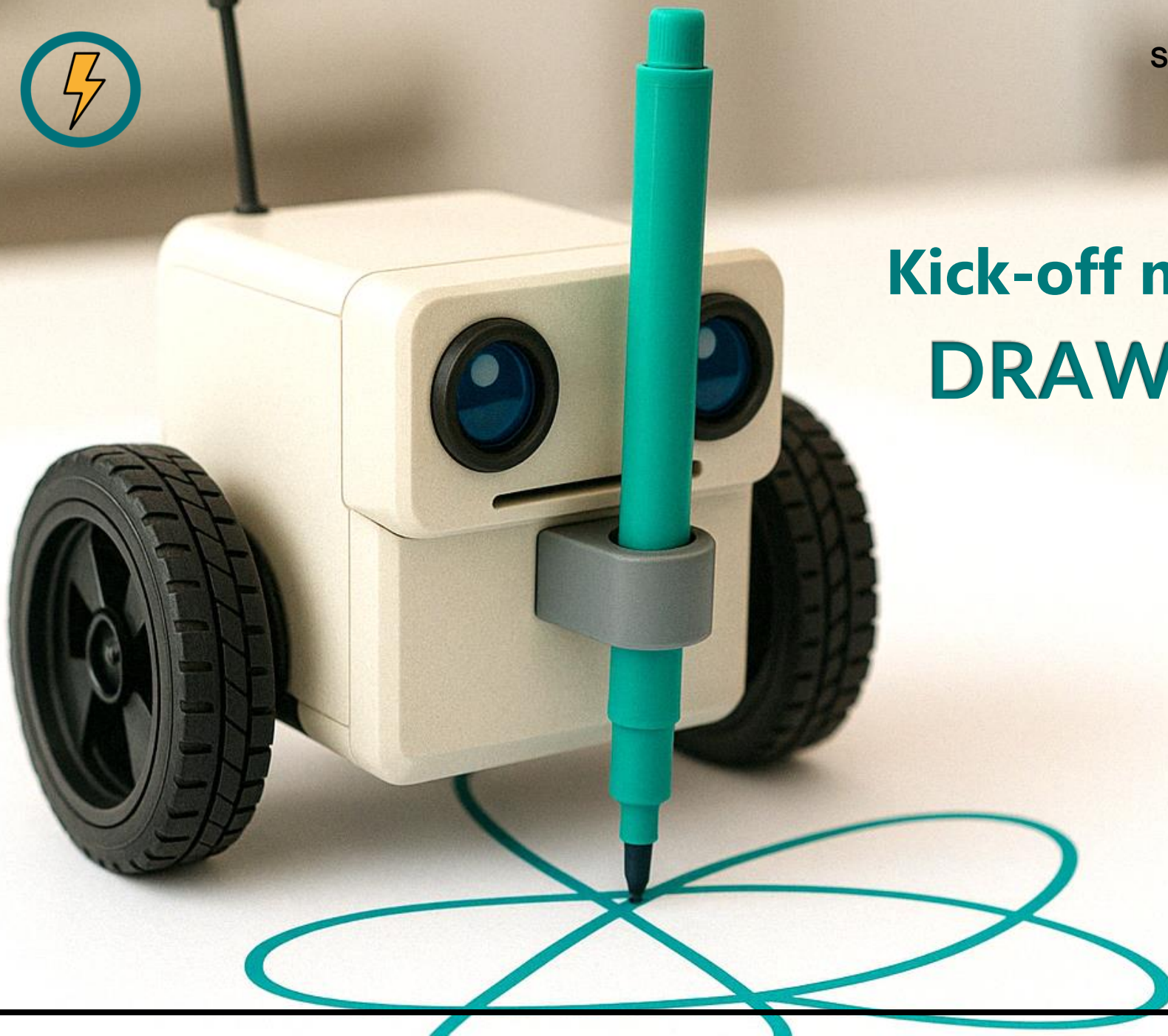




# Kick-off meeting **DRAWBOT**



# Objectifs pédagogiques



- Appliquer les acquis : commande d'un actionneur, acquisition à l'aide de capteurs, correction PID numérique
- Développer de nouvelles compétences



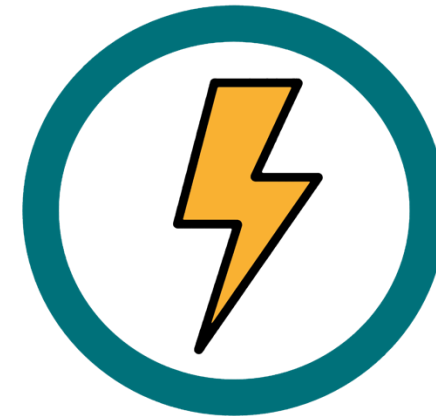
- Méthodologie de projet (cycle en V)
- Documenter un travail technique
- Respecter des deadlines
- Écrire un rapport technique



- Travail de groupe (groupes de 2 ou de 3)
- Présentation professionnelle d'un travail technique



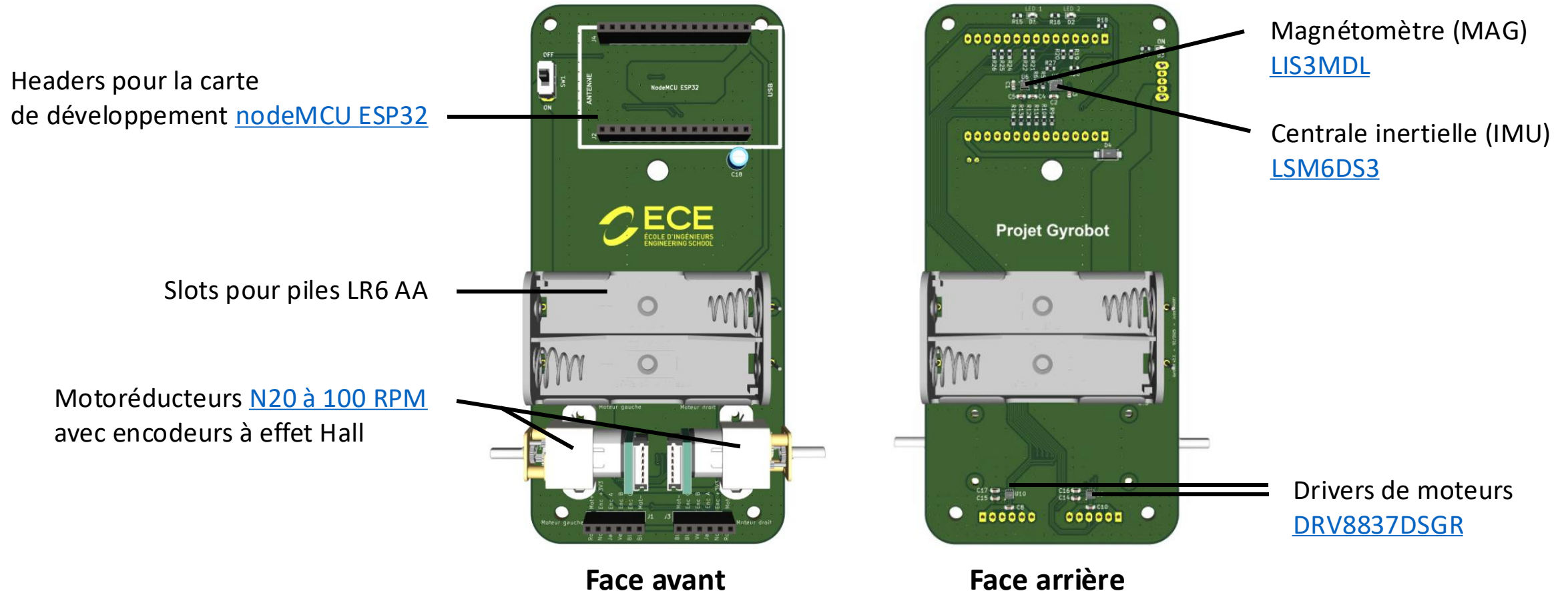
- Créativité



# La plateforme Gyrobot

La plateforme **Gyrobot** a été développée par le département d'électronique de l'ECE et a vocation à être une plateforme pédagogique pour mettre en pratique les acquis en automatique.

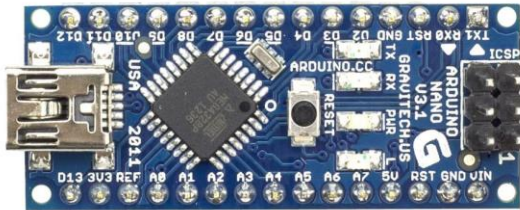
D'une année à une autre, la plateforme peut être utilisée dans le cadre des enseignements de Systèmes bouclés pour réaliser un cas d'usage qui changerait chaque année. Par exemple, un gyropode (robot devant se tenir à la verticale), un robot qui dessine, etc.



