

CAPA

Challenge énergie

40

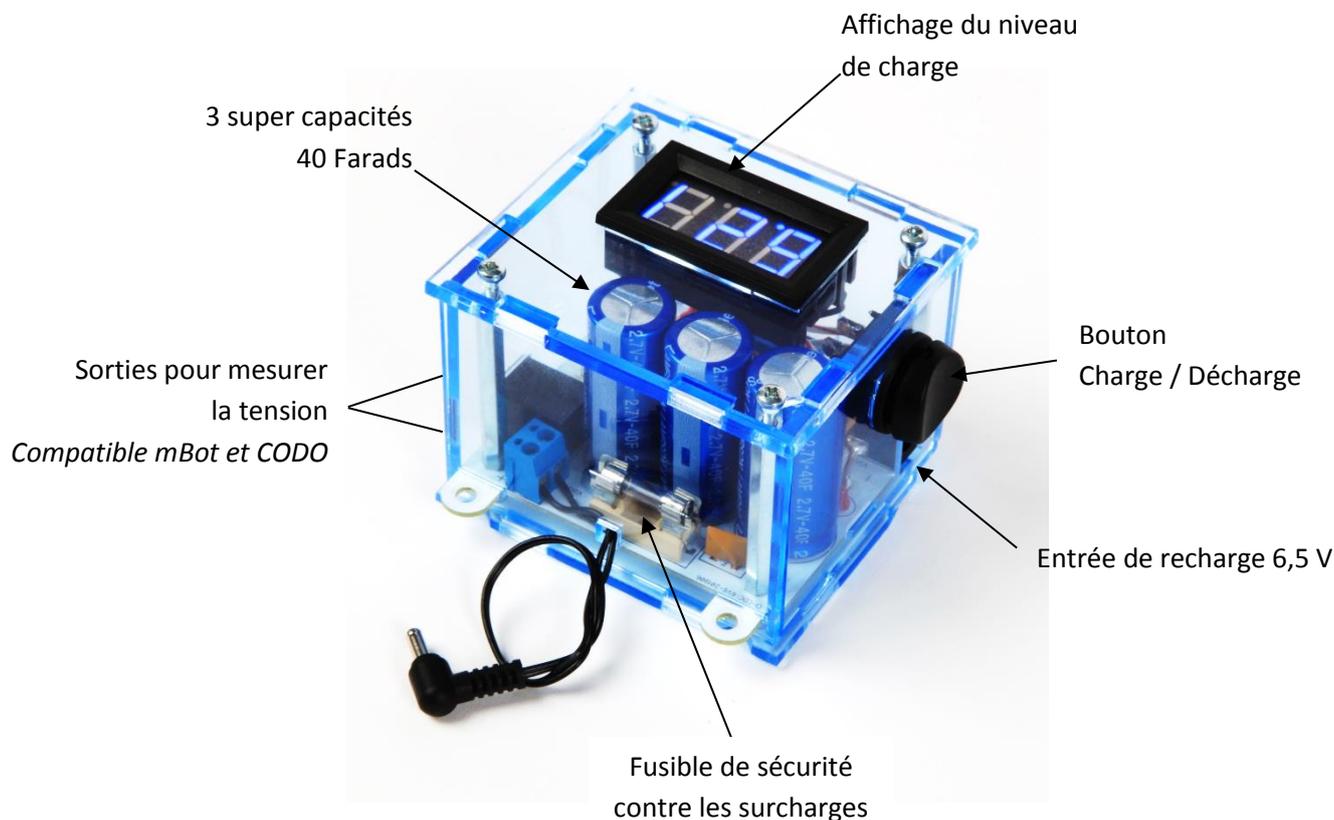


**Activités
autour de la
consommation
d'énergie
des véhicules
électriques**



Introduction

Le CAPA40 est un module de stockage d'énergie à recharge rapide. Il a été conçu pour mener des expérimentations dans un temps réduit autour de la gestion d'énergie et de l'autonomie d'un véhicule électrique autonome. Il se connecte sur l'entrée d'alimentation du mBot et se recharge en 45 secondes pour offrir au robot une autonomie d'environ 3 minutes pour une distance parcourue de 40 m.



