jaune d'œuf. Créateur de la technique dite « sfumato », il superpose les couches de peintures de façon à créer des contours imprécis, donnant l'illusion de mouvement. Il se servait de ses observations de la nature pour rendre ses peintures plus vivantes et proches du réel.

Léonard de Vinci, architecte et urbaniste

Les élèves, en déambulant dans la salle, découvriront une grue construite d'après les dessins de Léonard de Vinci, une vidéo présentant le projet de ville idéale commandée par le roi François Ier pour la ville de Romorantin, deux médias abordant les notions de perspective et d'architecture spécifiques à la Renaissance, ainsi que deux maquettes présentant l'escalier à double hélice et les fortifications à la léonardienne.

La grue ne pouvant fonctionner en l'état, les élèves découvriront une particularité des dessins de Léonard de Vinci : nombre de ses schémas ne permettent pas de construire d'objets en état de fonctionner. Pour autant, il maitrisait les mécanismes et rouages, lui permettant notamment de créer des animaux articulés pour les fêtes du roi ou de la noblesse.

Dans son projet de ville idéale, Léonard de Vinci organise la ville de Romorantin de façon à ce que les eaux propres et usées ne se croisent pas, de plus les écuries étaient placées loin des cuisines. D'une manière générale, la règle est que ce qui est sale ne doit pas aller dans les quartiers résidentiels. Ce projet commandité par François Ier avait pour objectif de faire de Romorantin la nouvelle capitale de la France.

L'escalier à double hélice du château de Chambord est attribué à Léonard de Vinci, car Léonard de Vinci travaillait sur de nombreux projets pour François Ier à cette époque et que des dessins de ce type d'escalier ont été trouvé dans les pages d'un codex de Léonard de Vinci. Pour autant, le décès de Léonard de Vinci en 1519 est survenu juste avant le début du chantier de construction du château de Chambord. On peut ainsi supposer que Léonard de Vinci a imaginé cet escalier pour le château de Chambord mais on peut dire avec certitude qu'il n'a pas pu en être l'architecte.

Léonard de Vinci, ingénieur civil et militaire

Les élèves découvriront d'autres machines ou mécanismes imaginés par Léonard de Vinci et construits pour cette exposition. Ce projet de char d'assaut de forme circulaire est très innovant en tant que véhicule blindé et a jeté les bases des progrès réalisés dans le domaine des véhicules blindés (https://vinci-closluce.artips.fr/, www.leonardodavincisinventions.com/). Pour autant, les mécanismes ne permettent pas de déplacer le char, le rendant inutile sur le terrain. De plus, ce char ne pouvait pas être construit à l'époque de Léonard de Vinci puisqu'il aurait fallu des techniques non connues ou maitrisées à la Renaissance.

D'autres maquettes réparties dans la salle permettront aux élèves de découvrir d'autres idées innovantes de Léonard de Vinci. Ils pourront ainsi construire un pont tenant sans vis ni câble. Ils découvriront également des manipulations à base d'engrenages et de poulies. Notamment la came qui permet, grâce à des pièces cylindriques de rayon variable, la transformation d'un mouvement

circulaire en mouvement vertical. Les élèves comprendront, grâce aux manipulations avec des poulies, que la force nécessaire pour déplacer un poids est réduite par l'usage d'un ensemble de poulies (plus il y a de poulies, plus le poids est réduit). Ils pourront également manipuler la « vis sans fin », attribuée à Archimède pour aider les égyptiens à prélever l'eau du Nil et qui a été étudiée par Léonard de Vinci pour d'autres concepts dans l'aéronautique par exemple.

Léonard de Vinci et l'aéronautique

Léonard de Vinci est particulièrement fasciné par le mouvement, qu'il arrive d'ailleurs à retranscrire dans ses peintures grâce à la technique du sfumato et aux drapés. Pour mieux rendre le mouvement des fluides et de l'air dans ses peintures, il étudie les courants. Il observe également particulièrement l'orientation des ailes des oiseaux par rapport aux courants d'air. On a d'ailleurs retrouvé de nombreux dessins représentant méthodiquement la décomposition du mouvement des ailes des oiseaux en vol, dans son codex de 1505.

Pionnier du biomimétisme, il imagine dans les pages de ses carnets, des ailes mécaniques ou des machines volantes inspirées de ces observations. Porté par sa curiosité et son imagination, Léonard de Vinci explore de nouvelles possibilités sans sembler s'inquiéter que ces créations soient réalisables ou non.

Pour illustrer cette partie des travaux de Léonard de Vinci, les élèves découvriront les maquettes construites en taille réelle de la vis aérienne et de l'aile volante. Ils verront des vidéos en images de synthèse montrant des machines en train de voler, de la façon dont Léonard de Vinci l'aurait souhaité, en se basant sur les mécanismes représentés dans ses codex. Cependant, aucune de ces machines volantes n'aurait pu fonctionner avec les matériaux de l'époque, bien trop lourds.

Léonard de Vinci et l'anatomie

Les élèves découvriront également dans la salle d'exposition des reproductions de planches d'anatomie dessinées par Léonard de Vinci grâce à ses observations très précises du corps humain. Il est d'ailleurs le premier à avoir identifié les quatre cavités du cœur. Le milieu médical ne confirmera cette information que bien plus tard, entre 1550 et 1630.

Les dessins anatomiques de Léonard de Vinci sont fait couche par couche à la manière d'un IRM. Ses recherches anatomiques étaient apparemment faites dans le but d'identifier où se trouvait l'âme.

Les codex de Léonard de Vinci

De nombreuses pages des codex de Léonard de Vinci ont été numérisées et pourront être observées sur des écrans présents dans la salle d'exposition. Trois vitrines permettront également aux élèves d'en observer des reproductions sur papier.

Liens avec les programmes scolaires

Socle commun de connaissances, de compétences et de culture

Domaine 1 : Les langages pour penser et communiquer

L'élève utilise les principes du système de numération décimal et les langages formels (lettres, symboles...) propres aux mathématiques et aux disciplines scientifiques, notamment pour effectuer des calculs et modéliser des situations. Il lit des plans, se repère sur des cartes. Il produit et utilise des représentations d'objets, d'expériences, de phénomènes naturels tels que schémas, croquis, maquettes, patrons ou figures géométriques. Il lit, interprète, commente, produit des tableaux, des graphiques et des diagrammes organisant des données de natures diverses.

Domaine 3 : La formation de la personne et du citoyen

L'élève, en tant que futur citoyen apprend à exprimer ses émotions, respecter les autres, refuser la discrimination. Il respecte les opinions et la liberté d'autrui, identifie et rejette toute forme d'intimidation ou d'emprise. Apprenant à mettre à distance préjugés et stéréotypes, il est capable d'apprécier les personnes qui sont différentes de lui et de vivre avec elles. Il est capable aussi de faire preuve d'empathie et de bienveillance. L'élève est attentif à la portée de ses paroles et à la responsabilité de ses actes.

L'élève vérifie la validité d'une information et distingue ce qui est objectif et ce qui est subjectif. Il apprend à justifier ses choix et à confronter ses propres jugements avec ceux des autres. Il sait remettre en cause ses jugements initiaux après un débat argumenté, il distingue son intérêt particulier de l'intérêt général. Il met en application et respecte les grands principes républicains.

Domaine 4 : Les systèmes naturels et les systèmes techniques

« Questionner le monde » constitue l'enseignement privilégié pour formuler des questions, émettre des suppositions, imaginer des dispositifs d'exploration et proposer des réponses. Par l'observation fine du réel dans trois domaines, le vivant, la matière et les objets, la démarche d'investigation permet d'accéder à la connaissance de quelques caractéristiques du monde vivant, à l'observation et à la description de quelques phénomènes naturels et à la compréhension des fonctions et des fonctionnements d'objets simples.

L'objectif de cet enseignement est bien de poser les bases permettant de pratiquer des démarches scientifiques et techniques. Les démarches scientifiques développent chez l'élève la rigueur intellectuelle, l'habileté manuelle et l'esprit critique, l'aptitude à démontrer, à argumenter. En s'initiant à ces démarches, concepts et outils, l'élève se familiarise avec les évolutions de la science et de la technologie ainsi que leur histoire, qui modifient en permanence nos visions et nos usages de la planète.

Domaine 5 : Les représentations du monde et l'activité humaine

Les enseignements « Questionner le monde », puis Sciences de la Vie et de la Terre au collège et lycée, initient les élèves à la diversité des expériences humaines et des formes qu'elles prennent, notamment

avec les découvertes scientifiques et techniques, dans le but de connaître et comprendre le monde que les êtres humains tout à la fois habitent et façonnent.

Ce domaine conduit aussi à étudier les caractéristiques des organisations et des fonctionnements des sociétés. Il initie à la diversité des expériences humaines et des formes qu'elles prennent : les découvertes scientifiques et techniques, les diverses cultures, les systèmes de pensée et de conviction, l'art et les œuvres, les représentations par lesquelles les femmes et les hommes tentent de comprendre la condition humaine et le monde dans lequel ils vivent. Il implique également une réflexion sur soi et sur les autres, une ouverture à l'altérité, et contribue à la construction de la citoyenneté.