# Bill of Material (BOM) de la plateforme Gyrobot

Type	Quantité	Référence	Nom du composant / Empreinte / Valeur
Circuits intégrés	1	U5	LSM6DS3
	1	U6	LIS3MDL
	2	U10,U9	DRV8837DSGR
Résistances	2	R5,R6	10K
	14	R10,R11,R12,R13,R14,R18,R19,R20,R21,R22,R24,R25,R26,R9	22R
	3	R15,R16,R17	330R
	2	R27,R28	4k7
Condensateurs	9	C1,C14,C15,C16,C17,C2,C3,C4,C5	100n
	2	C10,C8	3.3n
	1	C18	10u
Diodes	1	D1	LED
	1	D2	LED
	1	D3	LED
	1	D4	SS54_C123946
Connecteurs	1	J1	Conn_01x06_Socket
	1	J2	Conn_01x15_Socket
	1	J3	Conn_01x06_Socket
	1	J4	Conn_01x15_Socket
Switch et boutons	2	BT1, BT2	2462
	1	SW1	OS102011MS2QN1

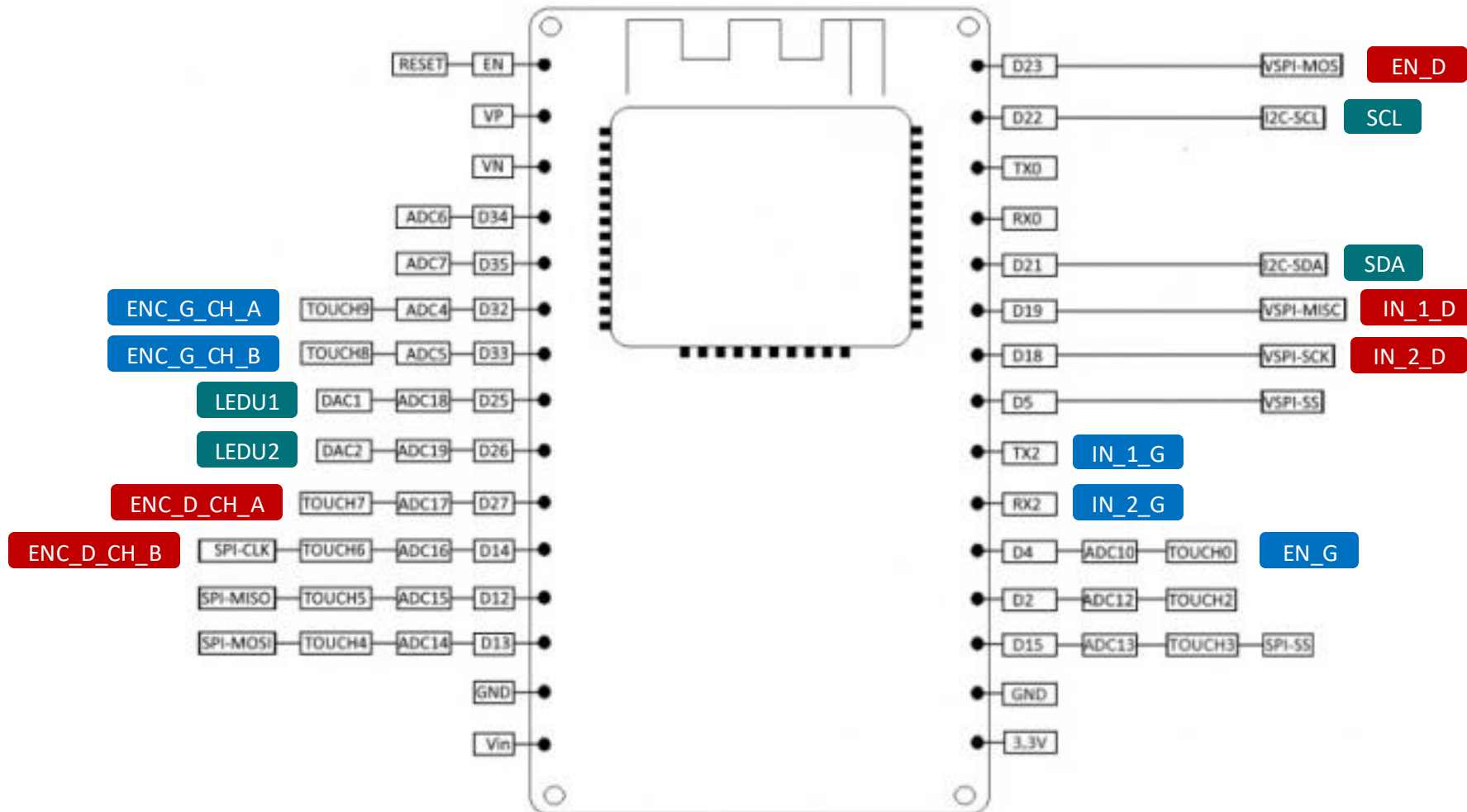
# Comparatif Arduino Nano – NodeMCU ESP32



	Arduino Nano	NodeMCU ESP32
Microcontrôleur	ATMega328P	ESP32
Mémoire de données (SRAM)	2 kB	512 kB
Mémoire de programme (Flash)	32 kB	4 MB
Fréquence d’horloge	16 MHz	240 MHz
Connectivité sans fil	Non	Wifi (2,4 GHz), Bluetooth
Niveau logique des GPIO	5 V	⚠ 3,3 V ⚠
Courant max par GPIO	20 mA	40 mA
Nombre de GPIO	22	26
Nombre de pins de PWM	6	Toutes sauf 4
Consommation électrique	19 mA	20 mA
Dimensions	18 x 45 mm	26 x 48 mm
Poids	7 g	10 g



# Interfaçage du nodeMCU avec le Gyrobot



```
// User led
#define LEDU1 25
#define LEDU2 26
```

```
// Enable moteurs droit et gauche
#define EN_D 23
#define EN_G 4
```

```
// Commande PWM moteur droit
#define IN_1_D 19
#define IN_2_D 18
```

```
// Commande PWM moteur gauche
#define IN_1_G 17
#define IN_2_G 16
```

```
// Encodeur gauche
#define ENC_G_CH_A 32
#define ENC_G_CH_B 33
```

```
// Encodeur droit
#define ENC_D_CH_A 27
#define ENC_D_CH_B 14
```

```
// I2C
#define SDA 21
#define SCL 22
```

```
// Adresse I2C
#define ADDR_IMU 0x6B
#define ADDR_MAG 0x1E
```

# Drawbot

Cette année, vous allez être amenés à développer... un robot qui dessine : **Drawbot**.

Le robot sera commandé à distance par un ordinateur à l'aide d'un nodeMCU ESP32. Ce dernier recevra des commandes telles que :

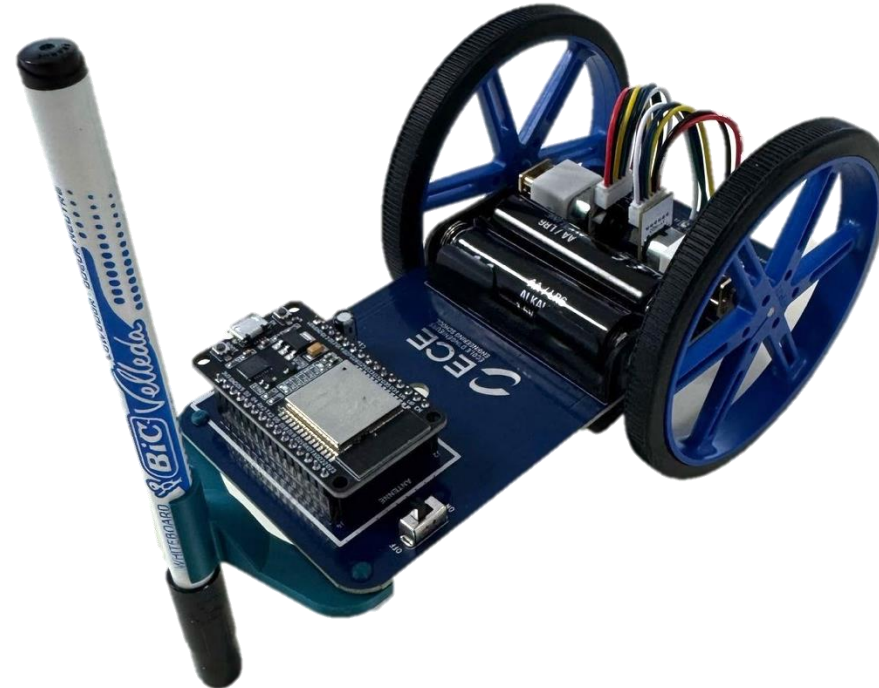
**Séquence n°1** : Avancer de 20 cm, tourner de 90° vers la gauche, avancer de 10 cm, tourner de 90° vers la droite puis avancer de 40 cm.

**Séquence n°2** : Dessiner un cercle dont le rayon est paramétrable.

**Séquence n°3** : Dessiner une rose des vents ou une flèche, dirigée vers le pôle Nord terrestre.

Pour ce faire, vous allez pouvoir vous appuyer sur des boucles de rétroaction basées sur les capteurs suivants :

- Deux **encodeurs de moteurs**, un pour chaque roue ;
- Une **centrale inertielle** ;
- Un **magnétomètre**.



# Bill of material (BOM) du projet Drawbot

## Kit Drawbot

Quantité	Intitulé	Lien
1	Plateforme Gyrobot ECE	Production ECE
1	Carte de développement NodeMCU ESP32	<a href="https://www.lextronic.fr/module-nodemcu-esp32-58170.html">https://www.lextronic.fr/module-nodemcu-esp32-58170.html</a>
1	Câble micro USB (programmation NodeMCU)	<a href="https://www.lextronic.fr/cordon-usb-a-male-micro-usb-b-wen93918-61875.html">https://www.lextronic.fr/cordon-usb-a-male-micro-usb-b-wen93918-61875.html</a>
2	Motoréducteur avec encodeur E1210GM-060100	<a href="https://www.lextronic.fr/motoreducteur-miniature-e1210gm-060100-76769.html">https://www.lextronic.fr/motoreducteur-miniature-e1210gm-060100-76769.html</a>
1	Paire de supports de fixation pour moteurs série 1210GM	<a href="https://www.lextronic.fr/supports-de-fixation-pour-moteurs-serie-1210gm-76328.html">https://www.lextronic.fr/supports-de-fixation-pour-moteurs-serie-1210gm-76328.html</a>
1	Paire de roues avec pneu en silicone (diamètre 90 mm)	<a href="https://www.lextronic.fr/paire-de-roue-diametre-90-mm-15378.html">https://www.lextronic.fr/paire-de-roue-diametre-90-mm-15378.html</a>
4	Pile LR6 AA	<a href="https://www.lextronic.fr/piles-lithium-aa-varta61064b-74814.html">https://www.lextronic.fr/piles-lithium-aa-varta61064b-74814.html</a>
2	Support pour deux piles LR6 AA	<a href="https://eu.mouser.com/ProductDetail/Keystone-Electronics/2462?qs=3CbvriavSLChvFNADwDLZA%3D%3D">https://eu.mouser.com/ProductDetail/Keystone-Electronics/2462?qs=3CbvriavSLChvFNADwDLZA%3D%3D</a>
1	Switch OS102011MS2QN1	<a href="https://eu.mouser.com/ProductDetail/CK/OS102011MS2QN1?qs=WtljUIYws5RvQ1hEv876nQ%3D%3D">https://eu.mouser.com/ProductDetail/CK/OS102011MS2QN1?qs=WtljUIYws5RvQ1hEv876nQ%3D%3D</a>