Ce dossier propose une série d'activités progressives exploitables **du cycle 3 au Lycée**.

L'élève observe le comportement du robot, relève des valeurs de temps et de distance parcourue, trace des graphes et aboutit à des conclusions qui reflètent les principes liés à la consommation d'énergie des véhicules électrique.

– **5 manipulations sans programmation** avec relevés de valeurs et tracé de graphes.

Observer l'autonomie selon la charge, optimiser le temps de charge, déterminer la vitesse moyenne, constater la surconsommation au démarrage ou avec les éléments annexes comme les phares (matrice à LED), comprendre l'intérêt de l'éco conduite.

– **4 activités de programmation avec mBlock**. Optimiser le suivi de ligne, compter le nombre de tours, surveiller le niveau de batterie, revenir automatiquement à la borne de recharge.

– **1 Challenge énergie** : parcourir 80 m (recharge intermédiaire nécessaire).

Déterminer le meilleur compromis entre temps de recharge et distance parcourue.

Note : les activités s'appuient sur le robot mBot et la piste CAPA40 Challenge énergie. Cependant, il est possible de les transposer à d'autres pistes ou robots compatibles avec le module CAPA40.

Certaines activités nécessitent un module suiveur de ligne supplémentaire et une matrice à LED.

PACK DECOUVERTE – Challenge énergie avec mBot



(Réf. MB-KD-ENERGIE)

Comprend : le module de stockage d'énergie à recharge rapide avec son bloc d'alimentation, la piste Challenge énergie, une matrice 8x16 LED (réf. MB-13412), un module suiveur de ligne (réf. MB-1005), 2 carters pour capteurs IR et des éléments de fixation.



Expérimentations voiture électrique

Exercice 1 : Autonomie selon la charge

Chargez le robot avec le programme de suivi de ligne **Suivi_ligne.sb2**.

```

mBot - générer le code
mettre Bouton à 0
répéter indéfiniment
  si bouton de la carte pressé alors
    ajouter à Bouton 1
    attendre jusqu'à bouton de la carte relâché
  si Bouton modulo 2 = 1 alors
    Mettre en mouvement le mBot
  si Bouton modulo 2 = 0 alors
    activer le moteur M1 à la puissance 0
    activer le moteur M2 à la puissance 0
  
```

```

définir Mettre en mouvement le mBot
si état du suiveur de ligne sur le Port 2 = 0 alors
  activer le moteur M1 à la puissance 200
  activer le moteur M2 à la puissance 200
si état du suiveur de ligne sur le Port 2 = 1 alors
  activer le moteur M1 à la puissance 60
  activer le moteur M2 à la puissance 200
  mettre Virage à 0
si état du suiveur de ligne sur le Port 2 = 2 alors
  activer le moteur M1 à la puissance 200
  activer le moteur M2 à la puissance 60
  mettre Virage à 1
si état du suiveur de ligne sur le Port 2 = 3 alors
  si Virage = 0 alors
    activer le moteur M1 à la puissance 20
    activer le moteur M2 à la puissance 200
  si Virage = 1 alors
    activer le moteur M1 à la puissance 200
    activer le moteur M2 à la puissance 20
  
```

Chargez les capacités à 3,5 V.

Comptez le nombre de tours effectués (arrondi au quart de tour) et chronométrez le temps de fonctionnement.

