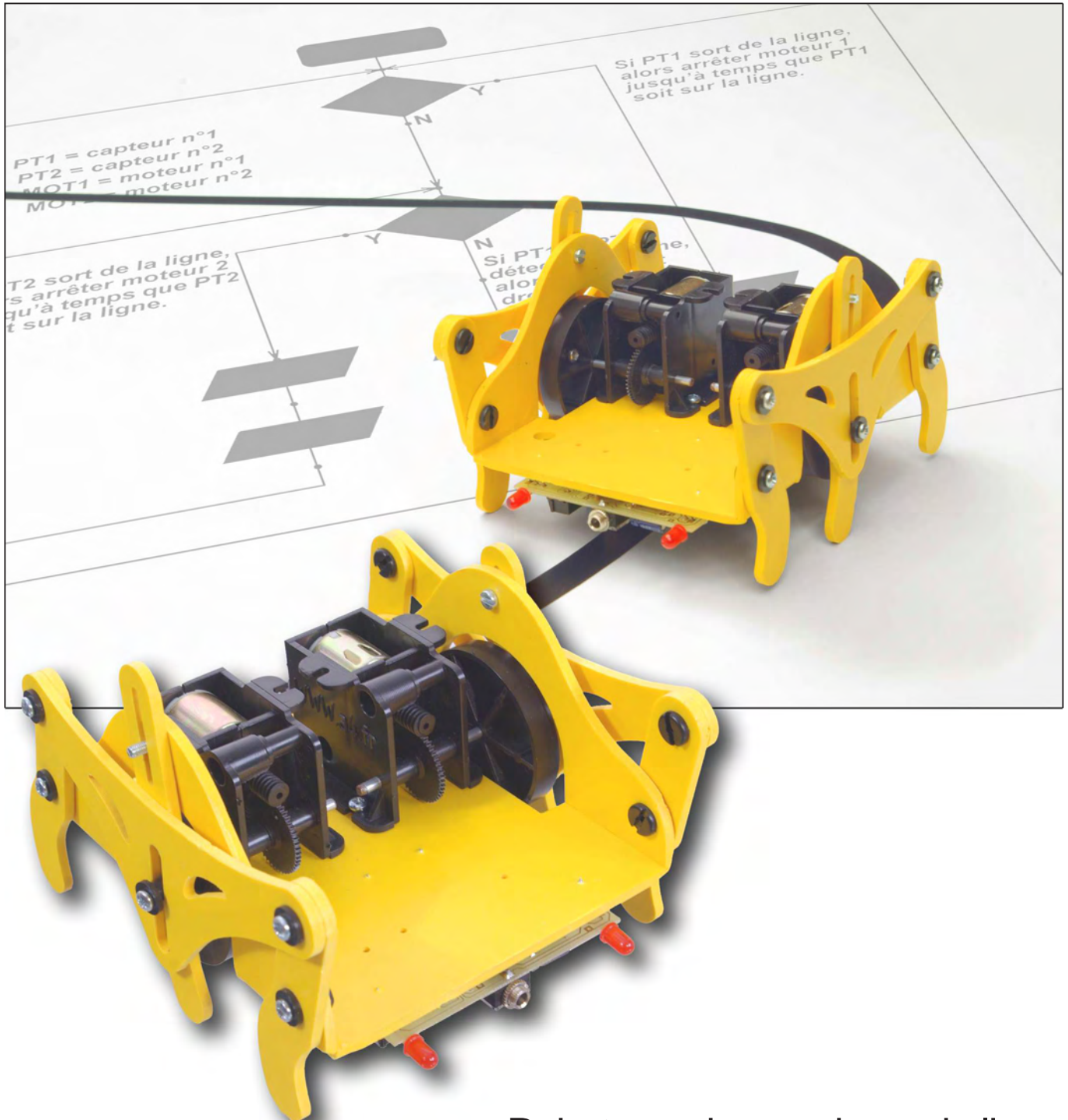


HEXAPROG



Robot marcheur suiveur de ligne



Edité par la Sté A4

8 rue du Fromenteau
Z.A. Les Hauts des Vignes - 91940 Gometz le Châtel
Tél. : 01 64 86 41 00 - Fax. : 01 64 46 31 19
www.a4.fr

SOMMAIRE

DOSSIER TECHNIQUE

Caractéristique, fabrication, programmation, outillages spécifiques	1 à 11
Repérage des éléments principaux	1
Eclaté et nomenclature générale	2 et 3
Nomenclature de la panoplie PropulsO et de la planche de pièces usinées ou prédécoupées	4 et 5
Groupes moteurs	6
Nomenclature, schéma de principe et schéma électronique de la carte MotoProg	7 et 8
	9 et 11

FABRICATION

Fiche de réception des kits		12 et 13
Nomenclature des phases		14
Fiches de fabrication		15 à 30
Phase	Opération	
10 à 40	Façonnage	15 et 16
50 à 90	Préparation des groupes moteurs et du châssis	17 à 19
100 à 140	Montage partie mécanique	19 à 22
200 à 280	Montage partie électronique	23 à 26
300 à 320	Montage final	27 et 28
400 à 410	Tests des moteurs et de la détection infrarouge	29 et 30

PROGRAMMATION

Introduction		31
Description du programme	Nom du programme	
Aller droit	F1-LIGNE_DROITE.cad	32
EXERCICE : avancer pendant 5 secondes et s'arrêter	CORR-F1_AVANCE_5S.cad	33
Effectuer un virage	F2-MOUVEMENT_BASE.cad	34
EXERCICE : ajuster le rayon de courbure d'un virage	CORR-F2-RAYON_VIRAGE	35
S'arrêter sur une ligne	F3-DETECTION-LIGNE	36
EXERCICE : tester l'état d'un capteur infrarouge	CORR-F3-DETEC_LIGNE-1	37
EXERCICE : arrêter le robot 5s après avoir détecté une ligne	CORR-F3-DETEC_LIGNE-2	38
Avancer entre deux lignes	F4-PISTE.cad	39
Suivre une ligne	F5-SUIVI_LIGNE.cad	40
Franchir une première ligne et s'arrêter sur la suivante	F6-ARRET_2EME_LIGNE.cad	41

ANNEXES

A1 - Installation du logiciel programming Editor	42 à 50
A2 - 1 ^{er} lancement du logiciel	42 à 44
A3 - Transfert d'un programme dans la carte MotoProg	45
A4 - Description des outils de programmation utilisés dans ce document	46
A5 - Conseils, dépannages et questions fréquentes	47
	48 et 49

Fiche d'évolution	50
-------------------	----

CONTENU DU CDROM

Le CDROM de ce projet est disponible au catalogue de la Sté A4 (réf. "CD-MP").

Il contient :

- Le dossier en version FreeHand (modifiable avec ce logiciel).
- Le dossier en version PDF (lisible et imprimable avec le logiciel AcrobatReader).
- Des fichiers d'usinage au format CharlyGraal.
- **La modélisation 3D complète** du produit dans ses différentes versions avec des **fichiers 3D** aux formats SolidWorks, Parasolid et eDrawings.

Ce dossier et le CDROM sont duplicables pour les élèves, en usage interne au collège*

*La duplication de ce dossier est autorisée sans limite de quantité au sein des établissements scolaires, à seules fins pédagogiques, à la condition que soit cité le nom de l'éditeur : Sté A4. La copie ou la diffusion par quelque moyen que ce soit à des fins commerciales n'est pas autorisée sans l'accord de la Sté A4. La copie ou la diffusion par quelque moyen que ce soit en dehors d'un usage interne à l'établissement de tout ou partie du dossier ou du CDROM ne sont pas autorisées sans l'accord de la Sté A4.

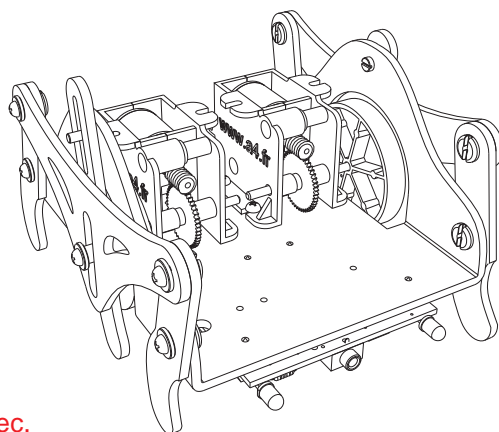
Le système **PICAXE** ainsi que le logiciel **Programming Editor** sont des marques déposées de la société **Revolution Education** et sont protégés par les lois du copyright international. Tout ou partie du logiciel **Programming Editor** ne peut être reproduit, copié, vendu, revendu ou exploité dans un but commercial qui n'ait été expressément autorisé par la société **Revolution Education** (www.rev-ed.co.uk/picaxe).

Présentation du robot HexaProg

Caractéristiques :

HexaProg est un robot marcheur programmable piloté par la carte MotoProg. La programmation de la carte s'effectue à l'aide de l'environnement de programmation "Programming Editor". Celle-ci est configurée avec son option de détection de ligne. Deux moteurs indépendants permettent de faire avancer ou tourner le robot.

Il est alimenté par 4 piles ou accus type R6. C'est le programme chargé dans la carte de pilotage qui détermine le comportement du robot. Il peut par exemple se déplacer selon une séquence prédéterminée ou réagir aux informations provenant des 2 capteurs de détection de ligne afin de la suivre ou au contraire de l'éviter (déplacement sur une piste délimitée par 2 lignes).



Note :

- pour plus de détails sur la partie mécanique du robot voir le dossier HexaTec.
- pour plus de détails sur la partie programmation du robot voir le dossier MotoProg.

Fabrication :

- Découpe du châssis et des pattes par usinage sur CN ou approvisionnement de ces pièces toute faites,
- Pliage du châssis,
- Coupe et chanfreinage des axe d'entraînement,
- Montage des éléments mécaniques (pas de collage ; liaisons par vis),
- Implantation et brasage des composants de la carte de pilotage MotoProg,
- Montage et câblage de la carte de pilotage MotoProg sur le châssis.

Note :

- Les pièces mécaniques des groupes moteurs et des articulations des pattes sont fournies injectées en grappe (panoplie PropulsO).
- Le châssis et les pattes (réalisés en PVC expansé 3 mm découpés par usinage) ne sont pas fournis avec le kit pour permettre d'approvisionner au choix :
 - les pièces livrées toute faites, usinées en planche,
 - ou
 - un format PVC expansé 3 x195 x 295 pour usiner soi-même les pièces.

Programmation :

- L'environnement de programmation "Programming Editor" étant préalablement installé sur un PC, on peut alors transférer les programmes proposés dans le CDROM qui accompagne ce dossier ou bien créer ses propres programmes.
- Le transfert d'un programme se fait à l'aide du câble de programmation réf. CABLE-FP (compatible port série 9 points) ou bien réf. CABLE-USBPICAXE (compatible port USB).

Outils spécifiques pour faciliter la réalisation

Ces 2 outils facilitent la fabrication mais ne sont pas indispensables.

- Cisaille pour les axes acier de Ø 2 et 3 mm :

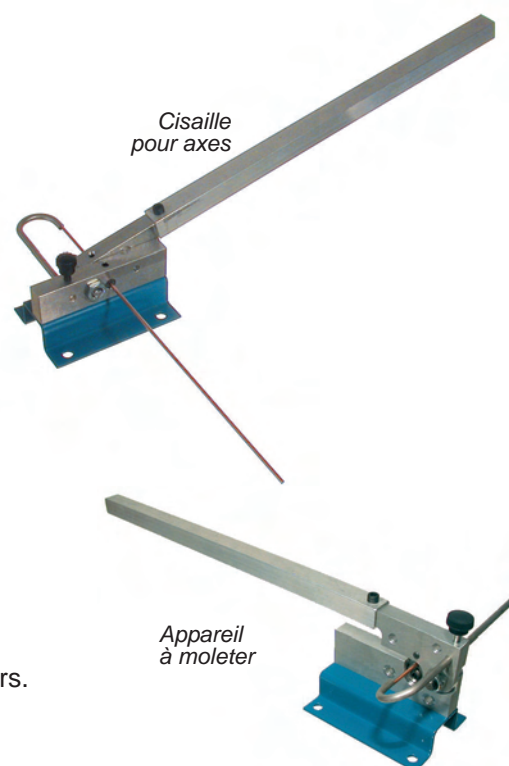
Réf. MA-CISAX03

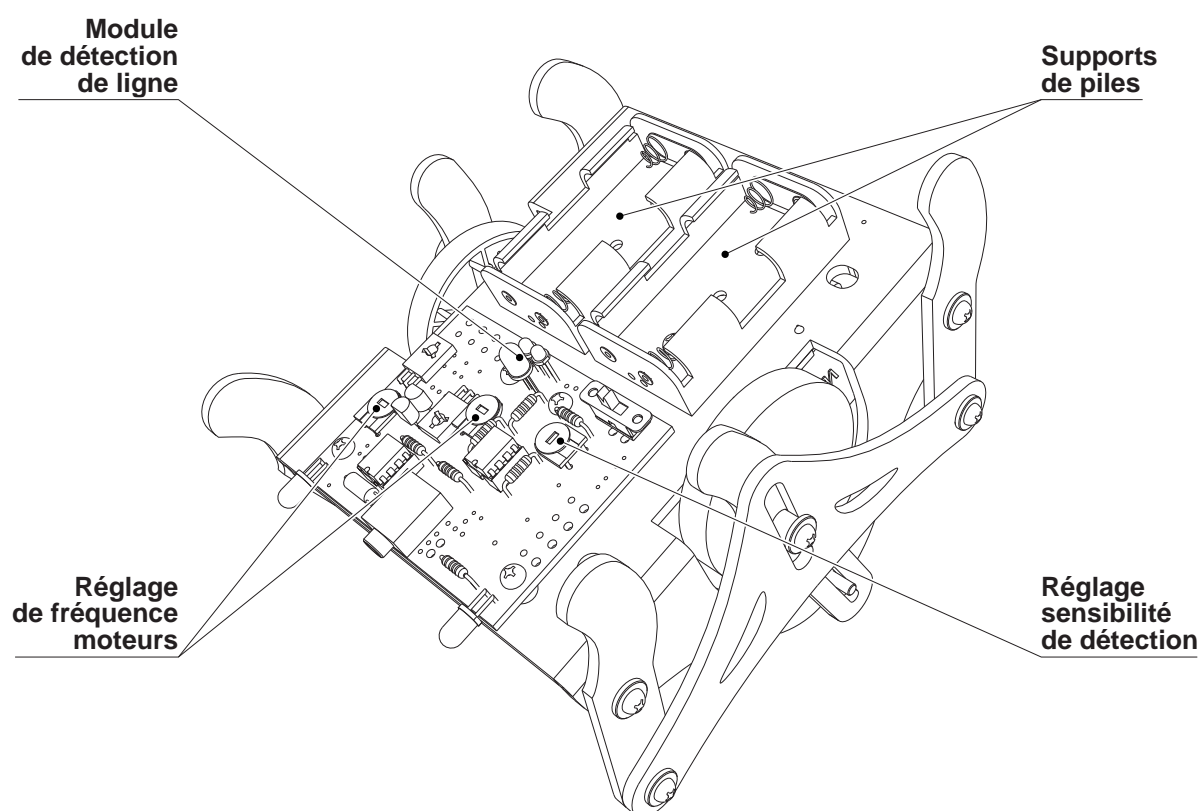
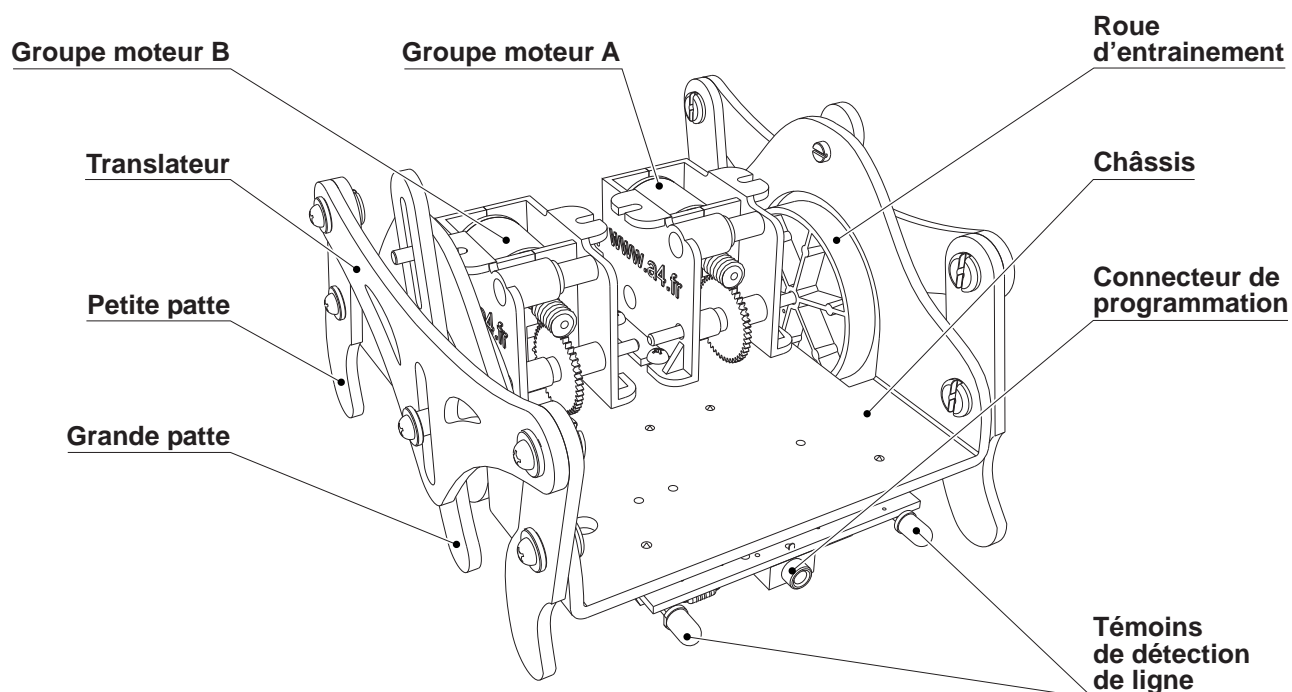
Permet une coupe facile et sans danger par les élèves.
Assure une coupe très propre, presque sans bavure, sans risque de fausser l'axe.

- Appareil à moleter pour les axes acier de Ø 3 mm :





Réf. MA-MOLT03

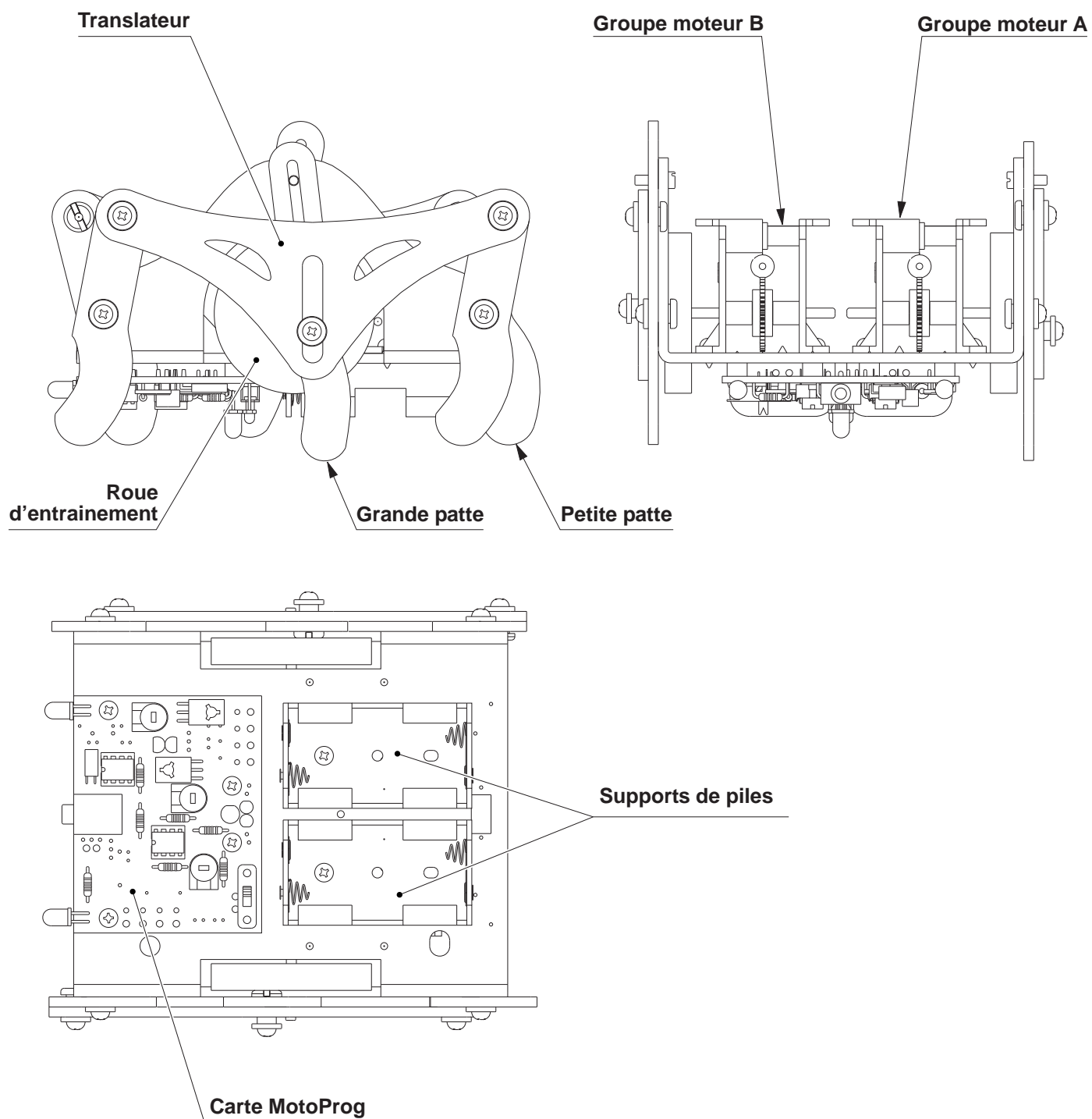
Permet de renforcer l'entraînement en rotation des roues et roues dentées montées serrées sur les axes des groupes moteurs. Evite le glissement de la roue dentée qui entraîne l'axe des roues.