## Kit Électronique

Quantité	Intitulé	Lien
1	Condensateur de 10 $\mu F$ (C18 sur le PCB du Gyrobot)	Inclus dans votre kit de composants d'électronique



# Assemblage du robot : Électronique ⚡

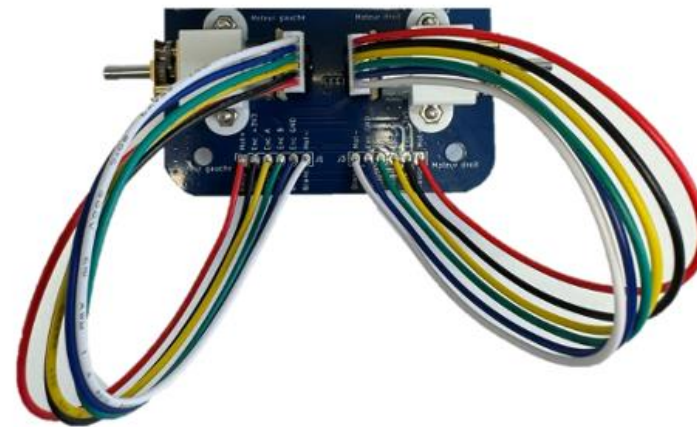
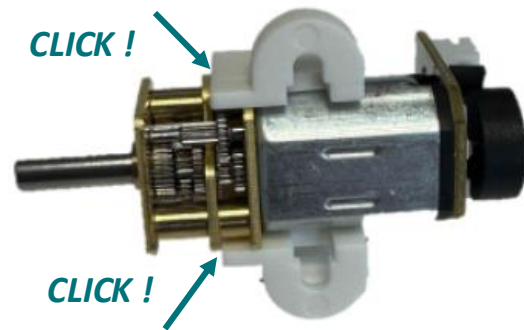
- ❶ Braser le bouton ON / OFF (composant sur la face ECE, pas de sens de branchement pour ce composant).
- ❷ Braser les headers destinés à recevoir le nodeMCU (composant sur la face ECE).
- ❸ Braser les connecteurs des moteurs et encodeurs (composants sur la face ECE).
- ❹ Braser le condensateur C18 (composant sur la face ECE. Voir point de vigilance en slide 12).
- ❺ Braser les connecteurs des boîtiers pour piles (un de chaque côté de la carte).



(brasage sur l'autre face)

# Assemblage du robot : Mécanique 🛠️ ( 1 / 2 )

- ⑥ Assembler les pneus en silicone sur les jantes des roues.
- ⑦ Visser les supports de fixation pour les moteurs sur le châssis (Face ECE).
- ⑧ Connecter les connecteurs des moteurs
  - ⚠️ **Attention au sens. Du haut vers le bas :**
    - Côté gauche : blanc vers rouge
    - Côté droit : rouge vers blanc



# Assemblage du robot : Mécanique 🛠️ ( 2 / 2 )

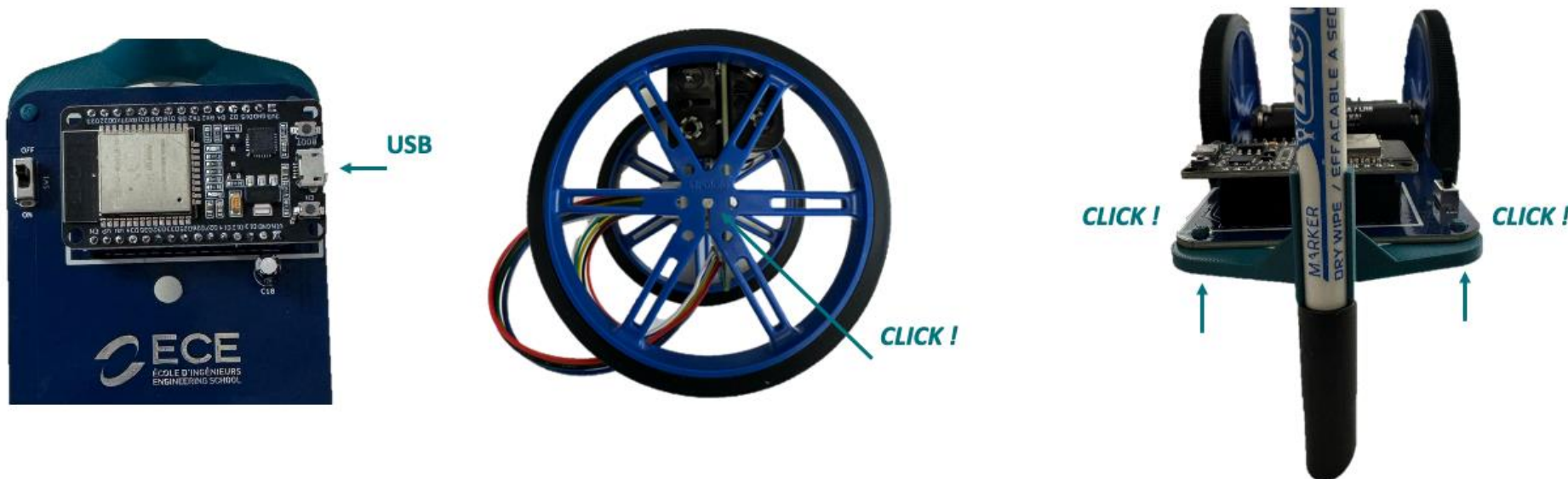
⑨ Assembler les roues sur les moteurs, le nodeMCU sur les headers et les piles dans les boîtiers prévus à cet effet.

⚠️ Attention au sens : le connecteur USB du nodeMCU est du côté du bord de la carte.

⚠️ Attention au sens : les plots des piles du côté où il n'y a pas de ressort.

⑩ Insérer le support à feutre sur la face « Projet Gyrobot » et ensuite le feutre. Le châssis doit être le plus à l'horizontal possible. Des ajustements seront possibles ultérieurement en utilisant l'IMU de ce dernier.

⚠️ La pièce peut être fragile. Nous vous recommandons de retirer le feutre quand vous rangez votre robot dans sa boîte de transport.



## Condensateur C18



**Attention au sens de branchement du condensateur C18 ⚡ (condensateur de 10uF issu de votre kit élec).**

La polarité n'est pas reportée sur le *silkscreen* de la carte. Branchez-le de sorte à avoir le pôle (-) du côté du centre de la carte sur la « face ECE ». La patte longue (pôle (+)) est donc du côté du bord de la carte.

## Gestion des piles



**Vous n'aurez pas de pile supplémentaire.**

Les 4 piles livrées avec le kit sont largement suffisantes pour une activation des moteurs (switch ON 🟢) restreinte aux phases de roulage.

Veillez donc à éteindre le robot en dehors des phases de test (y compris lors des téléversements).

# Travail à effectuer ( 1 / 3 )

■ **Diagramme fonctionnel** (de l'envoi des commandes de l'utilisateur à l'action, en passant par la réception des données par le robot).

⚠ Ce diagramme est en amont de tout votre travail. Ne pas mentionner de noms de composant ou de technologie, sinon vous perdrez des points.

Un diagramme fonctionnel se lit de la gauche vers la droite. Les entrées et les sorties doivent clairement apparaître.

■ **Architecture matérielle** comprenant deux sous-systèmes : un qui émet des commandes et un qui les effectue.

⚠ Soyez vigilants avec l'alimentation : quelle alimentation délivre les piles, où retrouve-t-on le 3,3 V, quels éléments sont alimentés lorsque le câble USB est branché, etc.

■ **Schématique de la carte Gyrobot.**

Quelques consignes pour cet exercice de reverse engineering :

- À faire sur KiCAD ou Altium exclusivement.
- À exporter sur fond blanc.
- Encadrer les blocs fonctionnels sur le logiciel avant export.
- Garder la numérotation des composants données en slide 4 afin que le jury puisse y faire référence plus facilement (soutenance et rapport).
- Utiliser des labels pour alléger le schéma.
- Vous perdrez des points à chaque erreur de fond (erreur de connexion) et de forme (masse à l'envers, etc.).
- Vous pouvez vous appuyer sur des simulations pour vérifier le fonctionnement de certains éléments.

■ **Algorithme**

⚠ Comme pour chaque diagramme, pensez à tout expliquer dans le rapport, et souvenez-vous que ce type de diagramme est normé. L'algorithme de chaque séquence sera présenté dans la partie développement.



**Conception**

# Travail à effectuer ( 2 / 3 )

## ■ Prise en main de la carte de développement et des actionneurs (chaîne principale)

- En premier lieu le nodeMCU ESP32 pour pouvoir commander (et calculer l'erreur à la consigne en boucle fermée) les moteurs.
- **Asservissement en position des roues (à présenter au début de la démo de la soutenance)**

## ■ Prise en main des capteurs (chaîne de retour)

- Les encodeurs de moteurs, la centrale inertielle et le magnétomètre : quels protocoles sont utilisés pour communiquer avec eux ?

## ■ Schéma bloc pour chaque séquence

- À intégrer dans la partie « Développement du rapport »

⚠ Comme pour chaque diagramme, pensez à tout expliquer dans le rapport. Chaque erreur de fond (rétroaction au mauvais endroit, etc.) et de forme vous feront perdre des points. Il ne s'agit pas simplement de faire. Le jury attend un travail bien fait.

