

## Détecteur de marquage au sol

Ce module est équipé de 3 capteurs infrarouges indépendants destinés à détecter un marquage sombre tracé au sol. Il est constitué par 3 phototransistors et 3 LED infrarouges placés en ligne et orientés vers le sol.

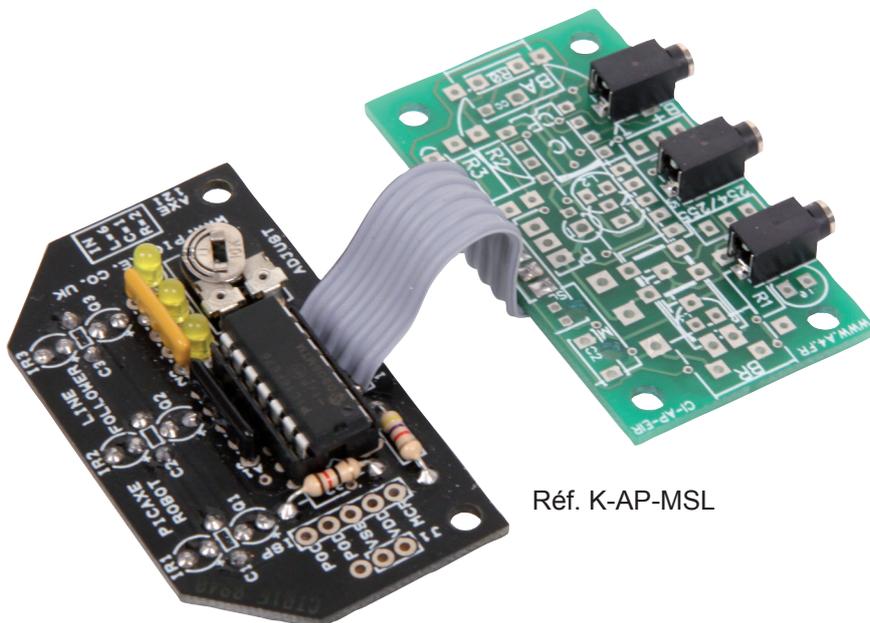
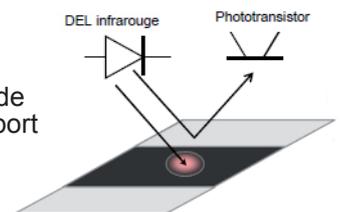
Les 3 LED émettent un rayonnement infra rouge codé. Selon que le rayonnement est absorbé par un marquage sombre ou, au contraire, réfléchi par une zone claire, le phototransistor associé à chaque LED détecte ou non le rayonnement infrarouge.

Les 3 LED et les 3 phototransistors sont indépendants et permettent de déterminer avec précision la position du module de détection par rapport à une ligne noire tracée au sol.

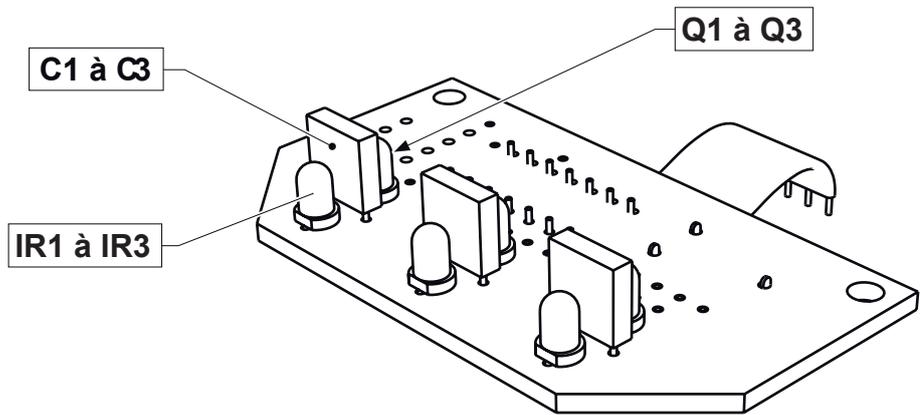
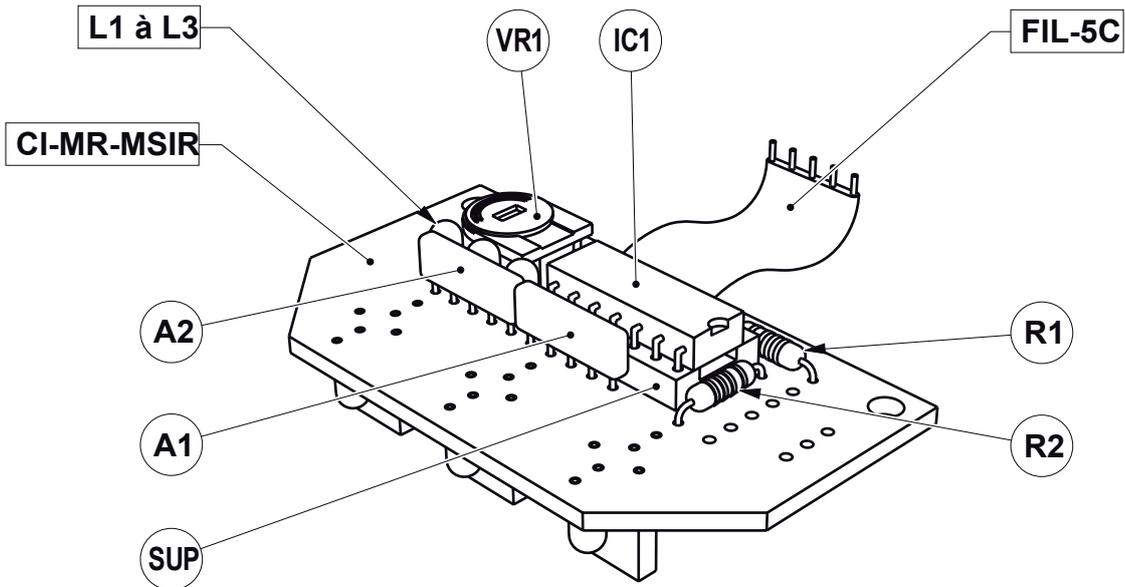
Un ajustable (VR1) permet de régler la sensibilité des capteurs. Des LED témoins jaunes permettent de visualiser l'état de chacun des 3 capteurs indépendamment du programme qui traitera les informations provenant des capteurs.

Ce module se connecte sur 3 entrées numériques du boîtier de commande AutoProg®. Selon l'application envisagée, on peut limiter l'utilisation du module à 1 ou 2 des 3 capteurs.

La sensibilité de détection des capteurs est réglable de 3 à 30 mm.



