

# DRONE



# STEAM

## DRONES@STEAM

Favoriser la transformation numérique dans les écoles professionnelles et créer de nouvelles perspectives d'emploi sur le marché du travail.

**Project Result No: 2**

**Activité 3 : PACK ÉDUCATIF : MATÉRIEL PÉDAGOGIQUE ET ÉVALUATION**

UNITÉ 2, Chapitre 2.4, Worksheet 2.4.4

Partenaire principal : Politeknika Txorierrri



Co-funded by  
the European Union



This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein. Project number: 2021-1-EL01-KA220-VET-000034686



## CONTEXT

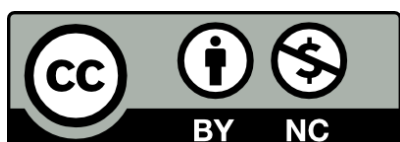
Grant agreement	2021-1-EL01-KA220-VET-000034686
Programme	Erasmus+
Key action	Cooperation for innovation and the exchange of good practices
Action	Strategic Partnerships
Project acronym	DRONES@STEAM
Project title	DRONES@STEAM: Fostering digital Transformation in VET schools and creating new job prospects in the labour market
Project starting date	28/02/2022
Project duration	28 months
Project end date	27/06/2024

## WEBSITE:

<https://dronesteam.eu/>

## CONSORTIUM: LISTE DES PARTENAIRES

- Université de Crète (UoC) - Grèce
- ECAM-EPMI (ECAM) - France
- Cyprus Computer Society (CCS) - Chypre
- Politeknika Ikastegia Txorierrri S. Coop (PIT) – Espagne
- Centre national de recherche scientifique "Demokritos" (NCSR) - Grèce
- A & A Emphasys Interactive Solutions Ltd (EMP) – Chypre
- Direction régionale de l'éducation primaire et secondaire de l'Attique (RDPSEA) – Grèce



Attribution-NonCommercial  
4.0 International ([CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/))



Co-funded by  
the European Union



This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein. Project number: 2021-1-EL01-KA220-VET-000034686



## Table des matières

UNITÉ 2: Plan de leçon 2.4.4 .....	4
Worksheet activité 2.4.4 (version étudiante) .....	5
Présentation 2.4.4.1: Comment piloter le drone Air:bit 2 DIY .....	5
Worksheet 2.4.4.2 – Vols simples, intermédiaires et avancés .....	10
Exercice 1: Maintenir le drone en place .....	10
Exercice 2: Trajet aller-retour en ligne droite .....	11
Exercice 3: Carré .....	12
Exercice 4: Huit .....	13
Exercice 5: Arène de Drone .....	14



## UNITÉ 2: Plan de leçon 2.4.4

UNITÉ 2	
<b>Chapitre 2.4</b>	<b>Pilotage de drone et programmation de télécommande</b>
Équipement, logiciels, consommables (si nécessaire)	Air:bit 2 (Drone + Télécommande) Optionnel : PC avec accès à Internet
Durée	2 heures d'enseignement
<b>Brève description</b>	Dans cette feuille de travail, les élèves pratiqueront leurs compétences de <b>pilotage de drone en volant le drone et en formant différentes figures.</b>
<b>Résultats d'apprentissage</b>	Développement des compétences techniques : piloter un drone, connaissance des commandes du drone, navigation et techniques de manœuvre.
	Prise de conscience spatiale et compréhension de l'espace tridimensionnel.
	Pratique de techniques de pilotage sécurisé, apprendre à minimiser les risques d'accidents et de blessures.
	Synchronisation fine œil-main, Résolution de problèmes, Créativité, Communication, Adaptabilité, Expérimentation, Improvisation, Patience, Persévérance.
<b>Activités</b>	
<b>Activité 1</b>	Présentation 2.4.4.1: Comment piloter le drone Air:bit 2 DIY
Objectif de l'activité	L'objectif de l'activité est de familiariser les étudiants avec les paramètres de la radiocommande de l'Air:bit 2.
Durée	20 min
Type d'activité	Présentation
Objectifs pédagogiques	À la fin de cette présentation, les étudiants comprendront comment le roulis, le tangage, le lacet et la manette des gaz influencent le mouvement du drone dans les airs.
Ressources	Worksheet 2.4.4 / Présentation 2.4.4.1
<b>Activité 2</b>	
<b>Activité 2</b>	Exercice 2.4.4.2 – Vols simples, intermédiaires et avancés
Objectif de l'activité	Piloter un drone de manière contrôlée afin que le pilote puisse suivre les trajets proposés.
Durée	70 minutes
Type d'activité	Worksheet
Objectifs pédagogiques	À la fin de cet exercice, les étudiants seront capables d'adapter les commandes de roulis, de tangage, de lacet et de manette des gaz pour faire naviguer un drone sur un chemin souhaité. Ils auront acquis de l'expérience dans le pilotage d'un drone de manière sûre et contrôlée, en respectant les meilleures pratiques et les consignes de sécurité.
Ressources	Worksheet 2.4.4 / Exercices 1, 2, 3, 4 et 5
<b>Lecture complémentaire</b>	
Ressources/Links	<a href="#">How To Fly Air:bit - YouTube</a>