## ■ Algorithme pour chaque séquence

## ■ Réglage des PID des différentes boucles de rétroaction

- Quelle est la fréquence d'échantillonnage du système ? Est-ce compatible avec le temps de réaction des actionneurs ?
- Méthodologie et implémentation des correcteurs, en particulier comment cela fonctionne lorsqu'il y a éventuellement deux boucles de rétroaction ou deux correcteurs.

## ■ Développement au moins une des trois fonctionnalités avancées (FA). Le développement de plusieurs FA

fera l'objet de bonus

**Il y a trois séquences et vous êtes censés travailler à trois : chacun doit développer, documenter et présenter une séquence.**



Développement



# Travail à effectuer ( 3 / 3 )

## ■ Tests unitaires de prise en main du matériel :

- Communication sans fil entre l'ordinateur et la carte de développement nodeMCU ESP32 ;
- Courbes de calibrage des actionneurs (vitesse mesurée en fonction de la consigne) ;
- Courbe de calibrage de l'IMU et du magnétomètre (utiliser la boussole de votre smartphone en guise de boussole de référence).

## ■ Courbes de résultats obtenues lors du réglage des différents PID :

- Sur chaque graphique bien faire apparaître les noms et graduations des axes, quelle est la consigne, les paramètres  $K_P$ ,  $K_I$  et  $K_D$  pour chaque courbe.

## ■ Test de chacune des séquences avec description :

- Du protocole de test ;
- Exposition du résultat (numérisation du dessin avec une échelle) ;
- Description précise du résultat (mesure des distances et des angles).
- Validation (ou non) du résultat.

■ Si cela est possible, discuter les limites techniques de votre solution (fréquence d'échantillonnage, vitesse de traitement, précision des capteurs, etc.) avec des chiffres.



**Tests et validations**

# Séquence n°1 : l'escalier

🚩 Le robot doit avancer tout droit de 20 cm, tourner de  $90^\circ$  vers la gauche, avancer de 10 cm, tourner de  $90^\circ$  vers la droite puis avancer de 40 cm.

**ET1.1.** Les points de départs et d'arrivée doivent être clairement identifiables. Par exemple par des disques coloriés, des croix ou des arrêtes orthogonales au segment de départ / d'arrivée.

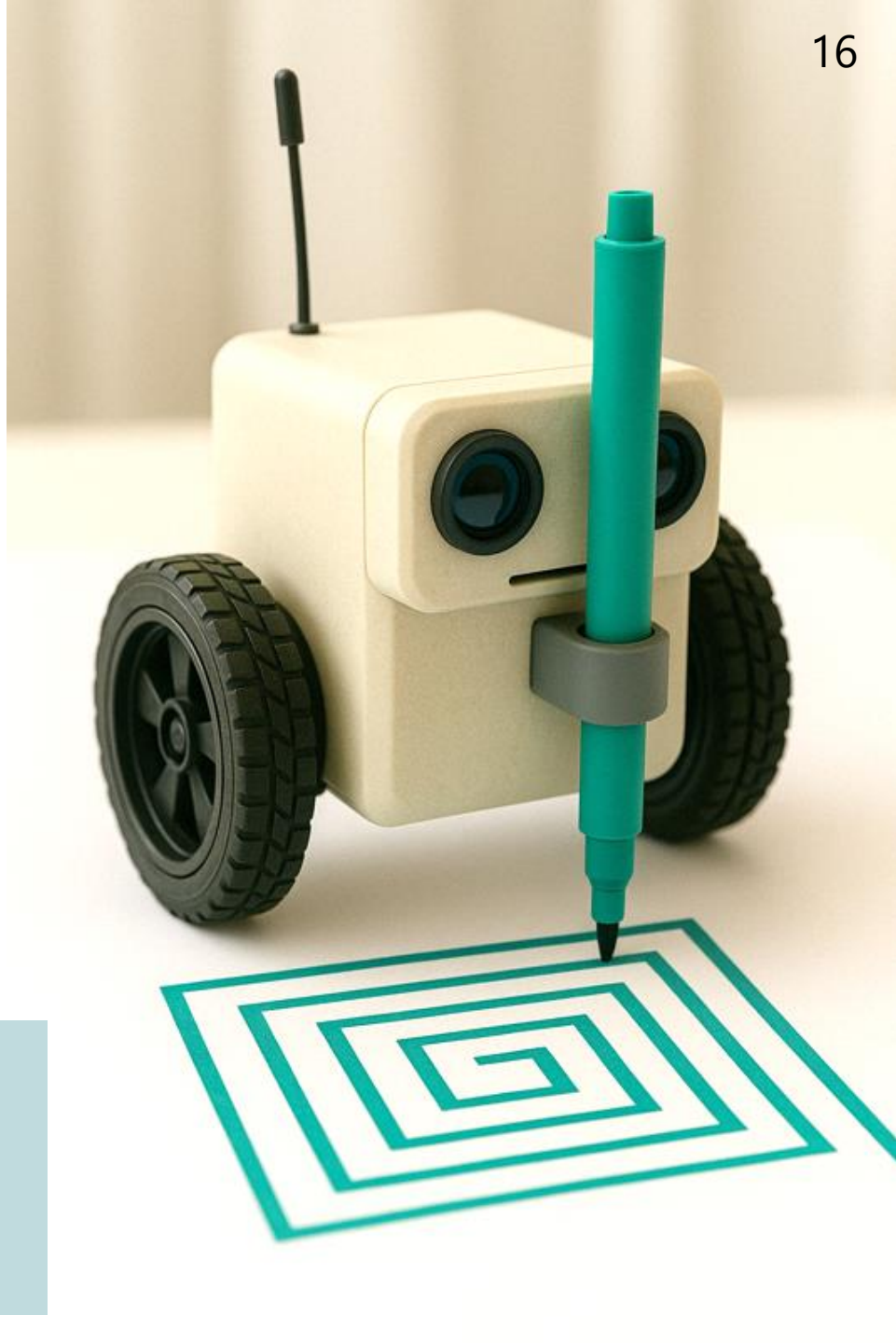
**ET1.2.** Les distances doivent avoir au maximum 1 cm d'erreur (vérifications possibles durant la soutenance).

**ET1.3.** Les angles doivent avoir au maximum  $5^\circ$  d'erreur (vérifications possibles durant la soutenance).

**FA1.** Dessiner une suite de carrés circonscrits comme illustré ci-contre où la longueur du premier segment et le nombre de carrés doivent être entrés en paramètre (envoyés depuis l'ordinateur à l'ESP32).

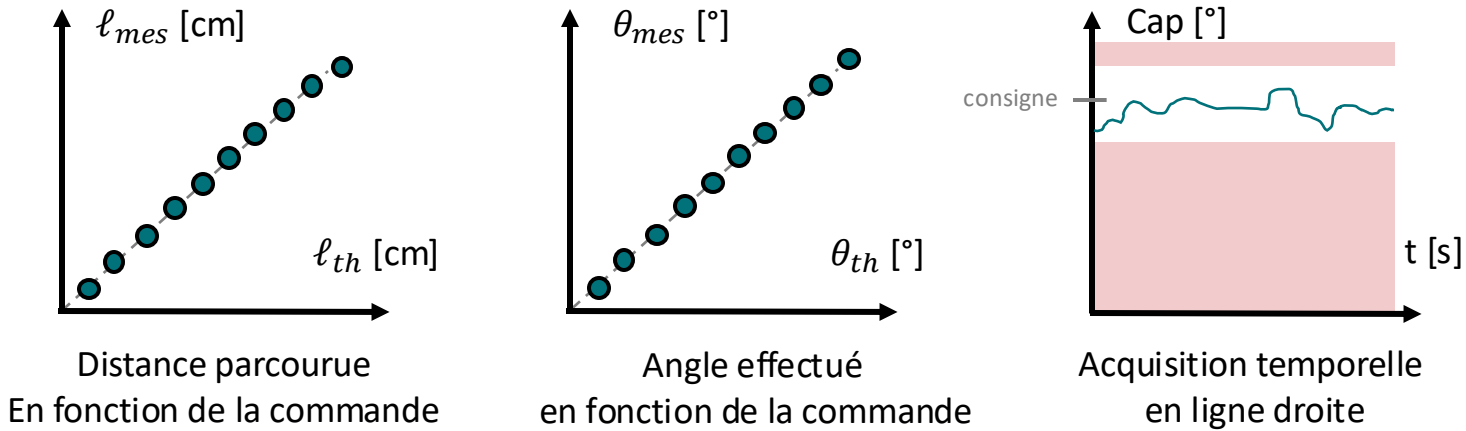
## Questions que l'on pourrait vous poser à la soutenance :

- 🚩 Pourquoi utilisez-vous un système de coordonnées polaires ?
- 🚩 Quelle est la forme des signaux envoyés aux moteurs ? Comment fonctionne l'encodeur ?
- 🚩 Comment pourrait-on contrôler la vitesse du robot ? Faire un schéma bloc au tableau.
- 🚩 Comment sont mesurés les angles et distances parcourues par le robot ?
- 🚩 Que doit-on faire pour avoir le même système en boucle ouverte ? À quoi correspond-il ?