Parcours EAC

La visite de cette exposition s'inscrit dans le parcours d'éducation artistique et culturelle de l'élève (EAC), de l'école primaire à la fin du lycée. Elle permettra de mettre en jeu des connaissances, des pratiques expérimentées et des rencontres dans le domaine des sciences.

Cycle 2 : Questionner le monde et Enseignement moral et civique

QUESTIONNER LE MONDE DU VIVANT, DE LA MATIERE ET DES OBJETS

Pratiquer des langages

Communiquer en français, à l'oral et à l'écrit, en cultivant précision, syntaxe et richesse du vocabulaire ; Lire et comprendre des textes documentaires illustrés ; Extraire d'un texte ou d'une ressource documentaire une information qui répond à un besoin, une question.

Pratiquer des démarches scientifiques

Pratiquer, avec l'aide des professeurs, quelques moments d'une démarche d'investigation : questionnement, observation, expérience, description, raisonnement, conclusion.

Pour cette première découverte de la science, les élèves sont placés dans une pratique active de démarche d'investigation. Ils développent ainsi des manières de penser, raisonner tout en cultivant le langage oral et écrit. Les élèves questionnent leurs expérimentations, en lien avec leur vécu, tout en construisant des premiers modèles ou des concepts simples dans le but d'interpréter et expliquer. Tout contribue, ici, à développer l'esprit critique et la rigueur scientifique, le raisonnement, le goût de la recherche, la curiosité et la créativité.

Adopter un comportement éthique et responsable

Développer un comportement responsable vis-à-vis de l'environnement et de la santé grâce à une attitude raisonnée fondée sur la connaissance

Les objets techniques

Comprendre la fonction et le fonctionnement d'objets fabriqués ; Réaliser des objets techniques par association d'éléments existants en suivant un schéma de montage.

Repérer et situer quelques événements dans un temps long

L'évolution des sociétés à travers des modes de vie et des techniques à diverses époques.

ENSEIGNEMENT MORAL ET CIVIQUE – CONSTRUIRE UNE CULTURE CIVIQUE

Culture de la sensibilité

Identifier et exprimer en les régulant ses émotions et ses sentiments ; Accepter les différences ; Se sentir membre d'une collectivité ; S'estimer et être capable d'écoute et d'empathie ; Exprimer son opinion et respecter l'opinion des autres ; Être capable de coopérer.

Culture du jugement

Développer les aptitudes au discernement et à la réflexion critique ; S'informer de manière rigoureuse ; Confronter ses jugements à ceux d'autrui dans une discussion ou un débat argumenté et réglé.

Cycle 3 : Sciences et technologies et Enseignement moral et civique

SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Pratiquer des démarches scientifiques et technologiques

Formuler une question ou un problème scientifique ou technologique ; Proposer et/ou suivre un protocole expérimental ; Participer à l'élaboration et à la conduite d'un projet ; Interpréter des résultats de façon raisonnée et en tirer des conclusions en mobilisant des arguments scientifiques ; Communiquer sur les démarches, les résultats et les choix en argumentant.

Concevoir, créer, réaliser

Imaginer un objet technique en réponse à un besoin, associer des solutions technologiques à des fonctions techniques, concevoir et réaliser une maquette pour modéliser un phénomène naturel ou un objet technique.

Pratiquer des langages

Rendre compte de ses activités en utilisant un vocabulaire précis et des formes langagières spécifiques des sciences et des techniques ; Exploiter un document constitué de divers supports (texte, schéma, graphique, tableau, algorithme simple, carte heuristique) ; Utiliser différents modes de représentation (schéma, dessin, croquis, tableau, graphique, texte, etc.) et passer d'une représentation à une autre ; Expliquer un phénomène à l'oral et à l'écrit.

Adopter un comportement éthique et responsable

Relier des connaissances acquises en sciences et technologie à des questions de santé, de sécurité et d'environnement.

Faire preuve d'esprit critique

Vérifier l'existence de preuves et en évaluer la qualité ; Évaluer la pertinence des arguments et/ou identifier des arguments fallacieux.

ENSEIGNEMENT MORAL ET CIVIQUE

Le respect d'autrui

Respecter autrui et accepter les différences : Respect des différences ; Les préjugés et les stéréotypes ; L'intégrité de la personne.

Identifier et exprimer les émotions et les sentiments

Partager et réguler des émotions, des sentiments dans des situations d'enseignement ; Mobiliser le vocabulaire adapté à leur expression.

Comprendre et expérimenter l'engagement dans la classe, dans l'école et dans l'établissement

S'engager dans la réalisation d'un projet collectif (projet de classe, d'école, communal, national, etc.) ; Pouvoir expliquer ses choix et ses actes ; Savoir participer et prendre sa place dans un groupe ; Coopérer dans le cadre des projets et des travaux de groupes.

Cycle 4

- **Arts plastiques**

la représentation ;images , réalité et fiction.
La matérialité de l'œuvre

L'œuvre, l'espace, l'auteur, le spectateur

- **Histoire des Arts**

La représentation de l'être humain

- **Mathématiques**

Le nombre d'or

- **Histoire-géographie**

Transformations de l'Europe et ouverture sur le monde aux XVIe et XVIIe siècles

Lycée

Histoire -géographie

Seconde : Thème 2 : XVe -XVIe siècles : un nouveau rapport au monde, un temps de mutation intellectuelle

Possibilités d'exploitations de l'exposition « Léonard de Vinci » (1er degré)

L'exposition « Léonard de Vinci » permet aux élèves de se sensibiliser à l'observation du monde qui les entoure ainsi qu'à l'observation et la conception d'objets techniques.

Voici des propositions d'exploitations pour des élèves du premier degré, à partir du niveau CE2.

L'exposition sert de supports aux investigations

Avant la visite, plusieurs temps peuvent être menés en classe :

- **Un temps d'émergence des représentations :**
  - L'enseignant demande aux élèves s'ils connaissent Léonard de Vinci et recueille toutes les informations qui émergent.
  - Pour compléter ces premières réponses, l'enseignant peut également évoquer la peinture la plus célèbre de Léonard de Vinci : Monna Lisa[1], aussi appelée la Joconde. Cette œuvre fait partie des peintures les plus connues dans le monde et a été détournée par de nombreux artistes. L'enseignant pourra ainsi proposer éventuellement à ses élèves de produire leur propre version du portrait de Monna Lisa. Cela peut être fait en croisant des méthodes, par exemple un portrait de la Joconde en pointillisme, ou bien en variant les supports (photo, découpage/collage, fusain, ombres et lumières, land'art...)

- **Un temps de confrontation des recherches qui permet de faire émerger une idée plus précise du champ d'activité de Léonard de Vinci :**

L'interrogation suscitée dans l'étape précédente sur ce que l'on connaît de Léonard de Vinci, peut conduire les élèves à réaliser qu'ils ne savent pas grand-chose de lui ou bien que Léonard de Vinci s'intéressaient à de nombreuses disciplines. Dans tous les cas, il peut être intéressant d'aller plus loin pour saisir la richesse et la diversité des œuvres de Léonard de Vinci qui sont parvenues jusqu'à nous. Parmi les nombreuses ressources disponibles, un dossier du P'tit Libé, site lié au journal Libération, permet aux élèves d'enrichir leurs connaissances sur Léonard de Vinci et de se tester avec un petit quiz (P'tit Libé - De Vinci).

- **Un temps de visite de l'exposition** :

La classe dispose d'une liste de questions et des hypothèses émises pour chaque question, hypothèses qu'il va falloir soumettre à l'investigation.

À l'enseignant d'organiser le travail des élèves (soit tous les groupes disposent des mêmes questions, soit les questions sont réparties entre les groupes). Cela permettra une meilleure répartition du travail sur place (sans que cela empêche les élèves de découvrir l'ensemble de l'exposition).

1 Les anglo-saxons écrivent plus généralement « Mona ». En français et en italien on écrit « Monna » avec deux « n » car cela correspond à la contraction de « Madonna » et que « Mona » est un mot insultant en Italie du Nord.

L'enseignant pourra éventuellement communiquer une liste de quelques questions à un médiateur en amont de la visite, en lien avec l'animation, afin que l'animateur y réponde au cours de son intervention.

L'animation est construite à la manière d'une chasse au trésor. Le(la) médiateur(trice) conduira les élèves vers différents éléments exposés dans la salle (peinture, maquette, page de codex, etc.) afin de récolter des indices permettant de résoudre une enquête en plusieurs étapes.

Pendant l'animation et en visitant l'exposition, les élèves pourront : observer, chercher des réponses dans les documents disponibles, interroger l'animateur scientifique.