## Worksheet activité 2.4.4 (version étudiante)

### Chapitre 2.4: Pilotage de drone et programmation de télécommande

#### Niveau : Intermédiaire

Dans cette feuille de travail, nous apprendrons à piloter notre Air:bit 2 à l'aide d'une télécommande à fréquence radio. Plus précisément, nous allons :

- Comprendre comment le roulis, le tangage, le lacet et la manette des gaz modifient le mouvement du drone dans les airs.
- Piloter le drone en adaptant les paramètres de contrôle pour lui faire effectuer différents types de mouvements : changements de direction (droite/gauche), virages, zigzags droits, slaloms.

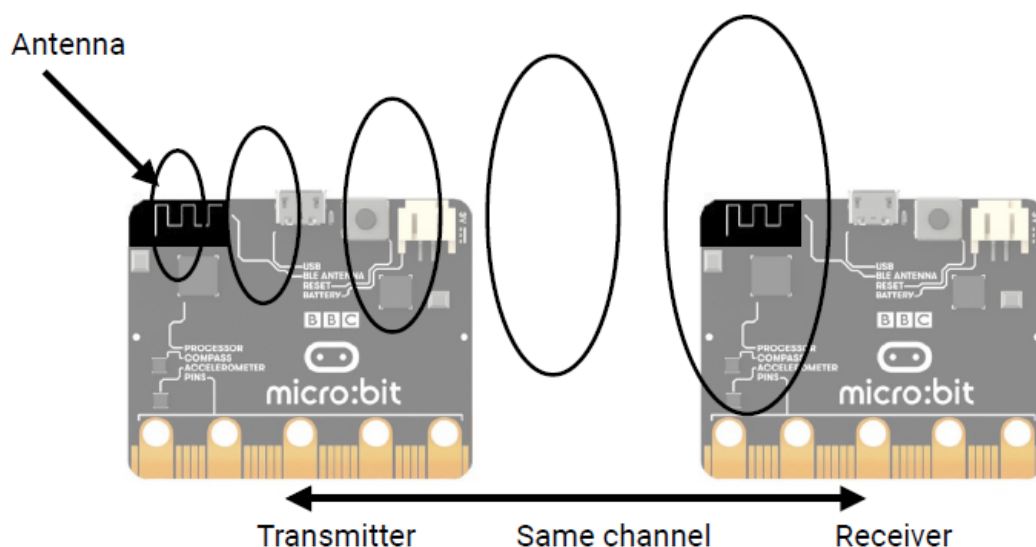
#### Présentation 2.4.4.1: Comment piloter le drone Air:bit 2 DIY

##### Introduction

La **fréquence radio** définit la partie d'énergie la plus basse du spectre électromagnétique. Les ondes sont transmises en générant un courant à travers un conducteur et reçues par une antenne.

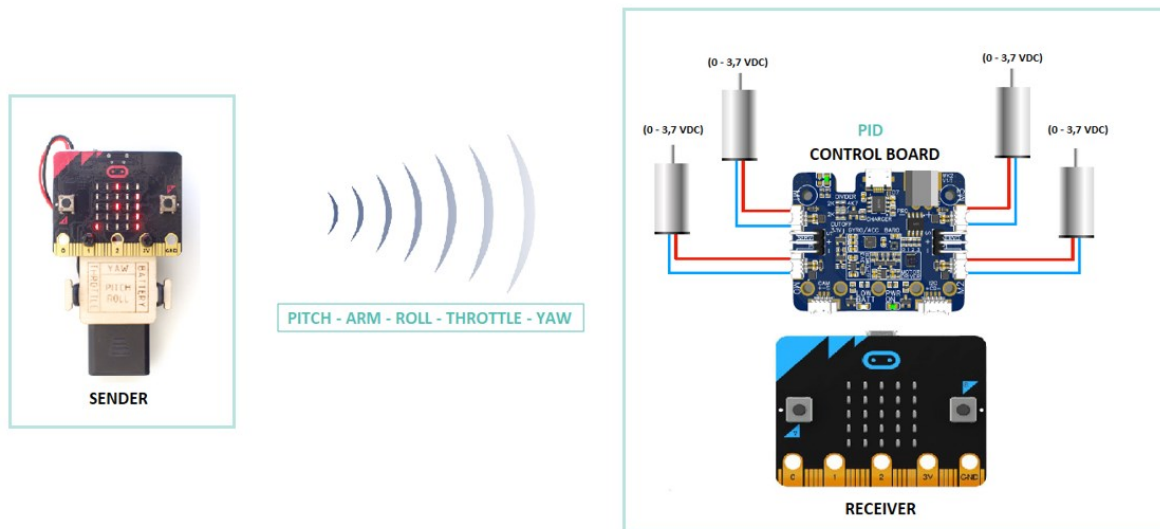
Nous vivons entourés d'exemples de ses diverses applications : la télécommande que nous utilisons pour changer la chaîne de la télévision, peut-être avons-nous passé une IRM, la radio que nous écoutons, les étiquettes anti-vol au supermarché...