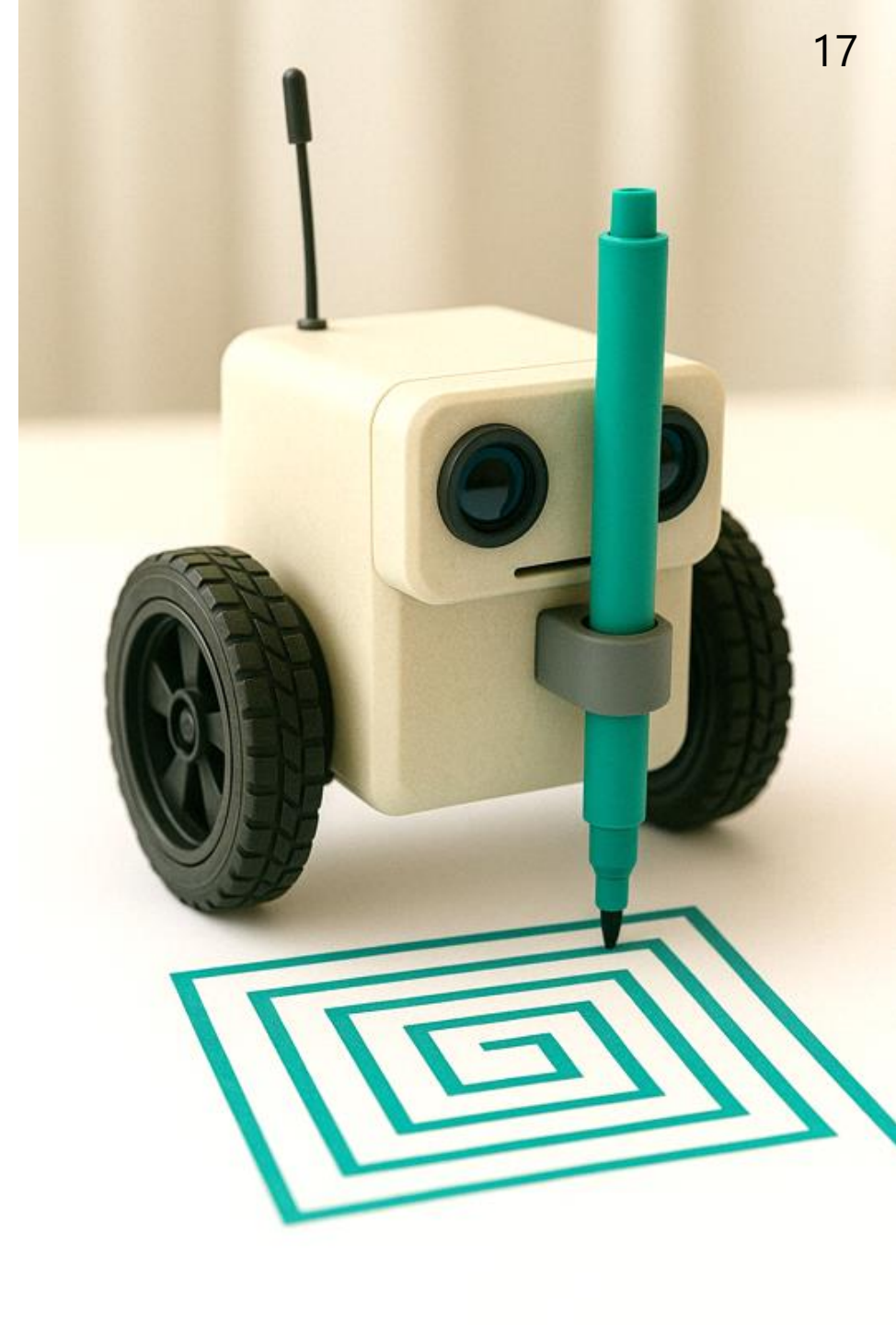
# Séquence n°1 : l'escalier

🚩 Graphiques demandés pour la partie « Tests et validations » du rapport :

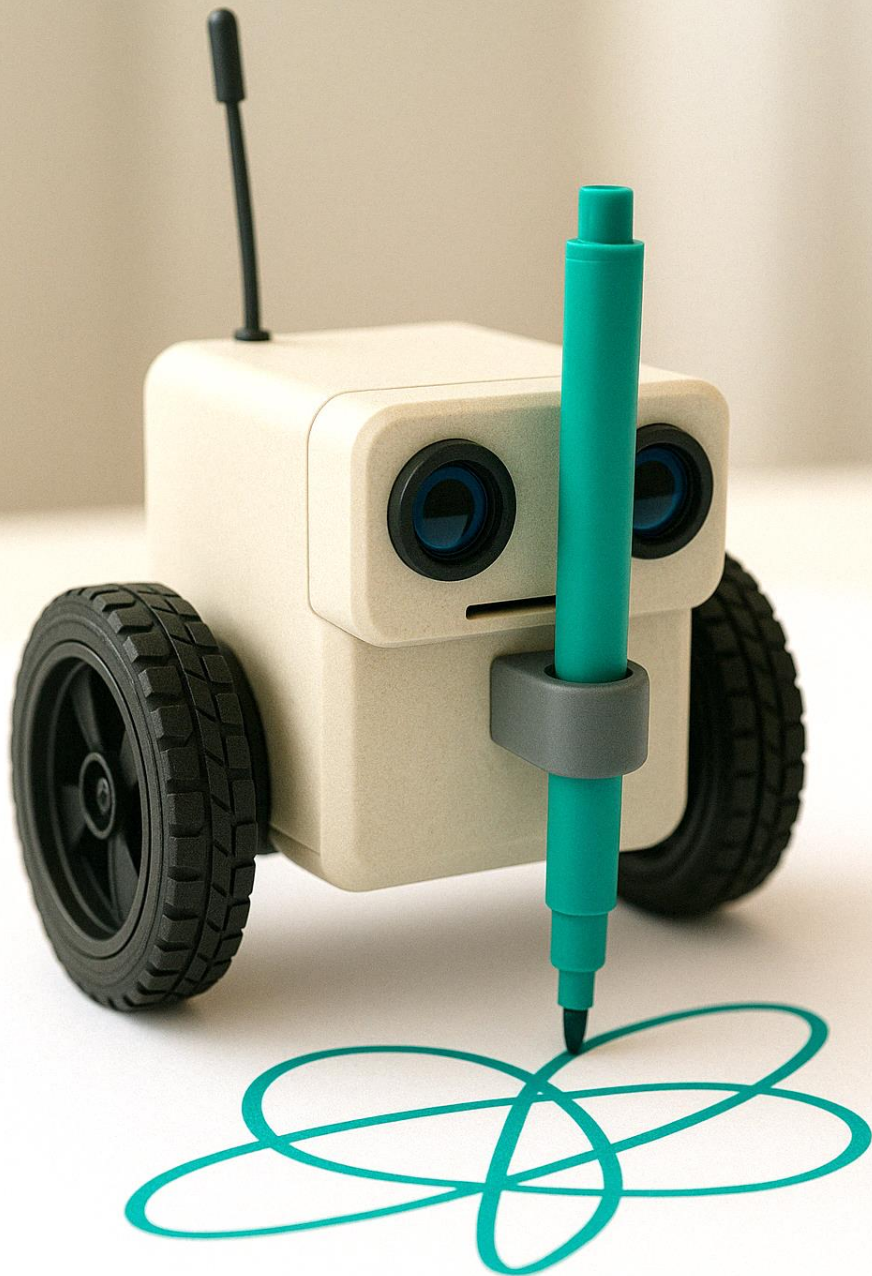


🚩 Toujours dans la partie « Tests et validations » du rapport, un scan du dessin validé avec :

- une échelle ;
- une mesure manuelle des distances ;
- une mesure manuelle des angles.



## Séquence n°2 : le cercle



🌀 Le robot doit dessiner un cercle dont le rayon est paramétrable.

**ET2.1.** Le rayon du cercle est un paramètre qui doit être envoyé depuis l'ordinateur (communication sans fil).

🚧 Plusieurs tests pourront être demandés pour valider le fait que le rayon est un paramètre.

**ET2.2.** Le robot doit pouvoir dessiner des cercles dont le rayon est compris entre 2 et 20 cm.

**ET2.3.** Le cercle doit être fermé. Une tolérance de 5 mm entre le point de départ et le point d'arrivée est acceptée pour valider le cercle.

**FA2.** Le dessin du cercle est suivi du dessin d'une rosace circonscrite au cercle. Le nombre de pétales n'est pas imposé.

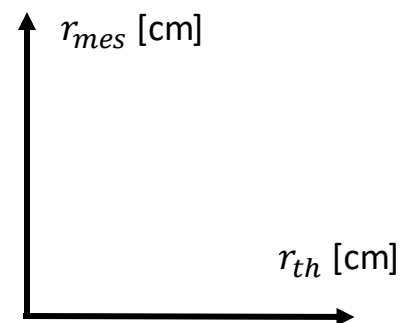
### Questions que l'on pourrait vous poser à la soutenance :

- 🌀 Quel est le système de coordonnées utilisé ?
- 🌀 Comment devrait-on s'y prendre pour tracer le cercle dans l'autre système de coordonnées ?
- 🌀 Comment pourrait-on faire pour fermer le cercle s'il n'est pas fermé ?

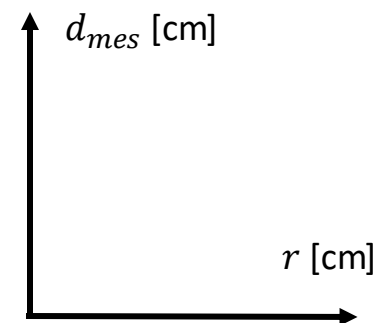


## Séquence n°2 : le cercle

🌀 Graphiques demandés pour la partie « Tests et validations » du rapport :



Rayon mesuré en fonction  
du rayon théorique (commande)