Réf. K-AP-MSL



<b>FIL-5C</b>	01	Nappe de fils 5 conducteurs, longueur 55 mm.	<b>K-MR-MSIR</b>
<b>SUP</b>	01	Support de circuit intégré, 14 broches.	
<b>IC1</b>	01	Circuit intégré, 14 broches.	
<b>R1</b>	01	Résistance 4,7 Kohms 1/4 W 5% (jaune, violet, rouge, or).	
<b>R2</b>	01	Résistance 12 ohms 1/4 W 5% (marron, rouge, noir, or).	
<b>A1</b>	01	Réseau de résistances 4,7 Kohms 1/4 W 5% (marqué 472G).	
<b>A2</b>	01	Réseau de résistances 1 Kohms 1/4 W 5% (marqué 102G).	
<b>VR1</b>	01	Résistance ajustable 100 Kohms, horizontal.	
<b>L1 à L3</b>	03	LED 3 mm jaune, boîtier jaune translucide.	
<b>C1 à C3</b>	03	Condensateur polyester 100 nF, boîtier parallélépipédique.	
<b>IR1 à IR3</b>	03	LED 3 mm infrarouge, boîtier cristal (Réf. fabricant EL-7L).	
<b>Q1 à Q3</b>	03	Phototransistor 3 mm infrarouge, boîtier cristal (sachet marqué ST-7L).	
<b>CI-MR-MSIR</b>	01	Circuit imprimé, double face 31 x 56 x 1,6 mm	

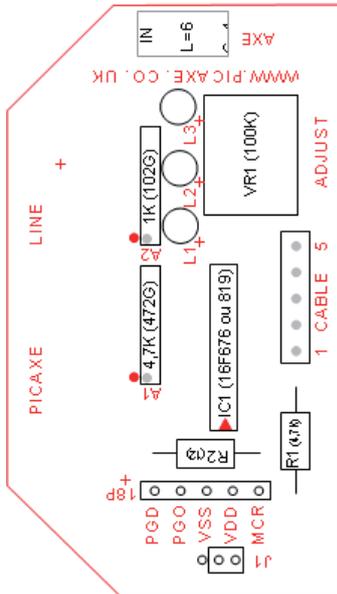
<b>REPÈRES</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>DÉSIGNATION</b>	<b>RÉF. A4</b>
----------------	---------------	--------------------	----------------

	Echelle :		<b>A4</b>	PROJET	PARTIE
	Classe			<b>Détecteur de marquage au sol</b>	
Nom	Date	TITRE DU DOCUMENT			
				<b>Nomenclature</b>	

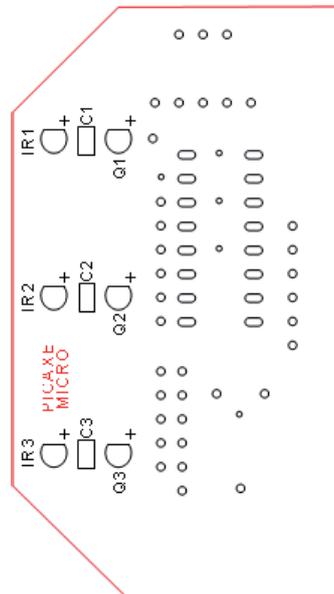
# Montage du Détecteur de marquage au sol 1/3

## Emplacement des composants

Repérer les emplacements des composants par rapport à la nomenclature.



Circuit imprimé côté sérigraphie



Circuit imprimé côté pistes

## Implantation des composants

### A - Implantation côté sérigraphie

Le lieu d'implantation des composants est repéré sur le circuit imprimé par des marquages blancs.

#### Opération A1

Souder les deux résistances (R1) et (R2) sur leur emplacement.

#### Opération A2

Souder le support de circuit intégré 14 pattes (SUP) en faisant coïncider son "encoche" de repérage avec le marquage figurant sur le circuit imprimé.

#### Opération A3

Souder la résistance ajustable 100 Kohms VR1 sur son emplacement.

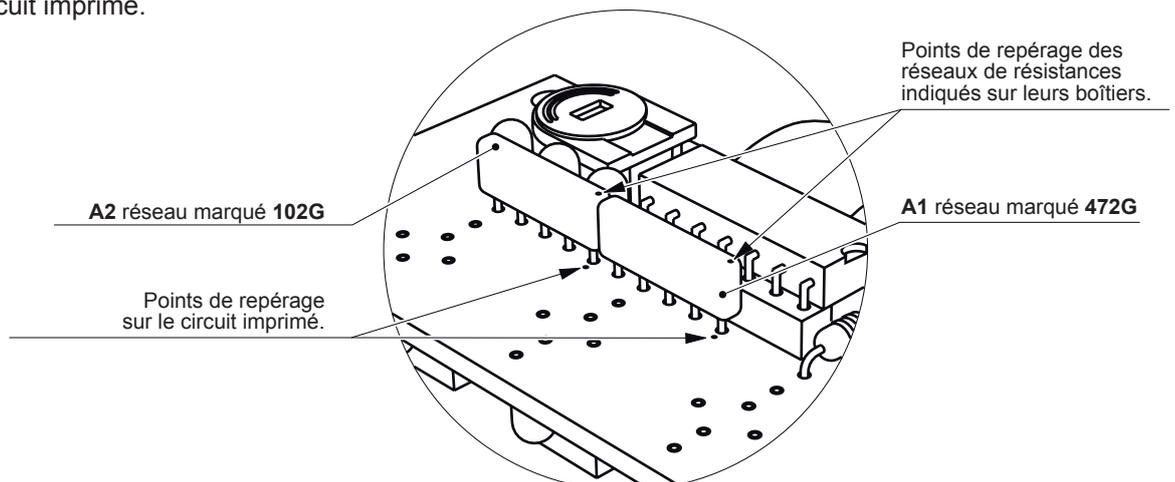
#### Opération A4

Souder les 3 LED jaunes L1 à L3 à leur emplacement, en s'assurant que la patte longue de chaque LED est implantée sur le repère + du circuit imprimé.

#### Opération A5

Souder les réseaux de résistances (A1) et (A2) à leur emplacement. Assurez vous que le point marqué sur leur boîtier coïncide avec le point de repérage figurant sur le circuit imprimé.

**!** N'enlevez pas les 3 phototransistors infrarouges Q1 à Q3 de leur sachet (marqué ST-7L) avant l'opération B3 du montage du module (risque de mélange avec les LED infrarouges EL-71 dont le boîtier est identique).

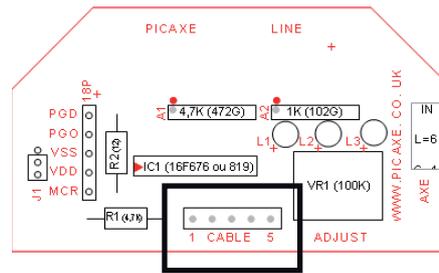


# Montage du Détecteur de marquage au sol 2/3

## Opération A6

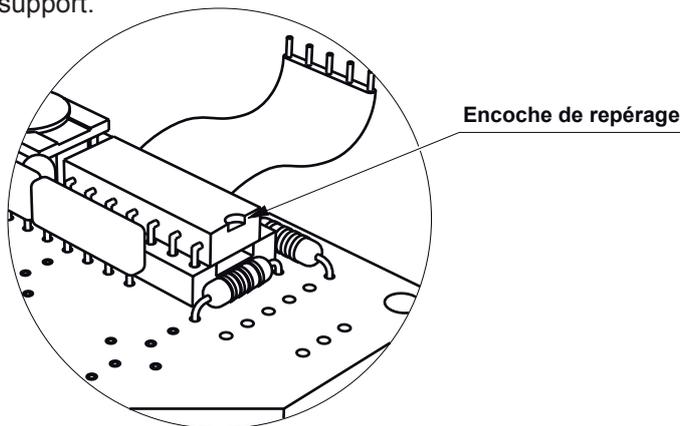
Souder le câble FIL-5C à son emplacement.

Circuit imprimé côté sérigraphie



## Opération A7

Insérer le microcontrôleur dans son support IC1 en vous assurant que son encoche de repérage coïncide avec celle de son support.



## B - Implantation côté pistes

**Point délicat :** pour favoriser une bonne détection de marquage au sol il est important que les composants C1 à C3, IR1 à IR3 et Q1 à Q3 soient perpendiculaires et correctement alignés sur le circuit imprimé. Leurs boîtiers doivent être en contact avec le circuit imprimé.