Cette même technologie nous permettra également de contrôler notre drone à distance : le CPU sur le micro:bit contient un module radio intégré de 2,4 GHz qui **permet une communication directe de micro:bit à micro:bit**. S'ils appartiennent au même canal prédéfini, le micro:bit de contrôle manuel émettra le signal et la puce du drone le recevra.



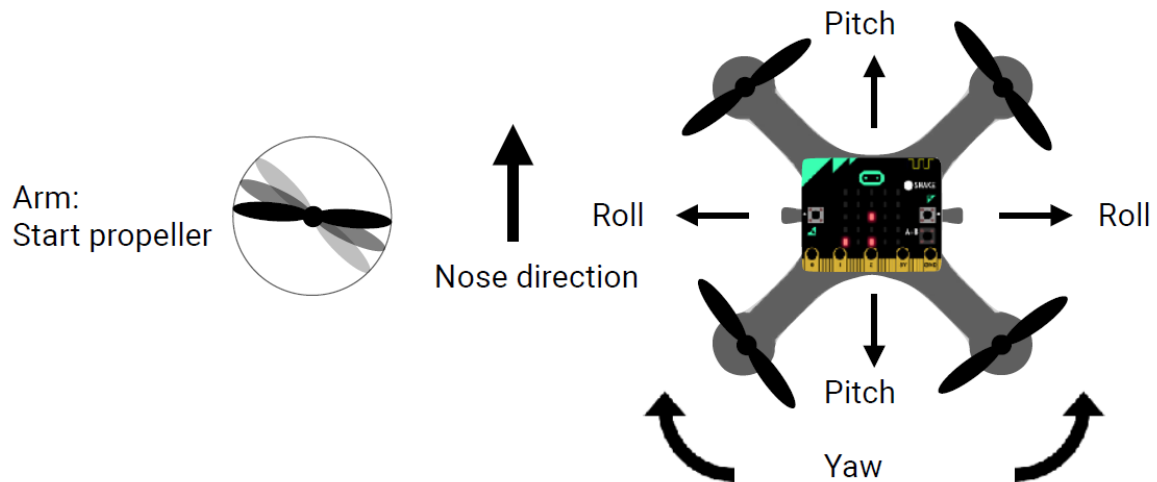
## PARTY: Cinq valeurs pour contrôler le drone

Les drones quadricoptères sont propulsés par quatre hélices situées autour d'un corps principal. L'action dynamique des forces agissant sur le système nécessite des mécanismes pour les stabiliser et contrôler l'interaction dans un équilibre constant. Le mouvement de chaque hélice est contrôlé par un système électronique basé sur un contrôle PID, ce qui permet la gestion des forces agissant sur le vol.



Pour que le drone vole de manière contrôlée, nous devons fournir au contrôleur cinq variables:

- **PITCH : INCLINAISON AVANT ET ARRIÈRE.** Le contrôle de la profondeur ou le contrôle de l'élévation maintient le contrôle avant ou arrière du système tout en laissant suffisamment de liberté pour accélérer ou ralentir si les manœuvres le nécessitent.
- **ARM. MISE EN MARCHÉ/ARRÊT.** L'armement est un interrupteur de sécurité et les hélices ne tourneront que lorsque l'armement sera activé.
- **ROLL : MOUVEMENT HORIZONTAL OU DE CÔTÉ.** Le contrôle du roulis ou le contrôle de lacet horizontal est essentiel pour que le drone reste équilibré sur cet axe, le contrôle PID étant crucial pour éviter que le drone ne tourne. Il faut également tenir compte de la liberté de manœuvre suffisante pour pouvoir effectuer des pirouettes.
- **THROTTLE : MOUVEMENT VERTICAL - CONTRÔLE D'ALTITUDE.** Si nous voulons que le drone se déplace sur l'axe Z, nous utilisons le manche des gaz. Augmenter le manche des gaz fera monter le drone, et le diminuer le fera descendre.
- **YAW : ROTATION GAUCHE ET DROITE.** Le contrôle de lacet ou le contrôle de lacet vertical empêche les forces de rotation des hélices de faire tourner le système sur son propre axe, mais permet suffisamment de liberté pour diriger l'action de manœuvre de gauche à droite. Le lacet fait tourner le drone autour de son axe ; il pivote sur l'axe Z pour faire face à une direction.



