

Collège Jean Rostand
Balma
Année 2021/2022



Des automates
antiques



A

l'intelligence
artificielle !



Introduction

De tout temps, l'homme a tenté de concevoir des machines capables de présenter des capacités ressemblant au vivant (androïdes en forme d'humains et zooïdes en forme d'animaux). On définit aujourd'hui un automate par la définition qu'en avait fait Descartes : « un système qui se meut de soi ». L'objectif est de créer un automate antique d'après des textes grecs originaux, mais en le dotant de capacités liées à la science contemporaine ; une intelligence artificielle.



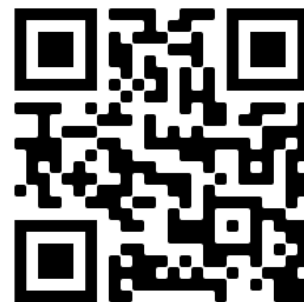
Forts de compétences techniques essentiellement mécaniques et hydrauliques, les ingénieurs de l'antiquité réalisaient des automates qui paraissent de nos jours limités. Avec les exploitations possibles que permet le numérique aujourd'hui : programmation, intelligence artificielle, impression 3D, ... est-il possible d'améliorer les automates antiques ?

Nous nous sommes questionnés sur cette possibilité.

Après avoir découvert l'automate d'Héron d'Alexandrie qui sert du vin, nous ...
Comment réduire l'alcoolisme grâce à un automate antique ?

Pour mener à bien ce projet, nous avons travaillé par équipes ; partie structure, partie programmation, partie modélisation, partie intelligence artificielle.

Lien vers notre vidéo ; <https://youtu.be/fuXkqb0YfYg>



L'équipe

Les élèves

Élève	Rôle dans le projet
CASSEL Noé	Équipe programmation
COUSIN Anouk	Équipe modélisation de l'automate
DURET Marion	Équipe programmation
KAWIECKI Milan	Équipe modélisation du plateau
LAWFORD Estelle	Équipe programmation
LENARD Johanna	Équipe modélisation de l'automate
LIZANA BRICENO Jhonatan	Équipe modélisation du plateau
MARTIN-DAVIET Lilia	Équipe intelligence artificielle
MOURET Enzo	Équipe programmation
PASQUET Callista	Équipe modélisation de l'automate
PRADEILLES Martin	Équipe programmation
RICARD Arthur	Équipe intelligence artificielle
RICARD Elsa	Équipe modélisation de l'automate
RIEU Juliette	Équipe modélisation de l'automate
STCHEPINSKY Eléa	Équipe intelligence artificielle
TOUPILLIER Martin	Équipe programmation
TRIQUET Elise	Équipe intelligence artificielle



Les enseignants

Pascal Pujades technologie
Claire Van Beek Langues anciennes
Béatrice Rouch éducation musicale

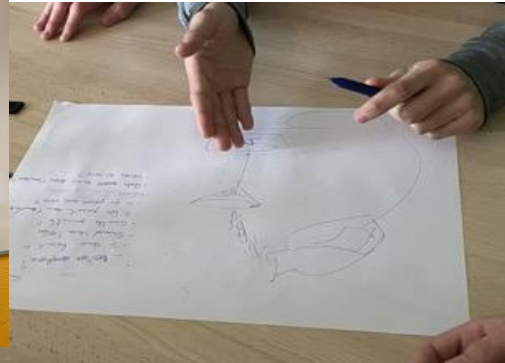
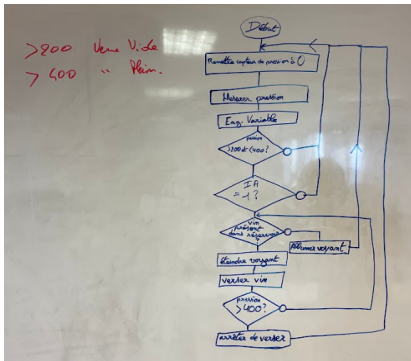
Sommaire

Introduction	2
L'équipe	3
Les élèves	3
Les enseignants	3
Sommaire	4
Réalisation de l'automate	5
Partie programmation	5
Partie Intelligence artificielle	7
Partie structure et modélisation	11
Partie langues anciennes	16
Partie éducation musicale	18
Logo	Erreur ! Signet non défini.
Bilan	20

Réalisation de l'automate

Partie programmation

Nous avons commencé par visualiser nos idées sur la partie programmation et les dessiner. Puis nous avons décrit le fonctionnement souhaité de l'automate sous forme d'algorithme, pour qu'ensuite nous passions sur Scratch afin de simuler le fonctionnement.



Ensuite nous avons
une maquette

créé

permettant de représenter le bras robotisé et ainsi tester notre programme au fur et à mesure.