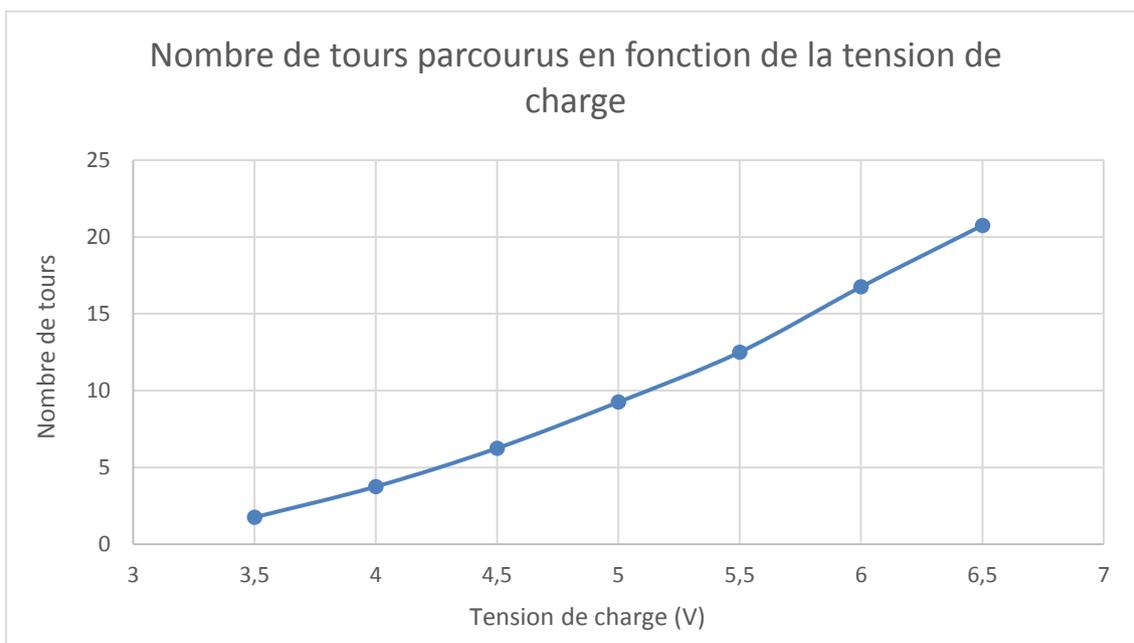
Répétez la manipulation pour les tensions 4 V - 4,5 V - 5 V - 5,5 V - 6 V et 6,5 V.

Reportez les résultats dans un tableau et placez les points sur deux graphes : le nombre de tours parcourus en fonction de la tension de charge et le temps de fonctionnement en fonction de la tension de charge.

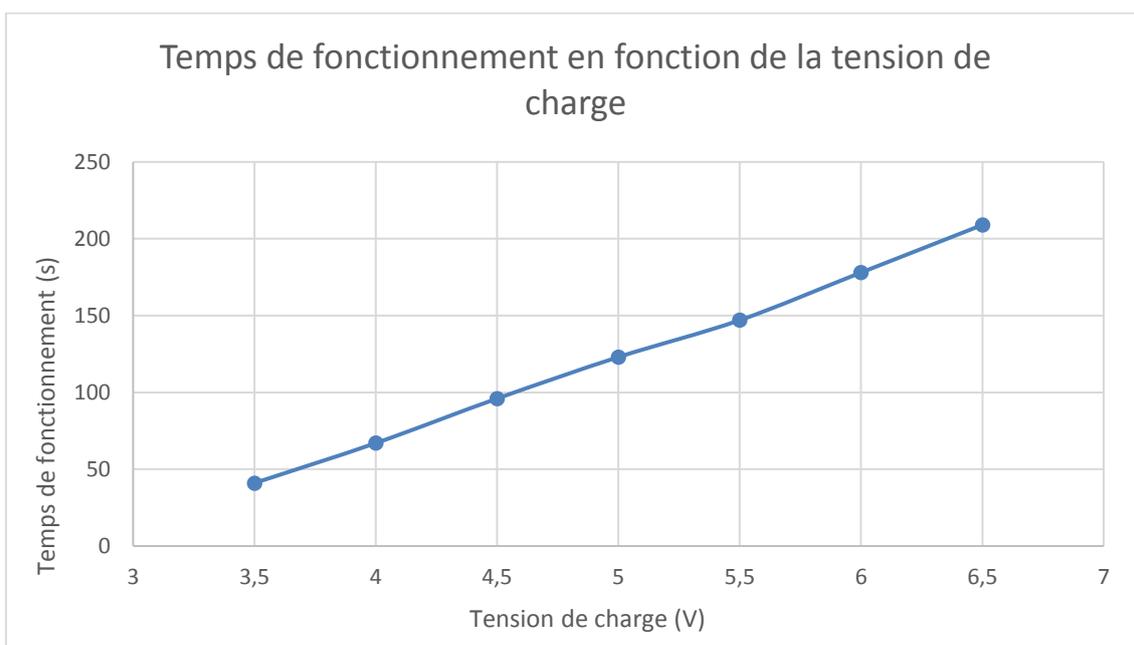
Exemple d'expérience :

Tension de charge (V)	Nombre de tours parcourus	Temps de fonctionnement (s)
3,5	1,75	41
4	3,75	67
4,5	6,25	96
5	9,25	123
5,5	12,5	147
6	16,75	178
6,5	20,75	209

Grappe 1 : Nombre de tours parcourus en fonction de la tension de charge



Grappe 2 : Temps de fonctionnement en fonction de la tension de charge



Conclusion : la distance parcourue est proportionnelle à la tension de charge et le temps de fonctionnement est proportionnel à la tension de charge.