### Opération à distance du contrôle manuel

Les 5 valeurs PARTY utilisées pour contrôler le vol du drone sont définies via le contrôle manuel à distance. Voici un exemple de fonctionnement d'une télécommande à fréquence radio :

- **Armement** : l'interrupteur de sécurité sera activé et désactivé en appuyant simultanément sur A+B.
- **Pitch et Roll** : les valeurs de consigne sont calculées en lisant l'accéléromètre du micro:bit de la télécommande, de sorte que le drone suive l'inclinaison (avant/arrière/gauche/droite) contrôlée par le contrôle manuel.
- **Throttle** : peut être augmenté et diminué en appuyant sur les boutons B (+) et A (-).
- **Yaw** : peut être contrôlé en utilisant les broches d'entrée sur le micro:bit. Si aucune broche n'est touchée, le lacet sera à zéro. Si P0 est touché, il sera positif et s'il s'agit de P2, il sera négatif.
- **Arrêt d'urgence** : en secouant la télécommande en cas d'urgence, les hélices seront automatiquement désarmées et le throttle sera réglé sur zéro.

#### Comment utilisez-vous votre télécommande ?

Rédigez un court manuel d'utilisation expliquant comment ajuster les paramètres PARTY depuis votre télécommande.

### Visualisation du drone et du contrôle à distance

Il est nécessaire d'afficher l'état des 5 variables de contrôle sur la matrice LED des puces émettrice et réceptrice afin de pouvoir vérifier les paramètres configurés et les conditions de fonctionnement à tout moment.

Comme l'accéléromètre du micro:bit est un capteur très sensible, l'affichage du pitch et du roll peut être particulièrement utile pour placer la télécommande dans une position horizontale/verticale neutre qui nous permet de maintenir le vol stable du drone. Un coup d'œil rapide à l'affichage peut nous donner des indices sur la manière de rediriger notre vol.

**Quel est le système de visualisation de votre télécommande ?**

Rédigez un court manuel d'utilisation expliquant la configuration de l'affichage de la matrice LED sur le micro:bit de la télécommande. (Niveau de batterie, Armement, Pitch, Roll, Yaw)

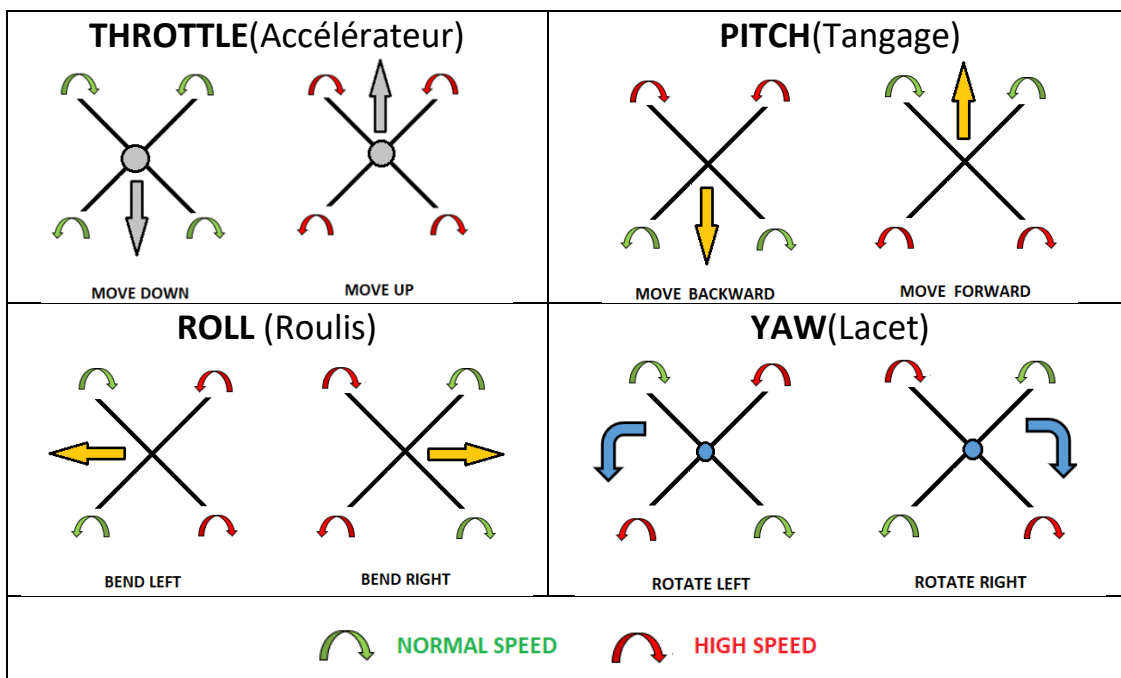
**Comment contrôler la trajectoire du drone**

Comment contrôler la trajectoire du drone

Dans les quadricoptères, deux moteurs tournent dans le sens des aiguilles d'une montre (CW) et deux tournent contre le sens des aiguilles d'une montre (CCW). Cette configuration à rotation opposée empêche le drone de tourner autour de l'axe de lacet (YAW).