- **Après la visite et l'animation :**

L'enseignant pourra proposer à sa classe différentes modalités de restitution des apprentissages : mises en commun, rédaction de comptes rendus dans le cahier de sciences, réalisation d'une exposition pour les autres classes de l'école, réalisation d'exposés pour une classe ouverte,…

Des projets à mener après la visite de l'exposition

L'exposition et l'animation sont un point de départ qui vont inciter la classe à :

- Approfondir certains points, identifier des questions qui seront suivies d'une recherche documentaire.
- Réaliser des exposés sur les travaux de Léonard de Vinci, ses découvertes et les principes qu'il a mis en évidence.

D'autres projets peuvent également être menés en classe, comme des constructions techniques à base d'engrenage par exemple, mais aussi des projets mêlant arts et sciences.

1. Engrenages

Les engrenages occupent une place importante dans les machines pensées par de Vinci. On retrouve le plus souvent l'engrenage à lanterne ou à dents triangulaires (courant à son époque). Les recherches de Léonard de Vinci visent à perfectionner ces systèmes, en étudiant notamment les problèmes liés aux frottements.

À partir de l'exemple de l'essoreuse à salade ou d'un batteur mécanique, les élèves sont mis en situation d'observation et de recherche. L'enseignant s'assure que les mécanismes ne sont pas visibles des élèves. Ceux-ci vont observer le mouvement initial fait par la main et le mouvement « en fin de chaîne ». Ils dessineront ensuite leur interprétation du mécanisme de transmission du mouvement en représentant les différents éléments de l'engrenage qu'ils supposent être présents dans l'objet.

Les dessins seront comparés entre eux en petits groupes ou en classe entière pour faire émerger les compréhensions individuelles : on parle d'engrenage à partir du moment où au moins deux roues dentées sont entraînées les unes par les autres ; pour faire changer la vitesse entre le mouvement initial et final, il faut faire varier la taille des roues de l'engrenage.

Suite à cette étape, les élèves transposeront leur dessin en une maquette, permettant de modéliser le fonctionnement de l'objet observé. Ainsi, une fois la modélisation terminée, les élèves pourront tester le mécanisme afin de vérifier par eux-mêmes si leur hypothèse est correcte.

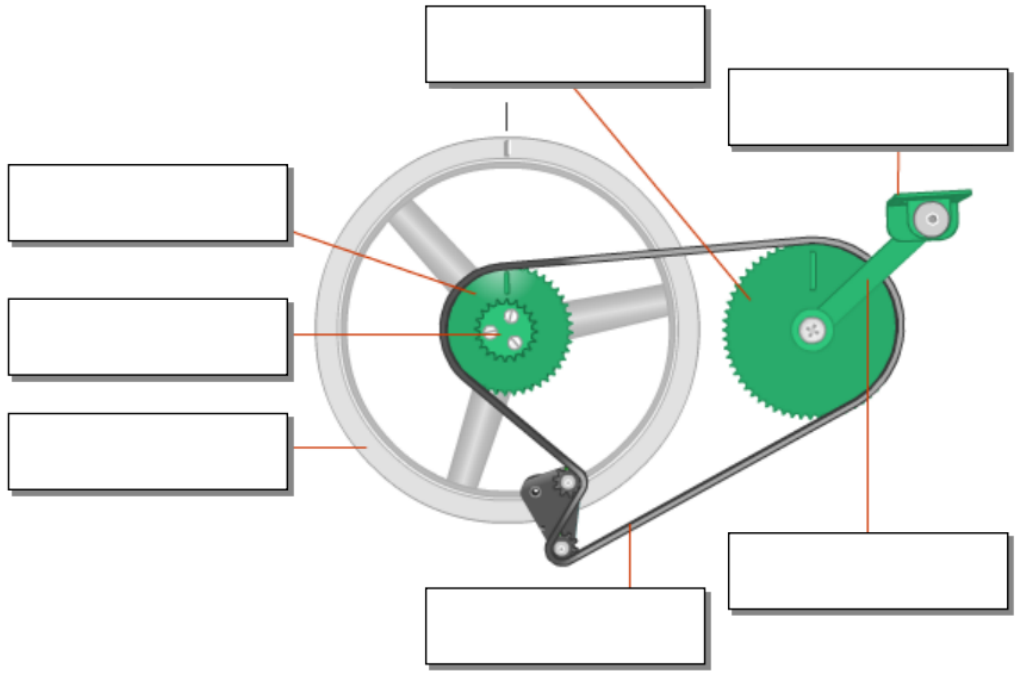
Une fois cette séance terminée, l'enseignant pourra proposer à ses élèves des défis pour valider leurs compréhensions, ou pour aller plus loin sur des phénomènes liés au mécanisme de transmission du mouvement à la manière de petits défis.

Propositions de défis « engrenages » : Passer d'un mouvement vertical à un mouvement horizontal ; Créer un mécanisme de transmission du mouvement où le mouvement initial et final sont horizontaux mais en incluant un mouvement vertical dans le mécanisme (et/ou inversement) ; Créer un mécanisme de transmission du mouvement où la vitesse augmente ; Créer un mécanisme de transmission du mouvement où la vitesse diminue. Cette liste est non exhaustive et pourra être complétée par l'enseignant ou par les élèves eux-mêmes.

Dans le cadre d'un éventuel « permis vélo » organisé à l'école, il peut être intéressant de compléter le projet engrenages par l'étude du fonctionnement mécanique d'un vélo. En s'appuyant sur l'observation de la rotation des roues par l'action des pédales (le vélo étant posé à l'envers, en équilibre sur le guidon et la selle), les élèves comprendront visuellement l'entraînement du mécanisme et pourront compléter les schémas suivants (source : https://orpheecole.com/).

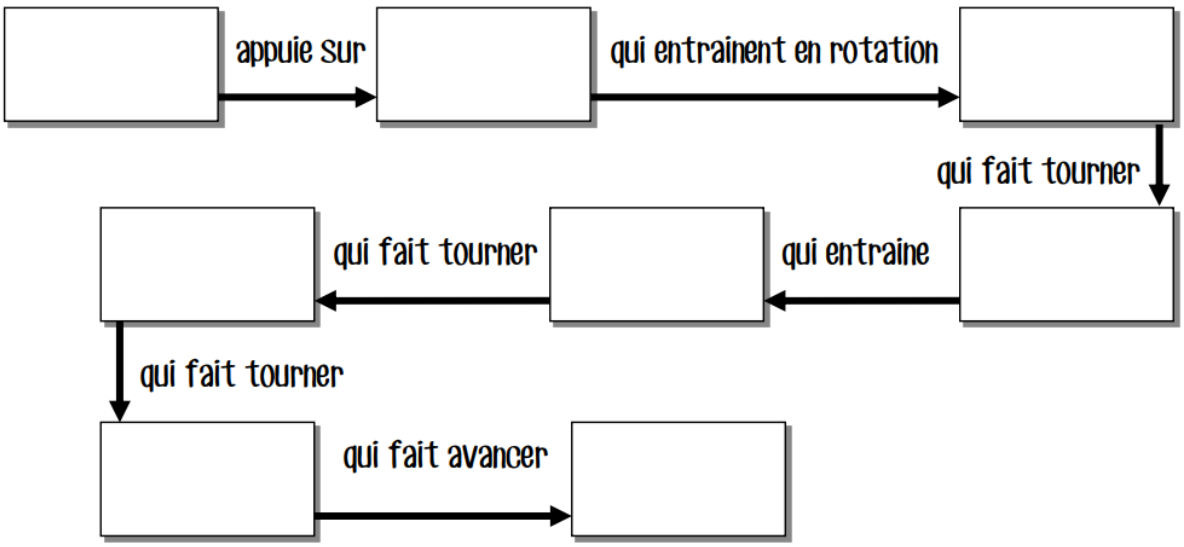
1 Légende le schéma avec les mots suivants :

la manivelle - la chaine - le grand pignon - la roue arrière - le plateau - le petit pignon - la pédale



2 Reconstitue le principe de transmission du mouvement d'un vélo, en écrivant les bons termes au bon endroit :

le pédalier - les pédales - l'homme - le plateau - le pignon arrière - la roue - la chaine - le vélo



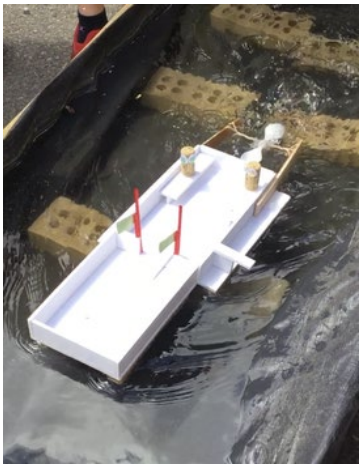
2. Bateau à aube

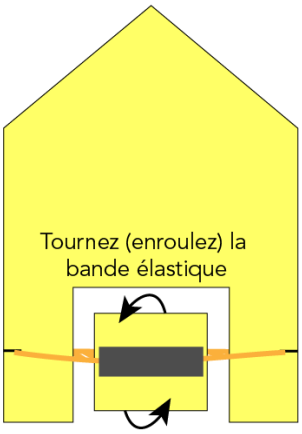
Dans les codex de Léonard de Vinci on trouve des illustrations techniques du fonctionnement des roues à aube très détaillées. Le bateau à aube n'est pas une invention propre à Léonard de Vinci. L'ingénieur et architecte romain Vitruve (1er siècle avant J.C.) mentionne déjà les roues à aube dans ses œuvres.