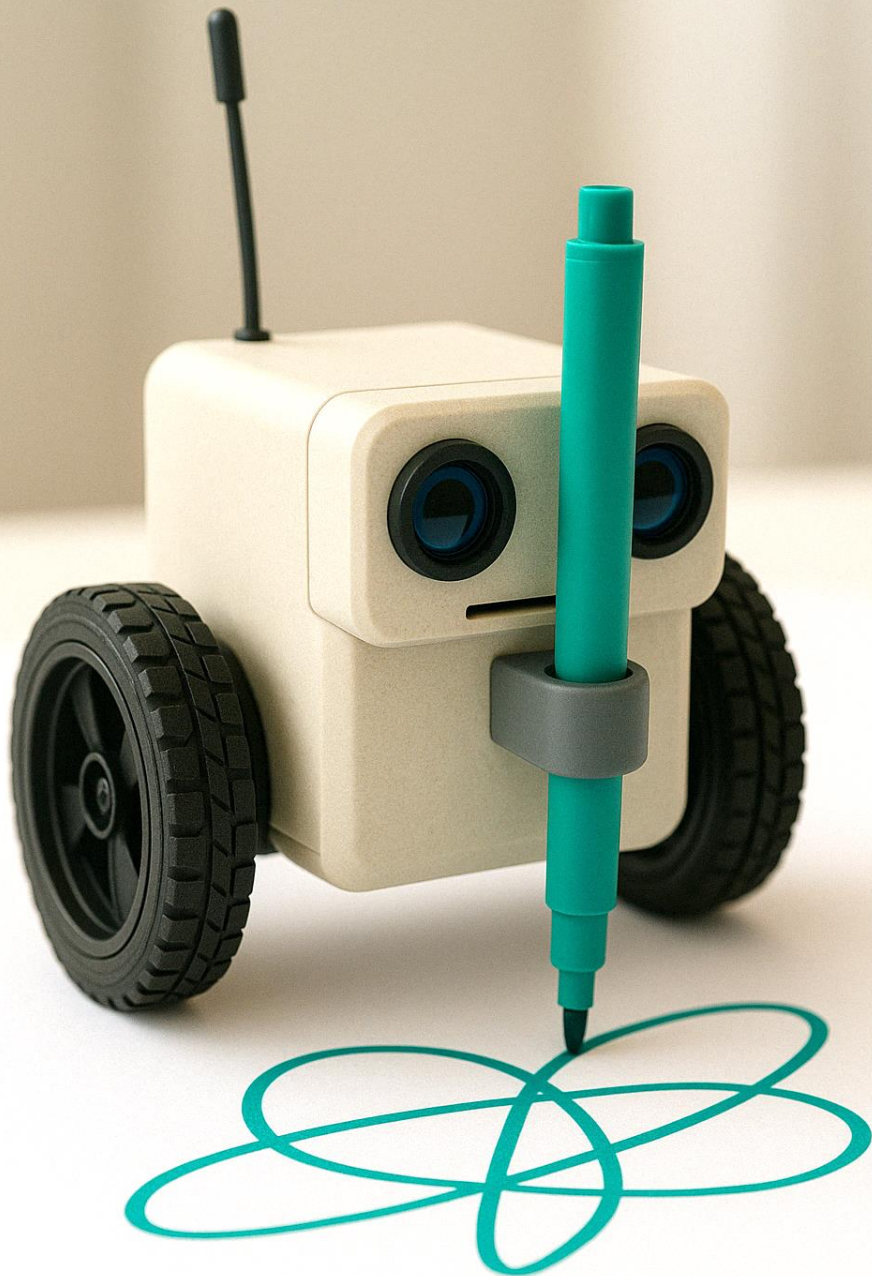
Distance entre le point de départ  
et le point d'arrivée  
en fonction du rayon du cercle  
(« erreur de fermeture du cercle »)

🌀 Toujours dans la partie « Tests et validations » du rapport, un scan du dessin validé avec une échelle, le rayon théorique (commande) et le rayon mesuré pour :


- $r = 2 \text{ cm}$  ;
- $r = 5 \text{ cm}$  ;
- $r = 10 \text{ cm}$  ;
- $r = 20 \text{ cm}$ .

Mise à l'échelle possible en fonction de la mise en page souhaitée.

🚧 Vos graphiques devront bien évidemment être cohérents avec vos dessins.



# Séquence n°3 : la rose des vents

 Le robot doit dessiner une rose des vents ou une flèche, dirigée vers le pôle Nord terrestre.

**ET3.1** La direction de la flèche ou de la rose des vents doit être dans la direction du pôle Nord terrestre.

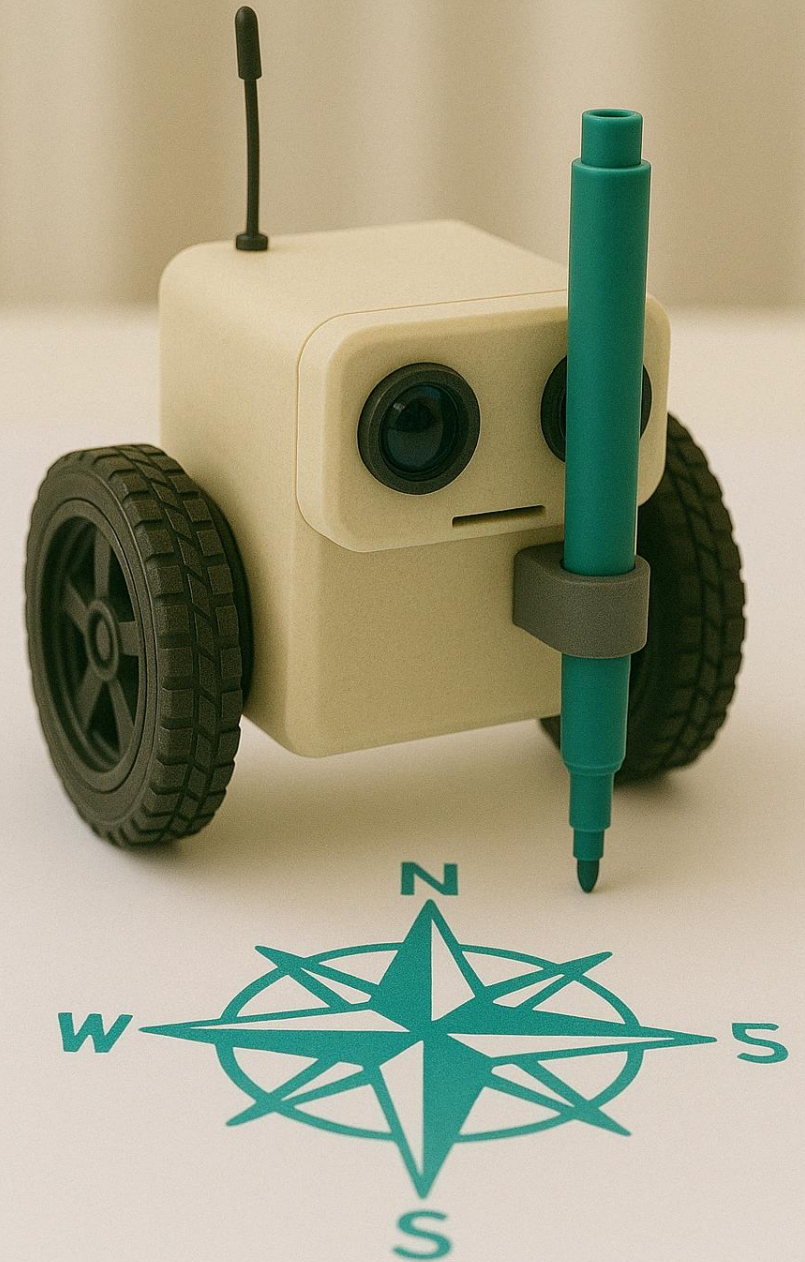
 Le jury vérifiera cela à l'aide d'une application « boussole » sur smartphone.

**ET3.2.** La pointe de la flèche doit être pleine (triangle plein) et les bordures du triangle doivent être les plus droits possibles (le feutre doit sortir le moins possible du triangle). Au moins 80% de la surface du triangle doit être colorée.

**ET3.3.** Le robot doit pouvoir dessiner la flèche peut importe sa position (angle) initiale.

**ET3.4.** La longueur de la flèche (pointe comprise) doit être supérieure à 3 cm.

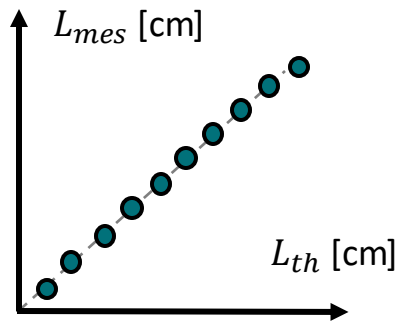
**FA3.** Au lieu de dessiner une flèche, le robot dessine une rose des vents (comprenant un cercle, les 4 points cardinaux (N, W, S, E) et 4 orientations intermédiaires (NE, SE, SW, NW)).



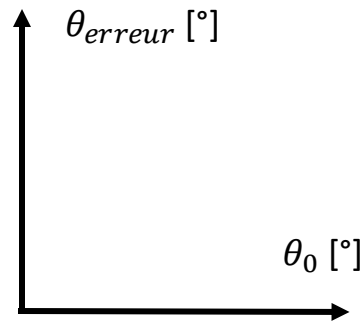


# Séquence n°3 : la rose des vents

📊 Graphiques demandés pour la partie « Tests et validations » du rapport :