**Astuce de câblage :** pour faciliter l'opération de câblage de chacun de ces composants, on peut procéder en deux étapes.

**Etape 1 :** positionner le composant dans son emplacement en le maintenant à ras du circuit imprimé, souder une seule de ses pattes. Au besoin, chauffer de nouveau la brasure tout en appuyant sur le composant afin qu'il soit parfaitement en contact avec le circuit imprimé.

Répéter cette opération pour les 2 autres composants situés sur la même ligne.

**Etape 2 :** ajuster l'alignement des composants d'une même ligne qui sont chacun soudés partiellement par un point en profitant de la flexibilité de la patte soudée.

Lorsque l'alignement est correct souder la 2ème patte de ces composants.

## Opération B1

Souder chacun des trois condensateurs C1 à C3 à leur emplacement. Leur boîtier agit comme un écran qui isole chaque LED infrarouge du phototransistor infrarouge associé afin de ne détecter que la lumière qui se réfléchit sur le sol.

## Opération B2

Souder les 3 LED infrarouges IR1 à IR3 à leur emplacement en s'assurant que la patte longue de chaque LED est implantée sur le repère + du circuit imprimé.

Assurez-vous que les LED sont implantées à plat et perpendiculairement au circuit imprimé.

## Opération B3

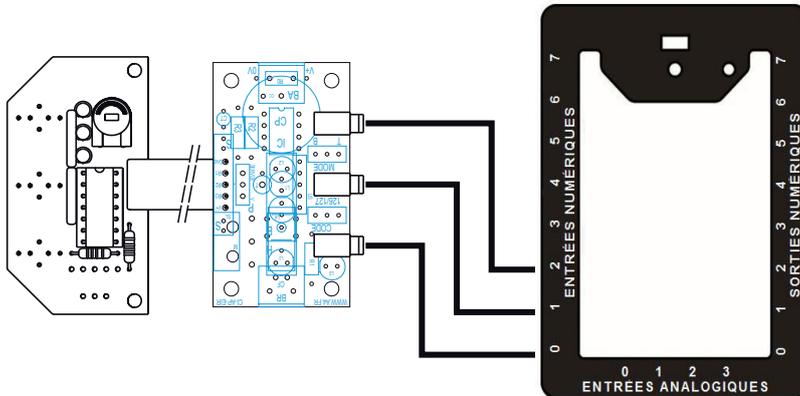
Souder les 3 phototransistors infrarouges Q1 à Q3 (sachet marqué ST-7L) à leur emplacement en s'assurant que la patte longue de chaque LED est implantée sur le repère + du circuit imprimé.

Assurez-vous que les phototransistors sont implantés à plat et perpendiculairement au circuit imprimé.

# Montage du Détecteur de marquage au sol 3/3

## Réglage du Détecteur de marquage au sol

Connecter le module sur les entrées **EN0**, **EN1** et **EN2** du boîtier de commande AutoProg®.



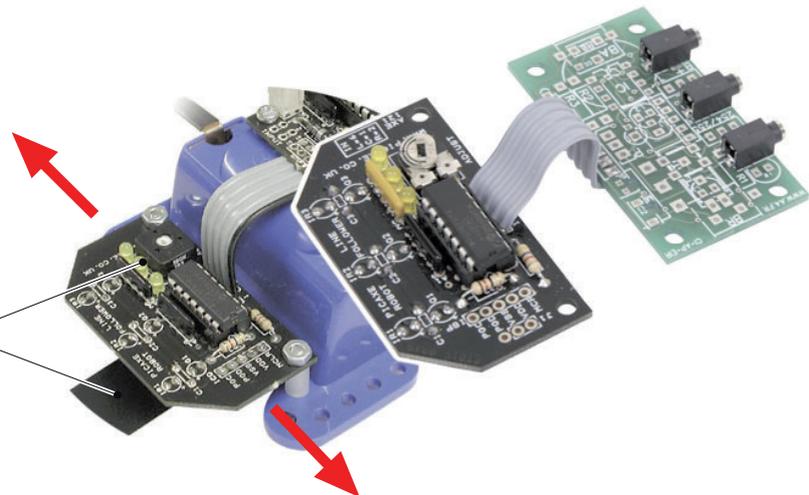
## Réglage de la sensibilité :

La sensibilité de détection des 3 Phototransistors du module est réglable à l'aide de l'ajustable VR1. Les 3 LED témoins jaunes L1 à L3 situées sur le module SL permettent de visualiser si les phototransistors détectent la présence d'un tracé foncé.

## Test visuel par LED témoin :

- Mettre sous tension le boîtier de commande AutoProg® ;
- Placer le module détecteur sur une surface claire (blanche) sur laquelle on a préalablement tracé une ligne noire d'environ 15 mm de large.  
Le positionner de telle sorte que les 3 phototransistors et les 3 LED infrarouges soient au dessus de la surface claire ;
- Tourner l'ajustable VR1 jusqu'à temps que les 3 LED témoins jaunes L1 à L3 soient éteintes (lorsque les LED témoins sont éteintes, cela signifie que les phototransistors reçoivent la lumière infra rouge émise par les LED IR1 à IR3) ;
- Déplacer le module détecteur afin que chacun des 3 capteurs croise le chemin de la ligne noire : la LED témoin jaune correspondante doit s'allumer.

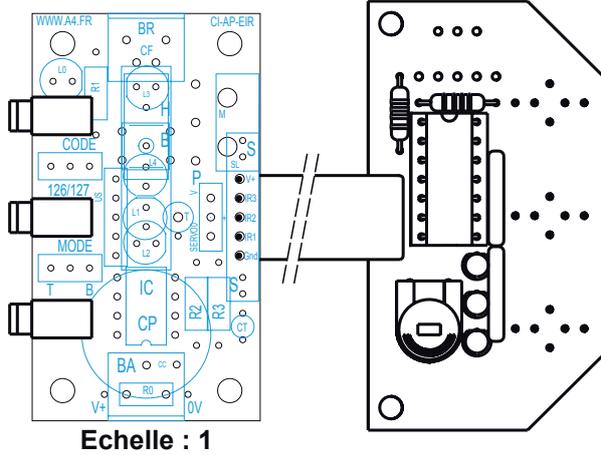
**LED centrale allumée :**  
une zone sombre est détectée  
par le phototransistor central.



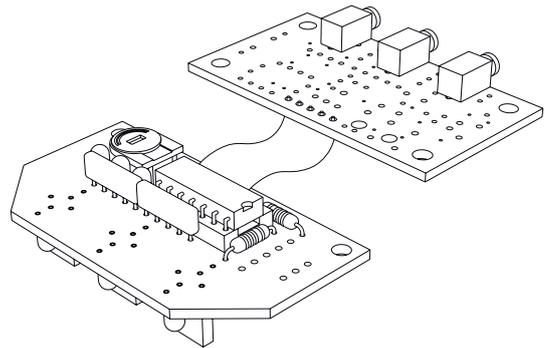
Manœuvrer la carte à la main  
et vérifier que les LED témoins  
s'allument au passage au dessus  
de la ligne noire.