Après avoir étudié les quatre documents suivants, les élèves seront amenés à réfléchir à la conception d'un bateau à aube. Après une phase de dessins au brouillon, puis de première ébauche sur des feuilles cartonnées ou avec du carton, les élèves tenteront finalement de créer un bateau à aube flottant à partir de polystyrène styromousse ou de contreplaqué fin.

Deux types de maquettes, et leurs fiches techniques, sont proposées ici :

- https://parlonssciences.ca/ressources-pedagogiques/activites-pratiques/comment-construire-un-bateau-a-aubes#:~:text=Lorsque%20vous%20tournez%20la%20roue,qui%20fait%20avancer%20le%20bateau
- https://yakamedia.cemea.asso.fr/univers/agir/activites-manuelles-et-dexpression-techniques-plastiques-et-scientifiques/activites-de-creation-dobjets-et-de-jouets/bateau-aube





Les élèves ne pouvant pas découper le matériel par mesure de sécurité, l'enseignant leur proposera le matériel déjà découpé suite aux différentes phases de recherche. Pour autant, de façon à laisser les élèves être acteurs de leur projet, l'enseignant n'imposera pas le reste du matériel. Les fiches techniques des maquettes proposées ci-dessus pourront être fournies aux élèves qui n'ont pas réussi à concrétiser la phase de recherche, ou bien elles pourront être distribuées en fin de séance, de façon à ce que toute la classe construise le même type de bateau.

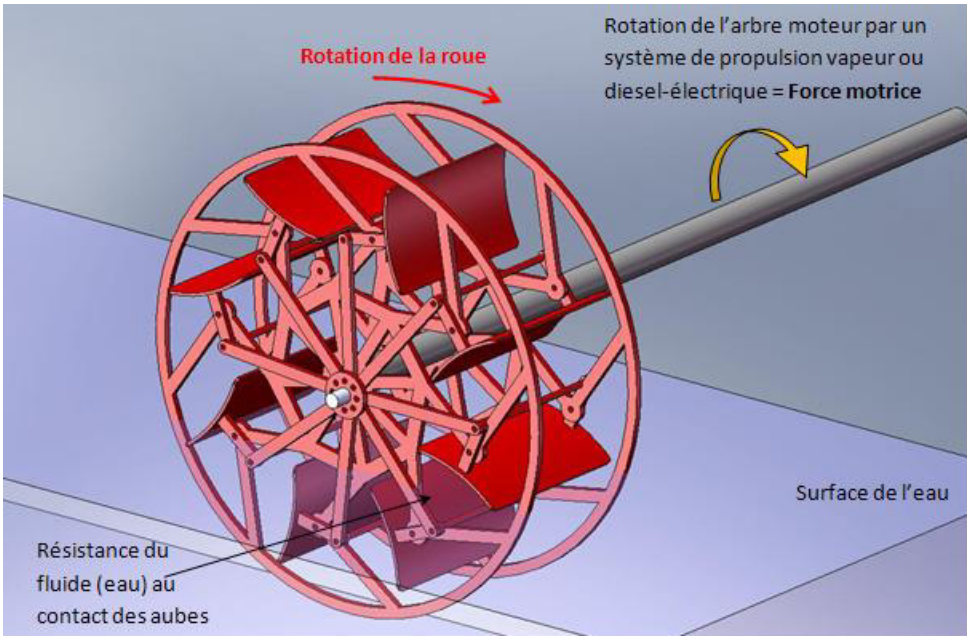
Doc. 1

Les bateaux à vapeur et les bateaux à aubes, généralement affectés à la navigation intérieure, sont des bâtiments à fond plat et à faible tirant d'eau, par opposition aux navires océaniques à fort tirant. Inventée en 1685 par le physicien français Denis Papin, la roue à aubes (actionnée par vapeur sous pression dans des chaudières alimentées au bois ou au charbon) est fixée à la coque du bateau soit sur le côté (bateau à roue latérale), soit à l'arrière (bateau à roue arrière), et lui permet d'avancer et de reculer.

En 1783, le bateau à aubes s'exhibe sur la Saône en France. Le premier à naviguer en Amérique du Nord emprunte le fleuve Delaware en 1787. Après l'inauguration du réseau fluvial du Mississippi à la Nouvelle-Orléans, en 1811, par Robert Fulton, des centaines de bateaux y assurent un service régulier de 1830 à 1870.

Source : L'encyclopédie canadienne (https://www.thecanadianencyclopedia.com/)

Doc. 2



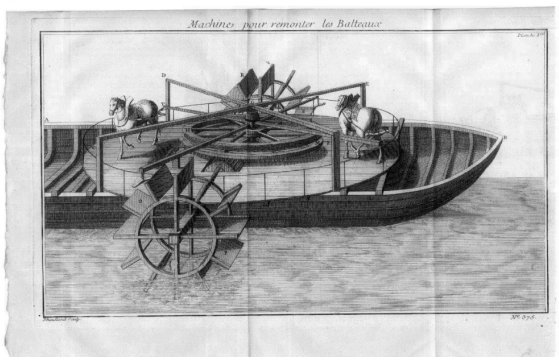
Reliées à l'arbre d'entraînement de la machine à vapeur ou du moteur diesel-électrique, ce sont les roues à aubes qui permettent au bateau de pouvoir avancer ou reculer. En effet, sous l'action de la rotation de l'arbre d'entraînement, les roues tournent et transmettent la force de traction aux aubes qui sont en contact avec le fluide (eau du lac).

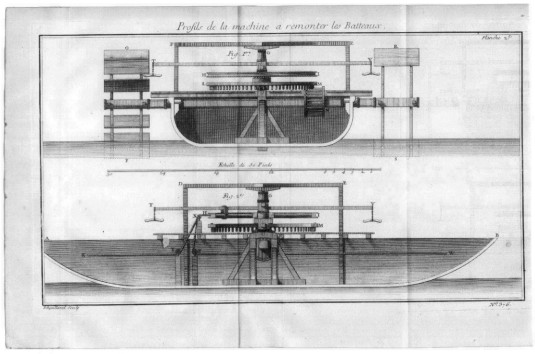
Source : Les bateaux du Léman (bateauxduleman.ch)

Doc. 3 – les premiers bateaux à aube

La première représentation qui nous soit parvenue de l'utilisation de la force animale pour propulser un bateau est signalée dans l'ouvrage De Rebus Bellicis. Il s'agit d'un ouvrage anonyme écrit au IVème ou Vème siècle.

Source : www.traitsensavoie.fr





Les deux dessins sont issus du livre "Machines et inventions approuvées par l'Académie royale des sciences depuis son établissement... (jusqu'en 1754) avec leur description" Bnf. Gallica.

Les premiers bateaux équipés de roue à aubes seraient attribués aux Chinois, sous la dynastie Song, au Xe siècle. Plus tard, en Europe et aux Etats-Unis, ce type de bateaux à faible tirant d'eau est utilisé pour la navigation sur les fleuves, les lacs, les rivières ou dans les estuaires.

Originellement actionnés par la force humaine, ces bateaux à roue commencent, à la fin du XVIIIe siècle, à accueillir des machines à vapeur fonctionnant au bois ou au charbon.