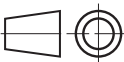


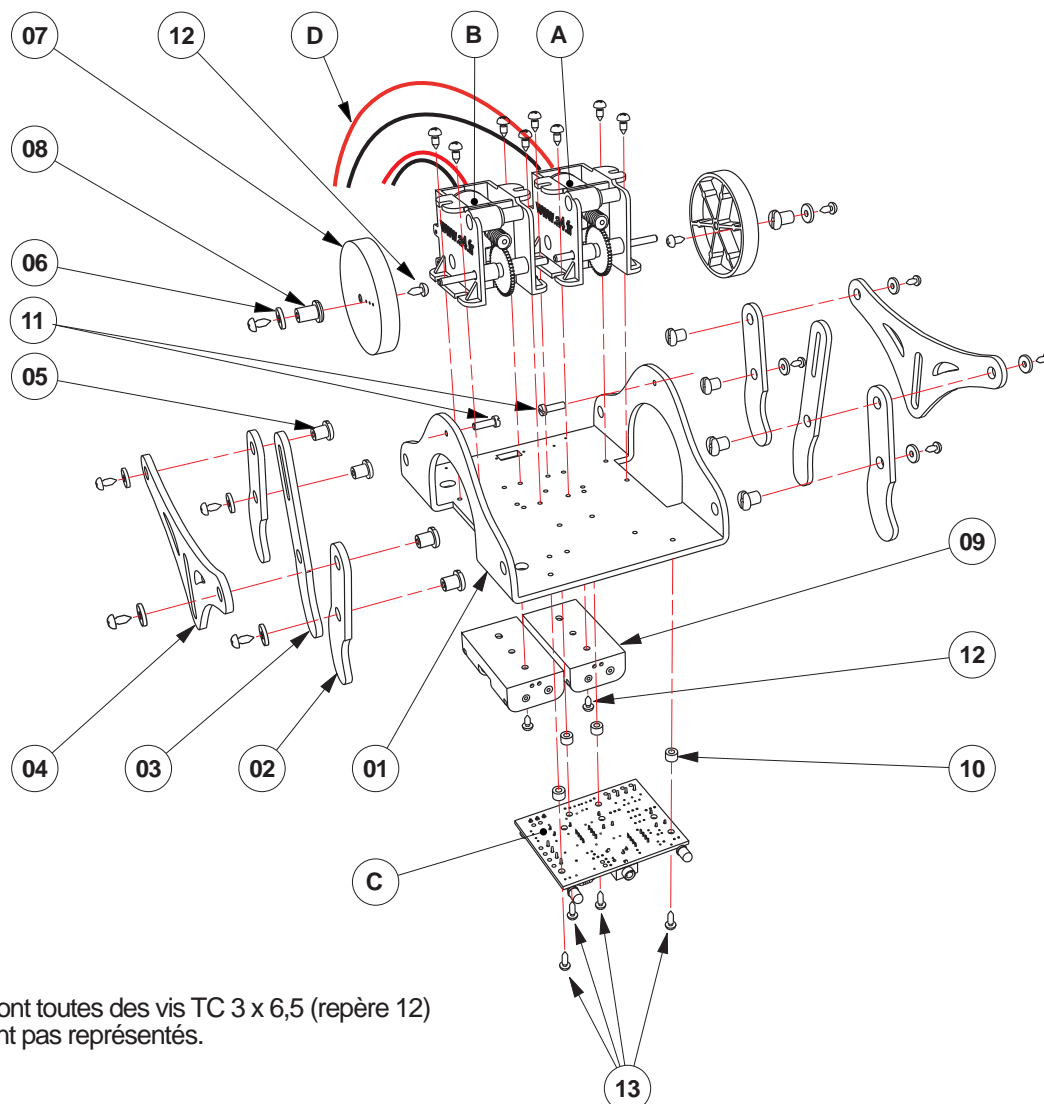
Les fils de câblage ne sont pas représentés

	 	PROJET	PARTIE
		A4 	Ensemble
Collège	Classe	TITRE DU DOCUMENT	
Nom	Date	Repérage des éléments principaux sur vues en perspective	




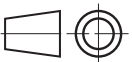
Les fils de câblage ne sont pas représentés

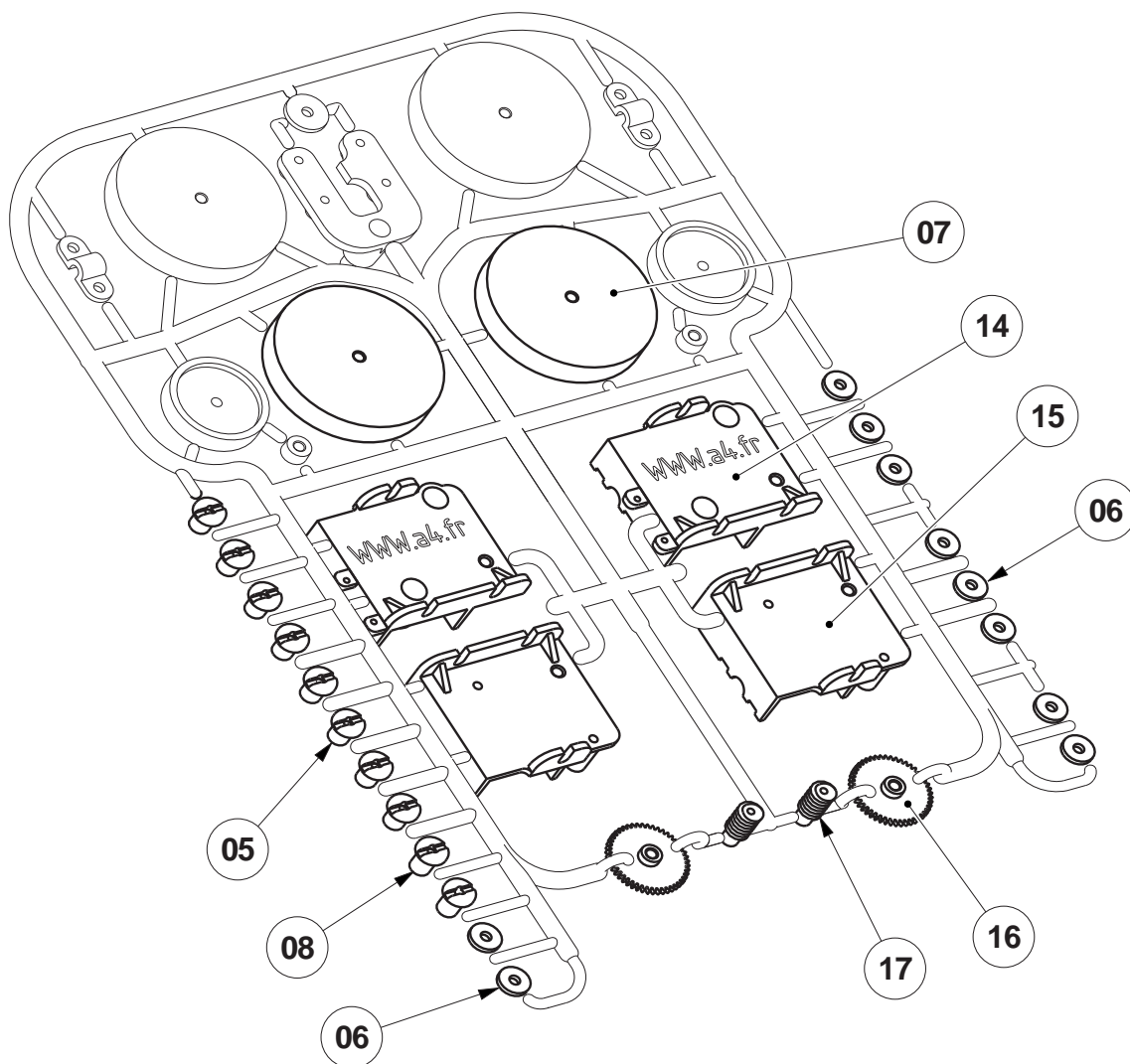
	Echelle 1 : 2		A4	PROJET HEXAPROG	PARTIE Ensemble
	Collège	Classe	TITRE DU DOCUMENT Repérage des éléments principaux sur vues en plan		
Nom		Date			

**Note :**



Les vis non repérées sont toutes des vis TC 3 x 6,5 (repère 12)
Les fils et câbles ne sont pas représentés.

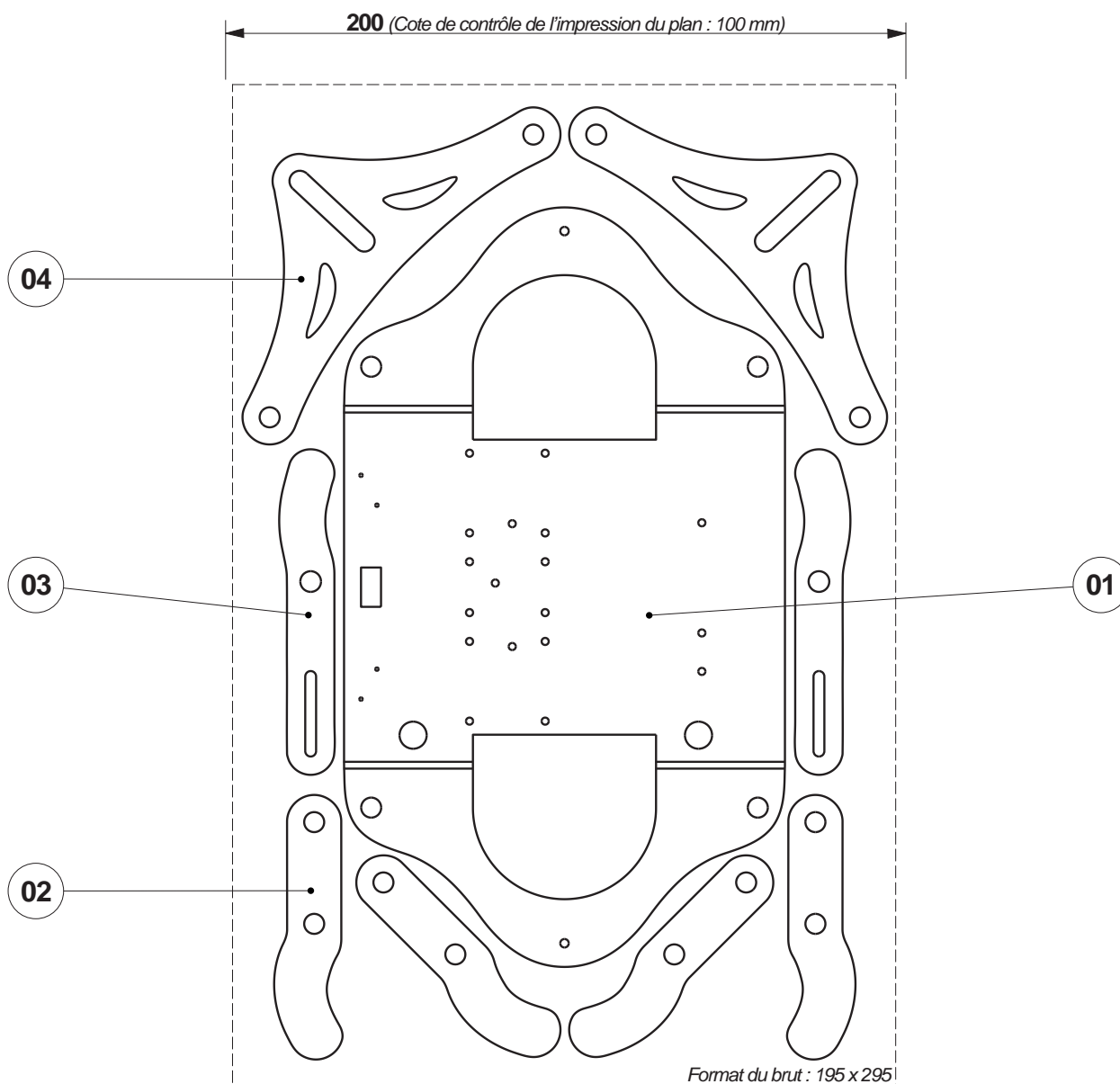
13	04	Vis TC Ø 3 x 9,5	Acier nickelé - Type tôle - Tête cylindrique - Ø 3 x 9,5
12	24	Vis TC Ø 3 x 6,5	Acier nickelé - Type tôle - Tête cylindrique - Ø 3 x 6,5
11	02	Vis M3 x L10	Acier nickelé - Pas métrique - Tête cylindrique - Ø M3 x 10
10	04	Entretoise Ø 3,1 x 6, hauteur 4	Nylon (PA66)
09	02	Support de piles	Pour 2 piles LR6 - Sortie à fils
08	02	Entretoise épaulée Ø 3 x 6, hauteur 8	ABS injecté sur panoplie PropulsO (Cf. p5)
07	02	Roues d'entrainement	ABS injecté sur panoplie PropulsO (Cf. p5)
06	10	Rondelles 3 x 9	ABS injecté sur panoplie PropulsO (Cf. p5)
05	08	Entretoise épaulée Ø 3 x 6, hauteur 6,5	ABS injecté sur panoplie PropulsO (Cf. p5)
04	02	Translateurs	Plaque PVC expansé 3 mm prédécoupée ou usinée (Cf. p6)
03	02	Grandes pattes	Plaque PVC expansé 3 mm prédécoupée ou usinée (Cf. p6)
02	04	Petites pattes	Plaque PVC expansé 3 mm prédécoupée ou usinée (Cf. p6)
01	01	Châssis	Plaque PVC expansé 3 mm prédécoupée ou usinée (Cf. p6)
D		Câbles (non représentés sur plan d'ensemble)	File souple 2 conducteurs, 150 mm
C	01	Carte MotoProg	Nomenclature et schémas (Cf. p9 à p11)
B	01	Groupe moteur droit	Nomenclature détaillée de ce sous ensemble page (Cf. p7)
A	01	Groupe moteur gauche	Nomenclature détaillée de ce sous ensemble page (Cf. p7)

REPERE	NOMBRE	DESIGNATION	CARACTERISTIQUES
			PROJET HEXAPROG PARTIE Ensemble
Collège		Classe	TITRE DU DOCUMENT
Nom		Date	Nomenclature générale

**Matière : ABS**


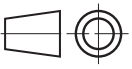
les pièces non repérées ne sont pas utilisées

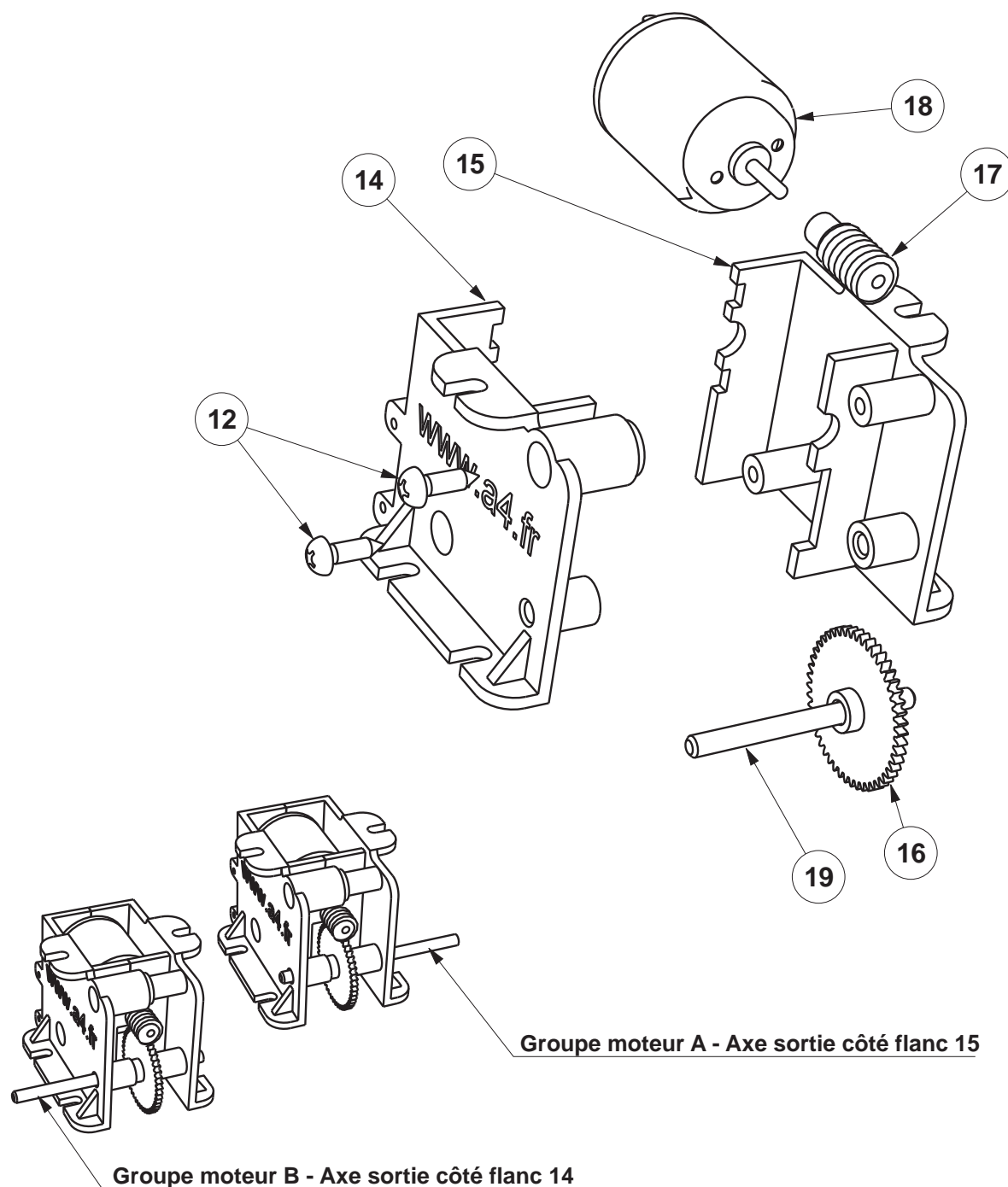
17	02	Vis sans fin	
16	02	Roue dentée	48 dents
15	02	Flanc droit	Pour groupe moteur M1 et M2
14	02	Flanc gauche	Pour groupe moteur M1 et M2
08	02	Entretoise épaulée hauteur 8	Ø 3 x 6 - Hauteur 8
07	02	Roue d'entraînement	Ø 48
06	10	Rondelle	Ø 3 x 9
05	08	Entretoise épaulée hauteur 6,5	Ø 3 x 6 - Hauteur 6,5
REPERE	NOMBRE	FONCTIONS	CARACTERISTIQUES
			PROJET HEXAPROG PARTIE Grappe d'injection Propulso
Collège		Classe	TITRE DU DOCUMENT
Nom		Date	Nomenclature de la panoplie Propulso


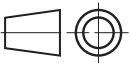


Fichiers utiles sur le CDRom (Réf. CD-MP)

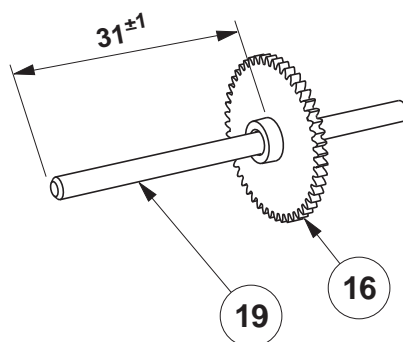
- modèles volumiques des pièces,
- fichier .dxf de la planche usinée,
- fichiers d'usinage pour différentes machines.

04	02	Translateur	Plaque PVC expansé 3 mm usinée ou prédécoupée
03	02	Grande patte	Plaque PVC expansé 3 mm usinée ou prédécoupée
02	04	Petite patte	Plaque PVC expansé 3 mm usinée ou prédécoupée
01	01	Châssis	Plaque PVC expansé 3 mm usinée ou prédécoupée
REPERE	NOMBRE	FONCTIONS	CARACTERISTIQUES
		Echelle 1 : 2  A4 Collège Classe	PROJET HEXAPROG PARTIE Planche des pièces usinées ou prédécoupées TITRE DU DOCUMENT
Nom		Date	Plan et nomenclature

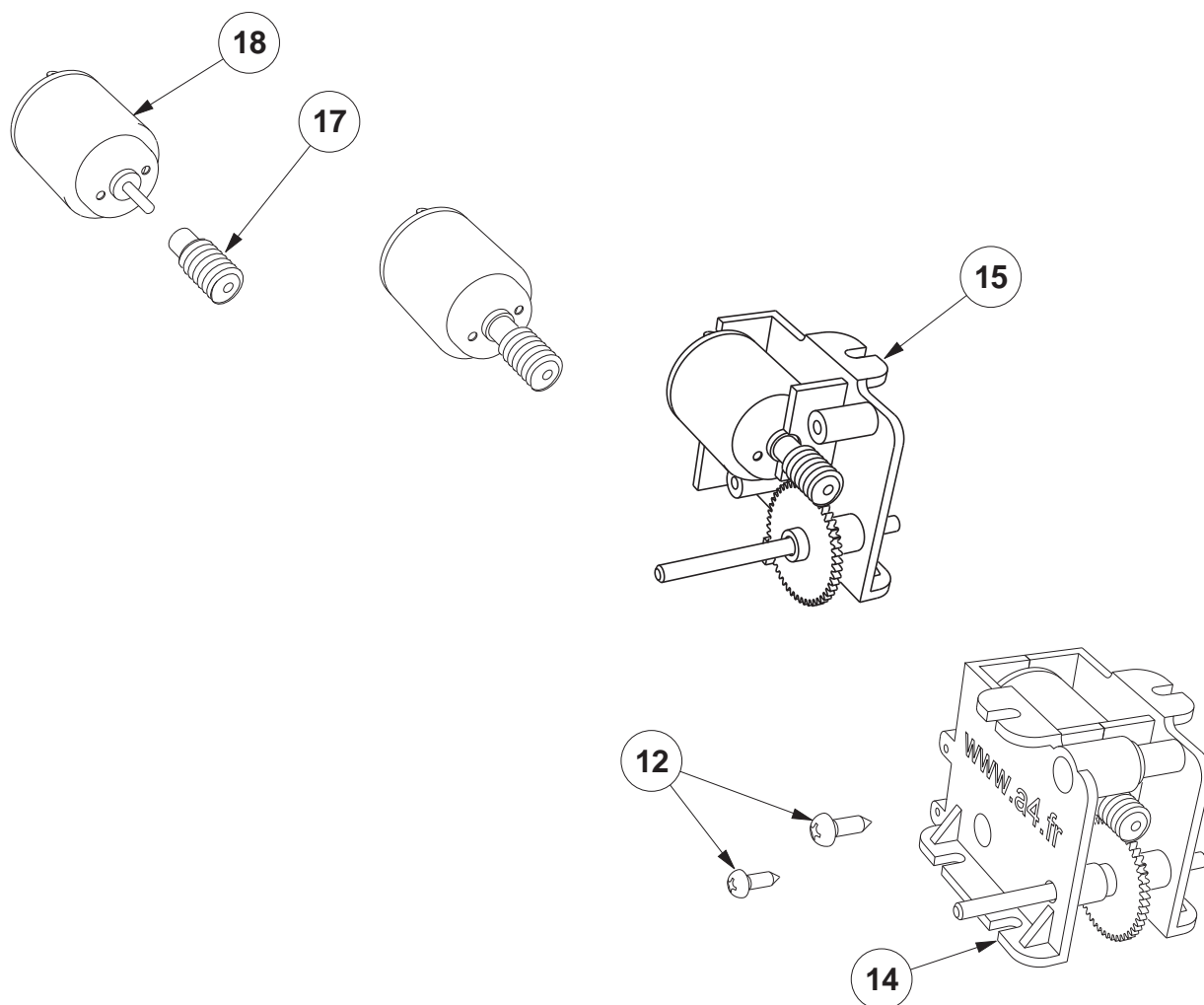


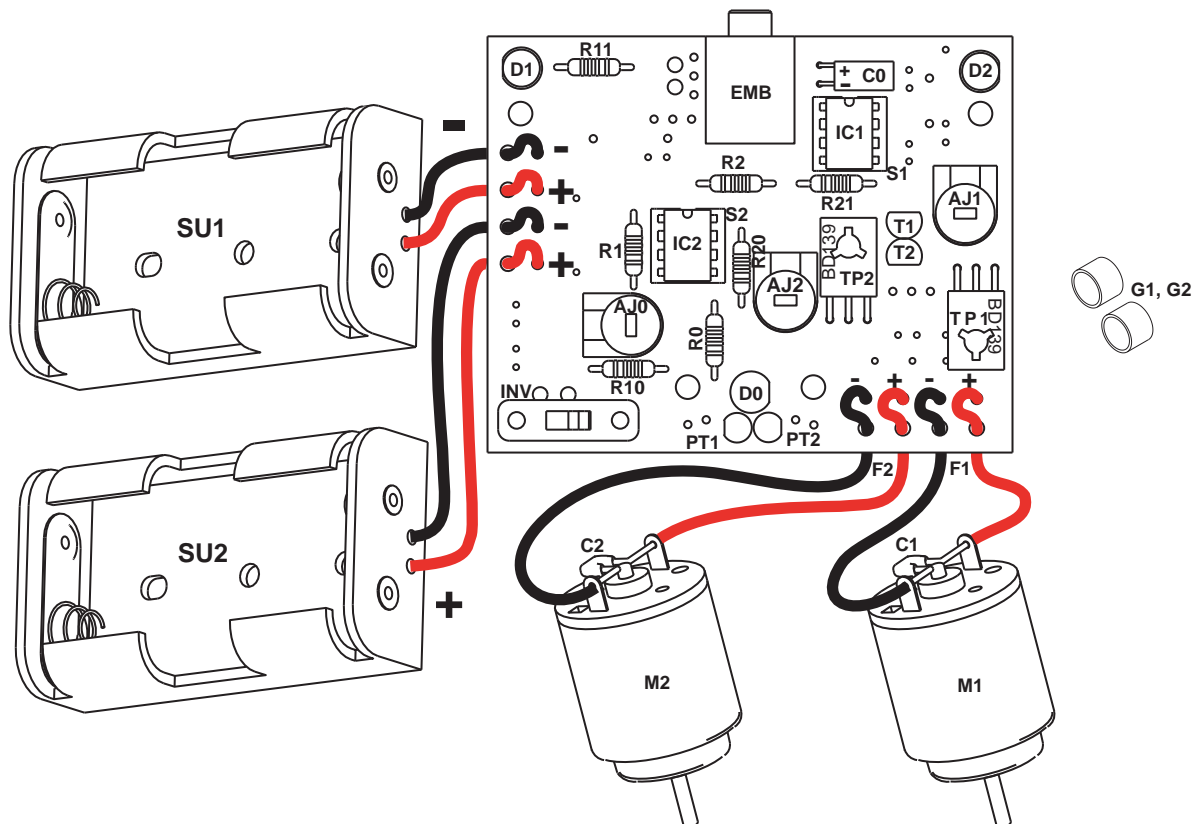
19	02	Axes de transmission	Acier zingué - Ø 3 x 50
18	01	Moteur	1,5 à 4,5 V - Ø 21 - Axe de sortie Ø 2 - Réf. MOT-D21-2A
17	01	Vis sans fin	ABS injecté sur panoplie PropulsO
16	01	Roue dentée	48 dents - ABS injecté sur panoplie PropulsO
15	02	Flanc droit	ABS injecté sur panoplie PropulsO
14	02	Flanc gauche	ABS injecté sur panoplie PropulsO
12	04	Vis TC Ø 3 x 6,5	Acier nickelé - Type tôle - Tête cylindrique - Ø 3 x 6,5
REPERE	NOMBRE	FONCTIONS	CARACTERISTIQUES
			PROJET
			PARTIE
Collège		Classe	Groupes moteurs A et B
Nom		Date	TITRE DU DOCUMENT
			Eclaté du groupe moteur A et nomenclature pour les deux groupes moteurs