*Note : la sensibilité de détection dépend en partie de l'environnement lumineux ambiant (lumière parasite qui se réfléchit au sol). Un réglage qui fonctionne correctement dans un environnement lumineux donné n'est pas forcément correct dans un autre lieu. Si la carte est embarquée sur un robot qui se déplace, les vibrations dues à ses variations de vitesse, à ses changements de direction ou au relief de la piste font que sa partie avant peut se soulever de quelques millimètres. Il convient de tenir compte de ces facteurs pour effectuer un réglage suffisamment tolérant à l'aide de l'ajustable VR1.*

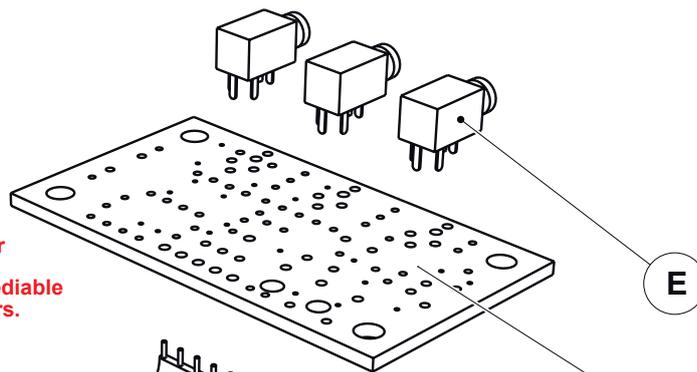
## Implantation des composants



Echelle : 1

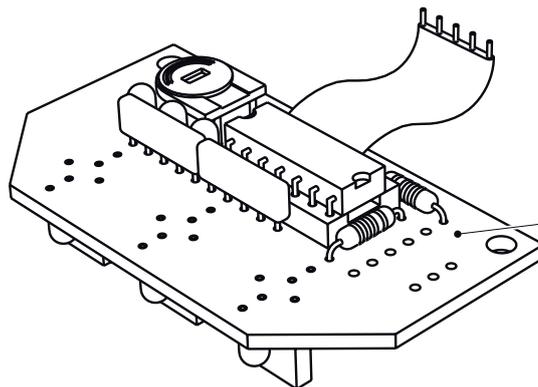


**⚠** Composant polarisé, respecter son sens d'implantation.  
Risque de détérioration irréversible en cas d'implantation à l'envers.



E

CI-AP-EIR

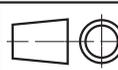


SL

E	03	Embase jack stéréo Ø 2,5 mm pour Ci.	EMB-JACK-D2M5A-STE
SL	01	Module PICAXE de détection de ligne (axe 121).	K-MR-MSIR
CI-AP-EIR	01	Circuit imprimé 30 x 54 x 1,6 mm.	CI-AP-EIR
REPÈRES	NOMBRE	DÉSIGNATION	RÉF. A4



Echelle :



A4

PROJET

AutoProg

PARTIE

Module Détecteur de marquage au sol

Classe

TITRE DU DOCUMENT

Nomenclature et implantation des composants

Nom

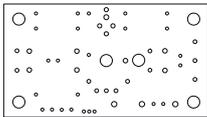
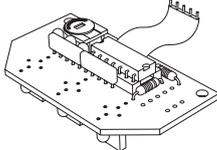
Date

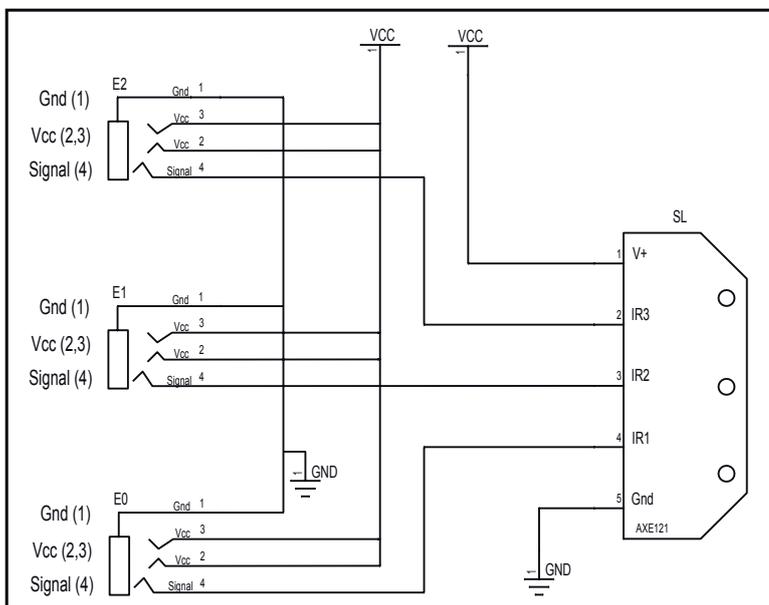
## Nomenclature du kit réf. K-AP-MSL-KIT

Le module détecteur de marquage au sol est commercialisé en 2 versions :

- prêt à l'emploi, composants soudés ;
- en kit, composants à implanter et braser.

Le kit comprend toutes les pièces et composants électroniques permettant de monter le module détecteur de marquage au sol.

DÉSIGNATION	QUANTITÉ	REPÈRES	DESSIN
Circuit imprimé 30 x 54 x 1,6 mm.	01	CI-AP-EIR	
Embase jack stéréo Ø 2,5 mm pour CI.	01	E	
3 capteurs infrarouges, réglage de la sensibilité de détection, 3 LED témoins pour visualiser l'état de chaque capteur. Sensibilité de détection env. 3 à 30 mm, CI 1,6 x 31 x 56 mm.	01	SL	



## Schéma électronique

## Test du module Détecteur de marquage au sol

Ce programme permet de vérifier que les 3 capteurs qui équipent ce module envoient les informations de détection au boîtier de commande AutoProg®.

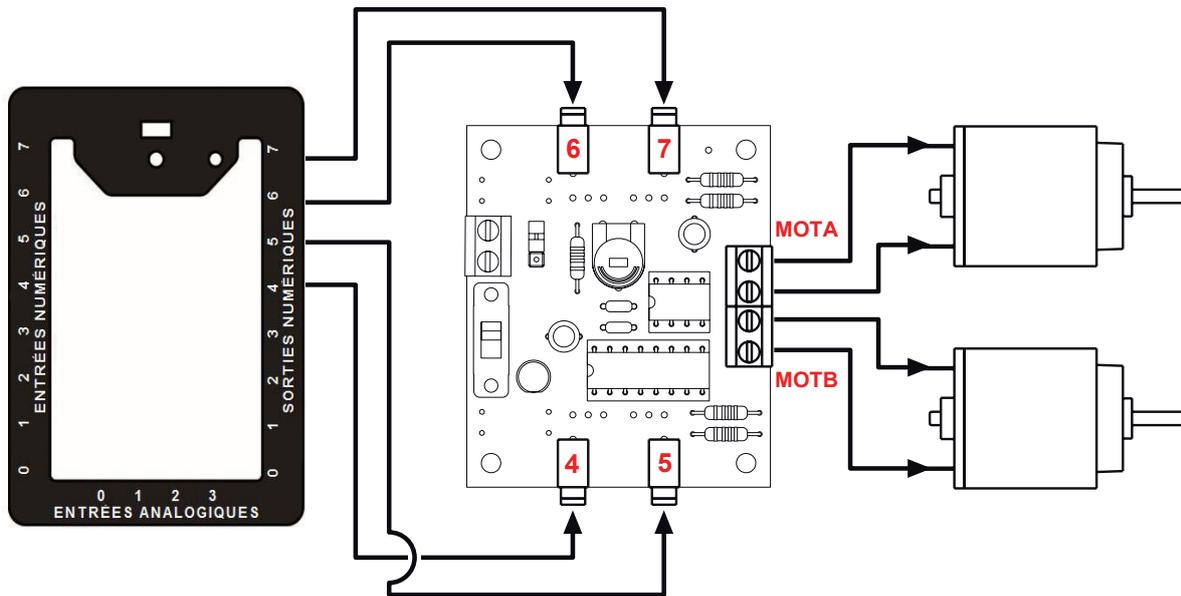
Phase	Charger le programme nommé	Configuration de test du module	Résultats attendus
1	TEST-MSL.pfl	EN0, EN1 et EN2	Passer le capteur de ligne sur une ligne noire sur fond blanc, l'allumage des diodes du capteur doit correspondre à l'allumage des diodes de sortie S0, S1 et S2.