Source : www.temofrance.com

Doc. 4

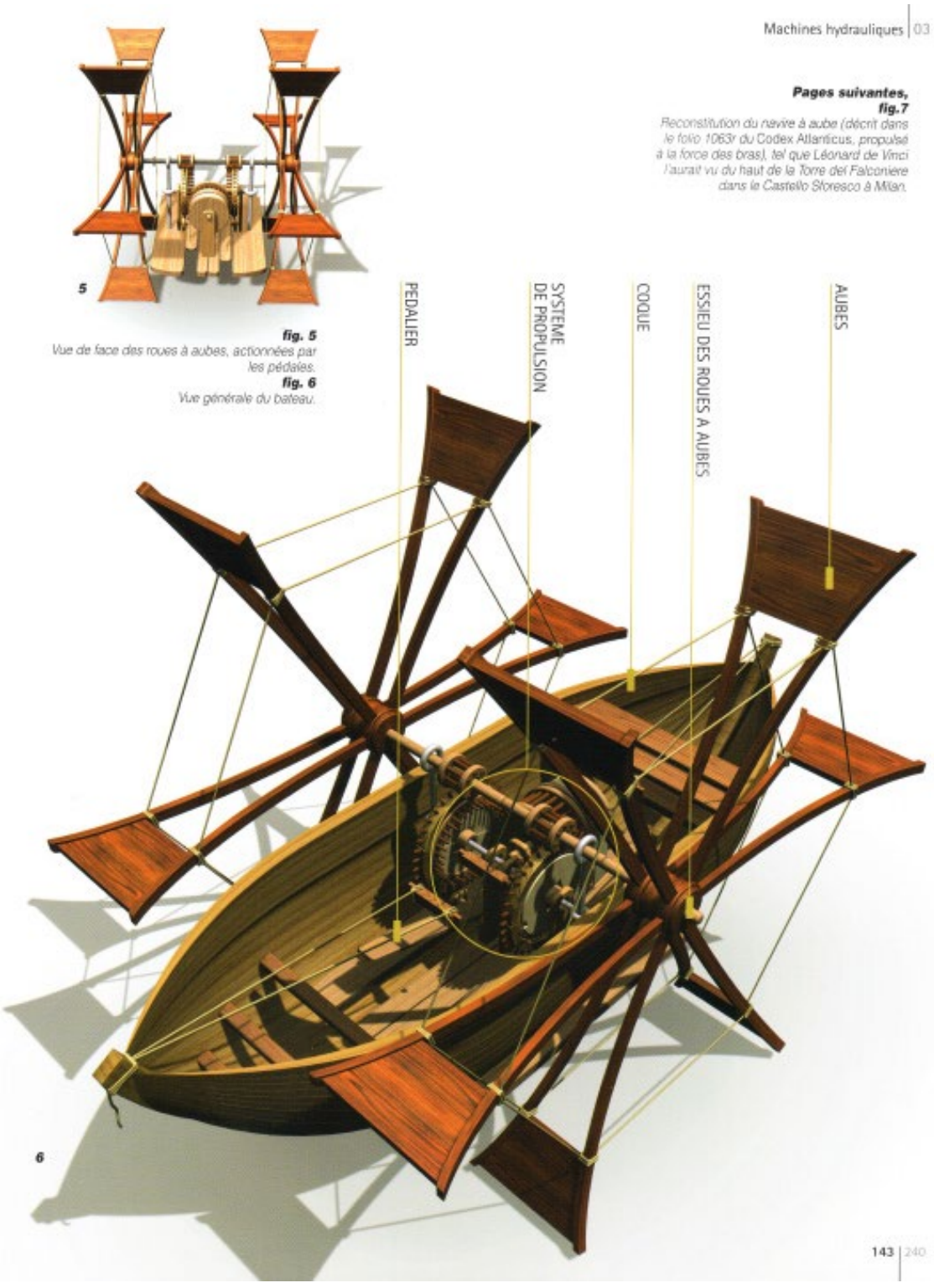


Illustration d'une maquette d'un bateau à roues à aube, d'après les croquis de Léonard de Vinci, fonctionnant à la force des bras actionnant un pédalier.

Source : Les machines de Léonard de Vinci, D. Laurenza, M. Taddei et E. Zanon (2006).

3. Arts et science : vie végétale

À l'occasion d'une sortie nature, les élèves sont placés en situation d'observation du végétal qu'ils trouveront autour d'eux. Ils ont la consigne de dessiner une plante, fleur, feuille, le plus précisément possible, à la manière de Léonard de Vinci.

Au cours de ce projet, l'enseignant questionnera les élèves sur les différents éléments observés pour s'assurer que les élèves n'oublient rien et que la représentation soit le plus possible fidèle à la réalité.

Pour les plus jeunes élèves, on pourra privilégier les feuilles en deux dimensions plutôt que les fleurs où la trois dimensions peut être difficile à représenter. L'enseignant pourra préciser que l'idée n'est pas de dessiner parfaitement tout au bon endroit « comme une photographie ». On proposera alors, après avoir repéré tous les éléments constituant le végétal observé, de les dessiner isolément les uns des autres, ou bien en les regroupant deux par deux, de façon à faciliter le passage des trois dimensions du réel aux deux dimensions du papier (exemple fig. 2).

Figure 1 exemples de dessins attendus (source : https://www.pedagogie.ac-nantes.fr/histoire-des-arts/enseignement/college/dessin-d-observation-683195.kjsp)

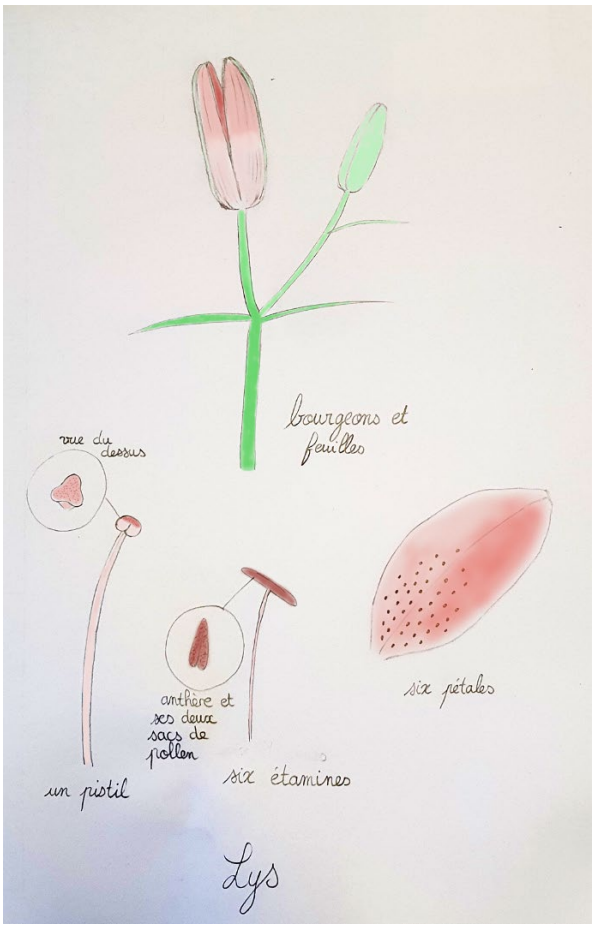


Figure 2 exemple de dessin où les éléments sont séparés.

4. Arts et science : vie animale

Le projet présenté dans cette partie permet d'étudier la diversité de la vie animale des océans. Ce projet artistique peut s'intégrer dans un projet de sciences suite à l'installation d'un élevage de poissons dans la classe, ou bien après avoir visité un aquarium à l'occasion d'une sortie scolaire par exemple.

Pour représenter leur espèce à travers les arts plastiques, les élèves commenceront par observer finement leur animal. Ils identifieront les critères définis en classe entière préalablement, comme par exemple : longueur et forme du corps ; position des yeux ; position des branchies ; nombre de nageoires ; taille, forme et position des différentes nageoires.

On pourra choisir de représenter des espèces de poissons cartilagineux et osseux, pour amener les élèves à visualiser la grande diversité des espèces de poissons. On peut également envisager d'intégrer une plus grande diversité d'espèces marines telles que les méduses, tortues, crustacés, etc., pour aborder plus globalement la richesse de la biodiversité marine. Dans ce cas, il sera moins aisé de comparer les espèces de poissons entre elles.

Plusieurs matériaux peuvent être utilisés en plus de la bouteille plastique : carton épais, feuilles cartonnées, crépon, etc…

L'usage d'une bouteille de plastique pour représenter le corps des poissons et ce, pour toutes les espèces représentées, est aussi une manière d'aborder la pollution des océans.

Figures 1 source : www.seaquarium.fr

5. Médiathèque

Pour compléter les projets menés en classe, d'autres médias peuvent être présentés et étudiés en classe.