Emmanchement de la roue dentée (16) sur l'axe (19)



Assemblage d'un groupe moteur (A ou B)





G1, G2	Gaine thermo-rétractable Ø 3 mm longueur 5 mm	2	GAINE-THERMO-D3D1
PT1, PT2	Photo transistor boîtier Ø 3 mm (sensibilité maxi 940nm)	2	TRA-PHOT-3MM
D0	DEL INFRA ROUGE Ø 5 mm, angle 20° - boîtier cristal	1	DEL-5-IR-20D
D1, D2	DEL Rouge Ø 5 mm Diffusante (boîtier translucide rouge)	2	DEL-5-R-DIFF-HQ
IC2	Amplificateur opérationnel double - LM358N - Boîtier DIP 8	1	IC-LM358N
AJ0	Résistor ajustable horizontal 100 Kohm	2	AJH-100K
S2	Support de circuit intégré DIL 8 pattes	1	SUP-IC-8
R0, R11, R21	Résistor 220 ohm 1/4 w 5% (Rouge-Rouge-Marron-Or)	3	RES-220E
R10, R20	Résistor 33 Kohm 1/4 w 5% (Orange-Orange-Orange-Or)	2	RES-33K
SU1, SU2	Support pour 2 piles R06 (AA), sorties fils	2	SUP-PIL-2R06-01
M1, M2	Moteur Ø 21 mm, axe de sortie Ø 2 mm - 1,5 à 4,5 V	2	MOT-D21-2-A
C1, C2	Condensateur céramique Céramique 100 nF (marqué 104)	2	CER-100N
F1, F2	Fil de câblage souple 2 conducteurs longueur 150 mm	1	FIL-SOUP-2C
EMB	Embase jack ø3,5 pour CI	1	EMB-JACK-3M5
INV	Micro-inverseur à glissière unipolaire	1	INV-GLI-C
C0	Condensateur chimique 10 µF (ø5x11, marqué 10µF)	1	CHR-10M
IC1	Microcontrôleur 12F629 préprogrammé DIP 8	1	IC-REFA-12F629
S1	Support de circuit intégré DIL 8 pattes	1	SUP-IC-8
TP1, TP2	Transistor de puissance BD139 boîtier SOT-32	2	TRA-BD139
T1,T2	Transistor petits signaux BC547 boîtier TO92	2	TRA-BC547B
AJ1, AJ2	Résistor ajustable horizontal 1 Mohm	2	AJH-1M
R2	Résistor 22 Kohm 1/4w 5% (Rouge-Rouge-Orange-Or)	1	RES-22K
R1	Résistor 10 Kohm 1/4w 5% (Marron-Noir-Orange-Or)	1	RES-10K
CI	Circuit imprimé MotoProg gravé percé - 1,6 x 56 x 71mm	1	CI-MP-GP
Repère	Désignation	Quantité	Référence A


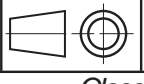


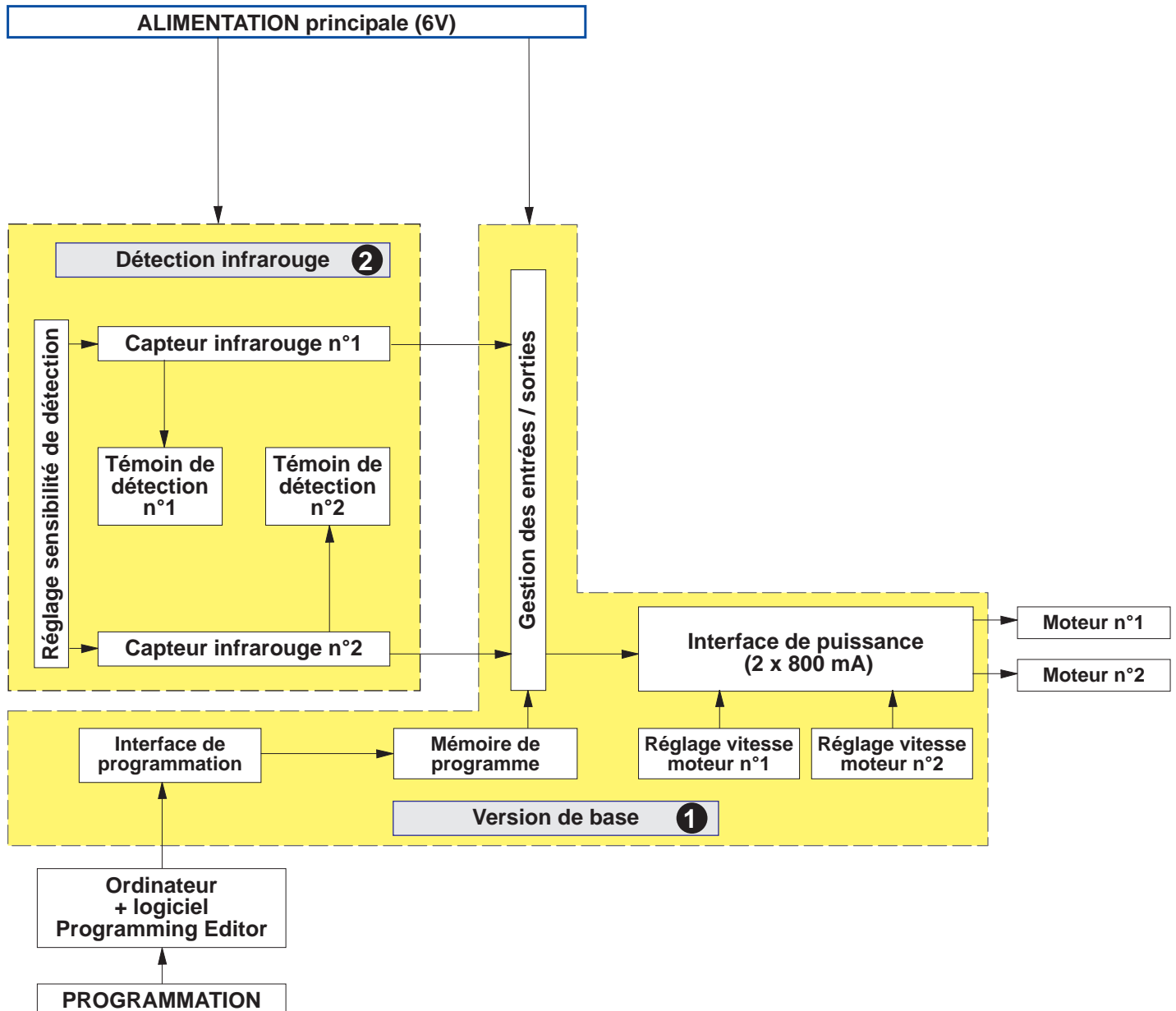
			PROJET	PARTIE
				Ensemble C
TITRE DU DOCUMENT			Plan et nomenclature carte MotoProg (Réf. K-MP-01 et Réf. K-MP-SL)	
Nom	Date			

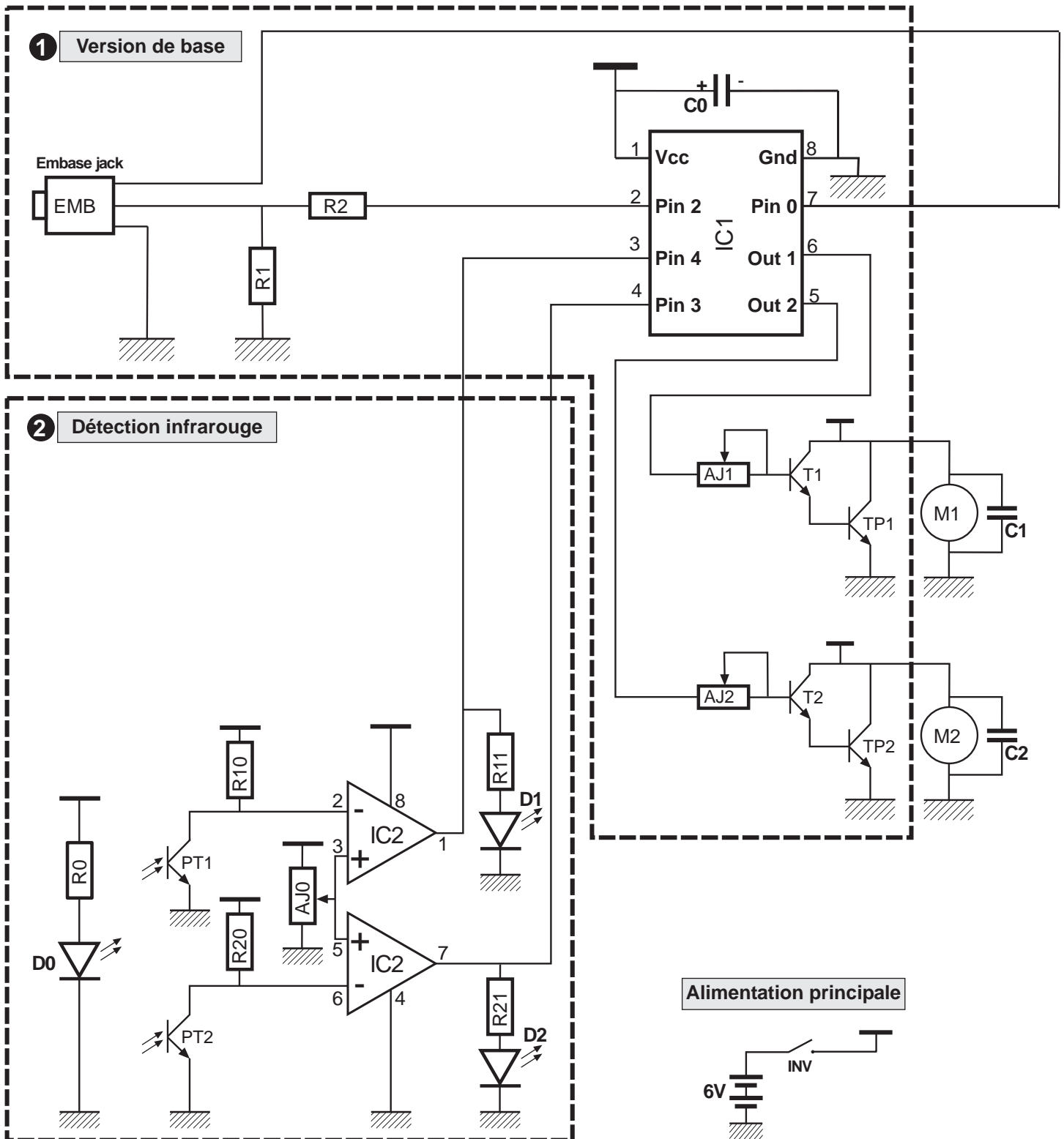
Schéma de principe de la carte MotoProg



N°	Module	Fonction
❶	Version de base	Contrôler 2 moteurs
❷	Détection infrarouge	Détecter une ligne sombre ou un obstacle proche

Pour plus de détails sur la carte MotoProg, se reporter au dossier MotoProg.

Schéma électronique de la carte MotoProg



Fiche de réception des kits (1/2)

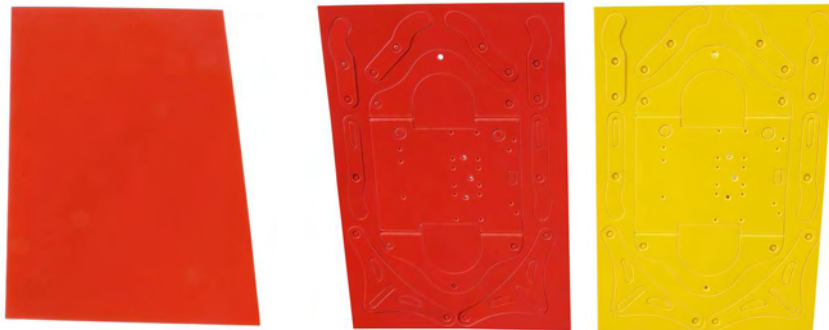
Le but des fiches suivantes est de faciliter le contrôle des pièces des différents kits ou options lors de leur réception.

L'indication des repères permet d'identifier l'emplacement des composants à l'aide des nomenclatures présentées dans la partie fabrication du dossier. Les références A4 sont les références commerciales des composants qu'il est possible d'approvisionner séparément.

1 Le châssis

2 versions au choix à usiner ou prédécoupée

Châssis version à usiner

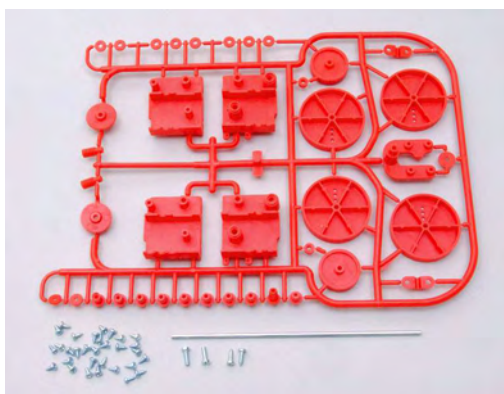


Repère	Désignation	Quantité	Référence A4
1 à 4	Plaque brute PVC expansé 195 x 295 x 3 2 couleurs au choix : jaune ou rouge	1	HT-CHAS-J (jaune) HT-CHAS-R (rouge)

Châssis version prédécoupée

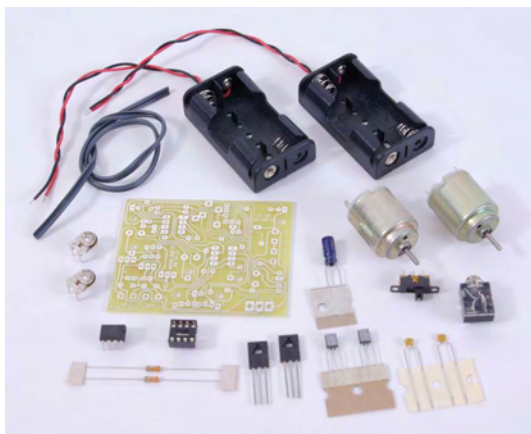
Repère	Désignation	Quantité	Référence A4
1 à 4	Plaque de pièces prédécoupées. PVC expansé 3 mm. 2 couleurs au choix : jaune ou rouge	1	HT-CHAS-P-J (jaune) HT-CHAS-P-R (rouge)

2 Les pièces mécaniques



Repère	Désignation	Quantité	Référence A4
13	Vis type tôle, tête cylindrique Ø 3 x 9,5	4	VIS-TC-2M9X9M5
12	Vis type tôle, tête cylindrique Ø 3 x 6,5	24	VIS-TC-2M9X6M4
11	Vis M3 x L10	2	VIS-ACZ-M3X10
10	Entretoise en nylon naturel Ø 3 x 6, hauteur 4	4	SK-005-3155-BC
5 à 8 et 14 à 17	Grappe injectée PropulsO	1	PO-GRAP-N-01
19	Axe acier doux zingué Ø 3 x L 166	1	AX-AC-3X166

Fiche de réception des kits (2/2)



③ Contenu du sachet du kit version de base (référence K-MP-01)


Repère	Désignation	Quantité	Référence A4
SU1, SU2	Support pour 2 piles R06 (AA), sorties fils	2	SUP-PIL-2R06-01
M1, M2	Moteur Ø 21 mm, axe de sortie Ø 2 mm - 1,5 à 4,5 V	2	MOT-D21-2-A
C1, C2	Condensateur céramique 100 nF (marqué 104)	2	CER-100N
F1, F2	Fil de câblage couple 2 conducteurs longueur 300 mm	1	FIL-SOUP-2C
EMB	Embase jack Ø 3,5 pour CI	1	EMB-JACK-3M5
INV	Micro-inverseur à glissière unipolaire	1	INV-GLI-C
C0	Condensateur chimique 10 µF (Ø 5x11, marqué 10 µF)	1	CHR-10M
IC1	Microcontrôleur 12F629 préprogrammé DIP 8	1	IC-REFA-12F629
S1	Support de circuit intégré DIL 8 pattes	1	SUP-IC-8
TP1, TP2	Transistor de puissance BD139 boîtier SOT-32	2	TRA-BD139
T1, T2	Transistor petits signaux BC547 boîtier TO92	2	TRA-BC547B
AJ1, AJ2	Résistor ajustable horizontal 1 Mohm	2	AJH-1M
R2	Résistor 22 Kohm 1/4 w 5% (Rouge-Rouge-Orange-O)	1	RES-22K
R1	Résistor 10 Kohm 1/4 w 5% (Marron-Noir-Orange-Or)	1	RES-10K
CI	Circuit imprimé MotoProg gravé percé - 1,6 x 56 x 71mm	1	CI-MP-GP



④ Contenu du sachet du kit détection infrarouge (référence K-MP-SL)

Repère	Désignation	Quantité	Référence A4
G1, G2	Gaine thermo-rétractable Ø 3 mm longueur 2 cm	1	GAINE-THERMO-D3D1
PT1, PT2	Photo transistor boîtier Ø 3 mm (sensibilité maxi 940 nm)	2	TRA-PHOT-3MM
D0	DEL INFRA ROUGE Ø 5 mm, angle 20° - boîtier cristal	1	DEL-5-IR-20D
D1, D2	DEL Rouge Ø 5 mm Diffusante (boîtier translucide rouge)	2	DEL-5-R-DIFF-HQ
IC2	Amplificateur opérationnel double - LM358N - Boîtier DIP 8	1	IC-LM358N
AJ0	Résistor ajustable horizontal 100 Kohm	2	AJH-100K
S2	Support de circuit intégré DIL 8 pattes	1	SUP-IC-8
R0, R11, R21	Résistor 220 ohm 1/4 w 5% (Rouge-Rouge-Marron-Or)	3	RES-220E
R10, R20	Résistor 33 Kohm 1/4 w 5% (Orange-Orange-Orange-Or)	2	RES-33K

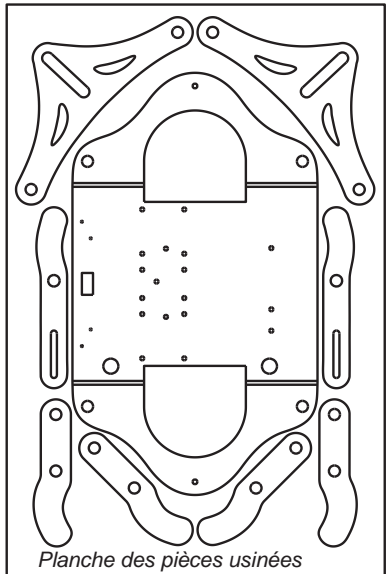
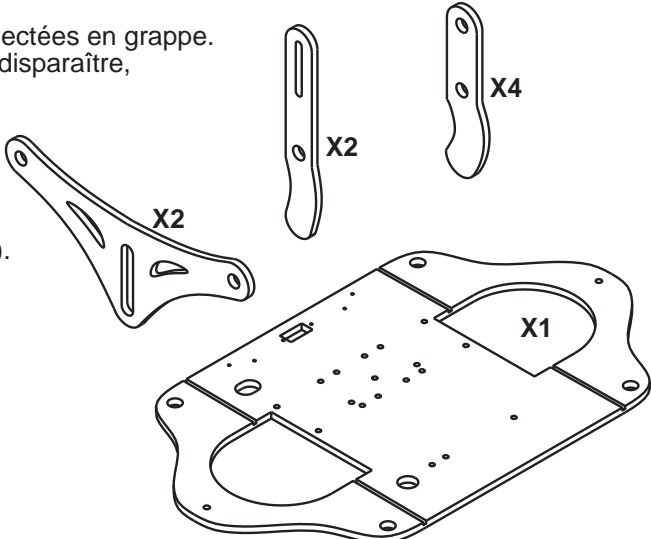
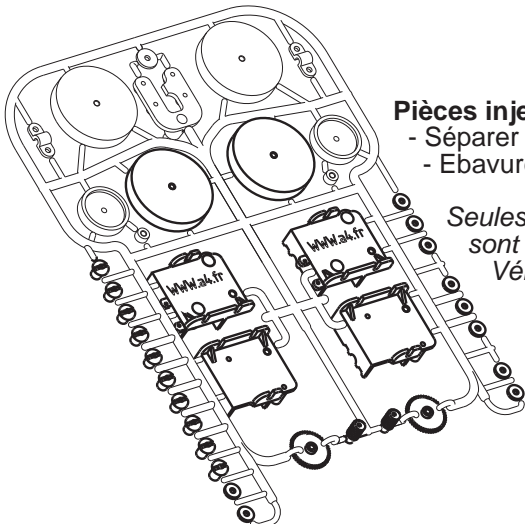
Composant complémentaire (en option)