La carte de contrôle de vol prend toutes les directions de vol (PARTY) et mixe les informations sur les quatre moteurs.

Le tableau suivant montre les effets de chaque paramètre de contrôle sur le vol du drone.



**Procédure de vol du drone**

Il est conseillé de suivre une procédure de test, surtout avant de faire les premiers vols avec le drone.

**1. TROUVER UN ESPACE OUVERT**

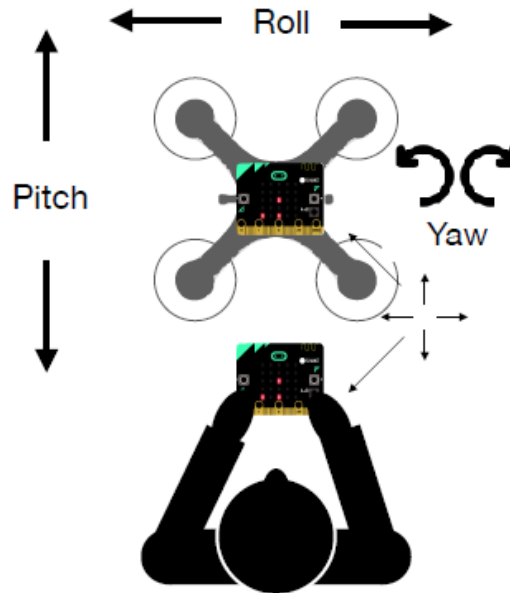
- Trouver une pièce ou un espace ouvert sans obstacles, intérieur ou extérieur (les espaces intérieurs sont plus sûrs pour les débutants)
- Les tapis, les champs d'herbe ou des surfaces similaires réduisent le risque d'endommager le drone
- Vérifier que les conditions d'utilisation sont sûres



- Respecter la réglementation locale sur les drones

## 2. PLACER LE DRONE AU CENTRE DE L'ESPACE

- **IMPORTANT !** Vérifier que les deux micro:bit sont orientés vers l'avant.



## 3. INSPECTION PRÉ-VOL

- S'assurer que le drone est en bon état : vérifier la batterie, les hélices, la caméra, etc.

## 4. ALLUMER LA TÉLÉCOMMANDE (Connecter la batterie)

- Vérifier le groupe radio
- Vérifier qu'il est désarmé
- Vérifier que le réglage de l'accélérateur est bas
- Vérifier que les leds de tangage et de roulis changent selon l'accéléromètre

## 5. VÉRIFIER L'ARRÊT D'URGENCE

- Armer la commande et augmenter l'accélérateur pour voir si la led change
- Secouer la télécommande
- Vérifier que la commande est désarmée et l'accélérateur = 0

## 6. ALLUMER LE DRONE (Connecter la batterie)

- Vérifier que le groupe radio est le même que celui de la télécommande
- Vérifier que la batterie est complètement chargée
- Prendre le drone, le bouger doucement, et vérifier que l'affichage change selon le tangage et le roulis

## 7. DÉMARRER LES HÉLICES

- **IMPORTANT !** Le micro:bit a besoin de 5 secondes pour calibrer avant l'armement
- Armer le drone en appuyant simultanément sur A + B

## 8. DÉCOLLER. AUGMENTER L'ACCÉLÉRATEUR/DIMINUER L'ACCÉLÉRATEUR

- Augmenter (bouton B) / Diminuer (bouton A)
- Augmenter l'accélérateur étape par étape jusqu'à ce que le drone soit à 10-30 cm au-dessus du sol.
- Dès que le drone commence à monter, baisser légèrement l'accélérateur pour maintenir l'altitude.

## 9. CONTRÔLE DE TANGAGE/ROULIS/LACET

- Déplacer le micro:bit émetteur pour diriger le roulis et le tangage du drone
- Toucher la broche 0 pour tourner à gauche
- Toucher la broche 2 pour tourner à droite

## 10. EXPÉRIMENTER ET PROFITER DU VOL

- Ne pas perdre de vue le drone
- Respecter la portée de la télécommande

## 11. POSER LE DRONE EN DOUCEUR

## 12. DÉCONNECTER LES BATTERIES À LA FIN DE TOUS LES VOLS PRÉVUS

## 13. INSPECTION POST-VOL

- Vérifier que le drone n'a pas été endommagé après le vol
- Effectuer des travaux de maintenance en cas de détection de dysfonctionnements.

## Worksheet 2.4.4.2 – Vols simples, intermédiaires et avancés

### Exercice 1: Maintenir le drone en place

Dans cet exercice, nous apprendrons à faire décoller et atterrir le drone.