Parallèle avec la réalité : plus on met de carburant dans une voiture, plus elle roule loin et longtemps. C'est bien sûr valable avec une voiture électrique : plus on la charge, plus on gagne en autonomie.

Exercice 2 : Temps de charge

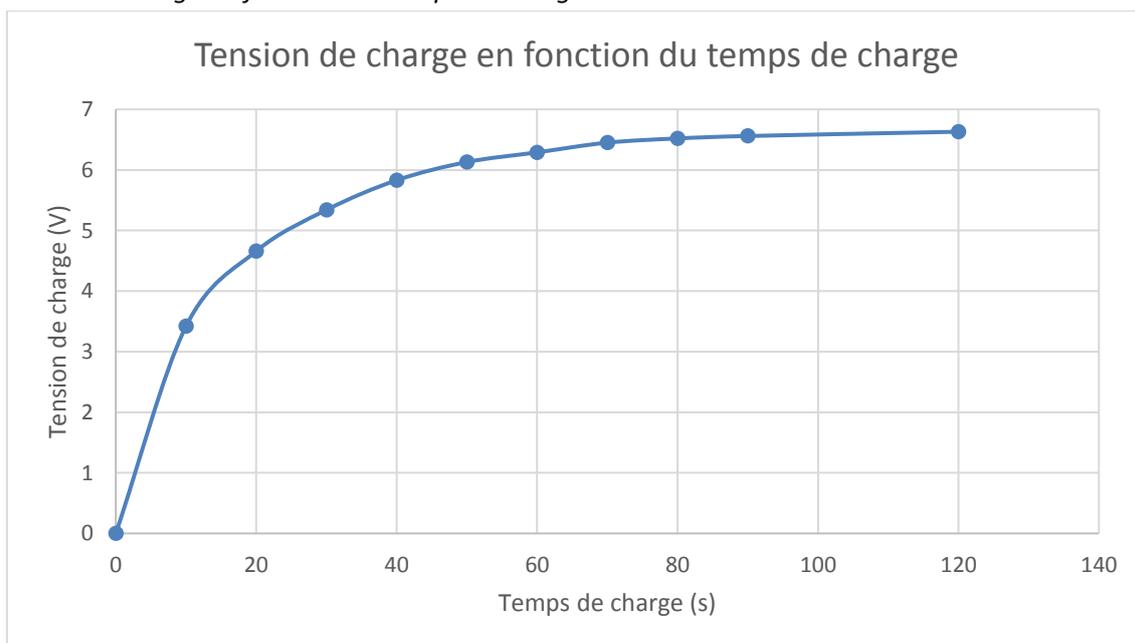
Chargez les capacités pendant 10 s, observez la tension de charge, puis déchargez complètement les capacités à l'aide de l'interrupteur prévu.

Répétez la manipulation pour les temps 20s, 30s, 40s, 50s, 60s, 70s, 80s, 90s et 120s.

Reportez les résultats dans un tableau et placez les points sur un graphe : la tension de charge en fonction du temps de charge.

Temps de charge (s)	Tension de charge (V)
10	3,42
20	4,66
30	5,34
40	5,83
50	6,13
60	6,29
70	6,45
80	6,52
90	6,56
120	6,63

Graphe : Tension de charge en fonction du temps de charge



Conclusion : le temps de charge n'est pas linéaire, on met plus de temps à atteindre les valeurs de tension les plus grandes.

Parallèle avec la réalité : lorsque l'on charge une voiture électrique, une règle usuelle est que les 20% de charge finale prennent 50% du temps. C'est-à-dire qu'on met autant de temps à charger 80% de la batterie qu'à charger les 20% restants.