Repère	Désignation	Quantité	Référence A4
	Bornier double à vis pour circuit imprimé (pas 2,54 mm) (peut être monté sur les points d'alimentation de la carte et sur les sorties de contrôle des moteurs)	2 ou 4 selon configuration	BOR-2CI

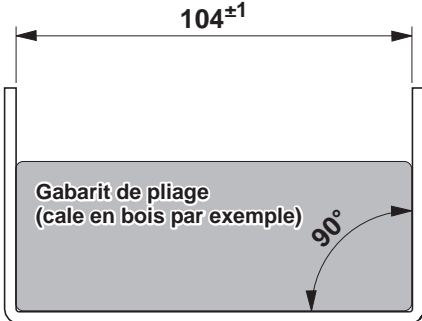
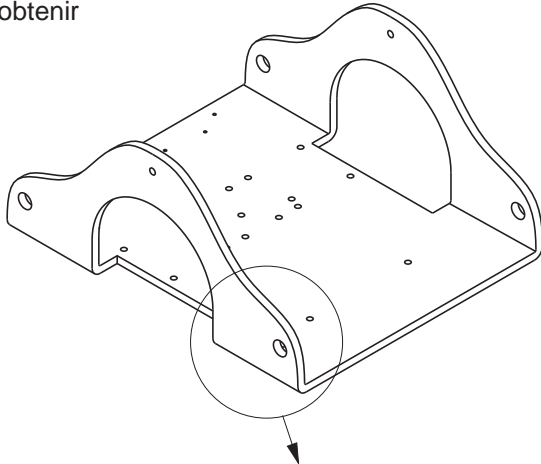
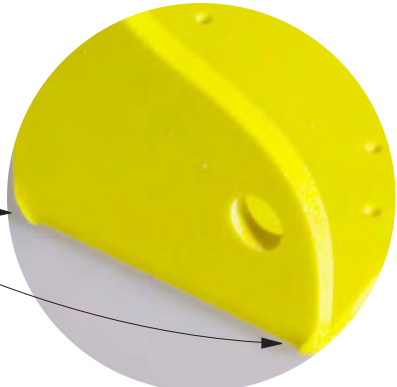
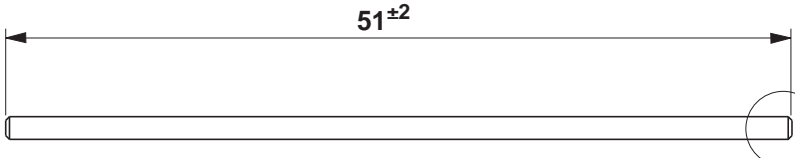
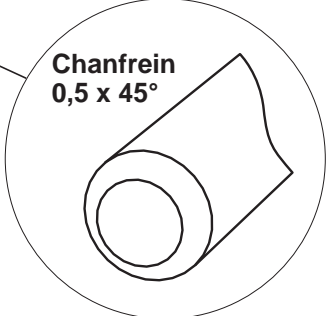
Nomenclature des phases

PHASES		OPERATIONS
	10	Usinage du châssis (01), des pattes (02 et 03) et translateurs (04) <i>Cf fichiers sur CDROM</i>
Façonnage	20	Ebavurage des pièces usinées ou prédécoupées (01, 02, 03, 04) et des pièces de la grappe d'injection (05, 06, 07, 08, 14, 15, 16, 17) <i>Cf pages 15</i>
	30	Pliage du châssis (01) <i>Cf pages 16</i>
	40	Coupe et chanfreinage des 2 axes de transmission (19) <i>Cf page 16</i>
Préparation groupes moteurs A et B	50	Emmanchement à force des 2 roues dentées (16) sur les axes (19) <i>Cf page 17</i>
	60	Assemblage des groupes moteurs (A et B) <i>Cf pages 17</i>
	70	Montage des entretoises (08) sur les roues d'entraînement Ø 48 (12) <i>Cf pages 18</i>
	80	Emmanchement à force des roues (07) sur les axes (19) <i>Cf pages 18</i>
	90	Montage des groupes moteurs (A et B) sur le châssis (01) <i>Cf pages 19</i>
Montage Mécanique	100	Montage des petites pattes (02) sur le châssis <i>Cf page 19</i>
	110	Contrôle de l'alignement des roues d'entraînement <i>Cf pages 20</i>
	120	Mise en place des vis M3 (11) Cf pages 20
	130	Mise en place des grandes pattes (03) sur le châssis (01) Montage des translateurs (04) sur le châssis Assemblage des petites pattes (02) avec les translateurs (04) à l'aide des entretoises (05), vis (12) et rondelles (06) <i>Cf pages 20 et 21</i>
	140	Contrôles et réglages <i>Cf pages 21 et 22</i>
Montage électronique	200 à 280	Implantation des composants de la carte MotoProg <i>Cf pages 23 à 26</i>
Montage final	300	Pointage de points de fixation des supports de piles et de la carte MotoProg <i>Cf pages 27</i>
	310	Montage de la carte MotoProg et des supports de piles sur le châssis <i>Cf pages 28</i>
	320	Câblage des moteurs sur la carte MotoProg <i>Cf pages 28</i>
Test partie électronique	400	Test des moteurs <i>Cf pages 29</i>
	410	Test du module de détection infrarouge <i>Cf pages 30</i>

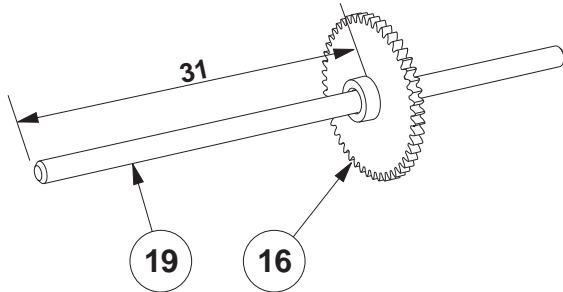
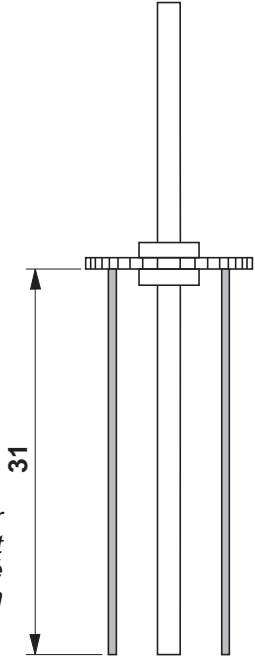
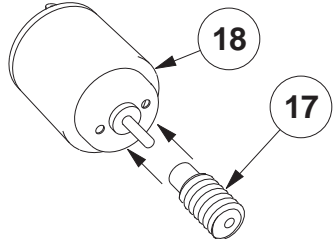
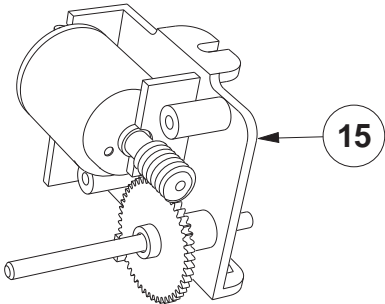
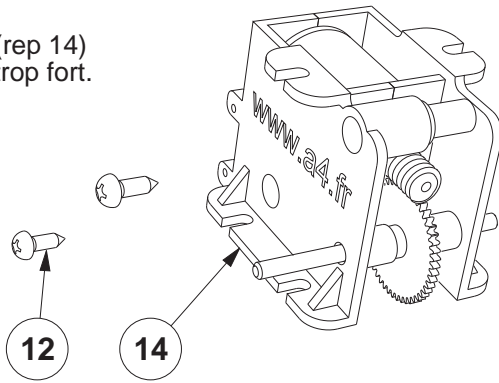
Fiche de fabrication partie mécanique

Phases	Opérations
10	<p>Usinage des pièces PVC expansé : châssis, pattes et translateurs</p> <p>Cette opération peut être sous-traitée, les pièces étant approvisionnées déjà prédécoupées (réf A4 : H-CHAS-P-J (jaune) ou H-CHAS-R (rouge)).</p> <p>Matériel : MOCN Documents : Plan et nomenclature page 6, Fichier d'usinage et plan (.dxf) sur le CD. Brut : Plaque de PVC expansé, 195 x 295 x 3 mm. Contrôle : Visuel : aspect, qualité de la coupe. Dimensionnel : par superposition aux plans et par rapport aux fichiers volumiques (sur le CD).</p> <p>Des fichiers d'usinage en différents formats se trouvent sur le CD Hexatec. On trouve aussi sur ce CD des fichiers volumiques et un plan de la panoplie au format dxf. A partir de ces éléments on peut facilement réaliser un fichier d'usinage pour n'importe quelle machine.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Outil conseillé : fraise cylindrique deux tailles, 1 dent, Ø 2. - Vitesses selon qualité de la fraise et performances de la machine : <ul style="list-style-type: none"> n : de 10 000 à 30 000 tr / min, a : 20 mm / seconde à 100 mm / seconde.  <p>Planche des pièces usinées</p>
20	<p>Dégrappage et ébavurage des pièces usinées et des pièces de la grappe d'injection</p> <p>Matériel : Pince coupante, outil à ébavurer (réf OEB-EOS20) + lime douce. Documents : Nomenclature page 8 Pièces : Pièces usinées + pièces PropulsO injectées en grappe. Contrôle : Visuel : les points d'attaches doivent disparaître, il ne doit pas rester de bavures.</p> <p>Pièces prédécoupées en planche</p> <ul style="list-style-type: none"> - Séparer les pièces en coupant les points d'attaches (pince coupante). - Ébavurer les points d'attaches (lime douce). - Ébavurer les chants (outil à ébavurer).  <p>Pièces injectées en grappe</p> <ul style="list-style-type: none"> - Séparer les pièces en coupant les points d'attaches (pince coupante). - Ébavurer les points d'attaches (lime douce). <p>Seules les pièces en gras sur le dessin sont utilisées pour l'HexaProg Vérifier à partir de la nomenclature page 5.</p> 

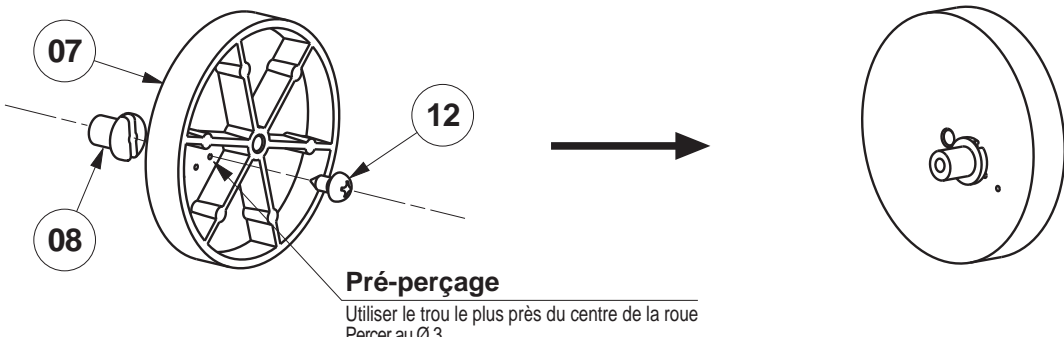
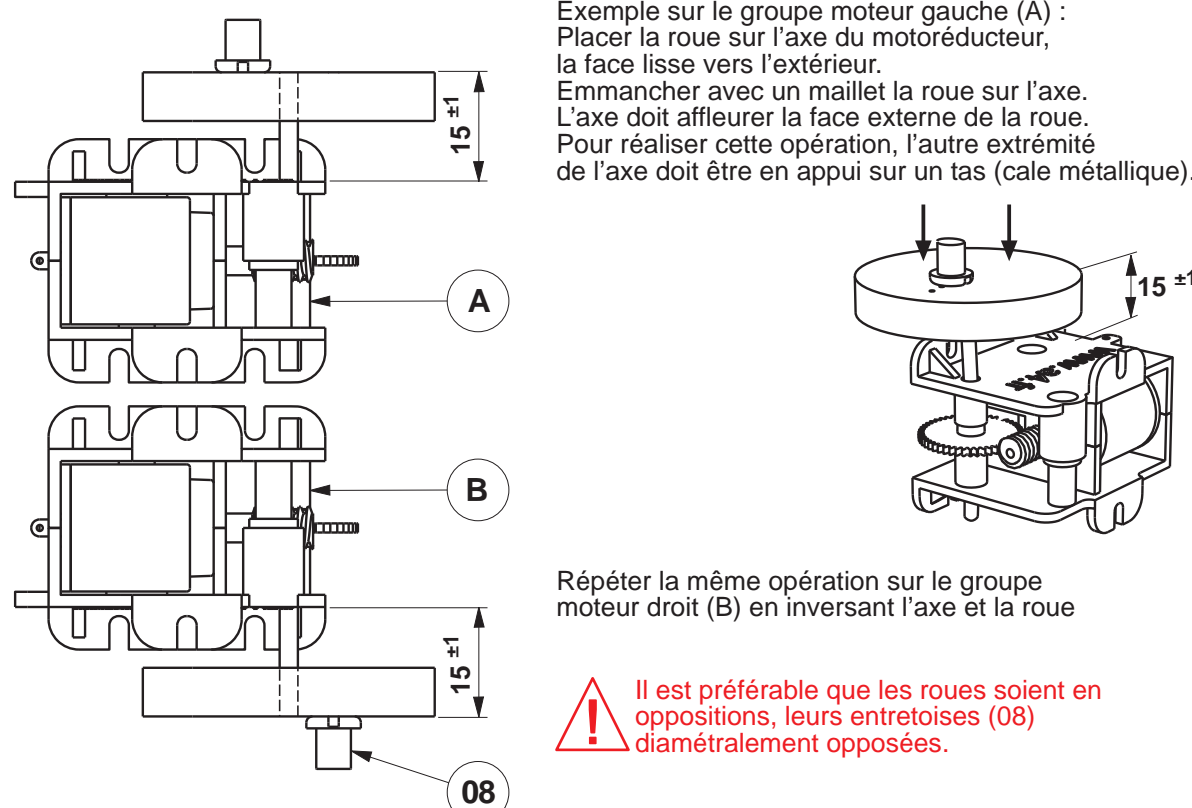
Fiche de fabrication partie mécanique

Phases	Opérations
30	Pliage du châssis Matériel : Thermoplieuse, lime douce ou cale à poncer. Gabarit de pliage largeur 110 mm souhaitable (cale en bois par exemple). Document : Plan et nomenclature page 6. Pièce : Châssis plié. Contrôle : Visuel : aucune excroissance ne dépasse des flancs du châssis.
31	Plier les deux flancs du châssis (rep 1) à 90° de façon à obtenir un écartement de 110 mm. Utiliser une équerre afin de contrôler l'angle de pliage et un reglet pour contrôler la distance entre les deux flancs du châssis.
	 
32	Supprimer les excroissances qui apparaissent aux extrémités des zones de pliage avec une lime douce ou une cale à poncer. <i>(Ceci est important pour permettre le mouvement des petites pattes qui devront glisser contre les côtés du châssis.)</i>
	
40	Coupe et chanfreinage de l'axe acier Matériel : Coupe : scie à métaux ou coupe boulon ou si possible cisaille pour axes (réf MA-CISAX03). Chanfreinage : lime ou meule sur mini perceuse. Brut : Axe acier zingué ou cuivré Ø 3. Contrôle : Visuel et au toucher : l'axe est bien chanfreiné en bouts et n'accroche pas au doigt. Dimensionnel : avec un réglet ou un calibre à coulisse : cote de 51 ± 2 .
41	Couper l'axe à la longueur de 51 mm. Attention à ne pas fausser l'axe (cela peut se produire en particulier lors d'une coupe à la scie avec une mauvaise prise en étau).
	
42	Chanfreiner les extrémités de l'axe (rep 19) avec une lime ou une meule montée sur une mini perceuse
	

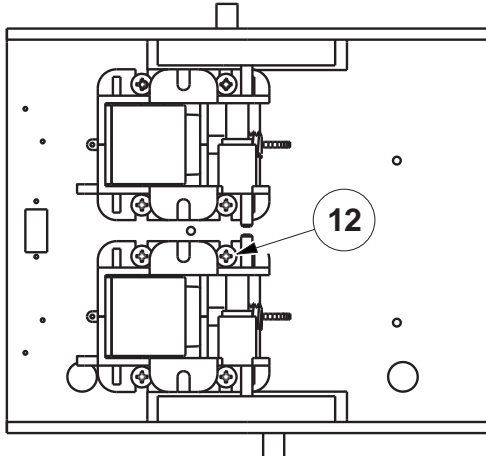
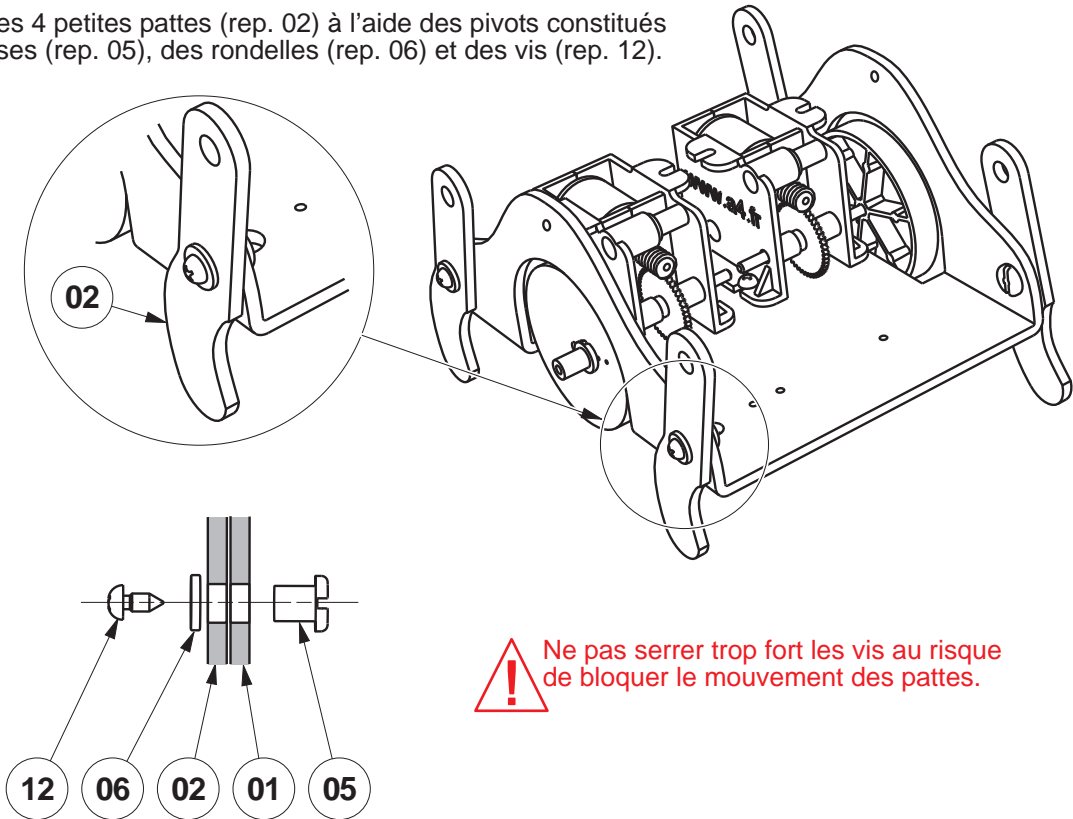
Fiche de fabrication partie mécanique

Phases	Opérations
50	<p>Emmanchement à force de la roue dentée sur l'axe .</p> <p>Matériel : Maillet + gabarit constitué d'un tube longueur 31. Documents : Nomenclature et dessin du motoréducteur page 7. Pièces : Axe Ø3 (rep. 19) et roue dentée (rep. 15). Contrôle : Dimensionnel : respect du centrage de la roue dentée sur l'axe.</p> <p>Emmancher l'axe de 51 mm (rep. 19) dans la roue dentée (rep. 16) à l'aide d'un maillet. La distance entre la roue dentée et l'extrémité de l'axe doit être de 31 mm \pm 2mm</p>  <p>On pourra utiliser comme gabarit un tube coupé à la longueur 31 mm</p> 
60	<p>Assemblage des groupes moteurs (A et B).</p> <p>Matériel : Tournevis cruciforme (aimanté de préférence). Documents : Eclaté et nomenclature page 8. Fichier volumique sur le CD. Pièces : Selon nomenclature page 9 (utilisation du sous ensemble de la phase précédente). Contrôle : Bon fonctionnement du motoréducteur connecté à une alimentation 3 V.</p>
61	<p>Emmancher la vis sans fin (rep. 17) sur l'axe du moteur (rep. 18). L'emmanchement se fait à la main ou avec un petit maillet : si on frappe avec un maillet sur la vis sans fin, il faut veiller à ce l'axe à l'arrière du moteur soit bien en appui sur une surface dure.</p> 
62	<p>Monter le moteur et l'axe dans le flanc droit du motoréducteur (rep. 15).</p> 
63	<p>Fermer le motoréducteur avec le flan gauche (rep 14) et insérer les deux vis (rep 12), ne pas serrer trop fort.</p> 

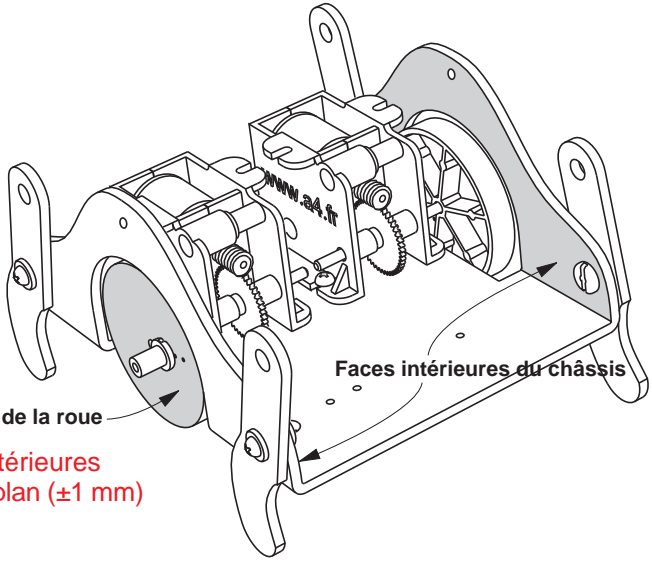
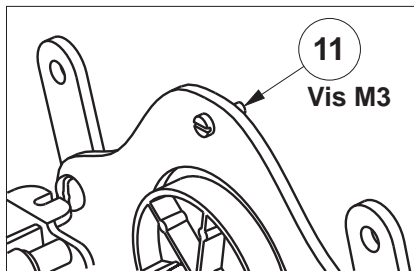
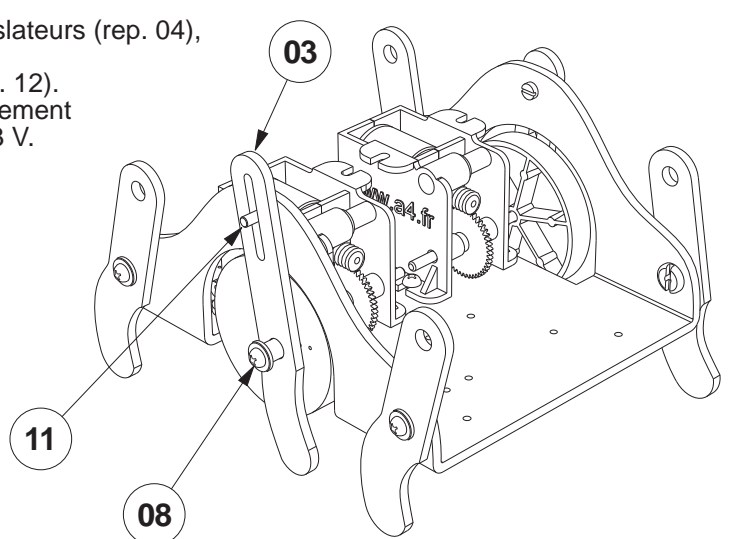
Fiche de fabrication partie mécanique