## Cas de pannes

Symptôme	Cause possible	
Comportement incohérent avec le programme chargé.	Erreur d'implantation des composants.	Vérifier que chaque composant a la bonne valeur, qu'il est implanté dans le bon sens et au bon endroit. On prendra garde en particulier au sens d'implantation, à la valeur des réseaux de résistances A1 et A2 et à leur sens d'implantation.  Vérifier les connexions de la nappe.
	Mauvais réglage de la sensibilité	Cf. procédure de réglage de la sensibilité ci-dessus.

# Applications du module Détecteur de marquage au sol

Les programmes suivants illustrent l'utilisation du module de détection de marquage lorsque celui-ci est monté sur un robot à 2 roues équipé de 2 moteurs. L'utilisation de ces programmes avec le système AutoProg® suppose que l'on dispose du module de pilotage de 2 moteurs K-AP-MMOT.



Plan de câblage pour les déplacements de véhicules et robots avec les commandes Forward, Back, Left et Right.

NOTE : afin d'assurer un sens de rotation cohérent des moteurs avec les commandes de déplacements, il faut éventuellement intervertir les fils de connexion au niveau des borniers à vis.

## Symboles utilisés dans le document :

	<b>FORWARD</b>  Marche avant		Les 2 moteurs tournent en avant.
	<b>RIGHT</b>  Virage à droite		Le moteur gauche tourne en avant et le moteur droit en arrière.
	<b>LEFT</b>  Virage à gauche		Le moteur droit tourne en avant et le moteur gauche en arrière.
	<b>BACK</b>  Marche arrière		Les 2 moteurs tournent en arrière.
	<b>HALT</b>  Arrêt		Arrête les 2 moteurs.

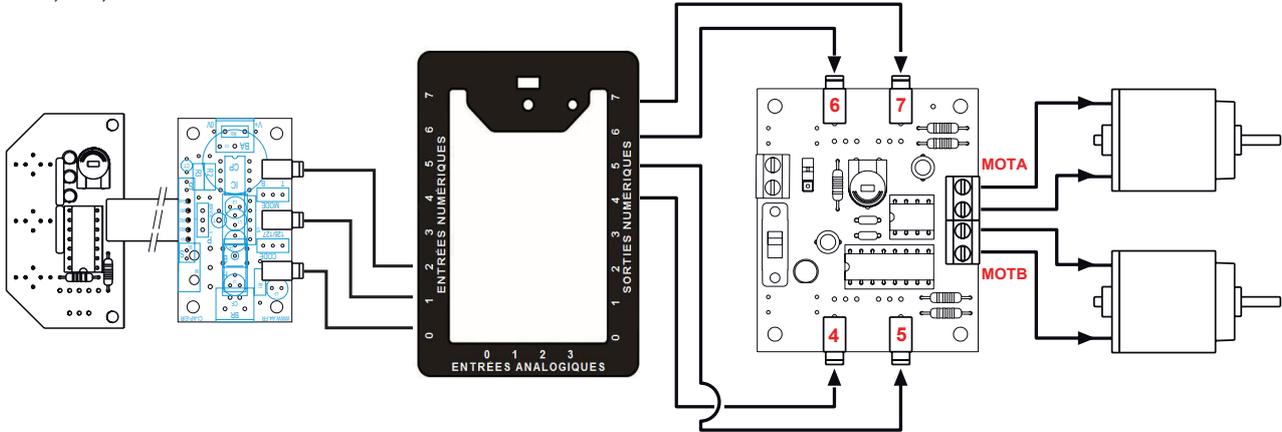
# Applications du module Détecteur de marquage au sol

## Matériel nécessaire

1 module Détecteur de marquage au sol, 1 module de Pilotage 2 moteurs, 7 cordons de liaison.

## Connexion du module

Connecter le module détecteur de mouvement sur EN0, EN1, EN2 et le module pilotage de 2 moteurs sur S4, S5, S6 et S7.



## Programme 08-MSL1.plf

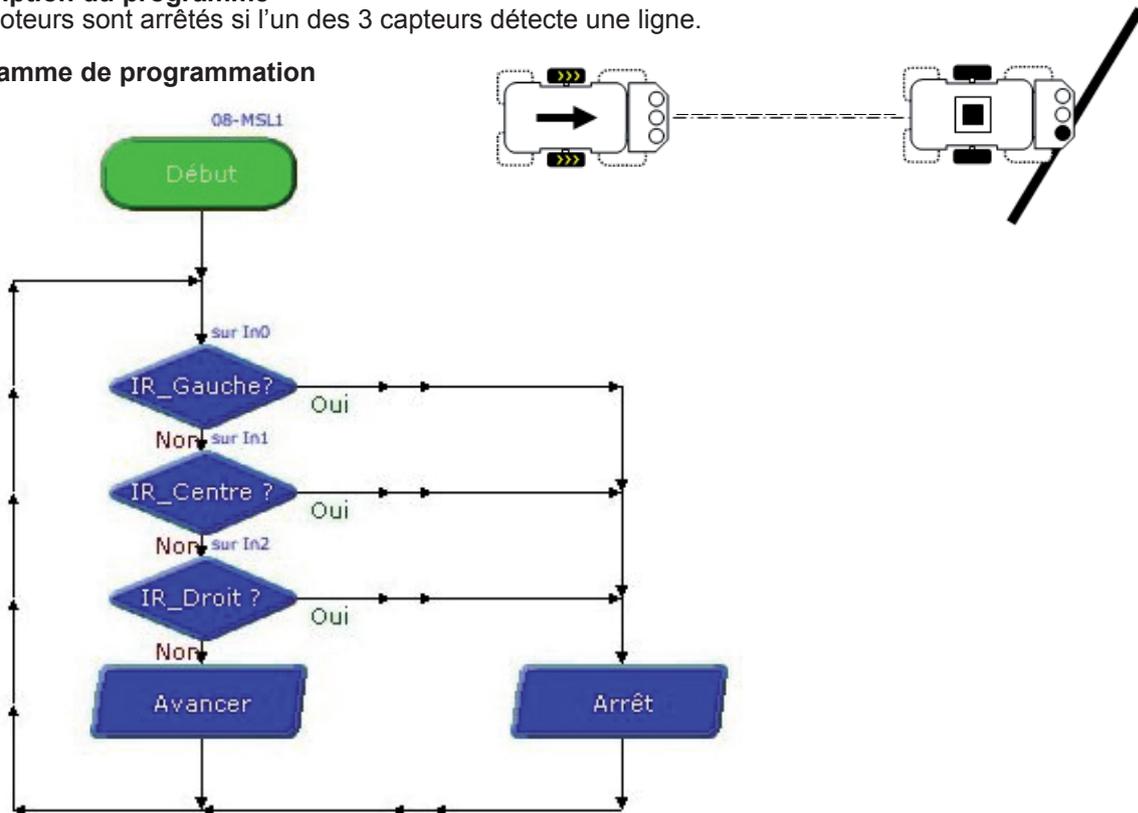
### But du programme

Arrêter la progression d'un robot dès la détection d'une ligne.