Exercice 3 : Vitesse moyenne

Chargez le robot avec le programme de suivi de ligne **Suivi_ligne.sb2**.

Chargez les capacités à 6V.

Chronométrez le temps pour faire 15 tours de circuit (30m) puis arrêtez le robot et rechargez-le à 6V.

Chronométrez le temps de recharge.

Calculez la vitesse moyenne du robot pendant les 15 tours.

Temps de fonctionnement (s)	Distance (m)	Vitesse moyenne (m/s)	Temps de recharge (s)
133	30	0,22	42

A partir des résultats trouvés, calculez la vitesse moyenne du robot pour faire 30 tours (60m) en sachant qu'il faudra effectuer une recharge au milieu du parcours.

Vérifiez le résultat de votre calcul en chronométrant le temps nécessaire pour faire 30 tours.

Temps de fonctionnement total(s)	Distance (m)	Vitesse moyenne (m/s)
138	60	0,19

Conclusion : le temps de charge impacte directement le temps de trajet et donc la vitesse moyenne. Il faut prendre en compte ces temps de pause lors des calculs de temps de trajet.

Parallèle avec la réalité : prenons l'exemple d'une voiture électrique citadine qui dispose d'une autonomie de 250 km sur l'autoroute dans de bonnes conditions. Son temps de recharge minimal avec chargeur rapide est de 1h30.

Pour parcourir un trajet de 390 km à 130 km/h, il lui donc 3h de conduite et 1h30 de recharge, ce qui fait un total de 4h30. La voiture a donc une vitesse moyenne de 87 km/h.

Exercice 4 : Conduite fluide

Chargez le robot avec le programme de suivi de ligne **Suivi_ligne_fluide.sb2**.

Chargez les capacités à 6V, comptez le nombre de tours effectués (arrondi au quart de tour).

Répétez la manipulation pour les programmes suivants : **Suivi_ligne_arrêt.sb2** et **Suivi_ligne_saccadé.sb2**.

Reportez les résultats dans un tableau.

Programme	Suivi ligne fluide	Suivi ligne arrêts	Suivi ligne saccadé
Nombre de tours	12	10,25	7,5

Conclusion : le démarrage consomme plus d'énergie que la conduite, et laisser le robot allumé consomme de l'énergie même s'il ne roule pas.

Parallèle avec la réalité : une conduite saccadée peut consommer jusqu'à 40% de carburant en plus en ville. De plus, laisser le moteur tourner à l'arrêt consomme jusqu'à 10% de carburant en plus sur des petits trajets en ville où les arrêts sont fréquents. Certains véhicules sont équipés de systèmes start&stop qui coupent le moteur à l'arrêt et réduisent la consommation.

Exercice 5 : Consommation annexe

Chargez le robot avec le programme de suivi de ligne avec matrice LED **Suivi_ligne_LED.sb2**.

Chargez les capacités à 6V, et allumez la matrice LED à 0% (réglage 0).

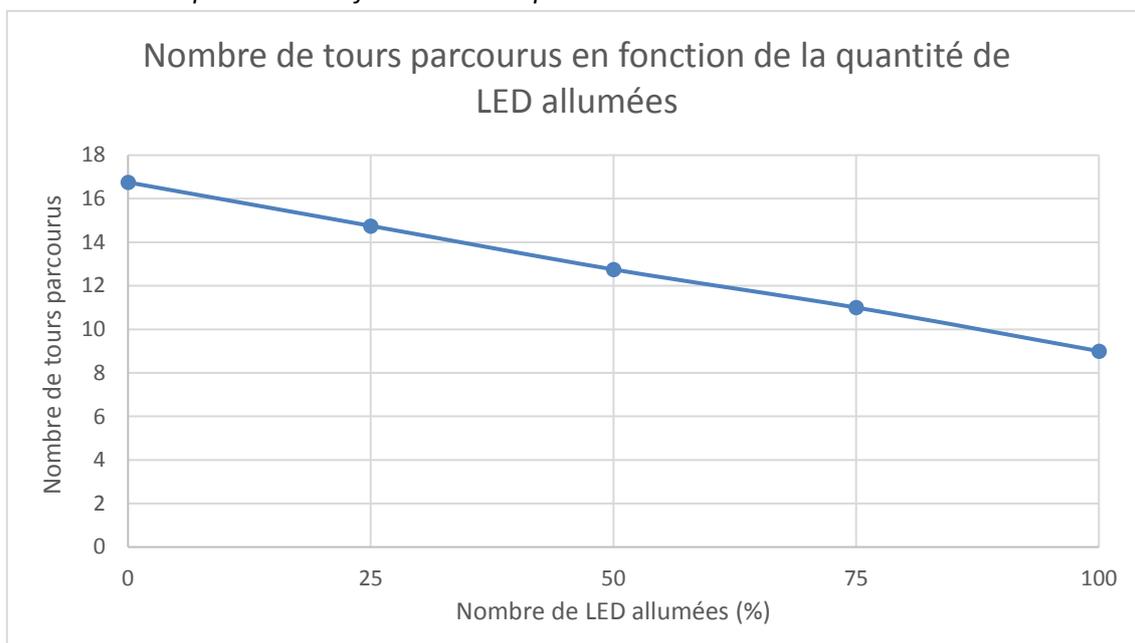
Comptez le nombre de tours que le robot réalise.