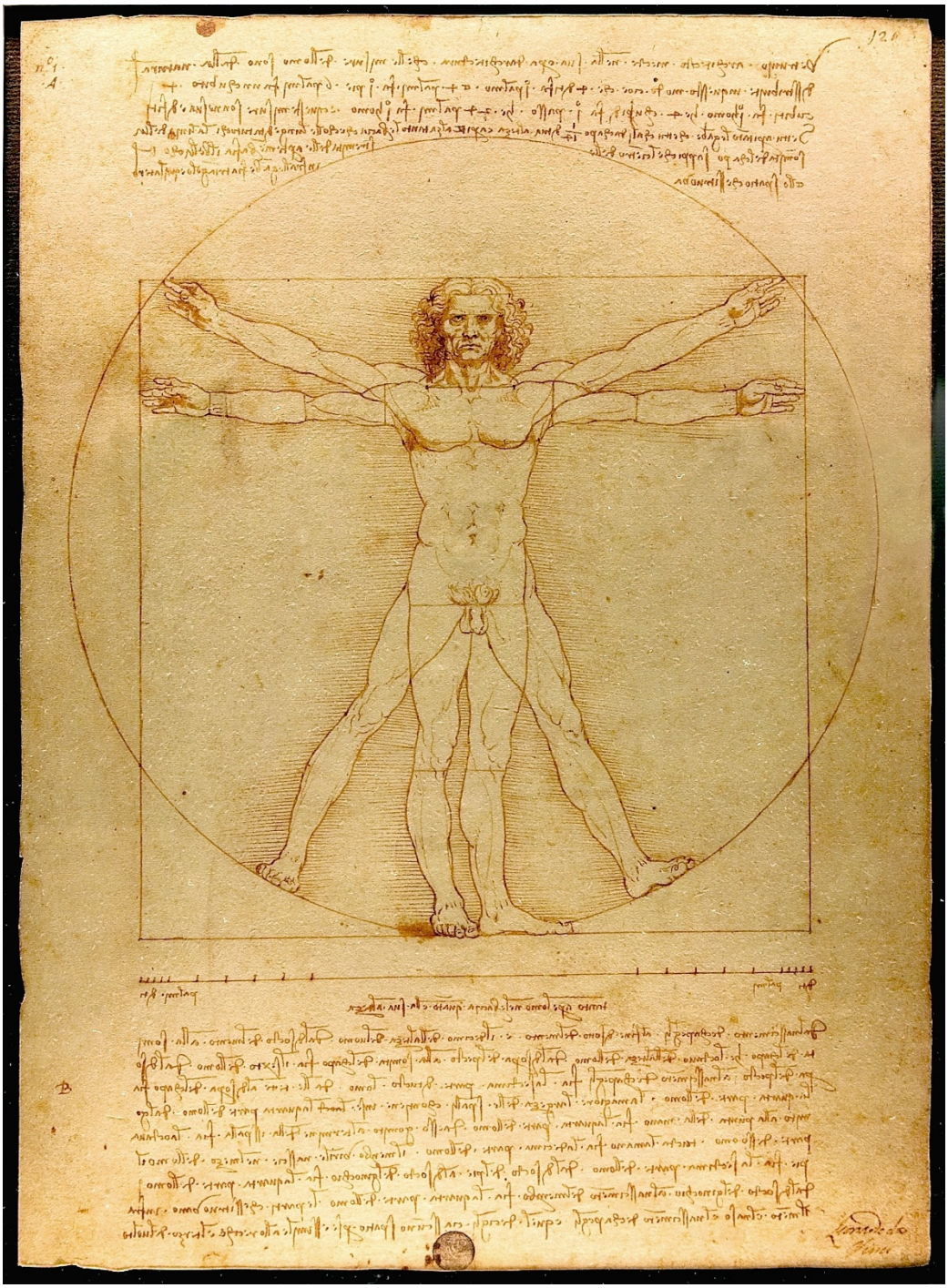
- MECALEO (https://renaissance-transmedia-lab.fr/Mecaleo_jeu/) est un jeu vidéo en ligne, où l'on se déplace de salle en salle chez Léonard de Vinci. Chaque salle contient des pièces d'une machine à reconstruire. Après avoir récupéré tous les morceaux, il s'agit de les placer au bon endroit de façon à ce que le mécanisme soit en état de fonctionner.

- Léo, la fabuleuse histoire de Léonard de Vinci, Jim Capobianco, 2024. Film d'animation.

Possibilités d'exploitations de l'exposition « Léonard de Vinci » (2nd degré)

Activité Arts et Science : l'homme de Vitruve, les proportions idéales du corps humain

L'Homme de Vitruve est l'un des dessins les plus connus de Léonard de Vinci. Il s'agit d'un dessin réalisé en 1492 à la plume, encre et lavis (usage d'une seule couleur diluée pour obtenir différentes intensités) sur papier, intitulé *Étude des proportions du corps humain selon Vitruve.*



Le dessin représente un homme inscrit dans un cercle et dans un carré. Cette étude porte sur les proportions du corps humain, basée sur les écrits d'un architecte romain Vitruvius dans son traité intitulé « De architectura ».

Le traité de Vitruve a été écrit vers 15 avant J.-C. et fut dédié à l'Empereur Auguste, à une époque où ce dernier faisait rénover et embellir Rome. L'auteur donne lui-même sa définition de l'architecture au livre I ; selon lui, elle repose sur trois qualités essentielles : la *firmitas* (solidité dans le temps), l'*utilitas* (utilité), la *venustas* (beauté) et fait appel à trois domaines : technique, social et artistique. Elle est une imitation de la Nature et son but est l'εὐρυθμία (*eurythmia*) : l'harmonie, l'équilibre, le respect des proportions.

En effet, Vitruve disait: « Pour qu'un bâtiment soit beau, il doit posséder une symétrie et des proportions parfaites comme celles qu'on trouve dans la nature ».

Le diagramme de De Vinci véhicule l'idée que l'homme est le modèle géométrique idéal pour l'architecture.

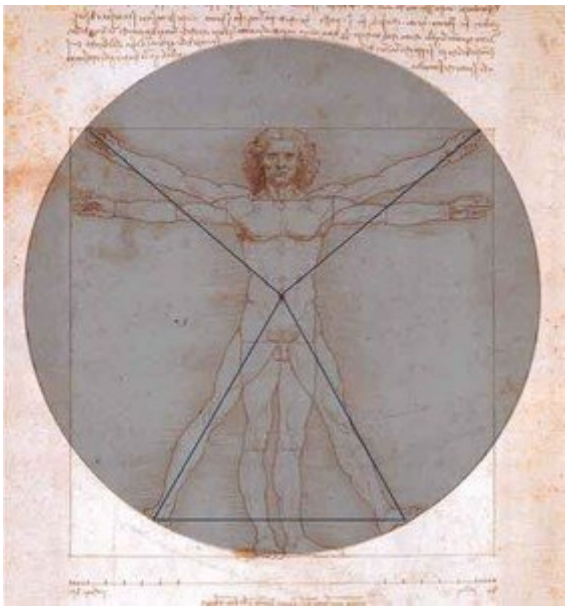
En effet, dans l'Homme de Vitruve, le centre du cercle est le nombril. Par ailleurs, on constate que la taille d'un homme et l'envergure de ses bras sont de même longueur : il peut donc se placer dans un carré. Pour Vitruve, il y a un lien naturel entre la géométrie parfaite des formes et l'anatomie des hommes. Pour Léonard de Vinci, la résolution de ce problème répond à une question essentielle : quelle est la place de l'homme dans la Nature, dans la *scala naturae* (la grande chaîne de la vie) ?

A la Renaissance, le cercle représente le symbole du divin et le carré celui de la matière terrestre. On observe que, même si l'homme s'inscrit dans un carré dont les diagonales se situent au niveau de son aine, à savoir de son instinct primaire, animal, il s'inscrit aussi parfaitement, par ses proportions idéales, dans un cercle dont le centre est le nombril. L'Homme de Vitruve représente donc un équilibre parfait, la rencontre entre l'art, la spiritualité et la science. Il est ainsi au centre de l'univers comme l'artiste est au centre de son œuvre, au cœur de la Renaissance ; il a ainsi le choix de son destin.

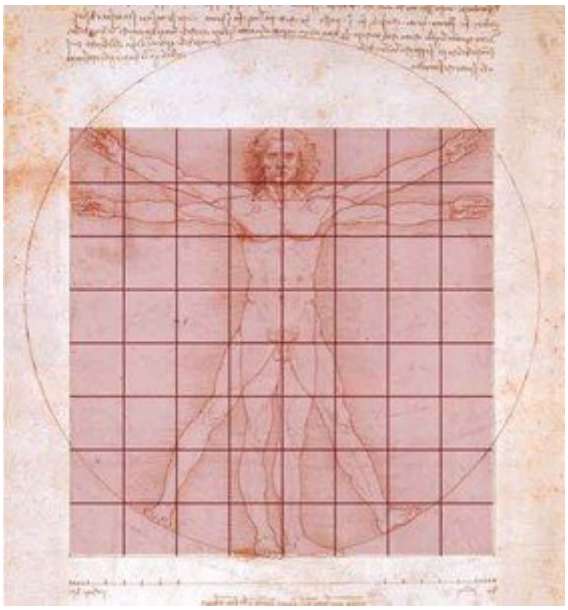
L'Homme de Vitruve respecte des proportions établies par Vitruve et reprises par Léonard de Vinci :

«[...] que la Nature a distribué les mesures du corps humain comme ceci. Quatre doigts font une paume, et quatre paumes font un pied, six paumes font une coudée : quatre coudées font la hauteur d'un homme. Et quatre coudées font un double pas, et vingt quatre paumes font un homme ; et il a utilisé ces mesures dans ses constructions.

Si vous ouvrez les jambes de façon à abaisser votre hauteur d'un quatorzième, et si vous étendez vos bras de façon que le bout de vos doigts soit au niveau du sommet de votre tête, vous devez savoir que le centre de vos membres étendus sera au nombril, et que l'espace entre vos jambes sera un triangle équilatéral.



La longueur des bras étendus d'un homme est égale à sa hauteur.