Nous utiliserons un carton pour approximer la taille du drone comme hélicoptère. Vous pouvez utiliser du ruban adhésif ou similaire pour le fixer au sol. Vous pouvez également utiliser un objet lourd, comme un manuel scolaire, pour faire atterrir le drone.

L'objectif de l'activité est de faire voler le drone de manière stable dans une zone maximale de 2 x 2 mètres autour de l'hélicoptère en suivant les étapes suivantes :

1. Placez le drone sur l'hélicoptère.
2. Allumez et effectuez les vérifications initiales sur la télécommande et le drone.
3. Armez les moteurs.
4. Augmentez l'accélérateur jusqu'à ce que le drone s'élève.
5. Déplacez légèrement le drone d'avant en arrière.
6. Déplacez le drone de gauche à droite en maintenant l'altitude.
7. Ramenez le drone à sa position d'origine sur l'hélicoptère.

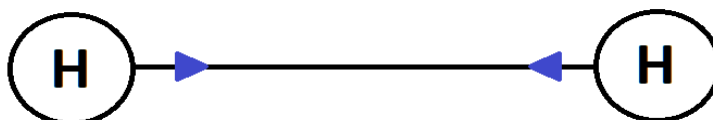
8. Faites atterrir doucement le drone sur l'héliport en réduisant progressivement l'accélérateur.
9. Désarmez les moteurs.

Une fois que vous avez réussi à maintenir le drone en place, répondez aux questions suivantes :

- Avez-vous réussi à piloter le drone de manière contrôlée ? Qu'est-ce qui n'a pas fonctionné ?
- Quelle est la valeur minimale de l'accélérateur (%) pour soulever le drone du sol ?
- Combien de secondes le drone maintient-il son altitude sans augmenter l'accélérateur ? Pourquoi tombe-t-il ?
- Quelle est la valeur maximale de l'accélérateur (%) pour éviter que le drone ne monte trop rapidement ?

### Exercice 2: Trajet aller-retour en ligne droite

Pour cet exercice, obtenez deux héliports en carton et du ruban adhésif. Fixez le premier héliport au sol, placez le second à 3 mètres de distance et reliez-les avec du ruban adhésif (ou en traçant une ligne, une corde...).



L'objectif de l'activité est de faire voler le drone entre les héliports en suivant les étapes suivantes :

1. Placez le drone sur l'héliport.
2. Allumez et effectuez les vérifications initiales sur la télécommande et le drone.
3. Armez les moteurs.
4. Augmentez l'accélérateur jusqu'à ce que le drone s'élève d'environ un mètre.
5. Faites planer le drone.
6. Faites voler le drone vers le prochain héliport en suivant la ligne de référence.
7. Faites atterrir le drone sur le second héliport.
8. Faites décoller le drone à nouveau et ramenez-le en marche arrière vers le premier héliport.
9. Faites atterrir le drone sur l'héliport.
10. Désarmez les moteurs.

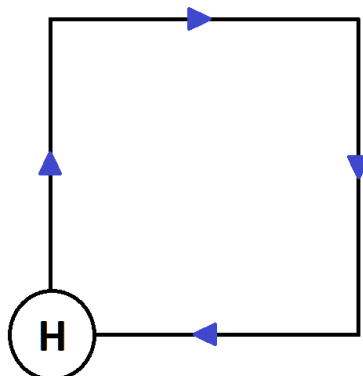
Répétez l'exercice en augmentant la distance entre les héliports et en faisant voler le drone plus près du sol.

Après avoir terminé l'exercice, répondez aux questions suivantes :

- Quel a été l'effet du tangage et du roulis sur la trajectoire ?
- Avez-vous remarqué des effets en volant le drone plus près du sol ? À quoi pensez-vous que cela pourrait être dû ?

### Exercice 3: Carré

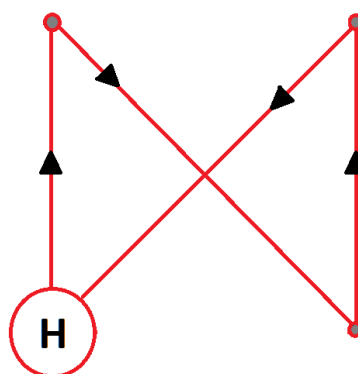
Dans cet exercice, vous êtes invité à effectuer une trajectoire en forme de carré de 4 x 4 mètres, avec un seul décollage et atterrissage. Fixez l'hélicoptère au sol et créez la trajectoire carrée à l'aide de ruban adhésif (ou en dessinant une ligne, en utilisant une corde...).



Dans ce troisième exercice, un contrôle précis du tangage et du roulis sera nécessaire pour ajuster le drone à la trajectoire. De plus, des changements d'altitude seront également requis à des points spécifiques de la figure.