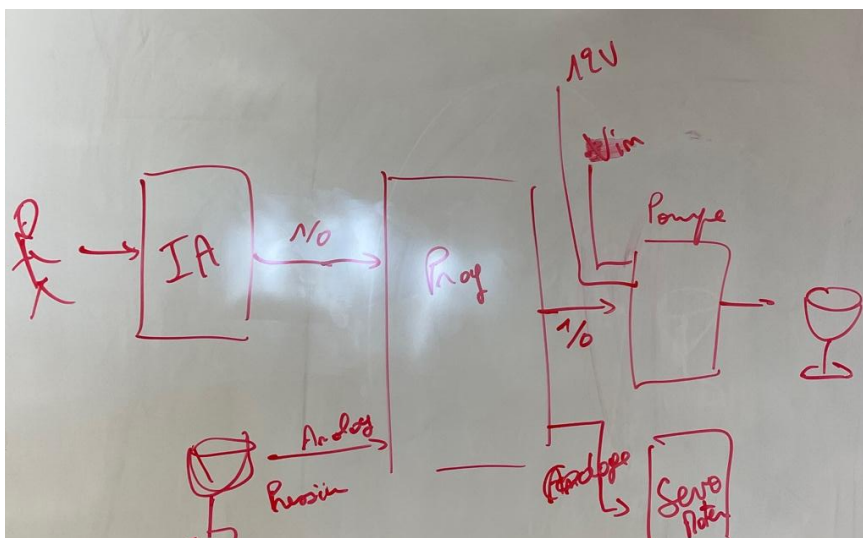
Comme l'indique le schéma, voici le concept imaginé :

Une personne se présente devant l'automate, une caméra analyse le visage et détermine à l'aide d'une intelligence artificielle l'âge de la personne et calcule en parallèle le nombre de fois où la personne est venue se servir.

En fonction de l'analyse de l'intelligence artificielle et du positionnement du verre de la personne, le programme principal active ou pas le service du vin.

L'acquisition de la présence d'un verre est réalisée à l'aide d'un capteur de pression analogique. Ce qui nous permet également de déterminer si le verre est vide ou plein et d'arrêter le service en fonction.

Après débat, nous avons opté pour servir le vin à l'aide d'une pompe à eau alimentaire, ce qui nous permet d'utiliser n'importe quelle amphore pour le service et de faciliter le service du vin par basculement comme cela serait le cas dans la vraie vie. Le poids et la zone de réception du liquide posent problème. L'amphore est donc un artifice, le vin étant stocké sous l'automate, finalement comme pour l'automate antique.

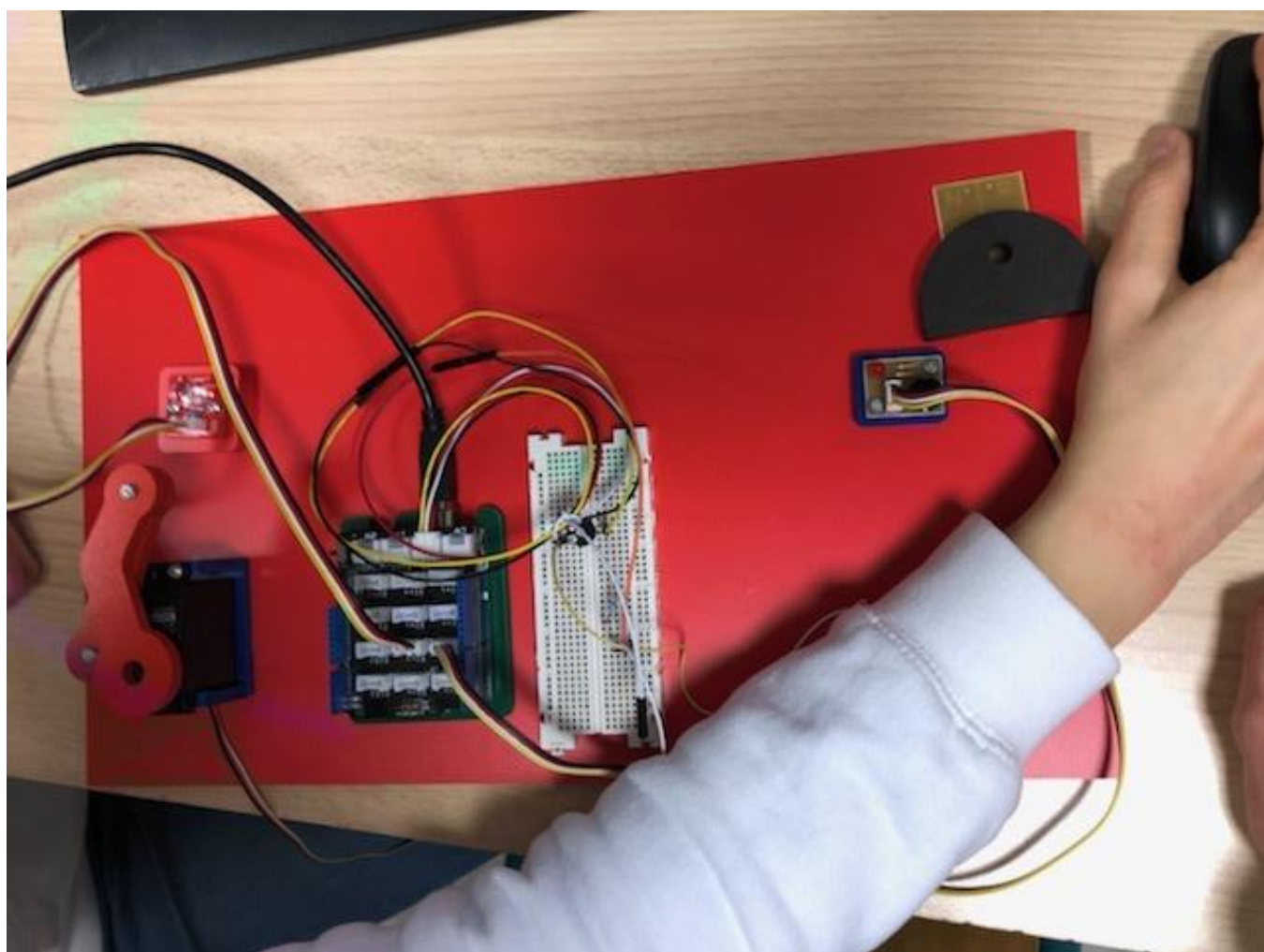


Le déplacement du bras portant l'amphore est réalisé par un servo moteur que nous pilotons par angle de rotation.