Répétez la manipulation pour les autres réglages de la matrice LED : 25%, 50%, 75% et 100%.

Reportez les résultats dans un tableau et placez les points sur un graphe : le nombre de tours parcourus en fonction de la quantité de LED allumées.

Réglage matrice	Nombre de tours parcourus
0%	16,75
25%	14,75
50%	12,75
75%	11
100%	9

Graphe : Nombre de tours parcourus en fonction de la quantité de LED allumées



Conclusion : les accessoires qui consomment de l'énergie diminuent l'autonomie du robot.

Parallèle avec la réalité : conduire les phares allumés augmente la consommation de carburant de 1 à 2% et allumer la climatisation augmente la consommation jusqu'à 20%. Cela est valable pour les voitures électriques, mais également pour les voitures à moteur essence ou diesel car la voiture génère de l'électricité à partir d'un alternateur connecté directement au moteur.

Exercices programmation

Exercice 1 : Suivi de ligne

Programmez un suivi de ligne efficace.

Afin qu'il soit le plus fluide possible, il faut éviter au maximum de changer brutalement le sens de rotation des moteurs. Il est donc plus efficace d'utiliser le bloc de programmation « **Activer le moteur M1/M2 à la vitesse X** » plutôt que « **Tourner à droite/gauche à la vitesse X** » car dans ce dernier cas le robot tourne sur lui-même. Ainsi, pour prendre un virage sans saccade, il faut accélérer la roue extérieure et ralentir la roue intérieure.

De plus, stocker dans une variable le sens de rotation du robot permet de réagir plus efficacement lorsque le module suiveur de ligne ne détecte plus du tout la ligne. Il est possible à ce moment-là de programmer le robot pour tourner de manière plus serrée afin de rejoindre la ligne.

Vous pouvez vous inspirer du programme de suivi de ligne.

Exercice 2 : Compte-tour

Comptez le nombre de tours effectués par le robot lors du suivi de ligne et affichez-le sur un afficheur 7 segments ou une matrice LED. Il faut pour cela placer un second capteur de suivi de ligne sur le côté du robot afin de détecter la piste des stands. Il est à noter que le robot croisera 2 lignes à l'extérieur de la piste, il faut donc diviser le nombre de lignes détectées par 2 pour avoir le nombre de tours.

Exercice 3 : Mesure de batterie

Branchez le CAPA40 au mBot en le reliant par un câble RJ25 et mesurez la tension renvoyée à l'aide de l'instruction « valeur du potentiomètre sur le port X ». Effectuez une mesure à 6,5 V et une autre autour de 3 V, lorsque le robot n'avance plus.

Tension	Valeur analogique relevée	Valeur rapportée
6.5V	515	100%
~3V (tension minimale)	280	0%

- Réalisez un programme qui allume les LED du mBot en vert lorsque la capacité est supérieure à 50%, en orange lorsque la capacité est entre 20% et 50% et en rouge lorsqu'elle passe en dessous de 20%.
- Affichez sur un afficheur 7 segments ou une matrice LED la valeur de tension ramenée sur une échelle allant de 0% (3V) à 100% (6,5V).