### Description du programme

Les moteurs sont arrêtés si l'un des 3 capteurs détecte une ligne.

### Diagramme de programmation



# Applications du module Détecteur de marquage au sol

## Programme 08-MSL2.pfl

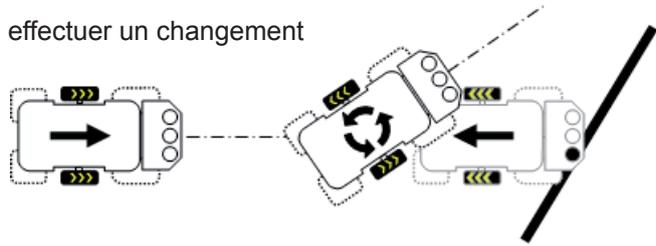
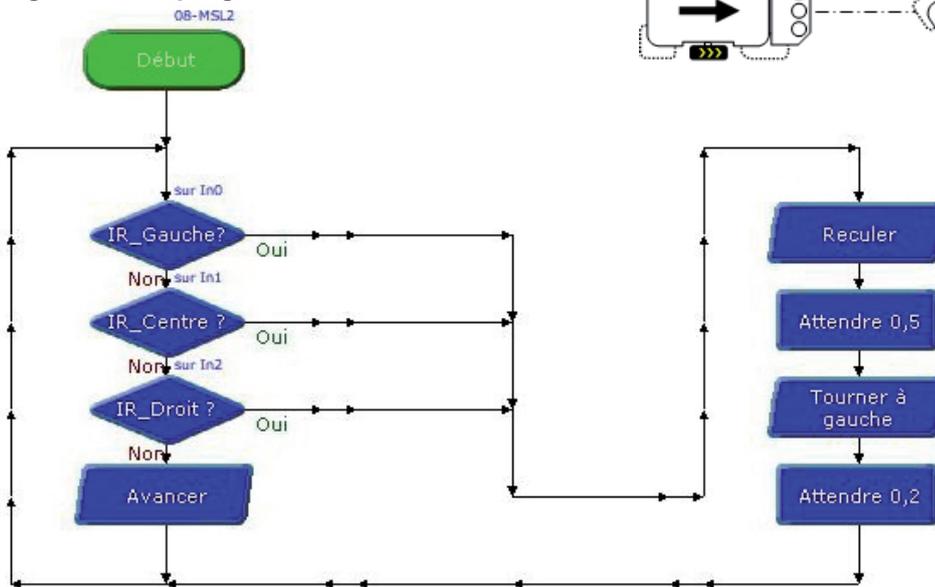
### But du programme

Eviter une ligne.

### Description du programme

Faire reculer un robot dès la détection d'une ligne puis effectuer un changement de direction avant de reprendre l'avance.

### Diagramme de programmation



## Programme 08-MSL3.pfl

### But du programme

Suivre une ligne.

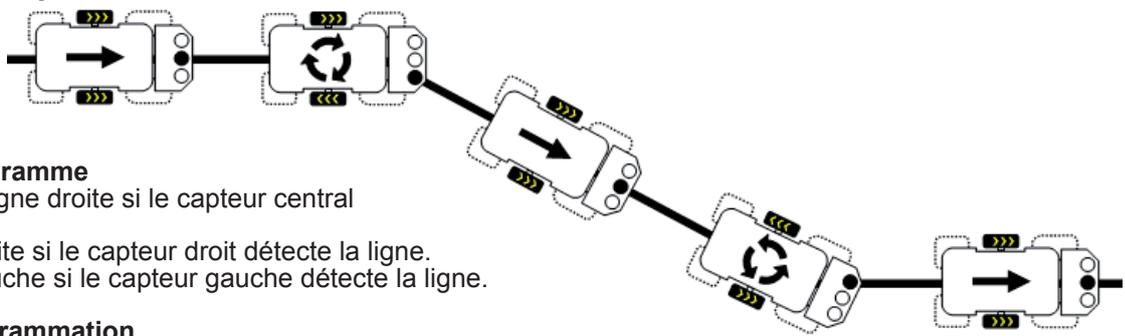
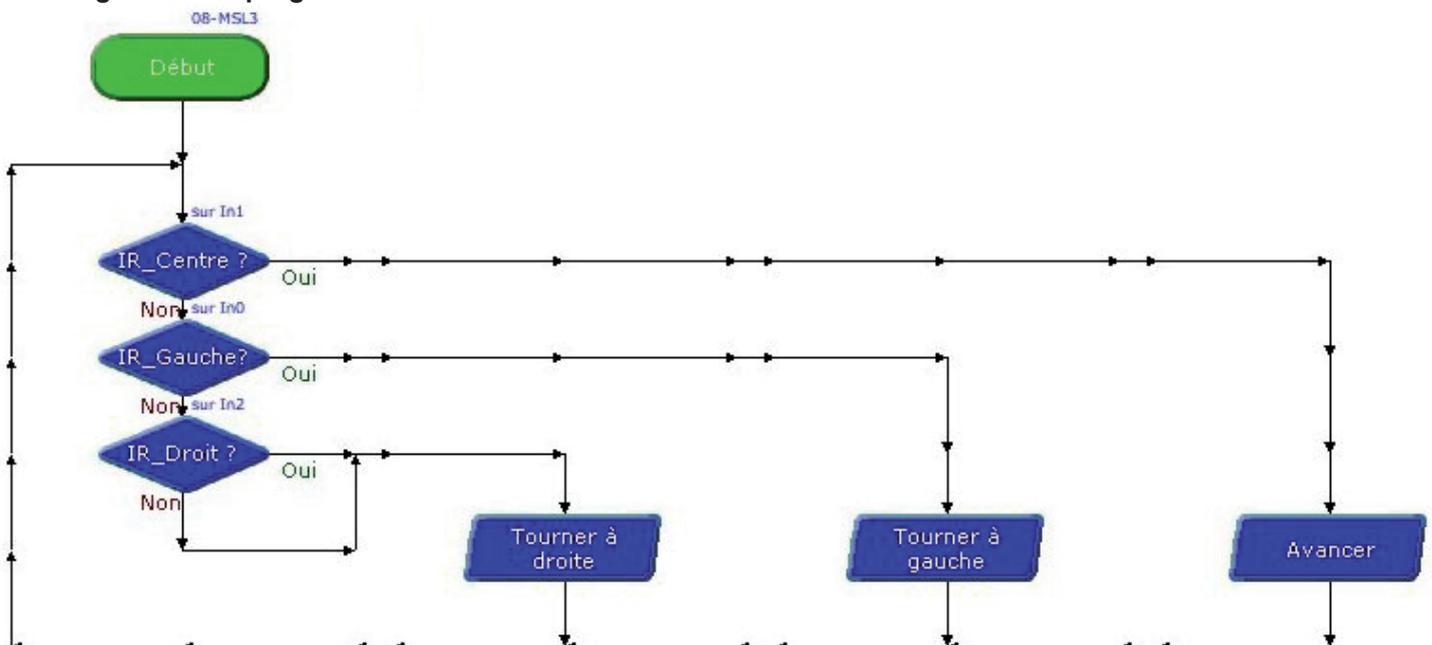
### Description du programme

Le robot avance en ligne droite si le capteur central est sur la ligne.

Le robot tourne à droite si le capteur droit détecte la ligne.

Le robot tourne à gauche si le capteur gauche détecte la ligne.