Léonard inscrit l'Homme de Vitruve dans un carré. Si on couvre ce carré par une grille de huit carrés par 8 carrés, on obtient les mesures suivantes :

- de la base du menton au sommet du crâne, c'est 1/8 de la hauteur de l'homme.

- de la plante du pied à la limite inférieure du genou : ¼ de l'homme.

- de la limite inférieure du genou à la naissance du sexe : ¼ de l'homme

- du sexe aux tétons : ¼ de l'homme.

Depuis la racine des cheveux jusqu'au bas du menton, il y a un dixième de la hauteur d'un homme. Depuis le bas du menton jusqu'au sommet de la tête, un huitième. Depuis le haut de la poitrine

jusqu'au sommet de la tête, un sixième ; depuis le haut de la poitrine jusqu'à la racine de cheveux, un septième. Depuis les tétons jusqu'au sommet de la tête, un quart de la hauteur de l'homme.

La plus grande largeur des épaules est contenue dans le quart d'un homme. Depuis le coude jusqu'au bout de la main, un quart. Depuis le coude jusqu'à l'angle de l'avant bras, un huitième. La main complète est un dixième de l'homme. Le début des parties génitales est au milieu.

Le pied est un septième de l'homme. Depuis la plante du pied jusqu'en dessous du genou, un quart de l'homme. Depuis sous le genou jusqu'au début des parties génitales, un quart de l'homme.

La distance du bas du menton au nez, et des racines des cheveux aux sourcils est la même, ainsi que l'oreille : un tiers du visage.

Léonard de Vinci fait ici référence aux mesures de longueur utilisées par les architectes de l'époque. Ces mesures suivent une progression liée à la suite de Fibonacci (un nombre est égal à la somme des deux précédents) ; le rapport d'un terme de cette suite avec le précédent se rapproche du nombre d'or au fur et à mesure que l'on avance dans cette suite.

Ces unités de mesures anthropométriques ont été longtemps utilisées dans les techniques de construction.

Exemples :

Pied + empan* = coudée

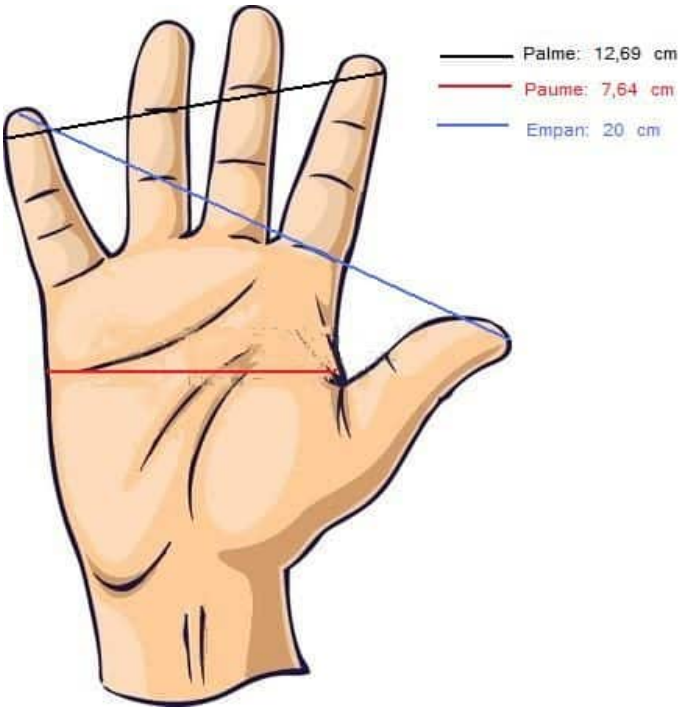
Empan + palme** = pied

Palme + paume = empan

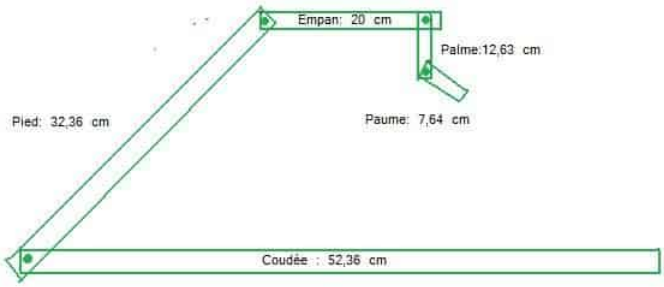
Une paume équivalant à 7.64 cm, l'Homme de Vitruve mesure 1.831 m.

*L'**empan** est une unité de longueur ancienne. Elle a comme base la largeur d'une main ouverte, du bout du pouce jusqu'au bout du petit doigt, soit environ 20 cm.

La **palme est une unité de longueur spécifique aux bâtisseurs des cathédrales du Moyen Âge. Elle a comme base la distance entre les bouts de l'index et du petit doigt, pas trop écartés (environ 12,4 cm).



Ces proportions ont été utilisées par les bâtisseurs des cathédrales avec l'élaboration d'outil comme la pige ou quine des bâtisseurs.



La quine des bâtisseurs, gabarit des unités dépliable.

Cet outil est donc basé sur des mesures anthropométriques. Chaque unité est de longueur égale à la somme des longueurs des deux unités précédentes, suivant ainsi une progression du type Fibonacci dont le rapport est le nombre d'or.

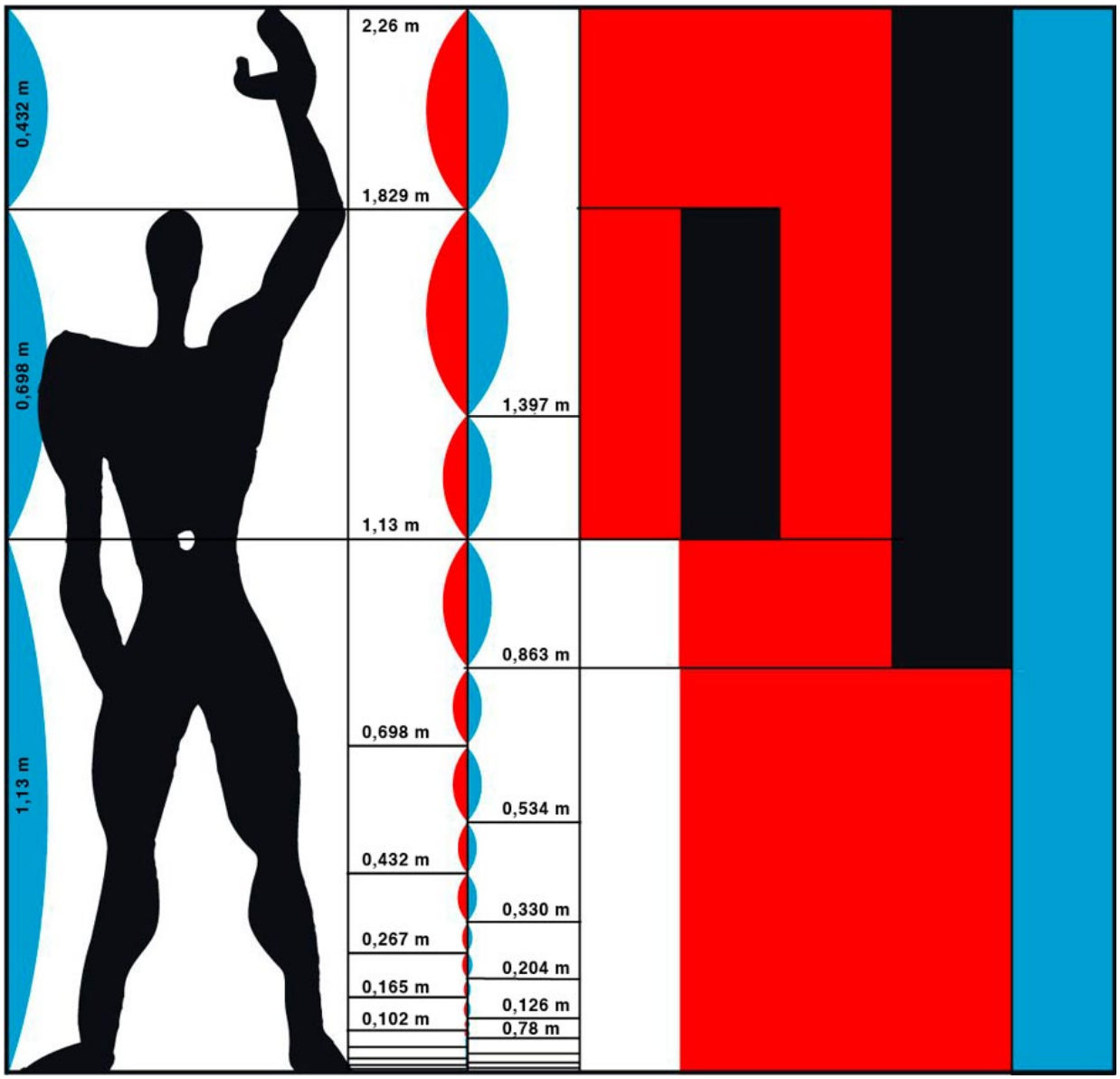
https://tpedevinci.canalblog.com/archives/2008/01/13/7546381.html

http://villemin.gerard.free.fr/Biologie/CorpsPro.htm#approche

Le retour de la corporalité dans l'architecture : le Modulor de Le Corbusier

En 1945, Le Corbusier va rétablir sa propre unité de mesure le Modulor, pour établir la taille de ses constructions, l'aménagement de l'espace intérieur et la taille du mobilier.