1. Placez le drone sur l'hélicoptère.
2. Allumez et effectuez les vérifications initiales sur la télécommande et le drone.
3. Armez les moteurs.
4. Augmentez l'accélérateur jusqu'à ce que le drone s'élève.
5. Faites planer le drone.
6. Faites voler le drone vers le premier coin.
7. Faites planer le drone au-dessus du coin pendant 3 secondes et augmentez l'altitude.
8. Faites voler le drone vers le deuxième coin.
9. Faites planer le drone au-dessus du coin pendant 5 secondes.
10. Faites voler le drone vers le troisième coin.
11. Maintenez le drone en vol stationnaire au-dessus du coin pendant 10 secondes.
12. Pilotez le drone vers l'hélicoptère et faites-le atterrir.
13. Désarmez les moteurs.

Répétez l'exercice sans arrêt ni changement d'altitude aux coins et en dessinant les lignes diagonales indiquées sur la figure

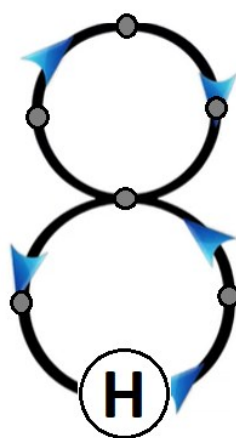


Après avoir terminé l'exercice, répondez aux questions suivantes :

- Avez-vous utilisé un lacet négatif ou positif dans un mouvement ? Quels mouvements pourraient simplifier son utilisation ?
- Le contrôle du drone est-il plus facile à haute ou basse altitude ? Pourquoi ?

#### Exercice 4: Huit

Dans cet exercice, nous pratiquerons les virages circulaires. Utilisez du ruban adhésif ou similaire pour dessiner un huit sur le sol avec un rayon approximatif de 2 et 2,5 mètres. Marquer les quadrants des deux cercles peut servir de référence lors du traçage des virages. Fixez l'hélicoptère au bas de la figure.



Pilotez le drone selon les étapes suivantes :

1. Placez le drone sur l'hélicoptère.
2. Allumez et effectuez les vérifications initiales sur la télécommande et le drone.
3. Armez les moteurs.
4. Augmentez l'accélérateur jusqu'à ce que le drone s'élève d'un demi-mètre et faites-le planer.
5. Prenez le premier virage à droite.
6. Lorsque vous atteignez la jonction des deux cercles, volez sur le cercle supérieur en passant par ses quatre quadrants.
7. Faites voler le drone vers le deuxième coin.
8. Faites atterrir le drone.
9. Désarmez les moteurs.

Répétez l'exercice deux fois de plus pour vérifier vos compétences de pilotage :