### Diagramme de programmation



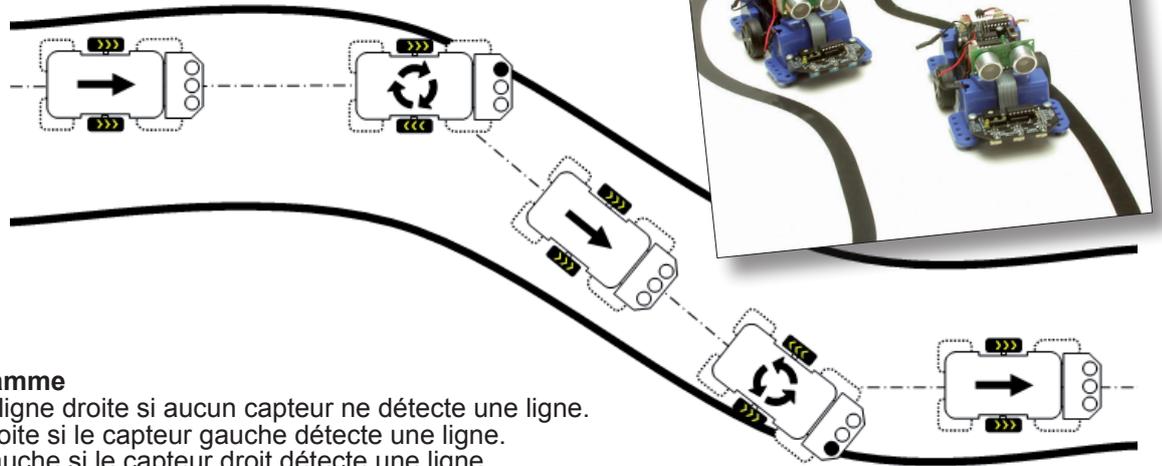
# Applications du module Détecteur de marquage au sol

## Programme 08-MSL4.plf

### But du programme

Evoluer sur une piste délimitée par deux lignes.

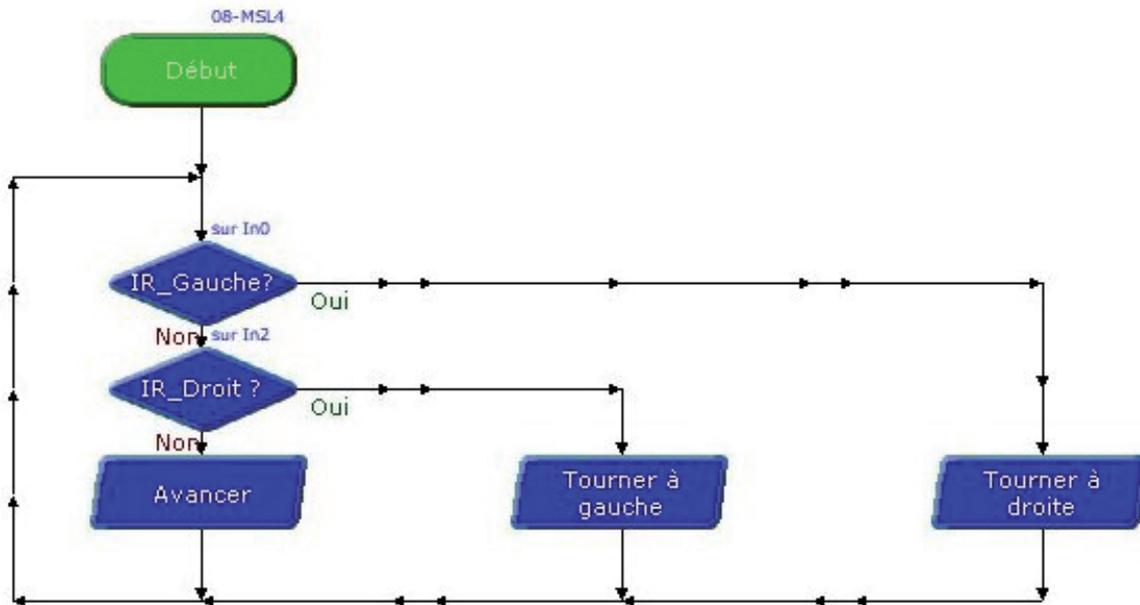
Ce programme permet de faire des courses de robots.



### Description du programme

Le robot avance en ligne droite si aucun capteur ne détecte une ligne.  
Le robot tourne à droite si le capteur gauche détecte une ligne.  
Le robot tourne à gauche si le capteur droit détecte une ligne.

### Diagramme de programmation

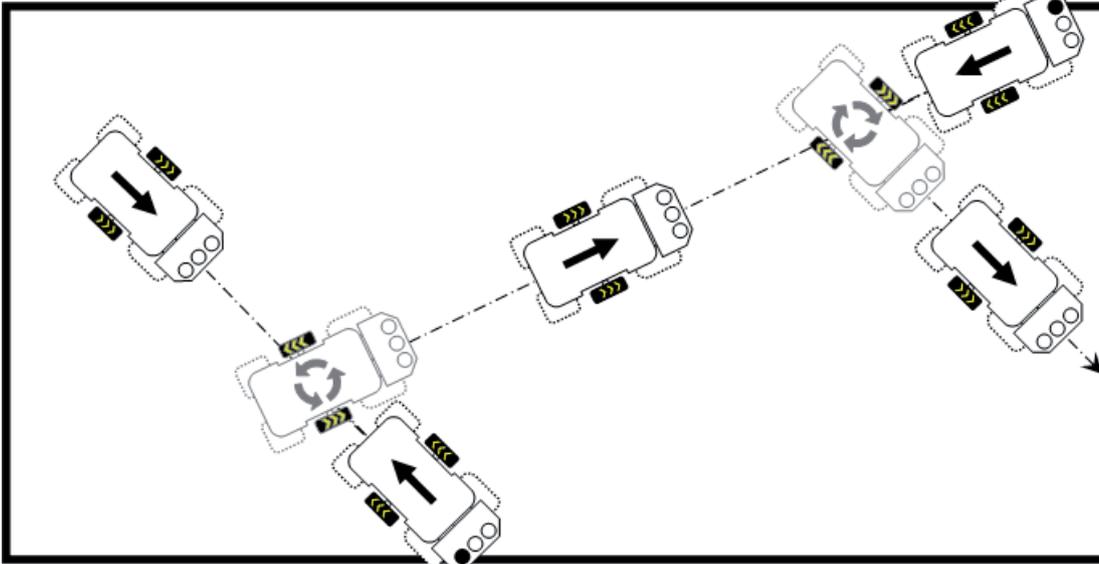


# Applications du module Détecteur de marquage au sol

## Programme 08-MSL5.pf

### But du programme

Rester dans une zone délimitée par une ligne.