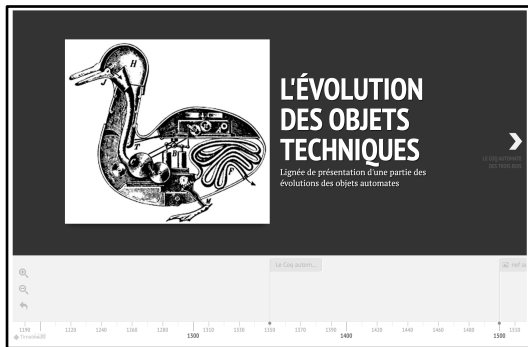
Fonctions techniques	Solutions techniques
Acquérir la présence du verre	Capteur de pression
Connaître le volume de vin dans le verre	Capteur de pression
Gérer les informations	Interface programmable
Servir le vin	Amphore
Réaliser la rotation du bras	Bras robotisé

L'ensemble des informations est géré par une interface programme Arduino et programmée par blocs d'instructions.

La partie IA (Intelligence Artificielle) est quant à elle réalisée sur "mBlock 5" en ligne avec une extension IA.



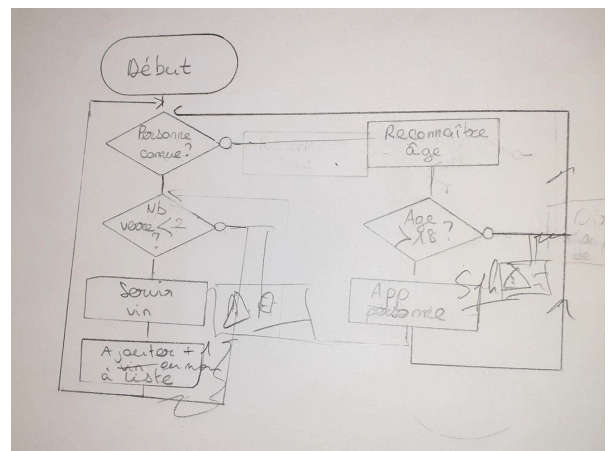
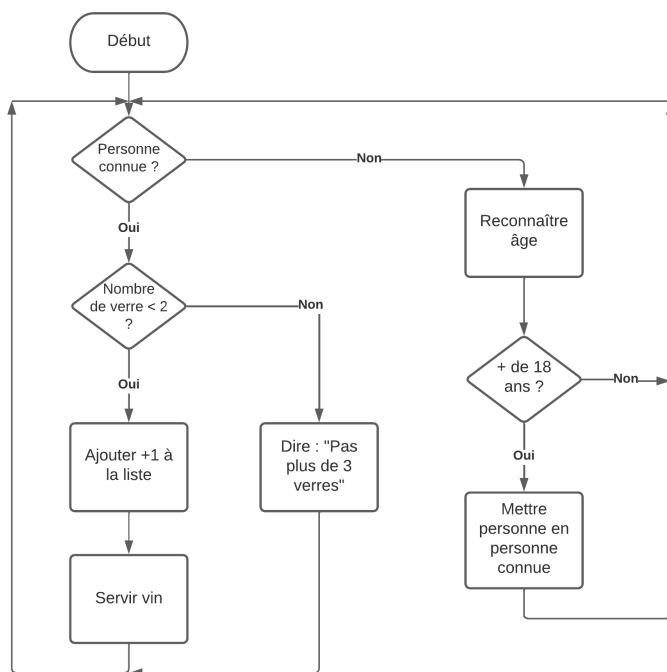
Partie Intelligence artificielle



Cette partie ne fut réalisable qu'après avoir travaillé dans nos classes respectives, sur une activité autour de l'évolution des technologies dont voici une synthèse collaborative de la classe et une activité autour de l'intelligence artificielle.

Lien de la synthèse collaborative sur l'évolution des automates:
<https://jean-rostand.ecollege.haute-garonne.fr/espaces-pedagogiques/technologie/3eme/lignee-3eme2-26888.htm>

Nous avons commencé par décrire par un algorithme le fonctionnement de l'IA dans notre projet.



Nous avons utilisé mBlock 5 en ligne pour traduire l'algorithme car des extensions y sont déjà présentes (services cognitifs et machine à enseigner).

Pour commencer, nous avons cherché à répondre à la problématique de l'âge de la personne qui se présente pour se faire servir un verre. Grâce à une extension déjà présente sur mBlock, quand une personne se présente,

l'IA reconnaît son âge. Si l'âge reconnu est supérieur à 18 ans, le programme continue, sinon le programme s'arrête.





L'IA se souvient des personnes qui sont déjà venues et du nombre de fois qu'elles sont venues.

La personne est autorisée à boire seulement 3 verres.

Au premier passage, l'IA enregistre le visage de la personne. Puis l'IA enregistre chaque passage de la personne, à la troisième fois, l'IA informe le programme principal et le robot ne sert pas de verre.

Nous avons eu des problèmes à enregistrer les passages des personnes avec le système des listes (dans « variables »). Nous n'avions pas bien compris son fonctionnement mais finalement, nous avons utilisé deux listes, une pour enregistrer les noms/numéros des personnes et une pour le nombre de passages.