Phases	Opérations
70	<p>Montage des entretoises sur les roues</p> <p>Matériel : Tournevis cruciforme Documents : Eclaté et nomenclature pages 4, fichier volumique sur le CD. Pièces : Roue (rep. 07) + entretoise longueur 8 mm (rep. 08) + Vis 3 x 6,5 (rep. 12). Contrôle : Visuel : l'entretoise est du côté lisse de la roue, sur le trou le plus proche de l'axe. L'entretoise est solidement fixée, sans jeu.</p> <p>Assembler l'entretoise de 8 mm (rep. 08) avec une vis (rep. 12), utiliser le pré-perçage le plus proche du centre de la roue. Insérer la vis qui doit traverser la roue en vissant et maintenir l'entretoise en position lors du serrage. Serrer sans excès pour bien bloquer l'entretoise. Cet assemblage est à reproduire en deux exemplaires sur deux roues.</p>  <p>Pré-perçage Utiliser le trou le plus près du centre de la roue Perçer au Ø 3.</p>
80	<p>Montage des roues sur l'axe des groupes moteurs A et B (emmanchement)</p> <p>Matériel : Maillet Documents : Eclaté et nomenclature page 7 et 8, fichier volumique sur le CD. Pièces : 2 Roues équipées des entretoises 8 mm (phase 70) + Motoréducteur monté (rep. A et B). Contrôle : L'axe ne dépasse pas des roues. Les entretoises des deux roues sont bien diamétralement opposées.</p> <p>Exemple sur le groupe moteur gauche (A) : Placer la roue sur l'axe du motoréducteur, la face lisse vers l'extérieur. Emmancher avec un maillet la roue sur l'axe. L'axe doit affleurer la face externe de la roue. Pour réaliser cette opération, l'autre extrémité de l'axe doit être en appui sur un tas (cale métallique).</p>  <p>Répéter la même opération sur le groupe moteur droit (B) en inversant l'axe et la roue</p> <p>! Il est préférable que les roues soient en oppositions, leurs entretoises (08) diamétralement opposées.</p>

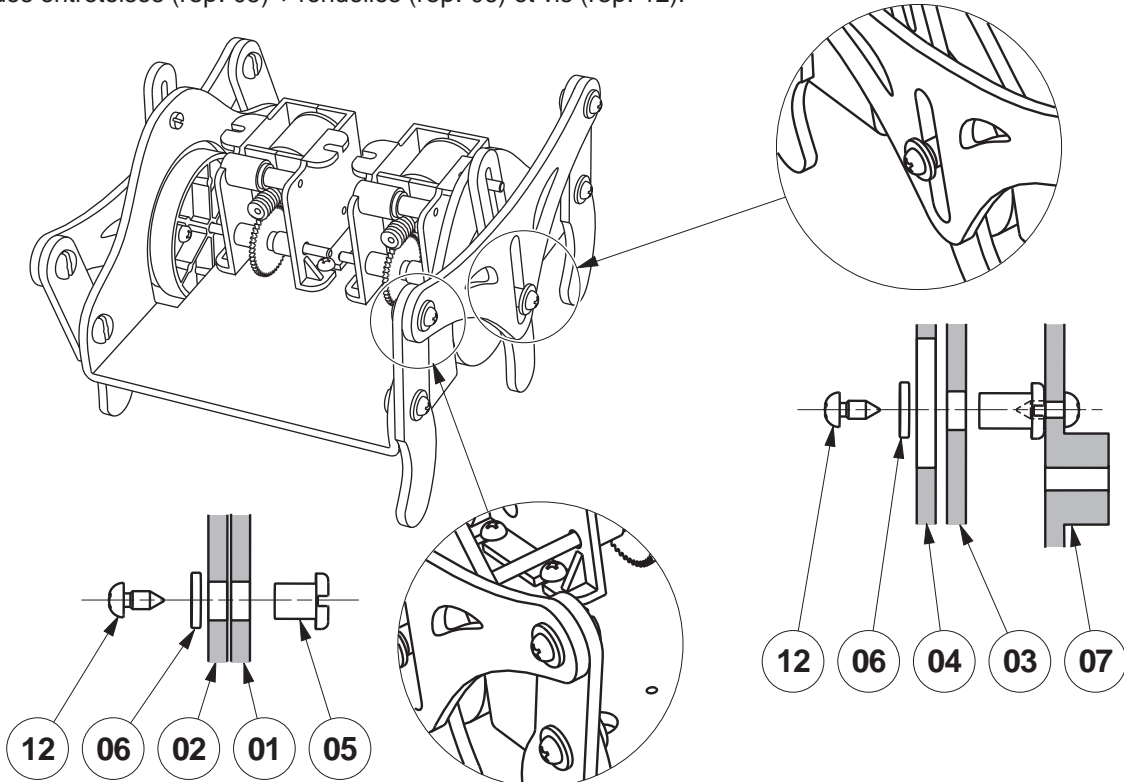
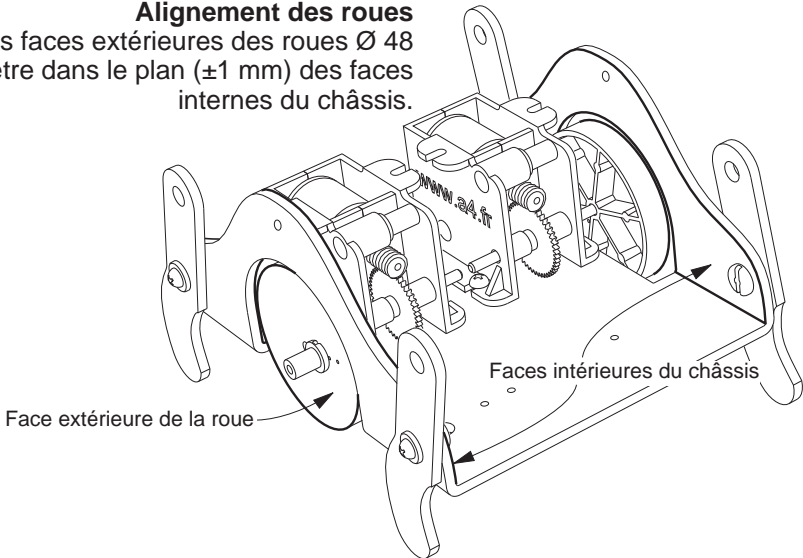
Fiche de fabrication partie mécanique

Phases	Opérations
90	<p>Montage des groupes moteurs A et B sur le châssis</p> <p>Matériel : Tournevis cruciforme. Documents : Eclaté et nomenclature page 7, fichier volumique sur le CD. Pièces : Châssis et groupe moteur + vis TC 3 x 6,5 (rep. 12). Contrôle : Essai de fonctionnement avec une alimentation 3 V : les roues doivent tourner librement.</p> <p>Avant le montage, repérer les trous de passage des vis, respecter bien le sens de placement. Assembler à l'aide des vis (rep. 12).</p> 
100	<p>Montage des petites pattes sur le châssis à l'aide des entretoises</p> <p>Matériel : Tournevis cruciforme + tournevis plat pour le contre serrage de l'entretoise. Documents : Eclaté et nomenclature page 4, fichier volumique sur le CD. Pièces : Petites pattes (rep. 02) + entretoises (rep. 05) + rondelles (rep. 06) + vis (rep. 12). Contrôle : Les pattes doivent pouvoir tourner librement.</p> <p>Assembler les 4 petites pattes (rep. 02) à l'aide des pivots constitués des entretoises (rep. 05), des rondelles (rep. 06) et des vis (rep. 12).</p>  <p>! Ne pas serrer trop fort les vis au risque de bloquer le mouvement des pattes.</p>

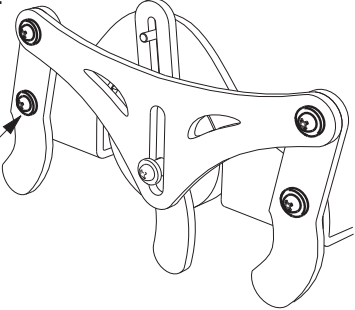
Fiche de fabrication partie mécanique

Phases	Opérations
110	<p>Contrôle de l'alignement des roues d'entraînement par rapport aux faces internes du châssis</p> <p>Si une roue n'est pas à sa place, le mécanisme des pattes peut se bloquer. Ajuster éventuellement l'alignement roue / châssis en faisant glisser chaque roue sur son axe.</p>  <p>Alignement des roues : les faces extérieures des roues Ø 48 doivent être dans le plan (± 1 mm) des faces internes du châssis.</p>
120	<p>Mise en place des vis M3 (glissière des grandes pattes)</p> <p>Matériel : Tournevis plat. Documents : Eclaté et nomenclature page 4, fichier volumique sur le CD. Pièces : 2 vis M 3 x 10 (rep. 11). Contrôle : Les vis sont en place dans le bon sens (têtes vers l'intérieur du robot). Elles sont perpendiculaires aux flancs du châssis.</p>  <p>Mettre en place les 2 vis M 3 x 10 (rep. 11). Les trous dans le châssis sont inférieurs au diamètre des vis la mise en place se fait par vissage dans la matière.</p> <p>Ne pas serrer fort la vis au risque de détruire le pas de vis dans le plastique.</p>
130	<p>Mise en place des grandes pattes sur le châssis et montage des translateurs</p> <p>Matériel : Tournevis cruciforme, tournevis plat. Documents : Eclaté et nomenclature page 4, fichier volumique sur le CD. Pièces : Grandes pattes (rep. 03), translateurs (rep. 04), entretoises (rep. 05) + rondelles (rep. 06) + vis (rep. 12). Contrôle : Fonctionnel : test de fonctionnement au moyen d'une alimentation 3 V.</p> <p>Mettre en place les grandes pattes (rep. 03) à la fois sur les entretoises placées sur les roues (rep. 08) et sur les glissières créées par les vis M3 (rep. 11).</p> 

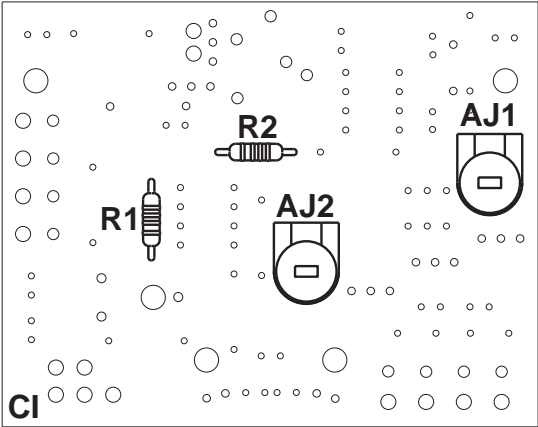

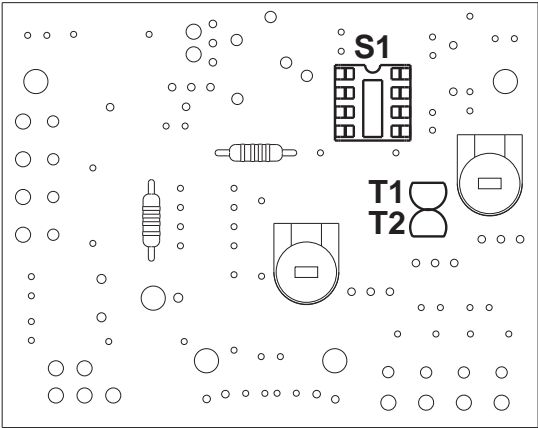

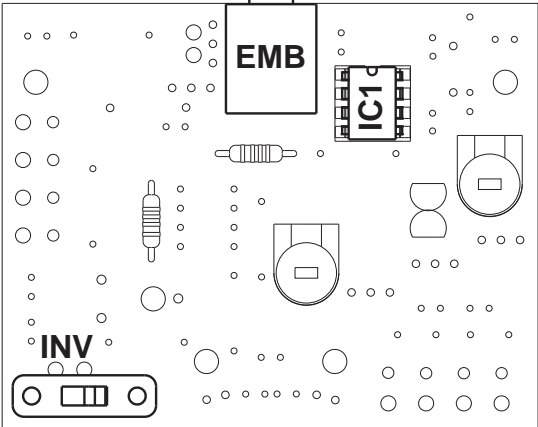

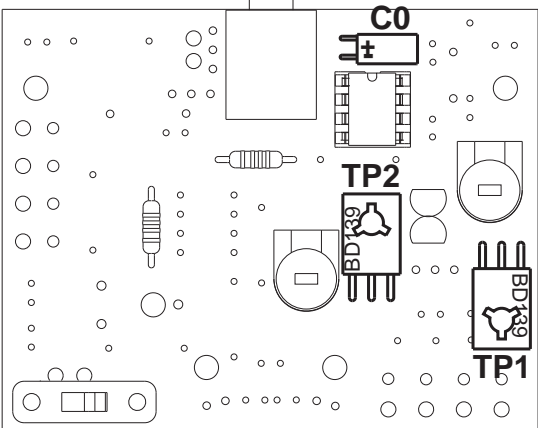
Fiche de fabrication partie mécanique

Phases	Opérations
131	<p>Placer les 2 translateurs (rep. 04) sur les entretoises (rep. 08) des roues motrices (1 translateur de chaque côté), puis assembler les 4 petites pattes aux translateurs à l'aide des entretoises (rep. 05) + rondelles (rep. 06) et vis (rep. 12).</p>  <p>Assembler les 4 petites articulations au moyen des pivots constitués des entretoises (rep. 10), des rondelles (rep. 11) et des vis (rep. 16).</p>
140	<h2>Contrôles et réglages</h2>
141	<p>Contrôle de l'alignement des roues d'entraînement par rapport aux faces internes du châssis Cf Phases 110 et page 20. Si une roue n'est pas à sa place, le mécanisme des pattes peut se bloquer. Ajuster éventuellement l'alignement roue / châssis en faisant glisser chaque roue sur son axe.</p> <p>Alignement des roues Les faces extérieures des roues Ø 48 doivent être dans le plan (± 1 mm) des faces internes du châssis.</p> 

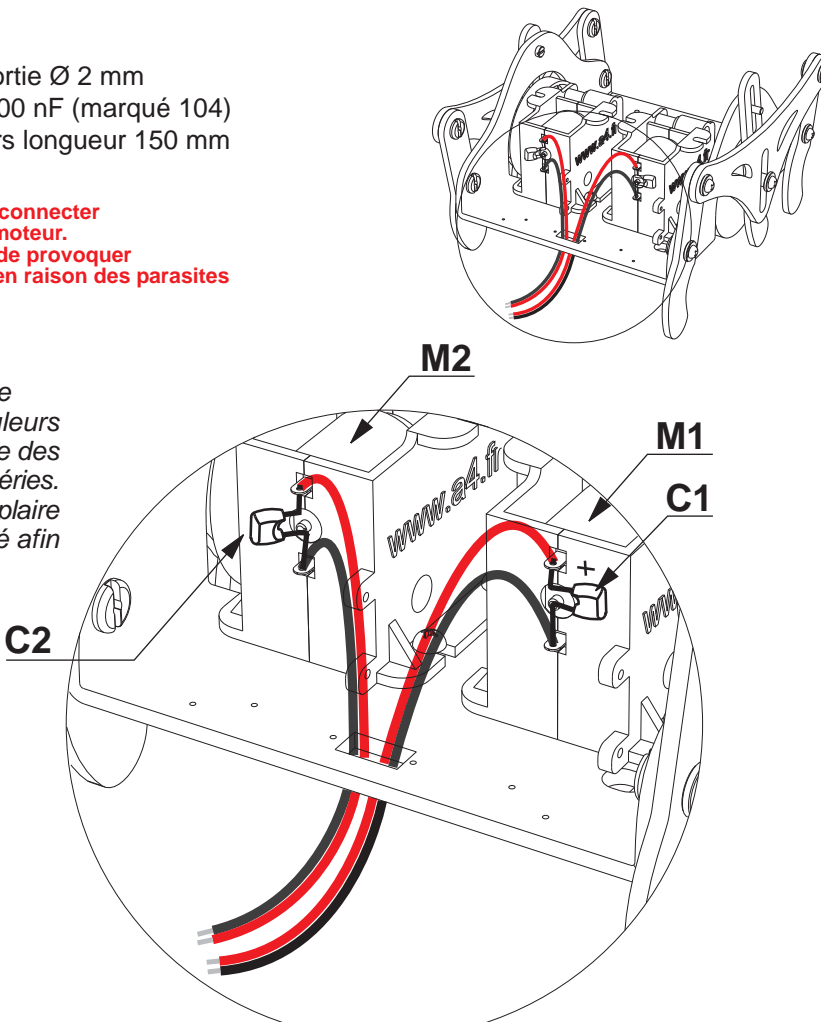
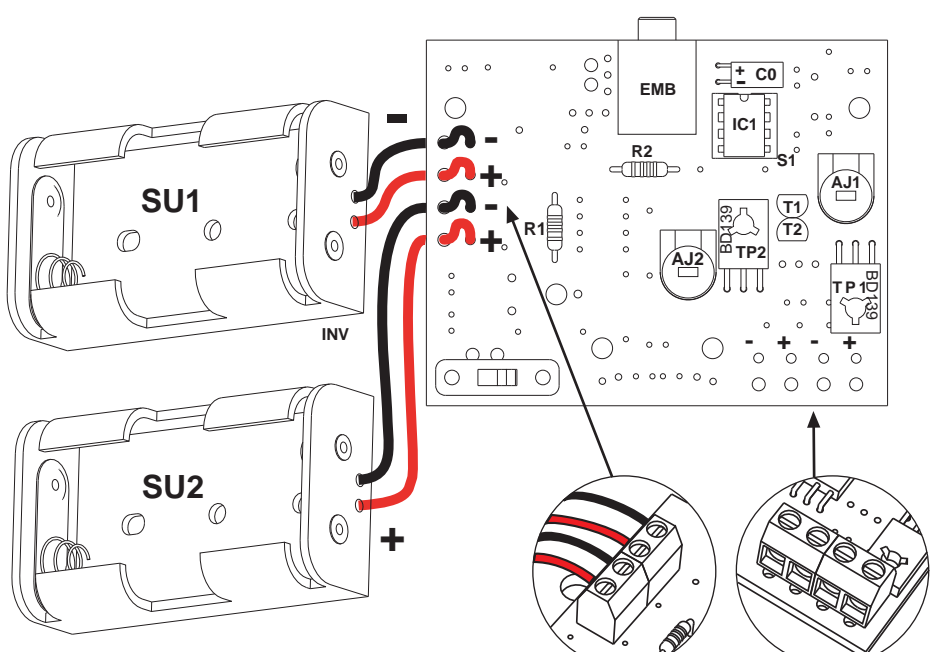
Fiche de fabrication partie mécanique

Phases	Opérations
<p>142</p>	<p>Réglage du serrage des entretoises</p> <p>Il se peut, du fait d'imprécisions dans la fabrication du robot, que le mécanisme des pattes ne fonctionne pas librement et que les frottements ralentissent la marche. Toutefois le mécanisme de l'HexaProg est assez tolérant et les jeux fonctionnels importants permettent certaines imprécisions de fabrication sans que cela gêne le fonctionnement.</p> <p>On peut facilement libérer encore le fonctionnement du mécanisme en desserrant les pivots constitués par les entretoises, vis et rondelles.</p> <p>Pivots que l'on peut desserrer pour donner plus de jeu au fonctionnement</p>  <p>Seulement si cette action est insuffisante, il convient de corriger les éventuels défauts de fabrication.</p> <p>Plusieurs points sont à vérifier :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alignement des faces externes des roues d'entraînement qui sont théoriquement dans le plan des faces internes des flancs du châssis. - Perpendicularité du pliage des flancs du châssis. - Ebavurage des becs qui se forment au thermopliage sur les plis des flancs du châssis. <p>143</p> <p>Graissage</p> <p>Le graissage des pièces mobiles améliorera le fonctionnement du robot, lui permettra de marcher un peu plus vite et de consommer moins en soulageant son moteur.</p> <p>On peut déposer un peu d'huile fine sur la vis sans fin du motoréducteur et au niveau des articulations des pattes.</p>

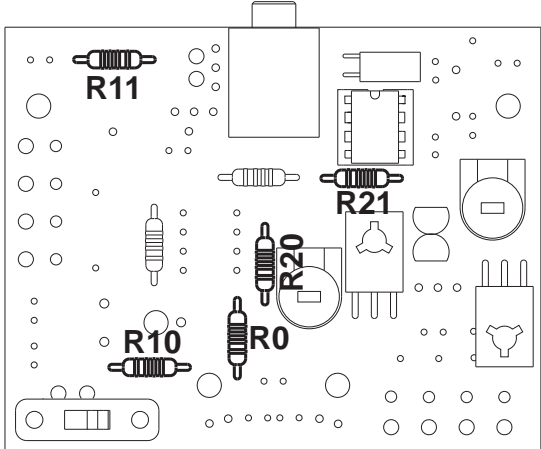
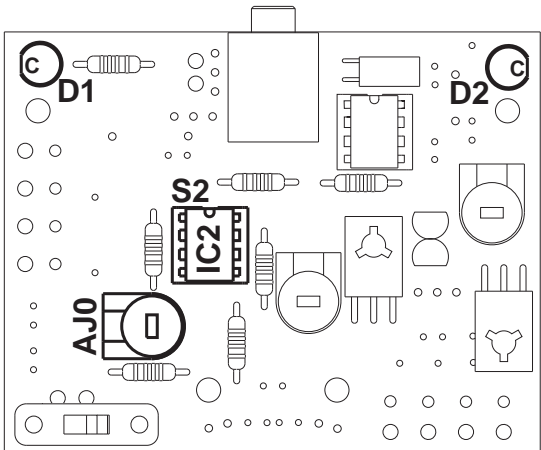
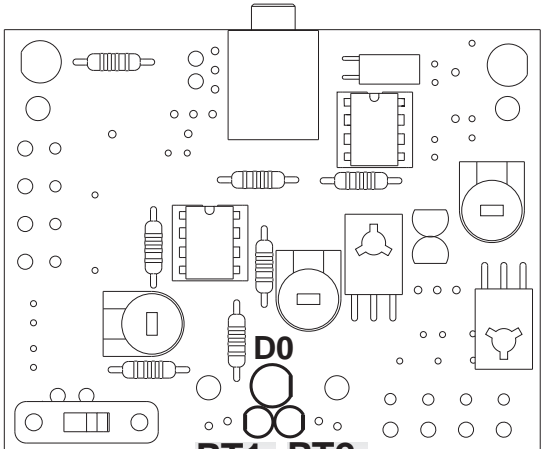
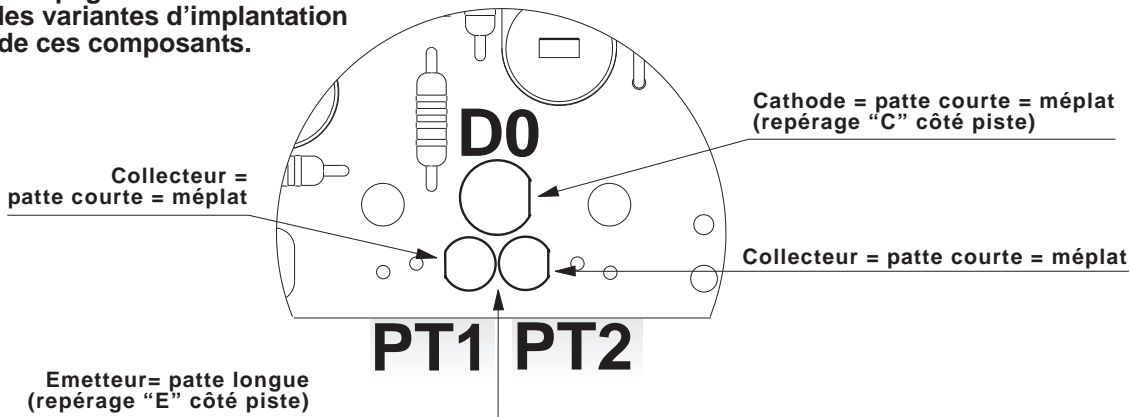
Fiche de fabrication partie électronique