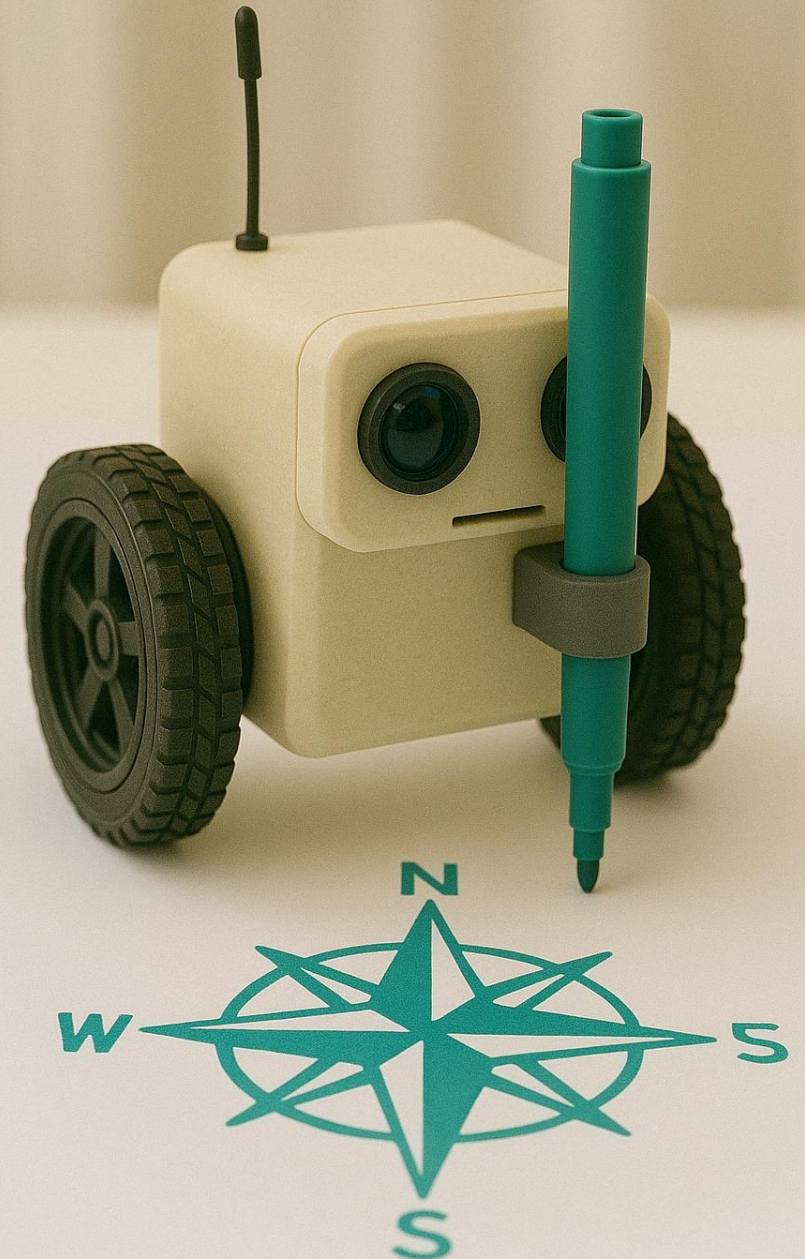
Longueur de la flèche mesurée  
en fonction de la longueur désirée



Erreur d'orientation (angle)  
par rapport au Nord  
en fonction de l'angle de départ

📊 Toujours dans la partie « Tests et validations » du rapport, un scan du dessin validé avec :

- une échelle ;
- une mesure manuelle des distances ;
- une mesure manuelle des angles.





5 min

## ① Présentation orale

**But** : être capable de synthétiser 5 semaines de travail sur le projet

- Diaporama obligatoire
- **Pas un résumé du rapport**
- Présenter :
  - Le diagramme fonctionnel
  - L'architecture matérielle
  - La schématique de la carte Gyrobot
  - Pour chaque séquence :
    - Le schéma bloc
    - L'algorigramme
    - Des résultats
- Bilan



4 min

## ② Démonstration

**But** : s'assurer des performances du système

- Démonstration de la maquette
- Validation par le jury



6 min

## ③ Discussion

**But** : s'assurer de la bonne compréhension des briques du projet

- Questions sur le projet
- Anticiper des questions et prévoir des slides de back up



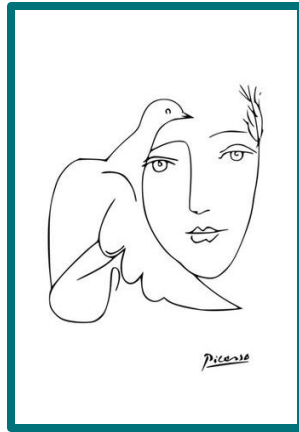
- **Tester le projecteur la veille**
- **S'entraîner pour être pertinent et tenir les temps**
- **Apporter un adaptateur USB C – HDMI si nécessaire**
- **Être prêt à commencer en entrant dans la salle (ordinateur allumé et prêt à être branché)**

**Un projet parfaitement fonctionnel n'aura la note maximale que s'il est correctement présenté et chaque notion maîtrisée. Voir ppt « Comment préparer une soutenance » sur la Toolbox.**  
**Chacun doit présenter sa séquence.**

# Bonus créatif : one line drawing

Le « *one line drawing* » ou dessin en un seul trait est l'art de produire des dessins composés d'un seul trait. De nombreux artistes tels que Pablo Picasso, Matisse ou plus récemment l'artiste néerlandais Niels Kiené Salventius ont suivi ce mouvement.

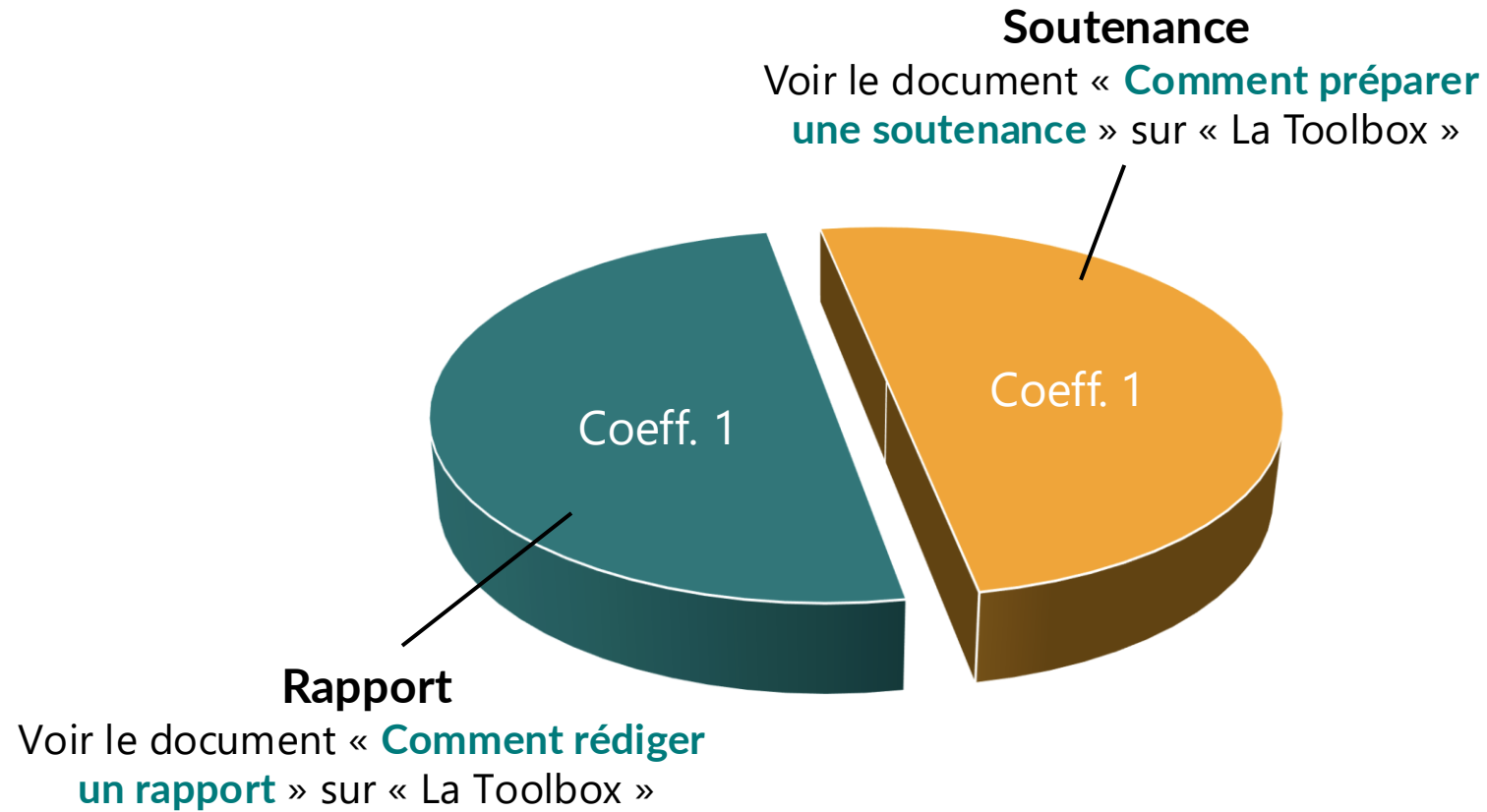
Niels Kiené Salventius disait : « Je ne sais pas où ça commence, où ça se termine, mais ce qu'il y a entre les deux est une pure aventure ! Un peu comme la vie. »



## Bonus créatif

Il vous est proposé de composer votre plus beau chef d'œuvre en suivant la méthode du one line drawing, par 2 à 5 équipes de projet (un trait de la couleur que vous souhaitez par équipe avec la possibilité d'avoir un départ des robots différé) et de filmer le tracé du dessin.

Les vidéos bien montées (qualité de l'image, montage soigné, etc.) auront jusqu'à 1 point bonus sur le rapport. Les plus belles réalisations seront à déposer à votre jury le jour de la soutenance en vue d'un affichage dans l'école.



Obligation d'utiliser le template de rapport de la page Moodle « La Toolbox »  
Voir le document « Le pôle électronique » pour le plagiat et la gestion des retards.

Chaque note est saturée à 20.  
Par exemple un 21/20 en soutenance n'apporte pas un point au rapport.