Panda: Age 25

```
lorsque vous cliquez sur
supprimer tout de verre
pour toujours
  afficher la liste verre
  basculer le costume sur Confirm button2
  si le résultat de la reconnaissance est de Elise ? et objet 1 de verre < 3 > 18 alors
    si le résultat de la reconnaissance est de Martin ? et objet 2 de verre < 3 alors
      insérer 1 à 1 de verre
      basculer le costume sur Confirm button3
    si le résultat de la reconnaissance est de Lilia ? et objet 3 de verre < 3 alors
      insérer 1 à 2 de verre
      basculer le costume sur Confirm button3
    si le résultat de la reconnaissance est de Eléa ? et objet 3 de verre < 3 alors
      insérer 1 à 3 de verre
      basculer le costume sur Confirm button3
    si le résultat de la reconnaissance est de Elise ? et objet 3 de verre < 3 alors
      insérer 1 à 3 de verre
      basculer le costume sur Confirm button3
  sinon
    dire Bois de l'eau alcoolé
    basculer le costume sur Confirm button1
```

identité		Panda: quantite	
1	Elise	1	2
+	length 1	=	+

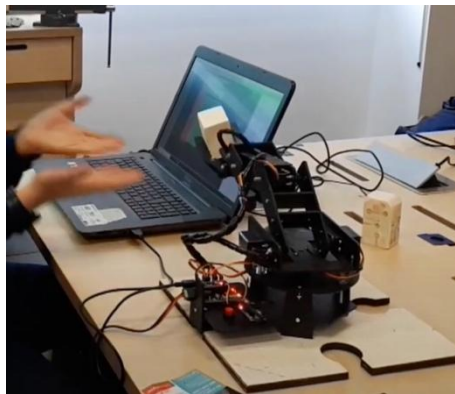
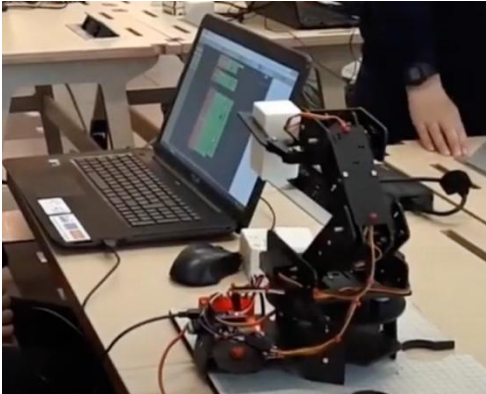
Au moment de l'écriture du dossier, notre programme "traite" les personnes au cas par cas.

Des automates antiques à l'intelligence artificielle

Par contre, la reconnaissance faciale et de l'âge ne sont pas très précises : certains élèves se voient attribuer un âge supérieur à 18 ans alors qu'ils en ont moins, également, certains visages sont confondus par la reconnaissance (peut-être à cause du masque).



Le 16 mars, deux médiateurs scientifiques du Quai des savoirs sont venus au collège pour nous faire réaliser la programmation du bras robotisé qu'ils ont apporté.



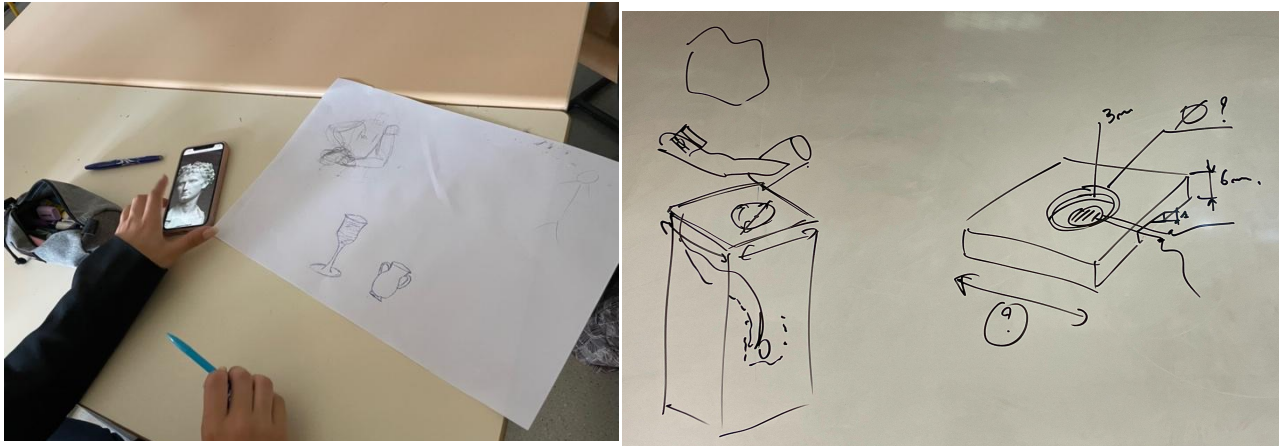
Nous avons découvert au cours

de cet atelier de deux heures plusieurs façons de contrôler un robot : la programmation, la captation électrique des impulsions musculaires, etc. Nous avons compris ainsi le fonctionnement de l'électronique et avons approfondi notre logique algorithmique. Nous avons découvert aussi les applications concrètes de la robotique dans le monde médical et débattons ensemble sur la place et les usages futurs des robots au quotidien ; innovations, réparation du vivant, humain augmenté, performances sportives, prothèses.