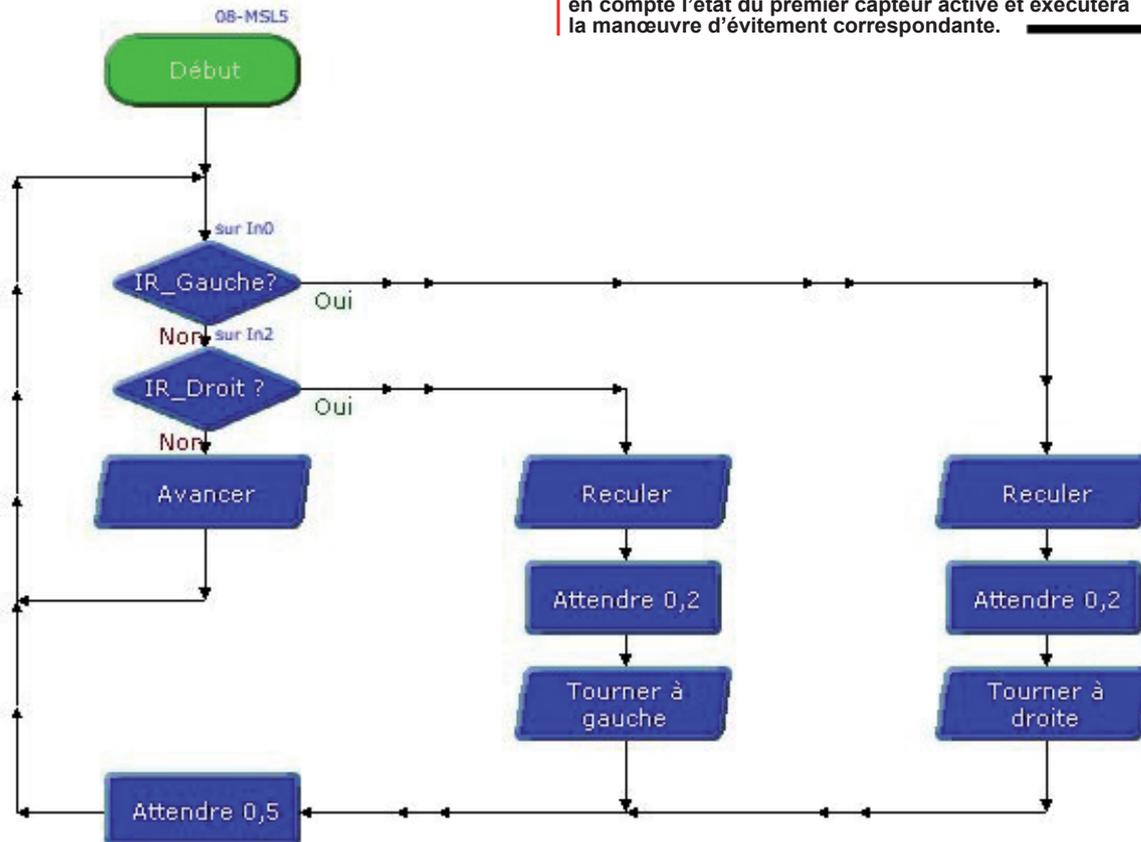
### Description du programme

Le robot avance en ligne droite si aucun capteur ne détecte une ligne.

Le robot recule puis effectue une rotation à droite si le capteur gauche détecte une ligne.

Le robot recule puis effectue une rotation à gauche si le capteur droit détecte une ligne.

### Diagramme de programmation

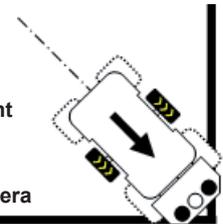


### Cas particulier :

Le robot se dirige vers un angle en suivant une trajectoire médiane à cet angle.

Les deux capteurs peuvent être activés pratiquement simultanément.

Le programme qui est exécuté de manière séquentielle (une instruction après l'autre) prendra en compte l'état du premier capteur activé et exécutera la manœuvre d'évitement correspondante.



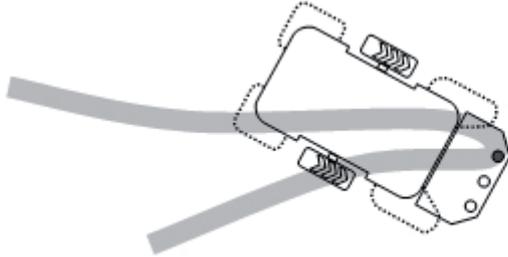
# Applications du module Détecteur de marquage au sol

## Suivre une ligne avec des virages serrés

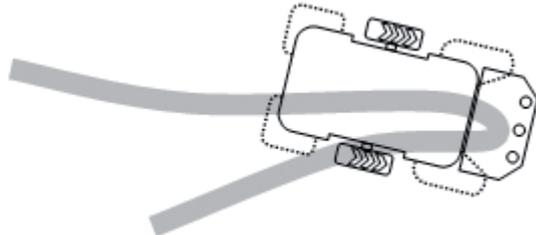
### Traitement du cas particulier d'une épingle à cheveux à droite :

La manière classique de traiter le suivi d'une ligne qui tourne à droite consiste à aller tout droit lorsque le capteur central est actif et de tourner à droite dès que le capteur droit devient actif afin de repositionner le capteur central sur la ligne.

Dans le cas particulier d'une épingle à cheveux, ce type de programmation fait qu'il arrive un moment où aucun capteur ne détecte la ligne ou bien que pendant le virage à droite le capteur gauche détecte la ligne. Le robot risque alors de quitter définitivement la ligne à suivre.

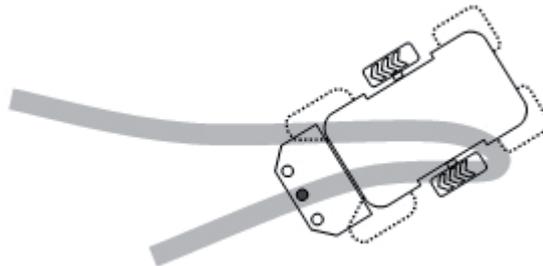


Le capteur gauche détecte la ligne pendant un virage à droite. Si le robot tourne à gauche afin de raccrocher la ligne, plus aucun capteur ne la détecte et il risque de la quitter définitivement.

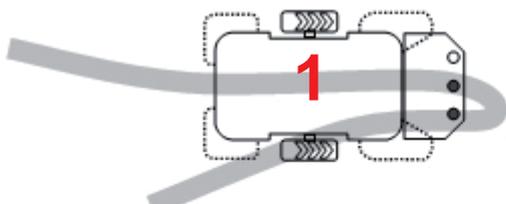


Aucun capteur actif, que doit faire le robot ?

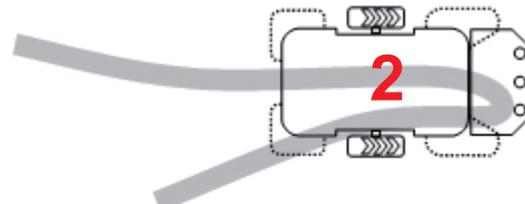
Pour réagir à cette situation particulière, on peut par exemple continuer à tourner à droite jusqu'à ce que le capteur central détecte de nouveau la ligne.



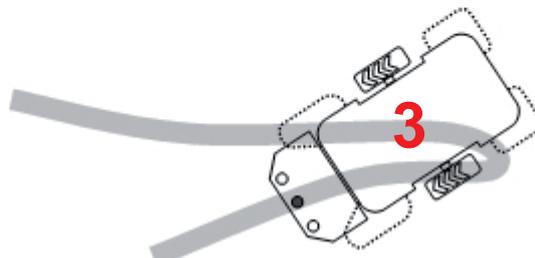
On peut anticiper cette situation particulière en partant du principe que s'il y a un virage brusque à droite, le capteur droit est activé alors même que le capteur central détecte encore la ligne.



Détection d'un virage en épingle à cheveux à droite.



Le robot avance jusqu'à ce qu'aucun capteur ne détecte la ligne.



Le robot tourne jusqu'à temps que le capteur central détecte de nouveau la ligne.

# Applications du module Détecteur de marquage au sol

## Programme 08-MSL6.pfl

### But du programme

Evoluer sur ligne en épingle cheveux.

### Description du programme

Si le robot décroche de la ligne (aucun capteur actif), le robot tourne dans le sens qui correspond au dernier traitement effectué pour gérer le virage. La mémorisation s'effectue à l'aide des variables locales A et B.

### Diagramme de programmation