Phase	Opérations	
200	Implantation des résistors. <p> CI Circuit imprimé MotoProg gravé percé AJ1, AJ2 Résistor ajustable horizontal 1 Mohm R1 Résistor 10 Kohm (Marron-Noir-Orange-Or) R2 Résistor 22 Kohm (Rouge-Rouge-Orange-Or) </p>	
210	Implantation du support de circuit intégré et des transistors. <p> S1 Support de circuit intégré DIL 8 pattes T1,T2 Transistors petits signaux BC547 boîtier TO92 </p> <p>  Respecter l'orientation du circuit intégré : encoche vers le haut de la carte. Respecter l'orientation des transistors : face plate des boîtiers en opposition. </p>	
220	Implantation de l'inverseur à glissière, de l'embase jack et du circuit intégré. <p> INV Micro-inverseur à glissière unipolaire EMB Embase jack Ø 3,5 pour CI IC1 Microcontrôleur 12F629 préprogrammé DIP 8 </p> <p>  Respecter l'orientation du circuit intégré : encoche vers le haut de la carte. </p>	
230	Implantation des transistors de puissance et du condensateur chimique. <p> TP1, TP2 Transistor de puissance BD139 boîtier SOT-32 C0 Condensateur chimique 10 µF </p> <p>  Respecter l'orientation des transistors : face avant (marqué "BD139" visible sur la carte après pliage des pattes des transistors). TRES IMPORTANT : respecter l'orientation du condensateur C0 : patte marquée "-" à proximité du circuit intégré. </p>	

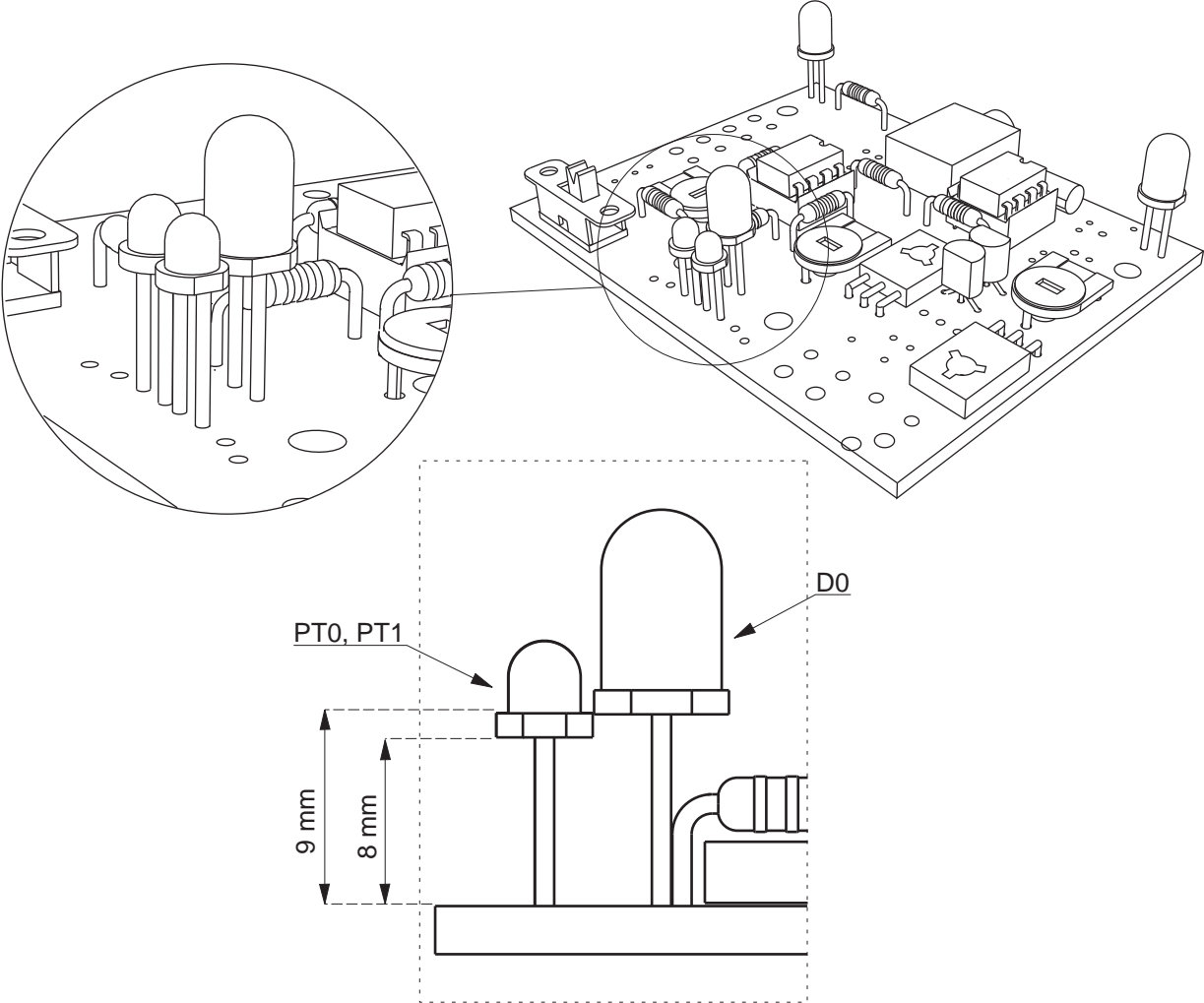
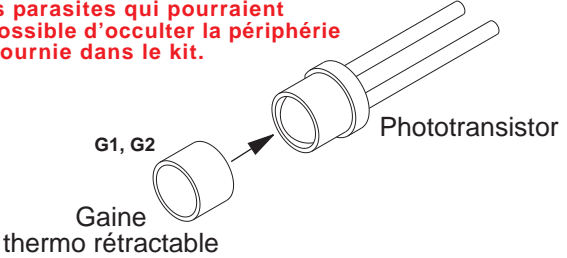
Fiche de fabrication partie électronique

Phases	Opérations
240	<p>Précâblage des moteurs.</p> <p>M1, M2 Moteur Ø 21 mm, axe de sortie Ø 2 mm C1, C2 Condensateur céramique 100 nF (marqué 104) F1, F2 Fil de câblage 2 conducteurs longueur 150 mm</p> <p>NOTE IMPORTANTE : ne pas omettre de connecter les condensateurs C1 et C2 sur chaque moteur. L'absence de ces condensateurs risque de provoquer un fonctionnement erratique de la carte en raison des parasites générés par les moteurs.</p> <p>Polarité des moteurs : Il n'est pas possible d'établir une règle de branchement des fils 2 conducteurs (couleurs différentes) car les repères en face arrière des moteurs peuvent être différents selon les séries. Il convient donc de tester le premier exemplaire de série pour fixer la consigne de polarité afin que le robot avance correctement.</p>  <p>250</p> <p>Connexion des supports de piles.</p> <p>SU1, SU2 Support pour 2 piles R06 (AA), sorties fils</p>  <p>Implanter éventuellement 4 borniers doubles à vis réf BOR-2-CI sur la carte afin de faciliter le câblage des supports de piles et des moteurs. Note : les borniers à vis ne sont pas fournis dans le kit HexProg.</p>

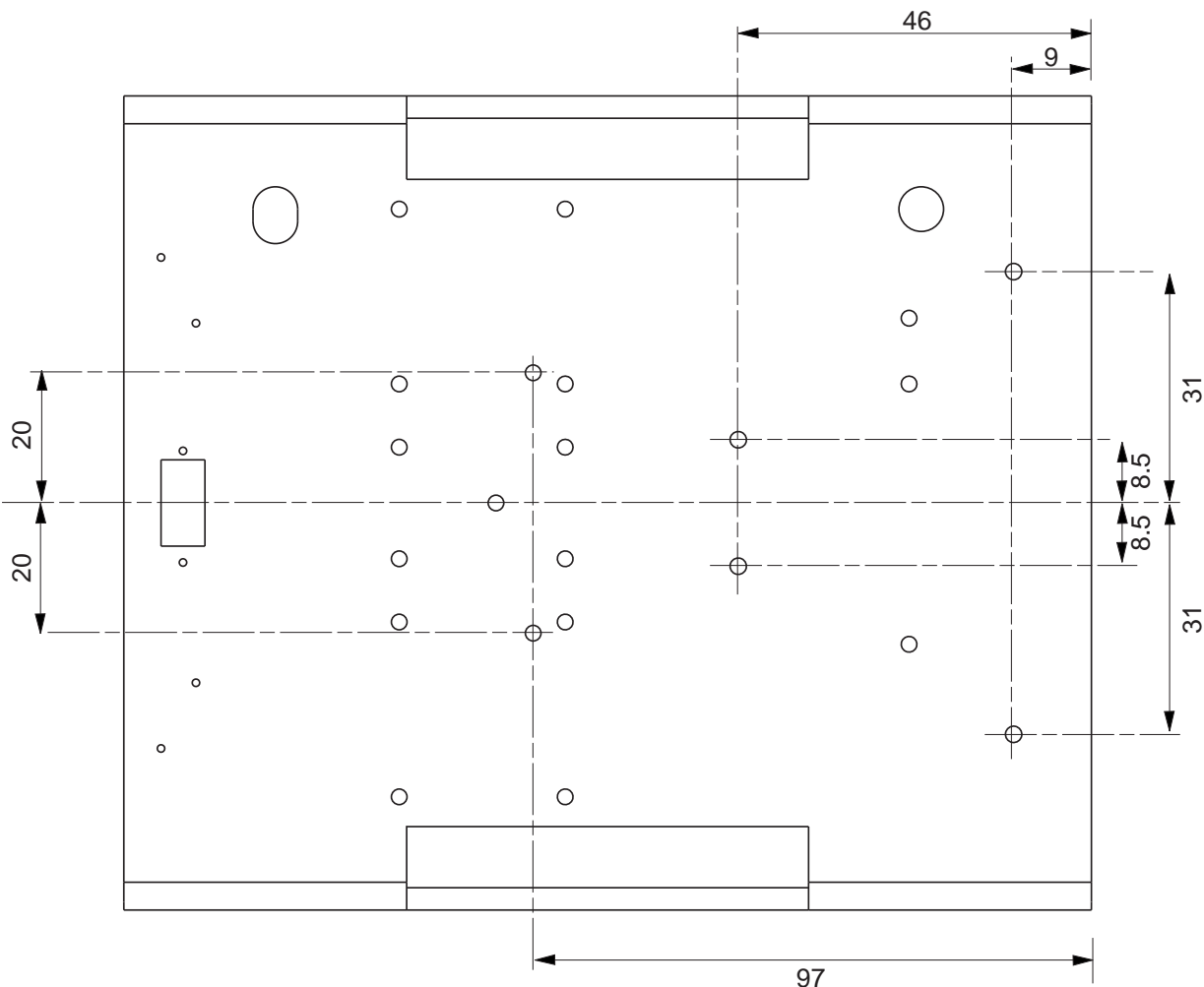
Fiche de fabrication partie électronique

Phases	Opérations
260	<p>Implantation des résistors.</p> <p>R10, R20 Résistor 33 Kohm (Orange-Orange-Orange-Or) R0, R11, R21 Résistor 10 Kohm (Rouge-Rouge-Marron-Or)</p> 
270	<p>Implantation du support de circuit intégré, de l'amplificateur opérationnel, de l'ajustable et des DEL témoins de détection.</p> <p>S2 Support de circuit intégré DIL 8 pattes AJ0 Résistor ajustable horizontal 100 Kohm2 IC2 Amplificateur opérationnel - LM358N Boîtier DIP 8 D1, D2 DEL Rouge Ø 5 mm diffusante (boîtier translucide rouge)</p> 
280	<p>Implantation de la DEL infrarouge et des phototransistors.</p> <p>D0 DEL infrarouge Ø 5 mm, boîtier cristal PT1, PT2 Photo transistor boîtier Ø 3 mm</p> <p>NOTE IMPORTANTE : Selon l'application finale de la carte sur un robot il est possible d'envisager plusieurs façons pour orienter les composants de détection infrarouge.</p>  <p>Voir page suivante les variantes d'implantation de ces composants.</p> 

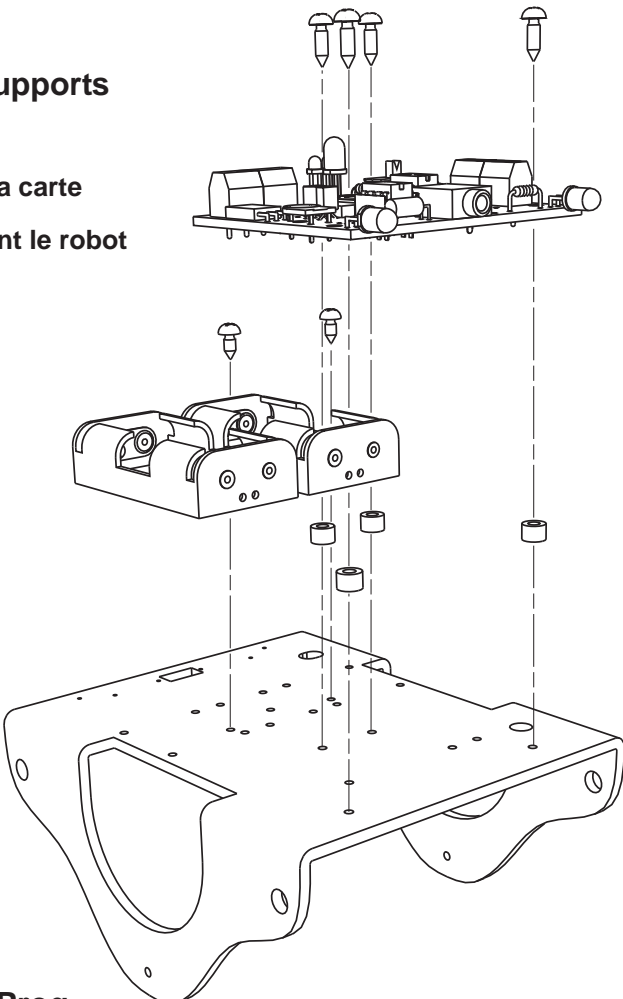
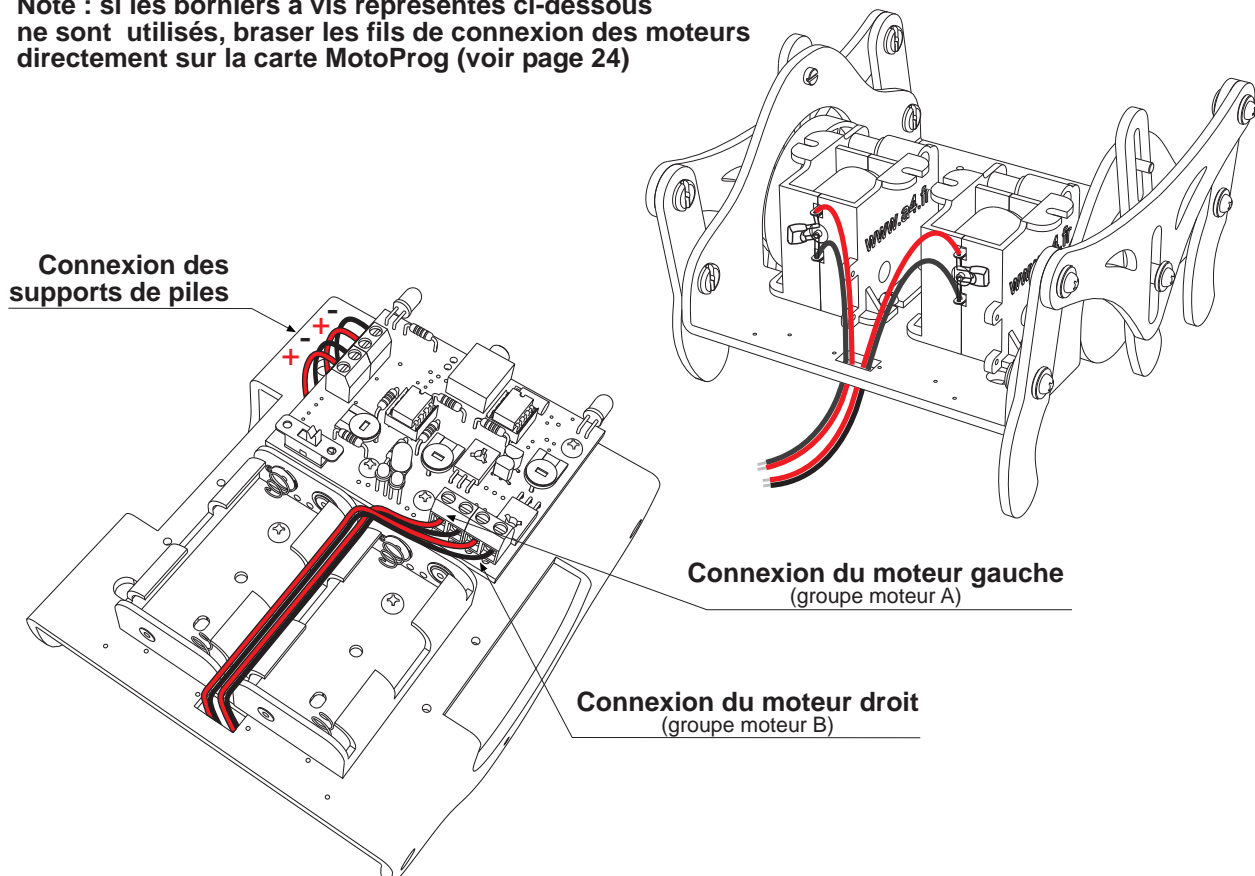
Fiche de fabrication partie électronique

Phases	Opérations
	<p>Consignes d'implantation des composants de détection infrarouge :</p> <p><i>Respecter l'orientation des phototransistors : émetteur = patte longue. Repérage des empreintes émetteur par la lettre "E" sur la carte côté pistes.</i></p> <p><i>Respecter l'orientation de la DEL infrarouge : cathode = méplat = patte courte. Repérage de l'empreinte cathode par la lettre "C" sur la carte côté pistes.</i></p> <p>Afin d'assurer une bonne détection, il convient de respecter les principes suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les phototransistors PT1 et PT2 doivent être en retrait par rapport à la DEL infrarouge D0. - Les boîtiers des phototransistors PT1 et PT2 doivent être contre celui de la DEL infrarouge D0. - Les trois composants PT1, PT2, D0 doivent être orientés perpendiculairement au circuit imprimé. - Respecter la hauteur d'implantation de PT1, PT2 et D0 par rapport au circuit imprimé : PT0 et PT1 sont implantés à 8 mm du circuit imprimé, D0 est implantée à 9 mm du circuit imprimé.  <p>NOTE : Afin de limiter l'influence des rayons infrarouges parasites qui pourraient perturber le fonctionnement des phototransistors, il est possible d'occulter la périphérie de leurs boîtiers à l'aide de la gaine thermo rétractable fournie dans le kit.</p> 

Fiche de fabrication - Assemblage final

Phases	Opérations
300	<p>Pointage des points de fixation des supports de piles et de la carte MotoProg</p> <p>A l'aide du pointe sèche, marquer les points repérés sur le plan</p> <p>Echelle 1 : 1</p> 

Fiche de fabrication - Assemblage final

Phases	Opérations
310	<p>Montage de la carte MotoProg et des supports de piles sur le châssis</p> <p>Notes : Les fils de connexion des supports de piles à la carte ne sont pas représentés. Les 4 piles ou accus type R6 (AA) qui alimentent le robot ne sont pas représentés.</p> 
320	<p>Câblage des moteurs sur la carte MotoProg</p> <p>Note : si les borniers à vis représentés ci-dessous ne sont utilisés, braser les fils de connexion des moteurs directement sur la carte MotoProg (voir page 24)</p>  <p>Connexion des supports de piles</p> <p>Connexion du moteur gauche (groupe moteur A)</p> <p>Connexion du moteur droit (groupe moteur B)</p>

Fiche de fabrication - Test de la partie électronique

Phases	Opérations						
400	<p>Test des moteurs Charger le programme de test "TEST_BASE.cad". (Pour charger ce programme de test, veuillez consulter l'annexe A3 page 42)</p> <p>But du programme : vérifier le fonctionnement des moteurs M1 et M2.</p> <p>Description du programme :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Rotation simultanée des moteurs M1 et M2 pendant 2 secondes. 2 Arrêt de M1 pendant 2 secondes (M2 continue de tourner). 3 M1 redémarre (au bout de 2 secondes) et M2 s'arrête. 4 Après 2 secondes M2 redémarre, les deux moteurs tournent alors en permanence. <p>Agir respectivement sur les résistors ajustables AJ1 et AJ2 et constater que la fréquence de rotation des moteurs varie.</p> <p>Cas de pannes classiques :</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Symptôme</th><th>Cause et remède possibles</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Impossibilité de charger un programme.</td><td> Piles usagées à remplacer. Mauvaise connexion ou oubli de connexion du câble de programmation. Un programme est déjà chargé et monopolise l'activité du microcontrôleur : mettre hors tension, lancer le transfert du nouveau programme (touche F5), mettre sous tension. Erreur de configuration du port de communication du PC : vérifier que la configuration du port de communication est compatible avec le connecteur du PC sur lequel est branché le câble de programmation. </td></tr> <tr> <td>Comportement incohérent avec programme chargé.</td><td>Vérifier que les condensateurs d'antiparasitage des moteurs sont bien connectés.</td></tr> </tbody> </table> <pre> graph TD start([start]) --> MOT1_high[/high MOT1/] MOT1_high --> MOT2_high[/high MOT2/] MOT2_high --> pause_2000_1[pause 2000] pause_2000_1 --> MOT1_low[/low MOT1/] MOT1_low --> pause_2000_2[pause 2000] pause_2000_2 --> MOT2_high_2[/high MOT2/] MOT2_high_2 --> pause_2000_3[pause 2000] pause_2000_3 --> MOT1_high_2[/high MOT1/] MOT1_high_2 --> pause_2000_4[pause 2000] pause_2000_4 --> MOT2_low[/low MOT2/] MOT2_low --> pause_2000_5[pause 2000] pause_2000_5 --> stop([stop]) </pre> <p>Activé le moteur N°1</p> <p>Activé le moteur N°2</p> <p>Attendre 2s</p> <p>Arrêter le moteur N°1</p> <p>Attendre 2s</p> <p>Arrêter le moteur N°2</p> <p>Attendre 2s</p> <p>Attendre 2s</p> <p>Attendre 2s</p> <p>Attendre 2s</p> <p>Attendre 2s</p> <p>Arrêt du programme. Les dernières commandes restent activées et les 2 moteurs continuent de tourner</p>	Symptôme	Cause et remède possibles	Impossibilité de charger un programme.	Piles usagées à remplacer. Mauvaise connexion ou oubli de connexion du câble de programmation. Un programme est déjà chargé et monopolise l'activité du microcontrôleur : mettre hors tension, lancer le transfert du nouveau programme (touche F5), mettre sous tension. Erreur de configuration du port de communication du PC : vérifier que la configuration du port de communication est compatible avec le connecteur du PC sur lequel est branché le câble de programmation.	Comportement incohérent avec programme chargé.	Vérifier que les condensateurs d'antiparasitage des moteurs sont bien connectés.
Symptôme	Cause et remède possibles						
Impossibilité de charger un programme.	Piles usagées à remplacer. Mauvaise connexion ou oubli de connexion du câble de programmation. Un programme est déjà chargé et monopolise l'activité du microcontrôleur : mettre hors tension, lancer le transfert du nouveau programme (touche F5), mettre sous tension. Erreur de configuration du port de communication du PC : vérifier que la configuration du port de communication est compatible avec le connecteur du PC sur lequel est branché le câble de programmation.						
Comportement incohérent avec programme chargé.	Vérifier que les condensateurs d'antiparasitage des moteurs sont bien connectés.						