Partie structure et modélisation

Afin de réaliser la structure de notre robot, nous avons d'abord cherché des fichiers 3D déjà existants pour former l'amphore, le bras articulé et la tête de l'empereur Auguste. Ces fichiers ont été compliqués à trouver, car nous devons chercher des fichiers gratuits et libres de droits.

Ensuite à l'aide de Sketchup notre groupe s'est séparé en deux afin de modéliser le plateau et l'emplacement du verre qui contient le capteur. Les mesures du plateau nous ont mis en difficulté mais nous sommes parvenus à trouver une solution de façon à obtenir les dimensions adaptées à la taille du robot.



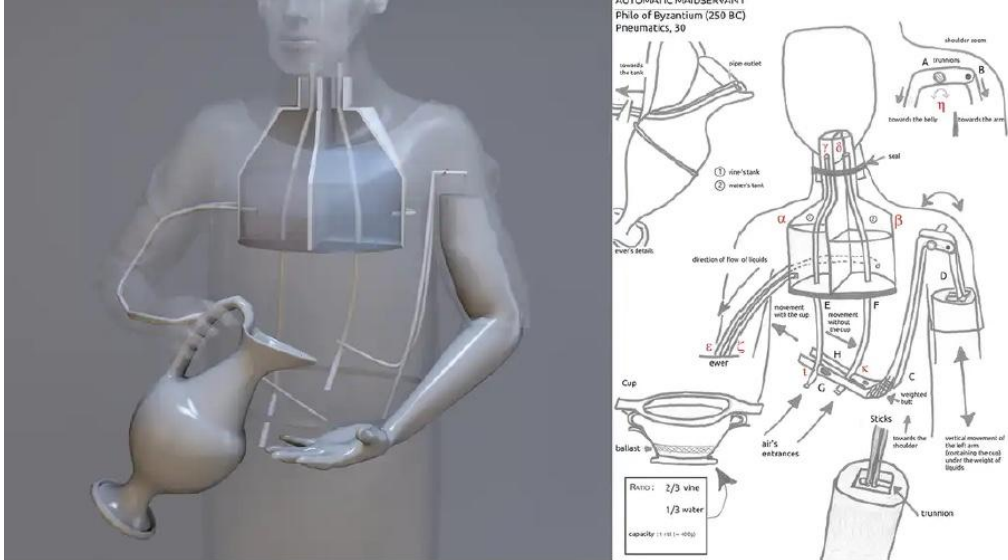
Nous nous sommes inspirés de l'automate de la servante automatique distribuant de l'eau et du vin qui est décrit au paragraphe 30 des Pneumatiques de Philon de Byzance (OU ?) de notre cours de latin.

Le texte nous indique que le bol est alourdi par un lest à sa base et que le mélange distribué est constitué des deux tiers de vin et d'un tiers d'eau. En effet, pendant l'Antiquité, le vin était stocké dans un état très concentré et il fallait le diluer avec de l'eau pour qu'il devienne buvable. Ceci explique la présence des deux réservoirs dissimulés à l'intérieur de la servante puisque le mélange n'est pas préparé à l'avance mais bien réalisé par l'automate.

Nous avons visionné une démonstration du fonctionnement de cet automate réalisée lors d'une conférence des Nocturnes du Plan de Rome et retransmise sur YouTube.



Schéma de la structure de l'automate :



Mécanisme interne (droite) et restitution virtuelle (gauche) de la servante automatique. Author provided

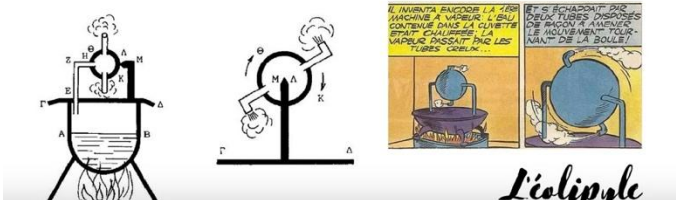
Nous avons traduit le texte grec de Héron d'Alexandrie pour reproduire l'automate.

Les machines d'Héron

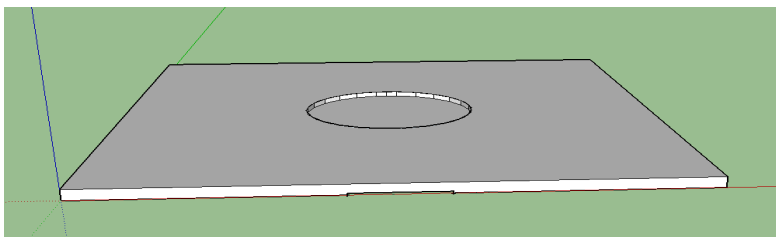
Ἔστω λέβης ὑποκαίμενος ἔχων ὕδωρ ὁ ΑΒ καὶ ἐπιπεφράχθω τὸ στόμιον τῷ ΓΔ πώματι · τοῦτω δὲ συντετρήσθω σωλὴν ἐπικαμπή· ὁ ΕΖΗ, οὗ τὸ ἄκρον ἐς κοῖλον σφαίριον ἐνηρμόσθω τὸ ΘΚ · τῷ δὲ ἄκρῳ τῷ Η κατὰ διάμετρον ἔστω κινῶδ᾽ ὁ ΛΜ βεβηκώς ἐπὶ τοῦ ΓΔ πώματος · ἡ δὲ σφαῖρα ἔχτω δύο σωληνάρια ἐπικαμπή κατὰ διάμετρον συντετρημένα αὐτῇ καὶ ἐπικεκαμμένα ἐναλλάξ · αἱ δὲ καμπαὶ ἔστωσαν πρὸς ὀρθὰς · συμβήσεται οὖν · θερμανομένου τοῦ λέβητος · τὴν ἀμίδα, διὰ τοῦ ΕΖΗ εἰς τὴν σφαῖραν ἐμπέπτουσιν, ἐκπίπτειν διὰ τῶν ἀνασκακαμένων σωληναρίων καὶ στρέφειν τὴν σφαῖραν.