Intitulé	Note	Note maximale	Critères de réussite
Forme		2 points	Orthographe Qualité des figures : figures de haute résolution proprement recadrées et alignées Axes et graduations claires sur les graphiques Pas de code mais des algorigrammes
Respect des consignes		-10 à 0 pt	Respect du temps imparti et du contenu demandé. <b>Dans une équipe de trois, chacun présente une séquence.</b> <b>Être prêt à entrer dans la salle dès que l'équipe précédente termine (-2 pts par tranche de 3 min de retard)</b>
Maitrise de la technique		3 points	Qualité des explications techniques Explications claires (protocoles de mesure notamment), maîtrisées et véridiques Réponses aux questions
Diagramme fonctionnel et architecture matérielle		1,5 points	-0,25 par imperfection / erreur de fond ou de forme par diagramme
Schématique de la carte Gyrobot		1,5 points	-0,25 par imperfection / erreur de fond ou de forme par diagramme
ESP32		3 points	Le robot reçoit des commandes et peut bouger en conséquence
Asservissement en position des roues		2 points	Les roues tiennent une position donnée malgré une perturbation humaine
Séquence 1 : l'escalier		2 points	Réalisation de la séquence. <b>0 ou 0,25 ou 0,5</b> <b>ET1.1.</b> Les points de départs et d'arrivée sont clairement identifiables (croix ou arrêtes ou boules). <b>0 ou 0,25 ou 0,5</b> <b>ET1.2.</b> Les distances doivent avoir au maximum 1 cm d'erreur. <b>0 ou 0,25 ou 0,5</b> <b>ET1.3.</b> Les angles doivent avoir au maximum 5° d'erreur. <b>0 ou 0,25 ou 0,5</b>
FA1. carrés circonscrits		Jusqu'à +1 points	Explication du principe <b>+0,25</b> . Pas de +0,25 s'il n'y a pas de réalisation technique. Développement de la solution <b>+0 ou +0,25 ou +0,5 ou +0,75</b>
Séquence 2 : le cercle		2 points	Réalisation de la séquence. <b>0 ou 0,25 ou 0,5 ou 0,75 ou 1</b> <b>ET2.1.</b> Le rayon du cercle est un paramètre qui doit être envoyé depuis l'ordinateur en communication sans fil. <b>0 ou 0,25</b> <b>ET2.2.</b> Le robot doit pouvoir dessiner des cercles dont le rayon est compris entre 2 et 20 cm. <b>0 ou 0,25 ou 0,5</b> <b>ET2.3.</b> Le cercle doit être fermé. Une tolérance de 5 mm entre le point de départ et le point d'arrivée est acceptée pour valider le cercle. <b>0 ou 0,25</b>
FA2. Rosace		Jusqu'à +1 points	Explication du principe <b>+0,25</b> . Pas de +0,25 s'il n'y a pas de réalisation technique. Développement de la solution <b>+0 ou +0,25 ou +0,5 ou +0,75</b>
Séquence 3 : la rose des vents		2 points	<b>ET3.1</b> La direction de la flèche ou de la rose des vents doit être dans la direction du pôle Nord terrestre. <b>0 ou 0,25 ou 0,5</b> <b>ET3.2.</b> La pointe de la flèche doit être pleine (triangle plein) et les bordures du triangle doivent être les plus droits possibles (le feutre doit sortir le moins possible du triangle). Au moins 80% de la surface du triangle doit être colorée. <b>0 ou 0,25 ou 0,5</b> <b>ET3.3.</b> Le robot doit pouvoir dessiner la flèche peut importe sa position (angle) initiale. <b>0 ou 0,25 ou 0,5</b> <b>ET3.4.</b> La longueur de la flèche (pointe comprise) doit être supérieure à 3 cm. <b>0 ou 0,25 ou 0,5</b>
FA3. Rose des vents		Jusqu'à +1 points	Explication du principe <b>+0,25</b> . Pas de +0,25 s'il n'y a pas de réalisation technique. Développement de la solution <b>+0 ou +0,25 ou +0,5 ou +0,75</b>
Personnalisation du robot		Jusqu'à +1 point	Inventivité non technique (peinture, collage) et qualité de la réalisation. <b>0 ou +0,25 ou +0,5</b> Inventivité technique (modélisation 3D (pas besoin d'imprimer la pièce), électronique). <b>0 ou +0,25 ou +0,5</b>
TOTAL		23	

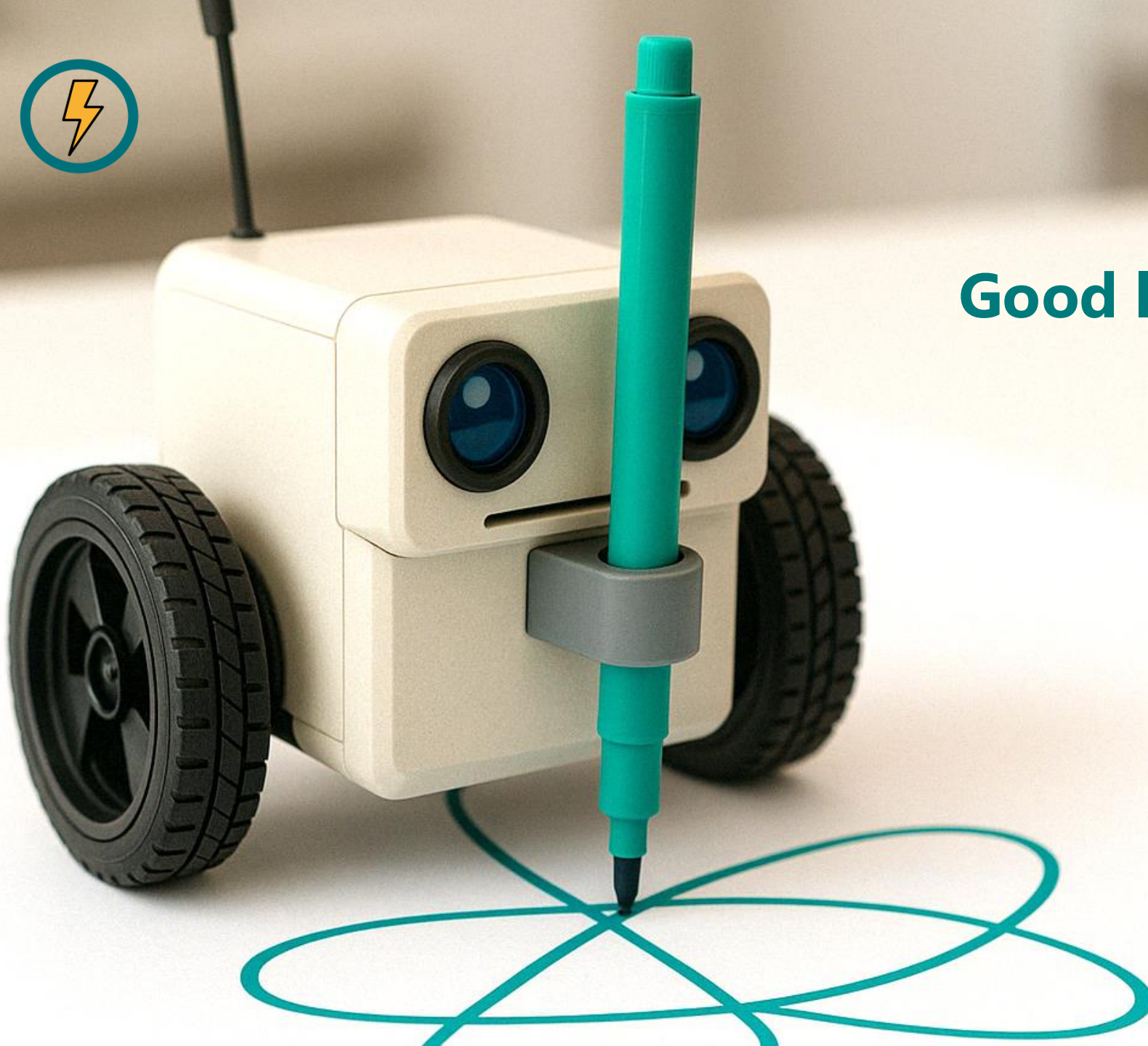
Intitulé	Note	Note maximale	Critères de réussite
Forme		2 points	Figures légendées et renvoi aux figures Orthographe Qualité des figures Axes et graduations claires sur les graphiques Pas de code mais des algorithmes
Objectif, contexte, problématique, sources, annexes		-1 à 0 point	Voir <i>template</i>
L'équipe et diagramme de GANTT		1 point	Les tâches sont bien réparties et bien ventilées dans le temps Diagramme clair et commenté
Conception		3 points	Diagramme fonctionnel +0,5 Architecture matérielle +0,5 Schématique du Gyrobot +2
Développement		5 points	Qualité des explications techniques pour chaque étape / modules : comment cela fonctionne et comment cela a été fait.
Tests et validation		8 points	Tests unitaires (courbes) pertinents et fonctionnels Qualité des analyses Conclusion pour chaque résultat
Bilan		1 point	État d'avancement du projet Pertinence et limites de la solution technique Bilan sur le travail d'équipe
Rapport en LaTeX	0	0 point	Pas de bonus pour la rédaction du rapport en LaTeX pour ce projet.
Non utilisation du template		-2 points	-2 pts pour non-utilisation du <i>template</i> ou modification trop importante (police trop fantaisiste, taille de caractère trop grande, plan trop modifié, etc.)
Format .PDF		-2 points	Rapport remis dans un autre format que .PDF



- ⚡ Vous n'avez qu'un robot par équipe. Organisez-vous en conséquence...
- ⚡ Faites de nombreux tests afin d'éviter des imprévus en soutenance...
- ⚡ Déplacez le robot avec précaution (éventuellement prévoir une boîte)
- ⚡ Pendant la phase de conception (qui permettra de gagner beaucoup de temps par la suite : bien réfléchir aux schémas blocs des trois séquences), une partie de l'équipe peut commencer à prendre en main le robot (ESP32, commande des moteurs, lecture des capteurs, etc.)

## Ressources à disposition

- **Page BC Systèmes bouclés**
  - <https://boostcamp.omneseducation.com/course/view.php?id=378738>
- **Page BC La Toolbox**
  - <https://boostcamp.omneseducation.com/course/view.php?id=359858>
  - Tutoriels : VSCode (onglet « Arduino »), KiCAD, Teleplot
  - Templates de rapport
  - Guide sur la rédaction d'un rapport (onglet « Conseils »)
- **Page BC Fablab**
  - <https://boostcamp.omneseducation.com/course/view.php?id=356175>
  - Tutoriels et capsules vidéo : modélisation 3D, impression 3D, soudure
  - Licences Cloud Solidworks
  - Capsules de l'association technique ECEBORG sur le réglage d'un PID



**Good luck.**