L'homme étalon devient un gabarit universel.



Le Modulor, contraction de « module » et « nombre d'or » se justifie, pour ce qui concerne ses dimensions, par la division de sa taille de 1,83 m par la hauteur de son nombril placé à 1,13 m (équivalente à la distance entre le haut de la main tendue et le nombril) qui donne le nombre d'or (1,619 m).

Les 3 dimensions principales du Modulor que constituent **sa hauteur de la tête aux pieds**, **la distance de son bras tendu jusqu'aux pieds**, et **la distance entre son nombril (placé au centre de la silhouette) et l'une de ses extrémités**, permettent de déterminer la taille des espaces intérieurs et des baies vitrées.

Les mesures intermédiaires provenant des subdivisions du Modulor permettent de fixer la taille des meubles et les diverses épaisseurs (ou profondeurs) pour les aménagements et les structures. Ainsi la hauteur d'un plateau de table correspondait à 70 cm, celle d'un élément de cuisine à 86 cm, une assise de chaise à 43 cm et un plateau de bar à 113 cm.Des mesures qui sont inférieures aux standards occidentaux d'aujourd'hui.

Le Modulor devait mesurer initialement 1,75 m (la taille de Le Corbusier) avant finalement de s'établir à **1,829 m pour l'ajuster au chiffre rond de 6 pieds**.

Selon l'architecte, une habitation créée avec les dimensions du Modulor procurerait aux habitants un sentiment de bien-être et de confort.

Malgré sa réelle volonté de bâtir une architecture humanisée avec des références plus organiques, son unité de mesure, forcément arbitraire, pouvait aussi apparaître comme une forme de dictat, celui d'un architecte voulant façonner le monde à sa main.

La Cité radieuse de Marseille, est entièrement réalisée à partir de 15 mesures tirées du Modulor.

Cette unité de mesure ne sera pas beaucoup utilisée. Son utilisation va s'avérer contraignante et limitée

https://blog.thal.art/fr/modulor-nombril-du-monde-de-le-corbusier/

Le pont autoportant de Léonard de Vinci

Parmi ses nombreuses inventions, Léonard de Vinci a conçu un pont sans clous ni vis. Sa stabilité repose sur des principes de compression et de tension.

Le pont autoportant a été conçu à une époque où les ponts permanents étaient souvent difficiles à construire et coûteux. Léonard de Vinci a imaginé un pont modulaire, facile à assembler et à démonter. Cette invention visait à fournir une solution pratique pour les armées en déplacement, permettant de traverser rapidement des obstacles naturels comme des rivières.

Structure du Pont

Le pont autoportant de Léonard de Vinci est constitué de poutres en bois entrelacées. Chaque poutre s'appuie sur les autres, formant une structure en treillis. Cette configuration permet de distribuer les charges de manière uniforme, assurant la stabilité de l'ensemble.

Matériaux Utilisés

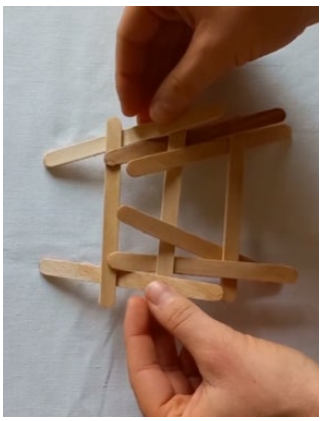
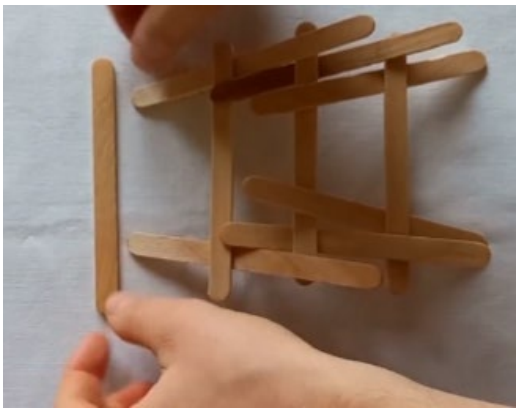
Les matériaux utilisés pour ce type de pont sont principalement le bois, choisi pour sa légèreté et sa robustesse. Le choix du bois permet également une construction rapide et une facilité de transport.

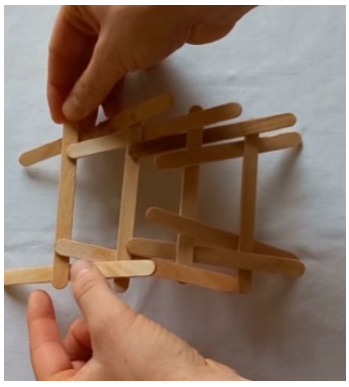
Principe Mécanique

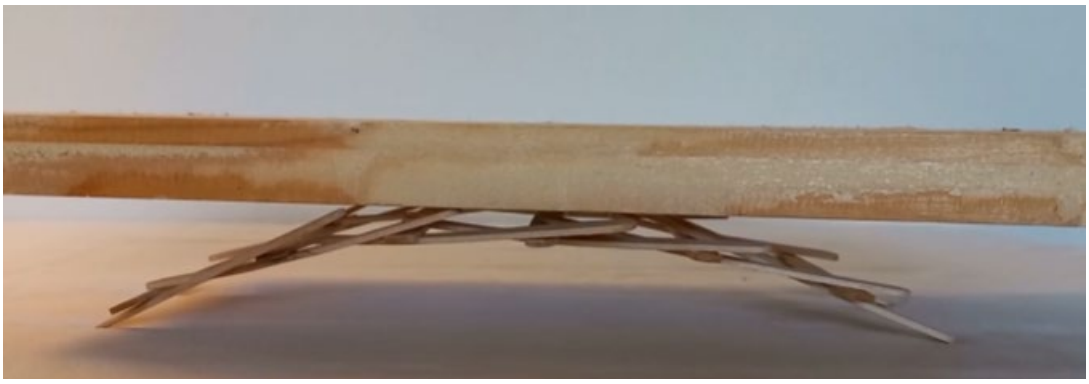
Le pont repose sur deux principes mécaniques fondamentaux : la compression et la tension. Chaque poutre exerce une pression sur les poutres adjacentes, créant une force de compression. En même temps, les poutres sont soumises à des forces de tension qui les maintiennent en place. Ainsi, le pont reste stable sans nécessiter de fixations supplémentaires.

On peut réaliser une maquette de ce pont à l'aide de batônnets de glace ou des cure-dents.

Etapes de construction :





La vidéo de la construction ici : https://experiments.school/fr/produkt/023-pont-de-leonardo/

Un des principaux avantages du pont autoportant est sa portabilité. En raison de sa conception modulaire, il peut être facilement démonté, transporté et réassemblé. Cette caractéristique le rend particulièrement utile pour les situations militaires et les urgences.

En outre, la simplicité de la construction permet un assemblage rapide avec des outils et des matériaux de base. De plus, le pont autoportant ne nécessite pas de fixations supplémentaires, ce qui réduit les coûts et les ressources nécessaires.

https://ecologie-pratique.org/article.php/le-pont-autoportant-de-leonard-de-vinci---un-chef-d-oeuvre-d-ingenierie

https://www.science.lu/fr/experience-historique/construisez-un-pont-leonard

Pour conclure : l'Espace des sciences en pratique

Espace des sciences

10, cours des Alliés

35 000 RENNES

Tel : 02 23 40 66 40

Fax : 02 23 40 66 41

www.espace-sciences.org

Visites pour les groupes (durée 1h15) :

- mardi, jeudi et vendredi à 9h, 10h30 et 14h
- mercredi à 10h30

Toute **réservation est obligatoire** et se fait par téléphone au **02 23 40 66 00**

Tarifs groupes : 4 euros par enfant et 5 euros par adulte supplémentaire (gratuité d'un adulte pour 10 élèves)

Pratique !

Un espace pique-nique est proposé sur place. Faire la demande lors de votre réservation (dans la limite des places disponibles).

Une malle est mise à votre disposition pour stocker sacs et vêtements.

Pour plus de renseignements :

- www.espace-sciences.org/enseignants/rubrique
- Les **professeurs conseillers-relais de l'Education nationale**
  Premier degré : Chloé LAMY chloe.lamy@ac-rennes.fr
  Second degré : Didier THIEURMEL didier.thieurmel@ac-rennes.fr