Héron d'Alexandrie, *Pneumatiques*, II, X

Soit AB une chaudière contenant de l'eau, placée sur le feu. On la ferme à l'aide d'un couvercle ΓΔ que traverse un tube recourbé EZH dont l'extrémité H pénètre dans la petite sphère creuse ΘΚ suivant un diamètre. A l'autre extrémité est placé le pivot ΛΜ qui est fixé sur le couvercle ΓΔ. On ajoute sur la sphère, aux deux extrémités d'un diamètre, deux tubes recourbés; les courbures doivent être à angle droit et les tubes perpendiculaires à la ligne HN. Lorsque la chaudière sera échauffée, la vapeur passera par le tube EZH dans la petite sphère et, sortant par les tubes recourbés dans l'atmosphère, la fera tourner sur place, comme cela arrive pour les figurines qui dansent en rond.



Modélisation du plateau :



Après avoir fini de modéliser, à l'aide d'une imprimante 3d, nous avons usiné sur du plastique (PVC expansé). Le plateau fait 200 mm sur 200 mm, 6mm d'épaisseur et 80mm de diamètre pour le cercle.



Modélisation des parties du corps de l'automate :

Le visage de notre automate s'inspire d'un buste d'Auguste du Musée Saint Raymond, le premier empereur romain, pour un clin d'œil à nos origines toulousaines.

Nous avons utilisé la modélisation 3D du buste d'Auguste proposée par le Musée Saint Raymond ;

[Tête de l'empereur romain Auguste Scan 3D](#)

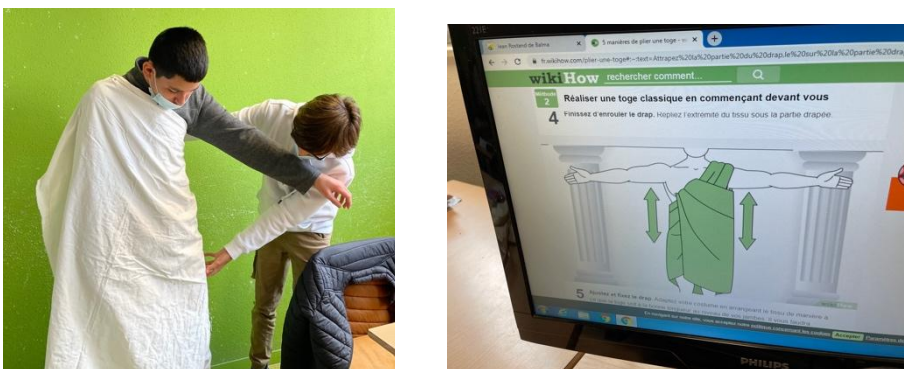




Nous avons également imprimé les mains de l'automate et le kylix (large verre à boire antique) ;
<https://www.thingiverse.com/thing:1347824/files>
<https://cults3d.com/fr/mod%C3%A8le-3d/art/roman-amphora>



Nous avons utilisé une amphore d'aquarium qui permet de faire passer des tuyaux et de les relier au réservoir dissimulé dans le corps de l'automate.



Nous avons recherché comment mettre une toge pour habiller notre automate.



Nous avons formé le corps de notre automate avec de l'argile blanche.



Nous avons modélisé le bras qui sert le vin et intégré la pompe et le récipient de vin à l'intérieur du corps.

Nous avons construit des automates en bois à engrenages sur le thème de l'Antiquité ; Pégase, Icare, les mouvements célestes, afin de nous mettre en relation avec les véritables techniques de construction d'automates et de machines de l'Antiquité.

Nous nous sommes ensuite interrogés sur les dérives de l'intelligence artificielle en étudiant une réécriture du mythe de la caverne de Platon, le film Matrix.



Matrix, une réécriture du mythe de la caverne

Voici une image du bureau de Thomas Anderson au début du film.
Explique le nom de sa société en te servant de tes connaissances lexicales en langues anciennes et d'éventuelles recherches supplémentaires.



Dans le film, quel est le rôle de la pilule rouge ? Et celui de la pilule bleue ?

RAPHAËL, L'École d'Athènes, 1509-1512.
La fresque L'École d'Athènes est une illustration de la Philosophie, Raphaël y ayant rassemblé les figures majeures de la pensée antique à l'intérieur d'un temple idéal, dont Platon et Aristote qui en sont les personnages centraux.

This detail shows Plato and Aristotle from Raphael's fresco 'The School of Athens'. Plato is on the left, pointing his right index finger towards the sky, representing his theory of forms. Aristotle is on the right, gesturing with his right hand palm-down towards the earth, representing his empirical approach to knowledge.

En quoi Platon, représenté en rouge, se rapproche-t-il des effets de la pilule rouge et Aristote, en tenue bleue, de ceux de la pilule bleue ?

.....

.....