Fiche de fabrication - Test de la partie électronique

Phases	Opérations
410	<p>Test du module de détection infrarouge</p> <p>Note préalable aux tests :</p> <p>Le principe de détection infrarouge repose sur la réflexion sur une surface claire (ou l'absorption sur une surface foncée) de la lumière infrarouge émise par la DEL D0.</p> <p>Afin de réaliser les tests suivants dans de bonnes conditions, il est nécessaire de s'affranchir des rayonnements infrarouges parasites (lumière de jour, lampe à incandescence) qui pourraient être captés par les phototransistors PT1 et PT2.</p> <p>L'ajustable AJ0 permet de régler la sensibilité de détection des phototransistors.</p> <p>On peut limiter l'influence de lumières parasites gênantes en positionnant la gaine thermorétractable fournie dans le kit réf. K-MP-SL sur les phototransistors.</p> <p>Test des témoins de détection :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Placer AJ0 en butée : on constate que les DEL témoins de détection D1 et D2 sont éteintes. - Placer AJ0 en butée opposée : on constate que les DEL témoins de détection D1 et D2 sont allumées. - Placer AJ0 en position médiane : <ul style="list-style-type: none"> Positionner les capteurs à proximité d'une surface claire (blanche) : on constate que les témoins de détection D1 et D2 s'allument. Positionner les capteurs à proximité d'une surface foncée (noire) : on constate que les témoins de détection D1 et D2 s'éteignent. <p>Test de l'acquisition des informations de détection :</p> <p>Charger le programme de test "TEST_MODULE_INFRAROUGE.cad".</p> <p>(Pour charger ce programme de test, veuillez consulter l'annexe A3 page 42)</p> <p>But du programme : vérifier le fonctionnement des détecteurs infrarouges PT1 et PT2 ; on considère que le fonctionnement des moteurs est correct (Cf. Test des moteurs page 31).</p> <p>Description du programme :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Si le capteur PT1 est activé alors activation du moteur M1. 2 Si le capteur PT2 est activé alors activation du moteur M2. 3 Si PT1 et PT2 ne sont pas activés, alors arrêt de M1 et M2. <pre> graph TD Start([start]) --> PT1{PT1=1} PT1 -- Y (PT1 est actif) --> MOT1_high[/high MOT1/] PT1 -- N --> PT2{PT2=1} PT2 -- Y (PT2 est actif) --> MOT2_high[/high MOT2/] PT2 -- N --> MOT1_low[/low MOT1/] MOT1_low --> MOT2_low[/low MOT2/] MOT2_low --> PT1 MOT1_high --> PT1 MOT2_high --> PT1 </pre>

Programmation

Introduction

La carte MotoProg montée sur le robot HexaProg est configurée pour détecter une ligne sombre. Elle permet de gérer les déplacements du robot grâce à son microcontrôleur que l'on programme avec le logiciel "Programming Editor". Cet environnement de programmation permet de définir de manière conviviale les mouvements du robot à l'aide de diagrammes. Les programmes sont transférés dans le robot HexaProg à l'aide du câble de programmation réf. CÂBLE-FP (compatible port série 9 points) ou bien réf. CÂBLE-USBPICAXE (compatible port USB). La mise en oeuvre de l'environnement de programmation "Programming Editor" est décrite dans les annexes de ce dossier (pages 36 à 43).

Les programmes et exercices proposés donnent un aperçu des possibilités de programmation du robot HexaProg. Les fichiers de programmation de ce dossier sont disponibles sur le CDROM réf. CD-MP. La mise en oeuvre de l'environnement de programmation "Programming Editor" est décrite dans les annexes de ce dossier (pages 42 à 47).

Programmes prêts à l'emploi

Description du programme	Nom du programme	Page
Aller droit	F1-LIGNE_DROITE.cad	32
EXERCICE : avancer pendant 5 secondes et s'arrêter	CORR-F1-AVANCE_5S.cad	33
Effectuer un virage	F2-MOUVEMENT_BASE.cad	34
EXERCICE : ajuster le rayon d'un virage	CORR-F2-RAYON_VIRAGE.cad	35
S'arrêter sur une ligne	F3-DETECTION_LIGNE.cad	36
EXERCICE : tester l'état d'un capteur infrarouge	CORR-F3-DETEC_LIGNE_1.cad	37
EXERCICE : arrêter le robot 5s après avoir détecté une ligne	CORR-F3-DETEC_LIGNE_2.cad	38
Avancer entre deux lignes	F4-PISTE.cad	39
Suivre une ligne	F5-SUIVI_LIGNE.cad	40
Franchir une première ligne et s'arrêter sur la suivante	F6-ARRET_2EME_LIGNE.cad	41

Symboles de programmation :

Afin de faciliter la lecture des diagrammes de programmation il est possible de nommer les entrées et les sorties de la carte MotoProg. Pour cela, il est nécessaire de paramétrer la table des symboles à l'aide du menu "Diagramme" / "Table des Symboles pour les Diagrammes . . ."

Les noms des symboles utilisés dans ce document sont arbitraires ; il est possible de les modifier. Il est préférable de choisir des abréviations courtes et "parlantes".

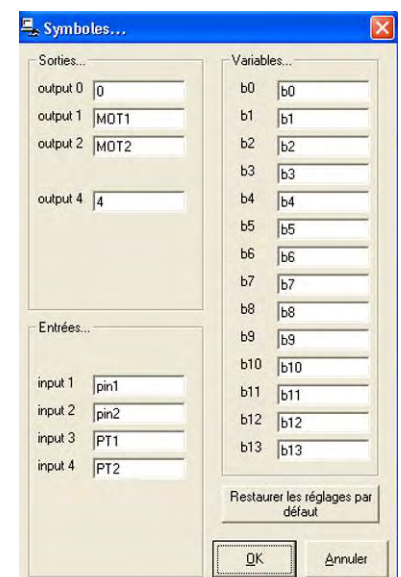
Paramétrage de symboles de programmation utilisés dans ce document :

output1 = MOT1 la sortie n°1 est affectée au pilotage du moteur n°1 (pattes de gauche du robot)

output2 = MOT2 la sortie n°2 est affectée au pilotage du moteur n°2 (pattes de droite du robot)

input3 = PT1 l'entrée n°3 est affectée à l'acquisition de l'état du phototransistor n°1

input4 = PT2 l'entrée n°4 est affectée à l'acquisition de l'état du phototransistor n°2



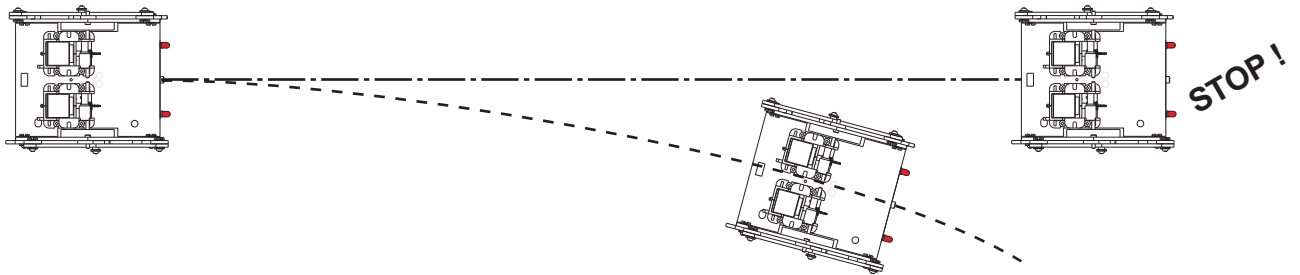
Programmation Régler le déplacement en ligne droite

But du programme :

activer les deux moteurs simultanément et régler le déplacement en ligne droite à l'aide des ajustables AJ1 et AJ2. S'arrêter automatiquement au bout de 10s.

Notion de programmation abordée : activation / désactivation des sorties de contrôle des moteurs.

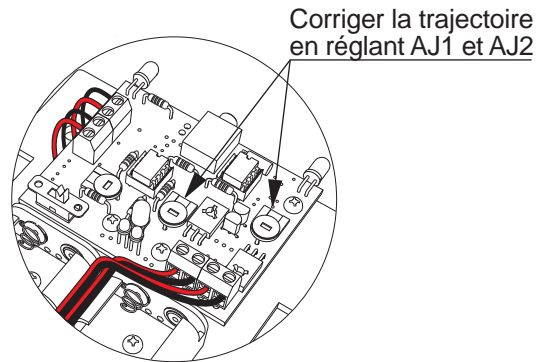
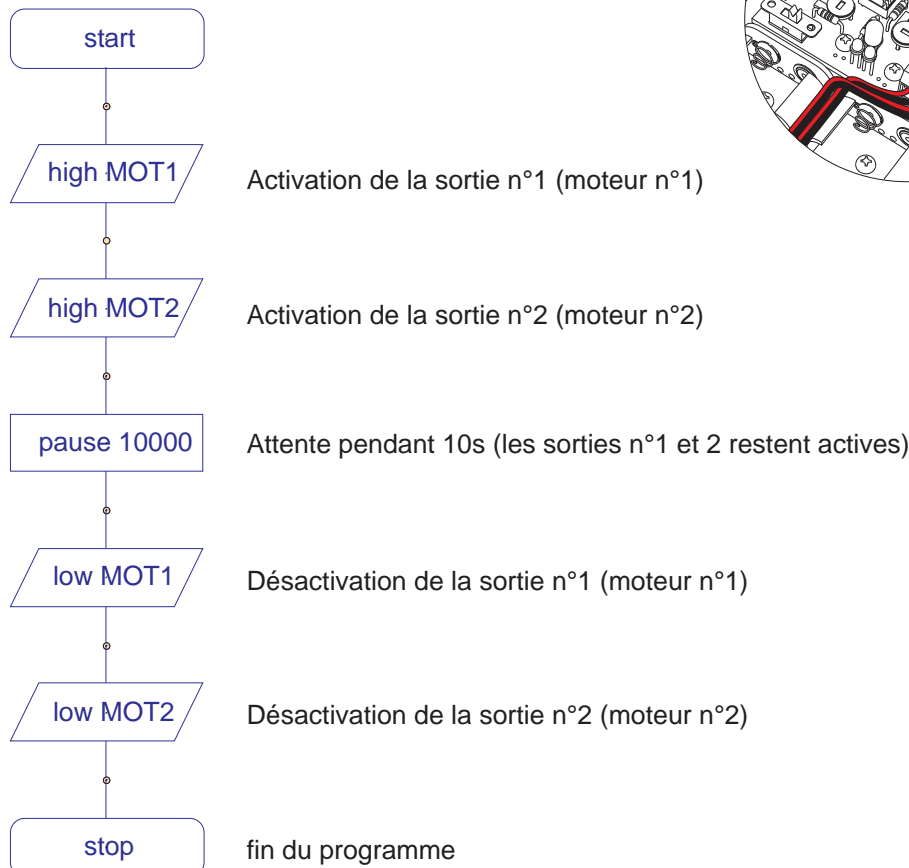
Synoptique :



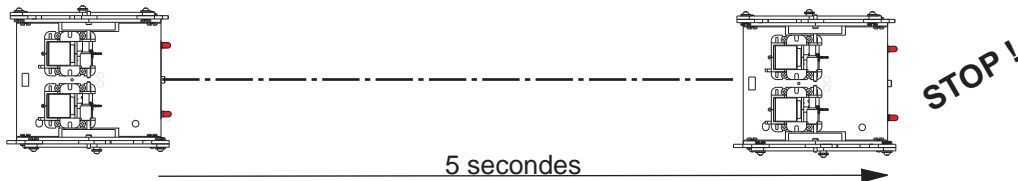
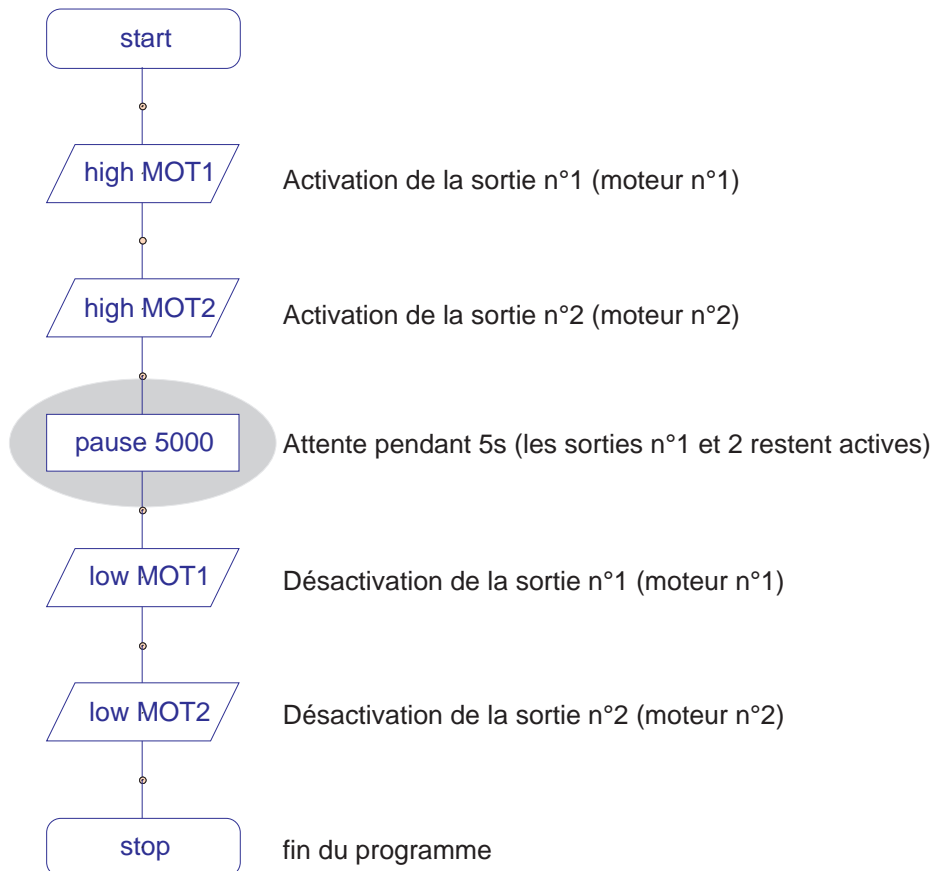
Commentaire : les moteurs, les motoréducteurs éventuels et la conception du robot font que celui-ci ne se déplace pas forcément en ligne droite lorsque les deux moteurs sont activés simultanément. On peut corriger ces imperfections en agissant sur les ajustables AJ1 et AJ2.

Fichier de programmation : F1-LIGNE_DROITE.cad

Diagramme de programmation :



Programmation EXERCICE: avancer en ligne droite pendant 5 secondes

Consignes :**A - Charger le programme F1-LIGNE_DROITE_(symboles)****B - Repérer l'instruction qui détermine le temps pendant lequel les moteurs sont actifs****C - Modifier le diagramme à l'écran afin de limiter le temps de fonctionnement des moteurs à 5 secondes.****Synoptique :****Correction :**

Fichier correction : CORR-F1-AVANCE_5S.cad

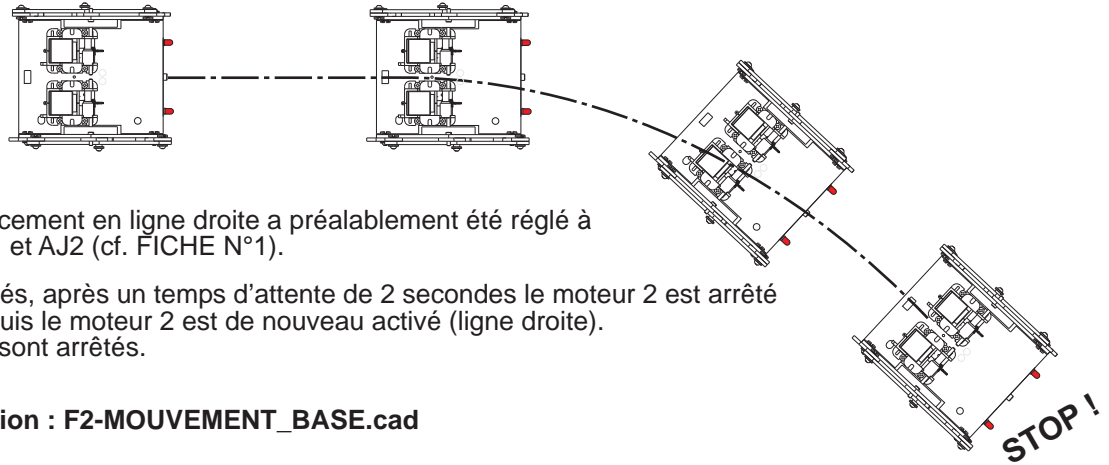
Programmation Effectuer un virage

But du programme :

faire avancer le robot en ligne droite pendant 2 s, effectuer un virage, continuer en ligne droite pendant 2s, s'arrêter.

Notion de programmation abordée : activation et désactivation des sorties de contrôle des moteurs, utilisation d'un temps d'attente.

Synoptique :

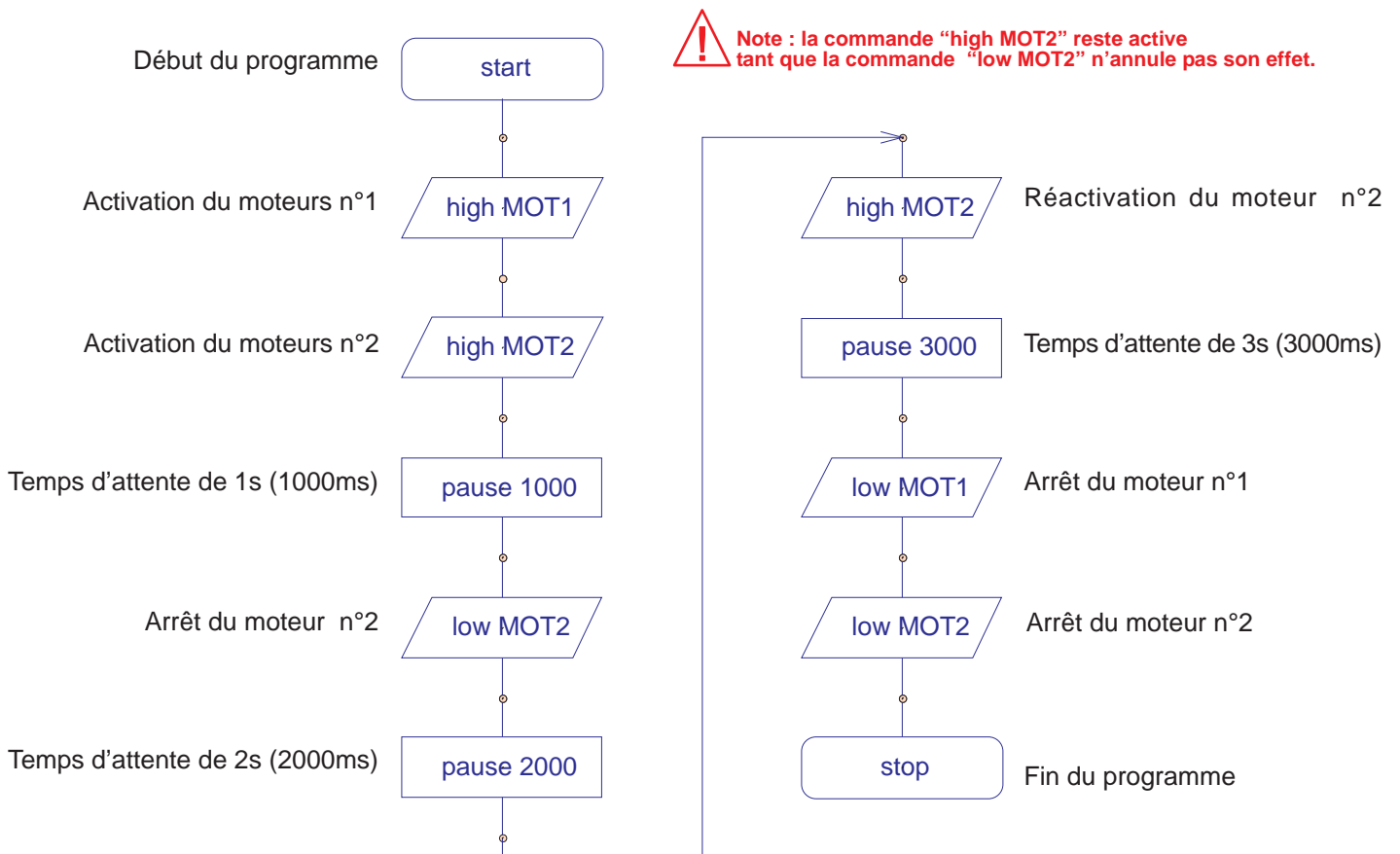


Commentaire : le déplacement en ligne droite a préalablement été réglé à l'aide des ajustables AJ1 et AJ2 (cf. FICHE N°1).

Les 2 moteurs sont activés, après un temps d'attente de 2 secondes le moteur 2 est arrêté pendant 0,1 s (virage), puis le moteur 2 est de nouveau activé (ligne droite). Après 2 s les 2 moteurs sont arrêtés.