1. Tracez la figure dans la direction opposée.
2. Tracez la figure en arrière.

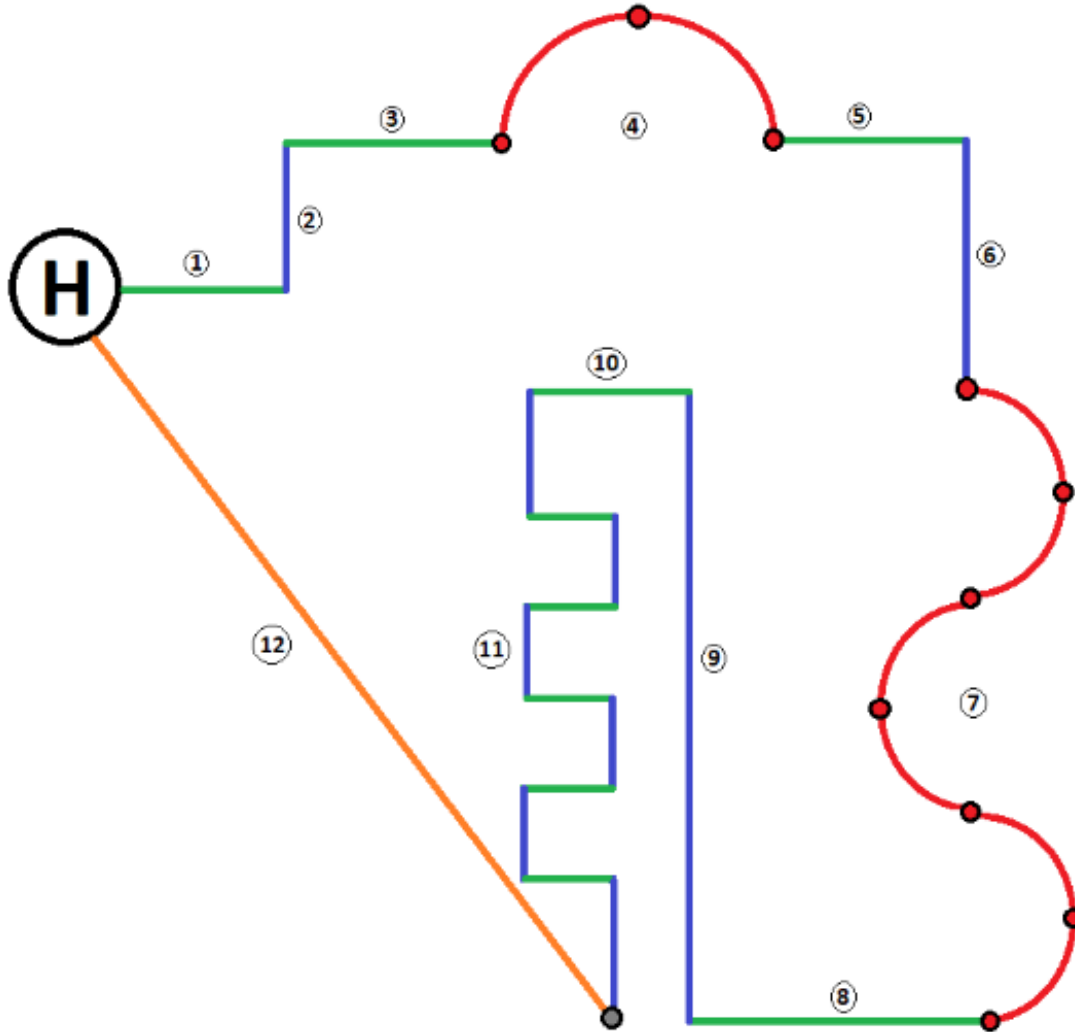
### Exercice 5: Arène de Drone

Dans cet exercice final, vous êtes invité à faire voler le drone à travers un circuit qui inclut tous les mouvements que vous avez pratiqués précédemment : changements de direction (droite/gauche), virages, zigzag droit, slalom.

Sur la figure, vous pouvez voir un circuit proposé qui peut être construit à l'aide de cordes, cerceaux, bâtons, ruban adhésif, cônes, etc. Vous pouvez également concevoir votre propre arène de drone pour une pratique personnalisée de vos compétences de pilotage.

Pour faciliter l'installation, utilisez les distances suivantes comme référence :

- Piste 1, 2, 3 : 1 mètre
- Piste 4 : Arc de 1 mètre de rayon
- Pistes 5, 6 : 1 mètre
- Pistes 7 : Slalom avec un rayon de 1 mètre
- Piste 8 : 2 mètres
- Piste 9 : 6 mètres
- Piste 10 : 1 mètre
- Piste 11 : Zigzag de 50 cm latéralement



Suivez les étapes ci-dessous et testez votre expertise en tant que pilote de drone.

1. Placez le drone sur l'héliport.
2. Allumez et effectuez les vérifications initiales sur la télécommande et le drone.
3. Armez les moteurs.
4. Augmentez l'accélérateur jusqu'à ce que le drone s'élève d'un mètre et faites-le planer.
5. Faites voler le drone avant-gauche-avant (1-2-3).
6. Tracez l'arc gauche n° 4 à travers ses quadrants.
7. Faites voler le drone avant-droite (5-6).
8. Passez le slalom circulaire n° 7 en maintenant l'altitude.
9. Faites voler le drone avant-droite-avant (8-9-10) en surmontant les obstacles à différentes hauteurs.
10. Passez le slalom en zigzag n° 11.
11. Élevez le drone.
12. Retournez à l'héliport en perdant de l'altitude via la route n°12.
13. Faites atterrir le drone.
14. Désarmez les moteurs.

Après avoir terminé tout l'exercice, remplissez la liste de contrôle suivante pour évaluer vos compétences en tant que pilote de drone.

PILOTING SKILLS ASSESSMENT – DRONE ARENA			
PATH	PILOTING ACTION	OK	OBSERVATIONS / IMPROVEMENT PROPOSALS
1.2.3	Manceuvre de décollage contrôlée		
	Piste n° 1		
	Virage à gauche et Piste n° 2		
	Virage à droite et Piste n° 3		
4	Drone en vol stationnaire au début du quadrant de Piste n° 4		
	Trajectoire d'arc passant par les trois quadrants indiqués		
5-6	Drone en vol stationnaire au début du quadrant de Piste n° 5		
	Piste n° 5		
	Virage à droite et Piste n° 6		
7	Slalom : Trajectoire d'arc passant par les 7 quadrants indiqués		
	Drone en vol stationnaire au début du quadrant de Piste n° 7 Altitude constante		
	Altitude constante		
8-9-10	Drone en vol stationnaire au début de la Piste n° 8		
	Piste n° 8 en surmontant les obstacles à différentes hauteurs		
	Virage à droite et Piste n° 9 en surmontant les obstacles de hauteur		
	Virage à gauche et Piste n° 10 en surmontant les obstacles de hauteur		
11	Drone en vol stationnaire au début de la Piste en Zigzag n° 11		
	Avancer en ligne droite + Changements de direction droite/gauche		
12	Drone en vol stationnaire au début de la Piste n° 12		
	Augmentation d'altitude		
	Retour à l'héliport		
	Atterrissage contrôlé		