.....

eracle, nom masculin

- **Incantations** : réponse donnée par une divinité à celui qui la consultait en certains lieux sacrés. Oracles pythiques.
- Divinité qui rendait cet oracle.
- Lieu sacré, sanctuaire où la divinité rendait les oracles.

Les oracles (mot dans lequel on retrouve la racine latine *os*, *oris*, « la bouche ») sont une spécificité de la divination grecque, le prêtre chargé de les rendre étant par ailleurs assigné à un dieu et à un lieu précis.

Matrix, une réécriture du mythe de la caverne

Trinity est bien sûr le terme anglais pour désigner la Trinité, concept chrétien selon lequel il n'est qu'un seul et unique Dieu sous la forme du Père (Dieu est le père du monde et de l'humanité), du Fils (Jésus est le « porte-parole » de Dieu, il répand sa parole sur terre) et du Saint-Esprit (Dieu est en chaque chose, il est représenté symboliquement sur terre).

Ce concept est aussi présent dans d'autres religions comme la religion hindoue où le divin peut prendre trois « formes » différentes pour présider aux différents états du cosmos.

Neo gagne l'immortalité en ressuscitant par un baiser qui évoque celui d'Eros à
noché ou de la Belle au bois dormant.

Psyché ranimée par le baiser de l'Amour est une œuvre majeure d'Antonio Canova, sculpteur sur marbre du XVIII^e siècle, exposée au Musée du Louvre.

..... Fils d'Hypnos (le Sommeil) et de Nyx (la Nuit), son rôle est d'endormir les mortels.

Pourquoi avoir donné ce nom à ce personnage ?

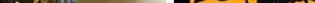
"Nas-tu jamais fait ces rêves qui ont l'air plus vrais que la réalité ?" En entendant cette réplique déclamée par Laurence Fishburne dans *Matrix*, on comprend mieux pourquoi le mentor de Neo emprunte son nom à Morphée, dieu des rêves dans la mythologie grecque. Paradoxalement, c'est finalement en s'extirpant de son

sommeil artificiel que Thomas Anderson atterrira... dans les bras de Morphée(us). Dans « Matrix Reloaded », la suite de Matrix, l'Agent **Smith** a été libéré du

« C'est Moi qui ai créé l'homme qui souffle les charbons au feu et qui forme

Le mot « ouvrier » se disant smith en anglais. Le verset fait explicitement référence au côté destructeur du personnage de Smith, véritable **némésis** de

Matrix, une réécriture du mythe de la caverne



ÉTAPE 2 : VERS L'ÉDUCATION

Le monde est une grotte, une caverne, une grotte de la connaissance, un monde à découvrir, à explorer, à connaître. La Caverne est une allégorie du conditionnement et de l'ignorance, un moyen de dire en substance : « Ne croyez pas ce que vous voyez, interrogez-vous sans cesse pour savoir ce qu'il y a au-delà de vos perceptions ».

ÉTAPE 3 :
LA CONNAISSANCE

sociétés humaines ont réalisé de multiples découvertes jusqu'alors insoupçonnées. La vulgarisation scientifique, mais surtout l'imagination débridée des auteurs et autrices, ont permis



l'apparition d'un nouveau genre littéraire : la science-fiction, dont *Frankenstein* (Mary Shelley, 1818) est souvent considéré comme le premier représentant. En prenant pour prétexte le développement des sciences et techniques pour



critiquer la société, les auteurs et autrices du genre ont créé de nombreuses visions possibles du futur, souvent fantaisistes, ouvrant en grand les portes de nos cavernes, au moins sur le plan de l'imagination.

« En fait, c'est la forme de machine qui nous a permis de critiquer la société, les auteurs et autrices du genre ont créé de nombreuses visions possibles du futur, souvent fantaisistes, ouvrant en grand les portes de nos cavernes, au moins sur le plan de l'imagination. »

Ce n'est donc pas un hasard si les « littératures de l'imaginaire » se servent copieusement (volontairement ou pas) du mythe de la Caverne pour enrichir leurs récits. « Et si la réalité était bien différente de ce qu'on

Partie éducation musicale

Pour recréer un banquet digne de l'Antiquité, il ne fallait pas uniquement un serviteur et du vin, mais aussi de la musique !

Grâce à la bourse gagnée par notre participation à CGénial et Faites de la science, nous avons pu acheter une station audionumérique MPD 218 et un contrôleur DAW.

L'acronyme DAW, de l'anglais Digital Audio Workstation, désigne une station de travail basée sur des composants optimisés pour l'acquisition et le traitement numérique du son.

La Musique Assistée par Ordinateur (MAO) est très utilisée aujourd'hui. Après avoir envisagé les utilisations de l'intelligence artificielle avec le Quai des savoirs et ses dérives possibles en Langues anciennes (Matrix), nous avons travaillé sur son utilisation maîtrisée et quotidienne en prenant l'exemple la MAO. En effet, l'intelligence artificielle peut être à l'origine d'un processus créatif et artistique, elle n'est pas seulement un outil au service de l'homme.



AKAI
PROFESSIONAL



Pour utiliser le séquenceur Reaper, nous avons aussi acheté un clavier numérique professionnel.

Nous avons ainsi pu manipuler un matériel audio-numérique (micros, table de mixage, platines...) pour réfléchir en quoi la musique électronique pouvait offrir un nouveau langage musical.