Exercice 4 : Arrêt aux stands

Programmez le robot pour qu'il suive la ligne, et qu'il sorte sur la piste de stand lorsque sa tension descend en-dessous d'une valeur seuil (par exemple 3.5V). Il doit ensuite s'arrêter au point de charge pour attendre sa recharge.

Challenge énergie

Consigne du challenge : parcourir 40 tours (80m) le plus vite possible.

Niveau 1

Utilisez le programme A4 de suivi de ligne, il est possible d'interrompre à tout moment le robot pour le recharger. L'objectif est de trouver un bon équilibre entre les temps de charge et les temps de fonctionnement.

Niveau 2

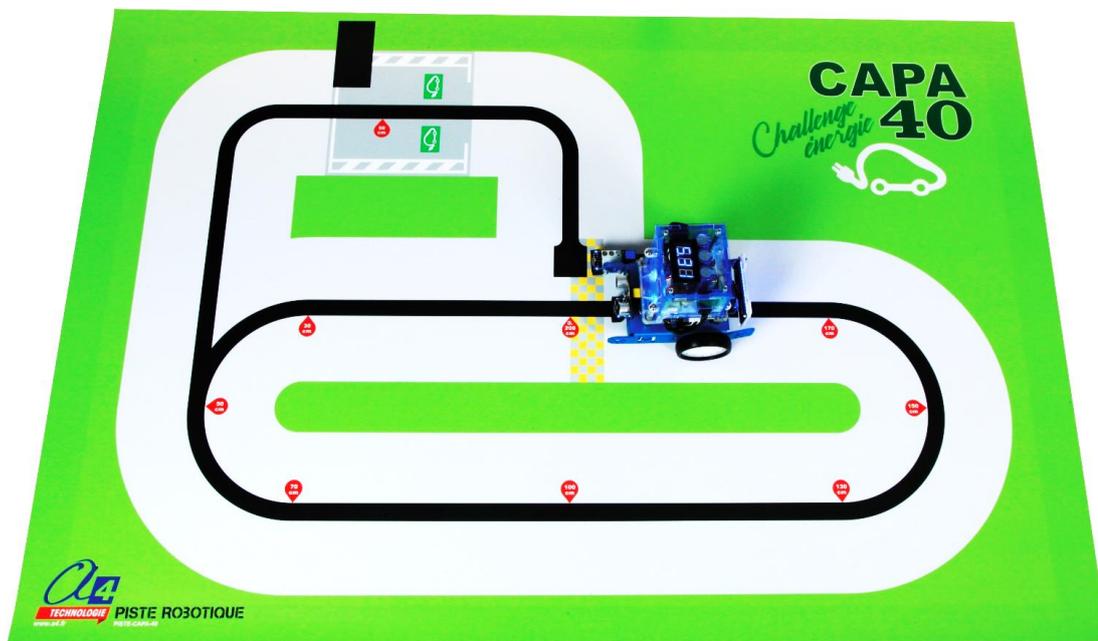
Utilisez le programme de suivi de ligne avec arrêt au stand et réglez le seuil de tension à partir duquel le robot sort de la piste pour aller au stand. Il n'est possible de recharger le robot que lorsqu'il est à la station de recharge dans les stands. L'objectif est de trouver un bon équilibre entre les temps de charge et les temps de fonctionnement, sachant qu'il n'est pas possible de modifier le seuil de recharge.

Niveau 3

Programmez le suivi de ligne le plus efficace possible pour parcourir la distance demandée, il est possible d'interrompre à tout moment le robot pour le recharger. Note : Les frottements de l'air étant minimes pour le robot, il est plus optimisé de rouler le plus vite possible, il faut néanmoins suivre efficacement la piste pour ne pas perdre la ligne.

Niveau 4

Programmez le suivi de ligne le plus efficace possible pour parcourir la distance demandée, il n'est possible de recharger le robot que lorsqu'il est à la station de recharge dans les stands.



Piste Challenge énergie (réf. PISTE-CAPA-40) 80 x 120 cm
Circuit principal (2 m) avec repérage de distances intermédiaires et circuit secondaire (1 m) pour accéder à la zone de recharge.