Nous avons réalisé des morceaux musicaux en suivant plusieurs étapes ;

Première étape: création de la base rythmique: mise en place de la partie rythmique

Deuxième étape: création de la base mélodique: composition de l'ostinato mélodique (mélodie qui revient en boucle)

Le mixage : étape qui permet d'équilibrer toutes les pistes entre elles. Le mixage permet de modifier le son en jouant sur la hauteur (plus aigu, plus grave), en ajustant le volume (plus ou moins fort) ou en ajoutant de la réverbération.

Le mastering : étape qui permet de mettre à niveau, d'ajuster le volume général de l'ensemble de la chanson. C'est ce qui va permettre à la chanson, lors d'un passage à la radio par exemple, d'être de même niveau sonore que les autres chansons.

Grâce à la MAO, nous avons réfléchi sur le fait que les outils numériques ont révolutionné le monde de la musique.

Nous avons composé une musique qui valide le service du vin ou non à la personne qui le demande. La musique est différente selon la validation ou le refus en fonction de l'âge de la personne, et si la personne a déjà été servie.

Logo

Des automates antiques à l'intelligence artificielle

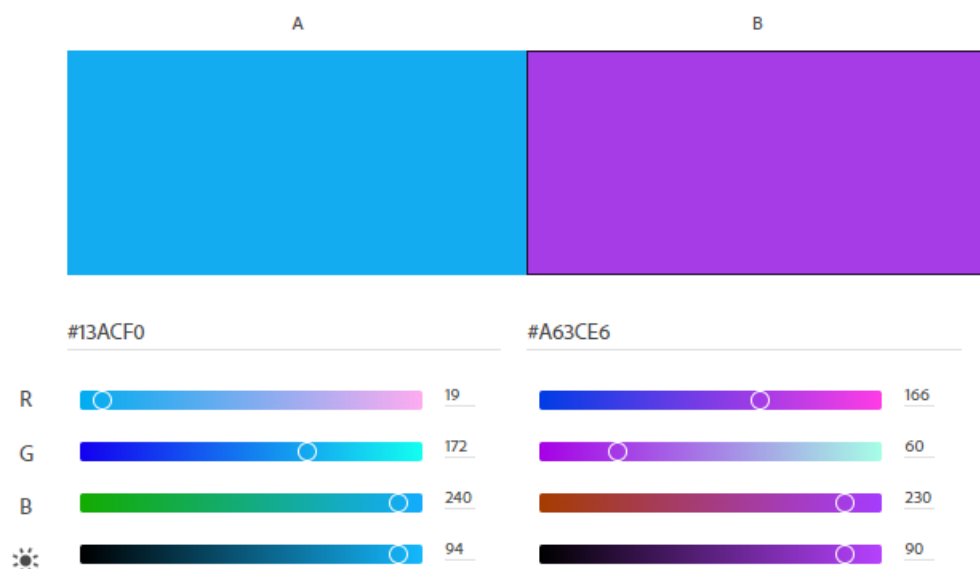
Nous avons choisi un cercle composé de deux demi-cercles, un demi-cercle représente la rencontre entre le Divin et l'humain, entre la perfection et l'imperfection, entre l'invisible et le visible. Mais dans notre société, le demi-cercle a un autre symbole : la démocratie, la république. En effet le parlement sous l'Empire romain était déjà de forme semi-circulaire, tout comme maintenant le sont nos parlements en France, en Belgique, au Canada, etc. Les deux demi-cercles forment un cercle qui signifie un ensemble, un tout, qui fonctionne.

Justification des polices :

Une police style romaine est choisie pour faire référence à la culture et une police type technologie est elle aussi choisie pour faire référence à l'intelligence artificielle. Le "A" dont la barre se fond avec la séparation des demi-cercles possède une police neutre, il a une taille imposante car il renforce la relation entre la culture et la technologie.

Justification des couleurs :

Bleu	Thème : Informatique, High-tech
Violet	Thème : Art et culture
Blanc	Effets : Sobre, fidèle, propre, clair



Bilan

Au cours de ce projet, nous avons dû identifier les besoins pour créer notre automate et énoncer les problèmes techniques.

Nous avons dû trouver des solutions techniques, les tester et les valider. Nous avons été amenés à expliciter nos choix, et à les communiquer aux autres équipes en argumentant.

Nous avons appris à relier les évolutions technologiques aux inventions et innovations antiques. Nous avons été amenés à exprimer notre pensée à l'aide d'outils de description adaptés : des croquis, des schémas.

Nous avons acquis des connaissances sur la Musique assistée par Ordinateur et réfléchi aux utilisations et dérives potentielles de l'Intelligence artificielle.

Ce projet nous a permis de découvrir des lieux de culture en travaillant avec les équipes techniques du Quai des savoirs. Nous avons compris qu'il n'y avait pas de compartimentation entre les disciplines enseignées au collège ; on peut faire de l'art avec le numérique, et de la science avec les langues anciennes.

Nous avons surtout appris à collaborer pour créer ensemble un projet enthousiasmant.

Grâce à notre automate qui mérite des améliorations, le problème de l'alcoolisme des mineurs peut être éventuellement résolu puisqu'ils ne sont pas servis et les personnes qui ont le droit de boire ne peuvent pas être servies plus de trois fois, réduisant ainsi leur taux d'alcoolémie.

Nous avons donc réussi à recréer un automate antique grâce à des méthodes contemporaines et à le rendre utile pour la société tout en exploitant de l'intelligence artificielle au bénéfice de l'humain.

Perspectives :

L'automate construit pourrait être exposé au Quai des savoirs lors d'une future exposition sur l'intelligence artificielle, ainsi qu'au Musée Saint Raymond près de l'empereur Auguste.