Fichier de programmation : F2-MOUVEMENT_BASE.cad

Diagramme de programmation :

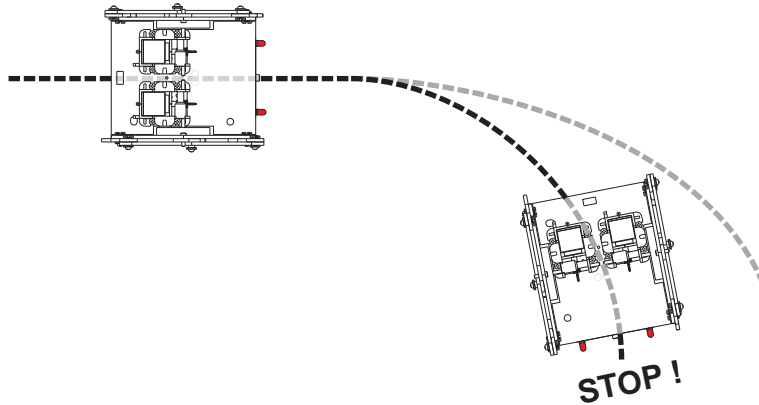


Programmation EXERCICE : ajuster le rayon d'un virage

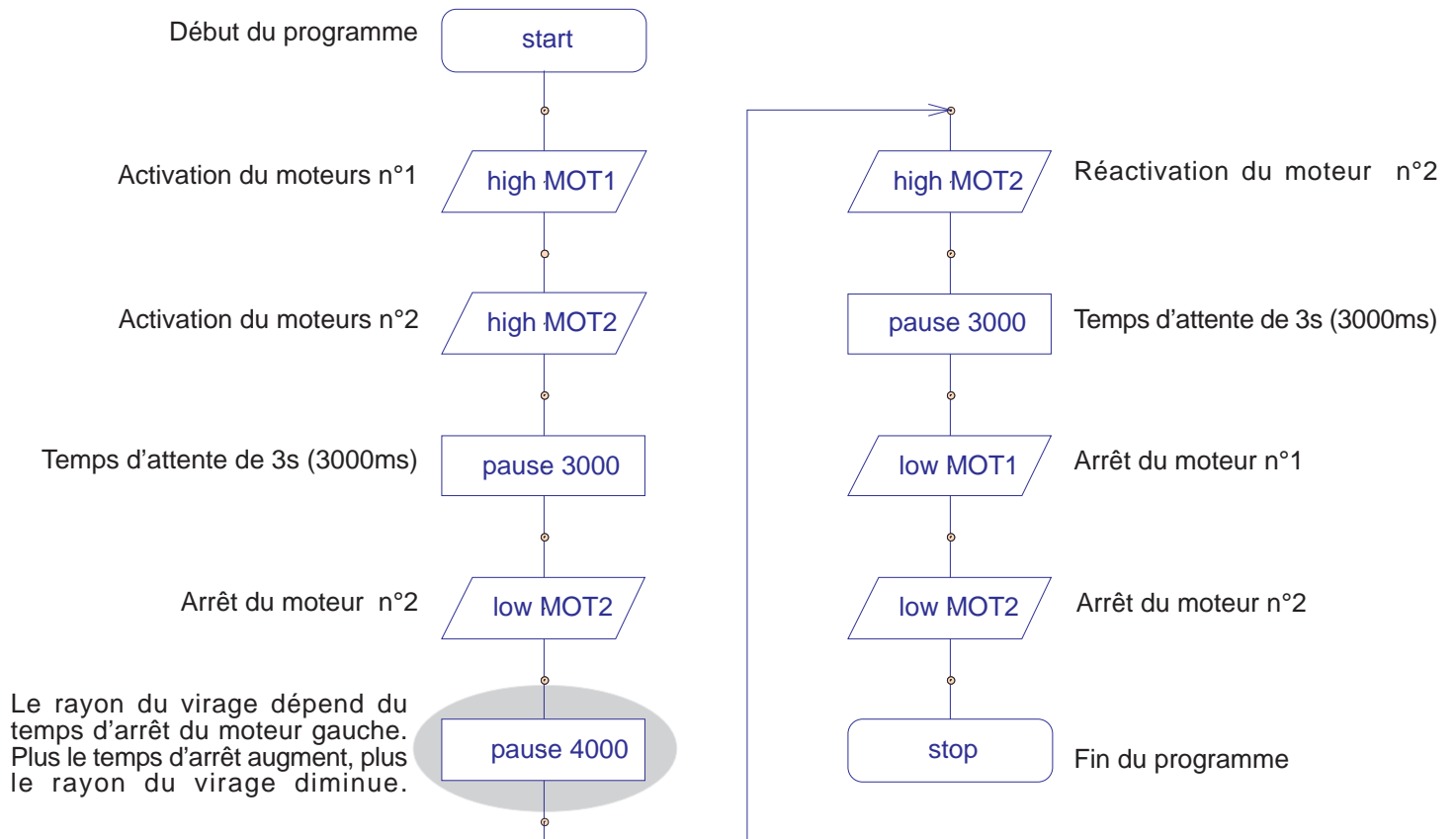
Consignes :

- A - Charger le programme F2-MOUVEMENT_BASE_(symboles).
- B - Repérer l'instruction qui détermine le rayon du virage effectué par le robot.
- C - Modifier le diagramme à l'écran afin de diminuer le rayon du virage.

Synoptique :



Correction :



Fichier correction : CORR-F2-RAYON_VIRAGE.cad

Programmation S'arrêter sur une ligne

But du programme :

faire avancer le robot en ligne droite et l'arrêter dès qu'une ligne sombre est détectée.

Notion de programmation abordée : utilisation d'un test conditionnel sur l'état d'un capteur infrarouge

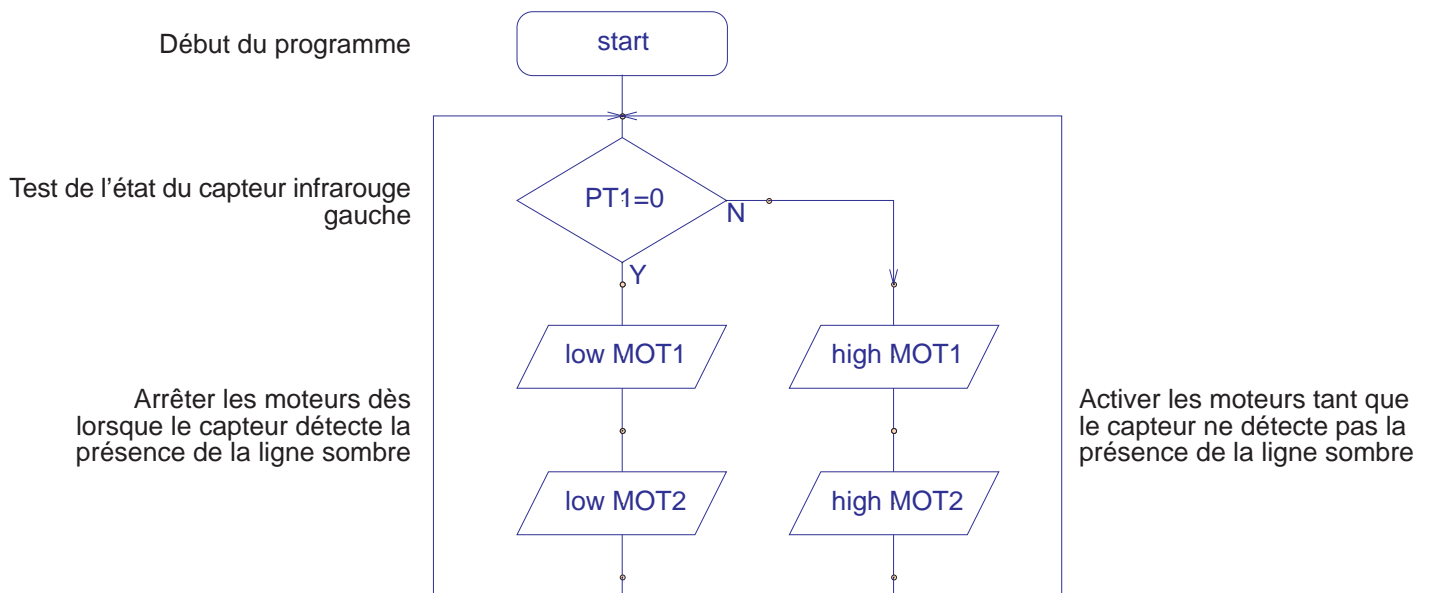
Synoptique :



Commentaire : le déplacement en ligne droite a préalablement été réglé à l'aide des ajustables AJ1 et AJ2 (cf. FICHE N°1). et le seuil de détection des capteurs infrarouge est réglé afin de détecter la ligne.

Fichier de programmation : F3-DETECTION_LIGNE.cad

Diagramme de programmation :



Note 1 : lorsqu'un capteur infrarouge détecte la ligne le témoin de détection correspondant s'éteint.

Note 2 : la zone de détection dépend de la largeur de la ligne. Si celle-ci est trop faible, il se peut que le capteur la détecte fugitivement et que le robot la franchisse en poursuivant son chemin en ligne droite.

Afin d'éviter ce phénomène,
on peut augmenter la largeur de la ligne,
réduire la vitesse du robot (AJ1, AJ2),
ajuster la sensibilité de détection (AJ3),
remplacer les instructions d'arrêt des moteurs par l'instruction "Stop".

Programmation EXERCICE : tester l'état d'un capteur infrarouge

Consignes :

A - Charger le programme F3-DETECTION_LIGNE_(symboles).cad

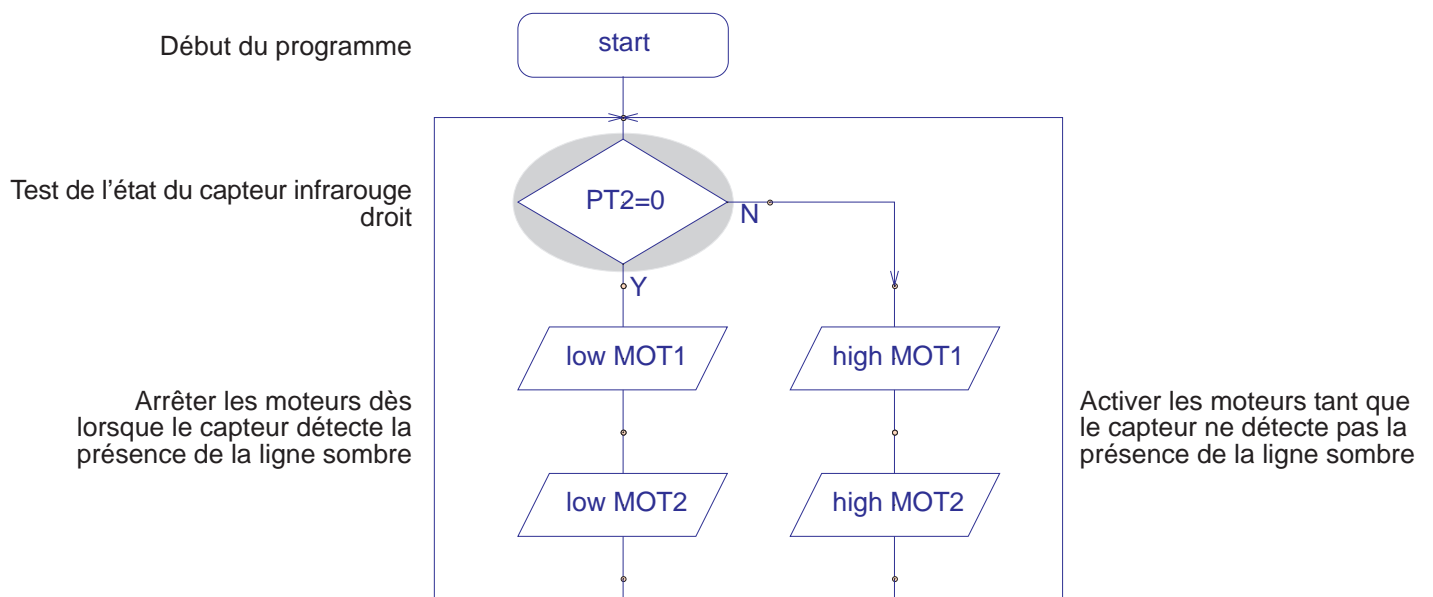
B - Repérer l'instruction qui permet de tester l'état du capteur infrarouge gauche

C - Modifier le diagramme à l'écran afin d'effectuer la détection de ligne avec le capteur infrarouge droit

Synoptique :



Correction :



Rappel: il est possible de vérifier visuellement l'état de chaque capteur infrarouge à l'aide des DEL témoins de détection.

Fichier correction : CORR-F3-DETEC_LIGNE_1.cad

Programmation EXERCICE : arrêter le robot 5s après avoir détecté une ligne

Consignes :

A - Charger le programme F3-DETECTION_LIGNE_(symboles).cad

B - Repérer les instructions qui permettent d'arrêter les moteurs lorsque la ligne est détectée

C - Modifier le diagramme à l'écran en ajoutant les instructions nécessaires pour arrêter le robot 3 secondes après la détection de la ligne.

Synoptique :

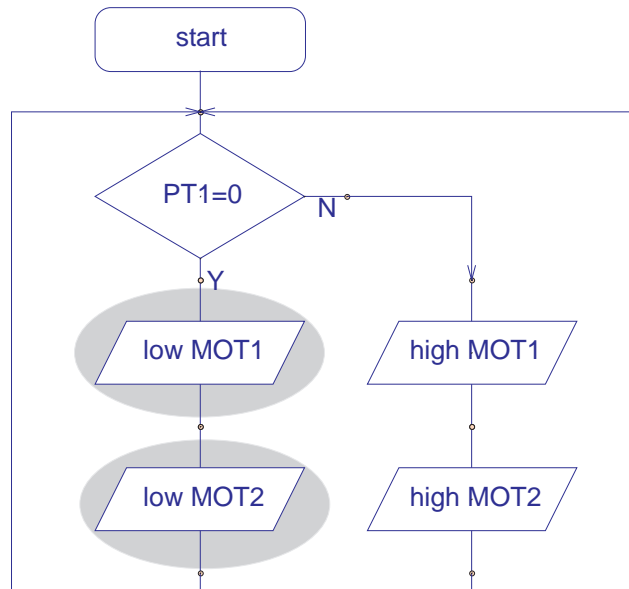


Correction :

Début du programme

Test de l'état du capteur infrarouge droit

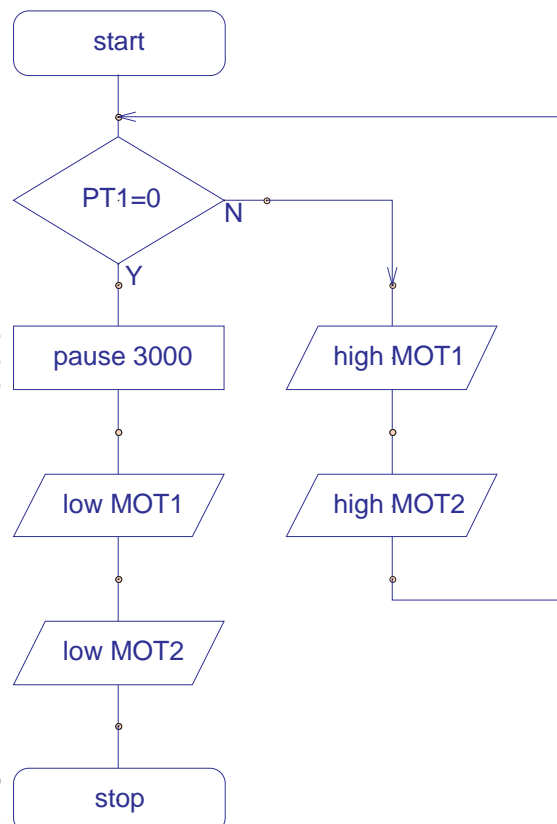
Arrêter des moteurs dès que le capteur détecte la présence de la ligne sombre



Les moteurs restent activés tant que le capteur ne détecte pas la présence de la ligne sombre

Rappel: il est possible de vérifier visuellement l'état de chaque capteur infrarouge à l'aide des DEL témoins de détection.

Introduction d'un temps d'attente de 3 secondes lorsque la ligne est détectée



Ajout de l'instruction "Stop" pour arrêter le programme

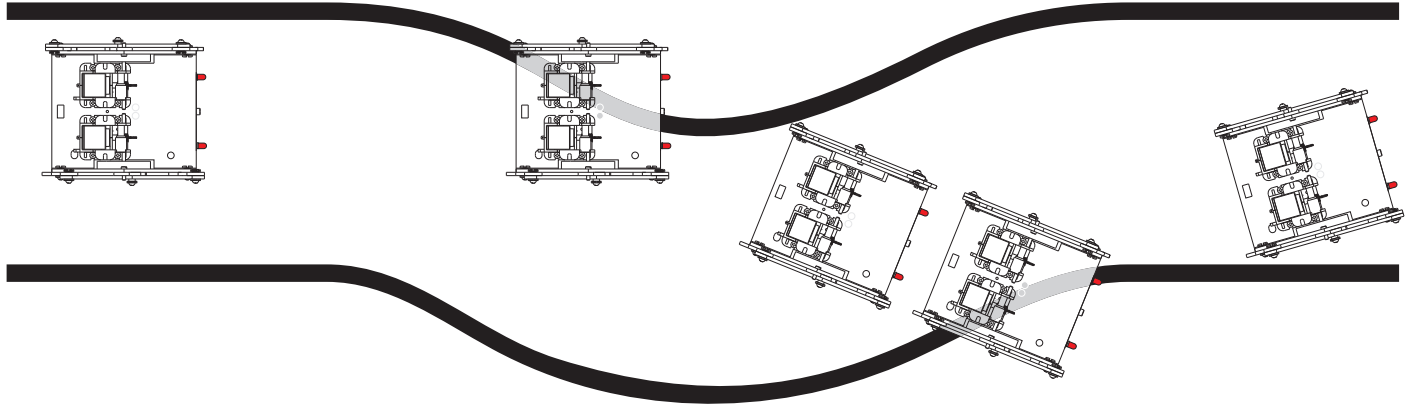
Fichier correction : CORR-F3-DETEC_LIGNE_2.cad

Programmation Avancer entre deux lignes

But du programme :
faire avancer le robot entre 2 lignes.

Notion de programmation abordée : utilisation des capteurs de détection de ligne.

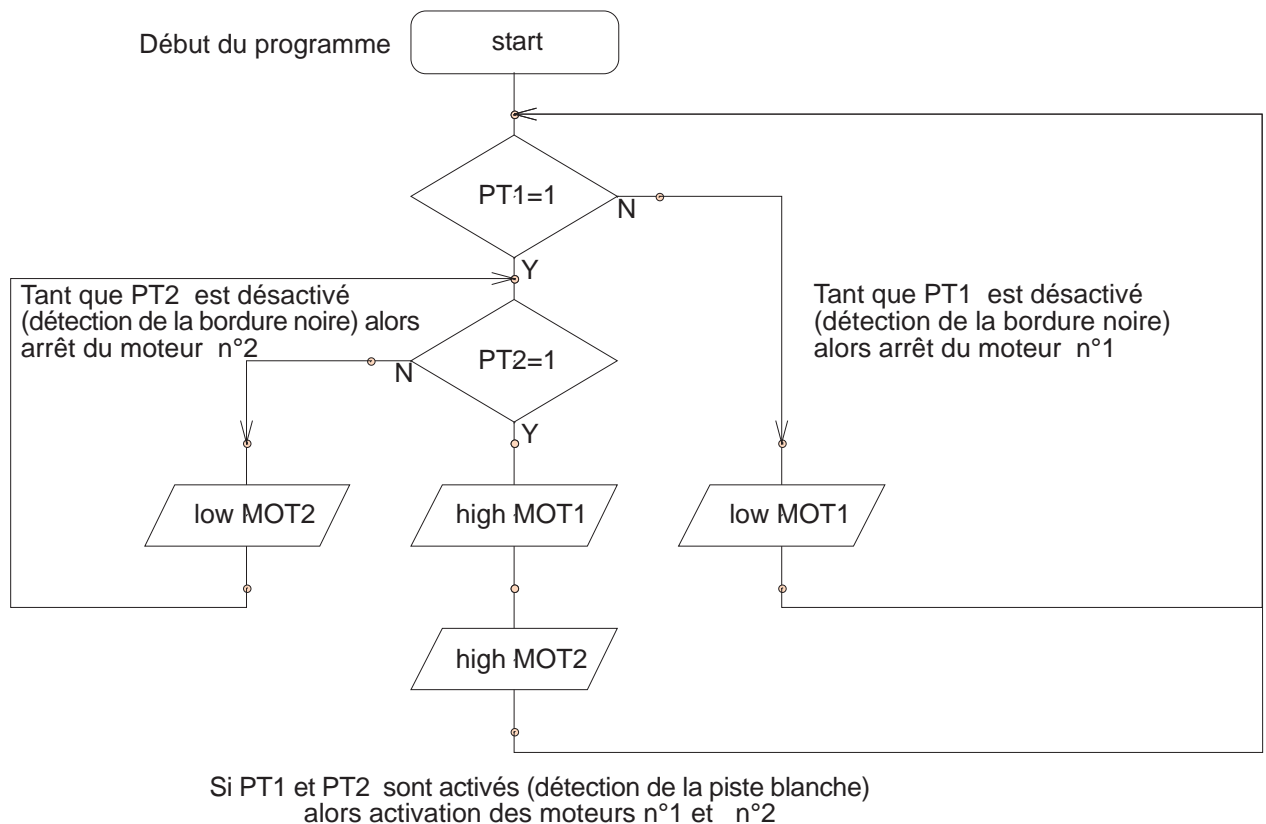
Synoptique :



Note : le déplacement en ligne droite a préalablement été réglé à l'aide des ajustables AJ1 et AJ2 (cf. FICHE N°1).

Fichier de programmation : F4-PISTE.cad

Diagramme de programmation :

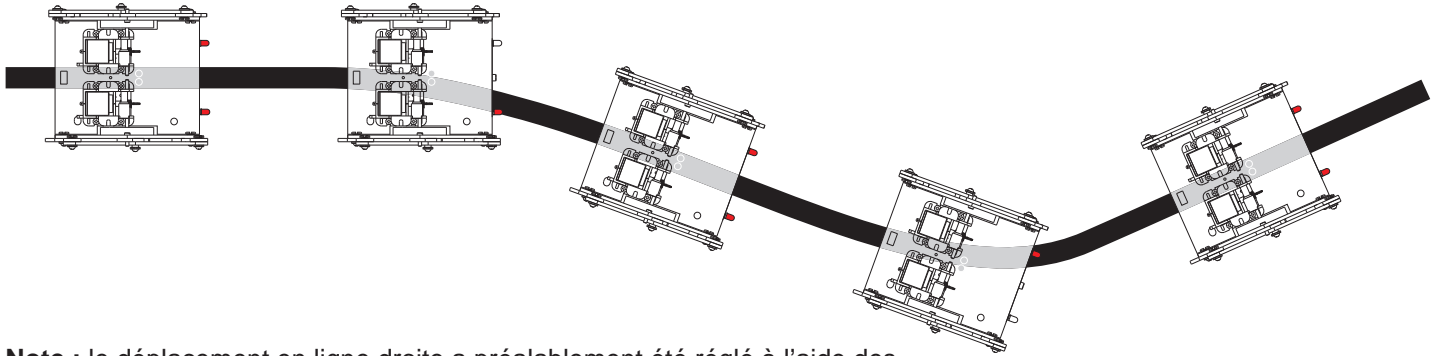


Programmation Suivre une ligne

But du programme : suivre une ligne

Notion de programmation abordée : utilisation des capteurs de détection de ligne.

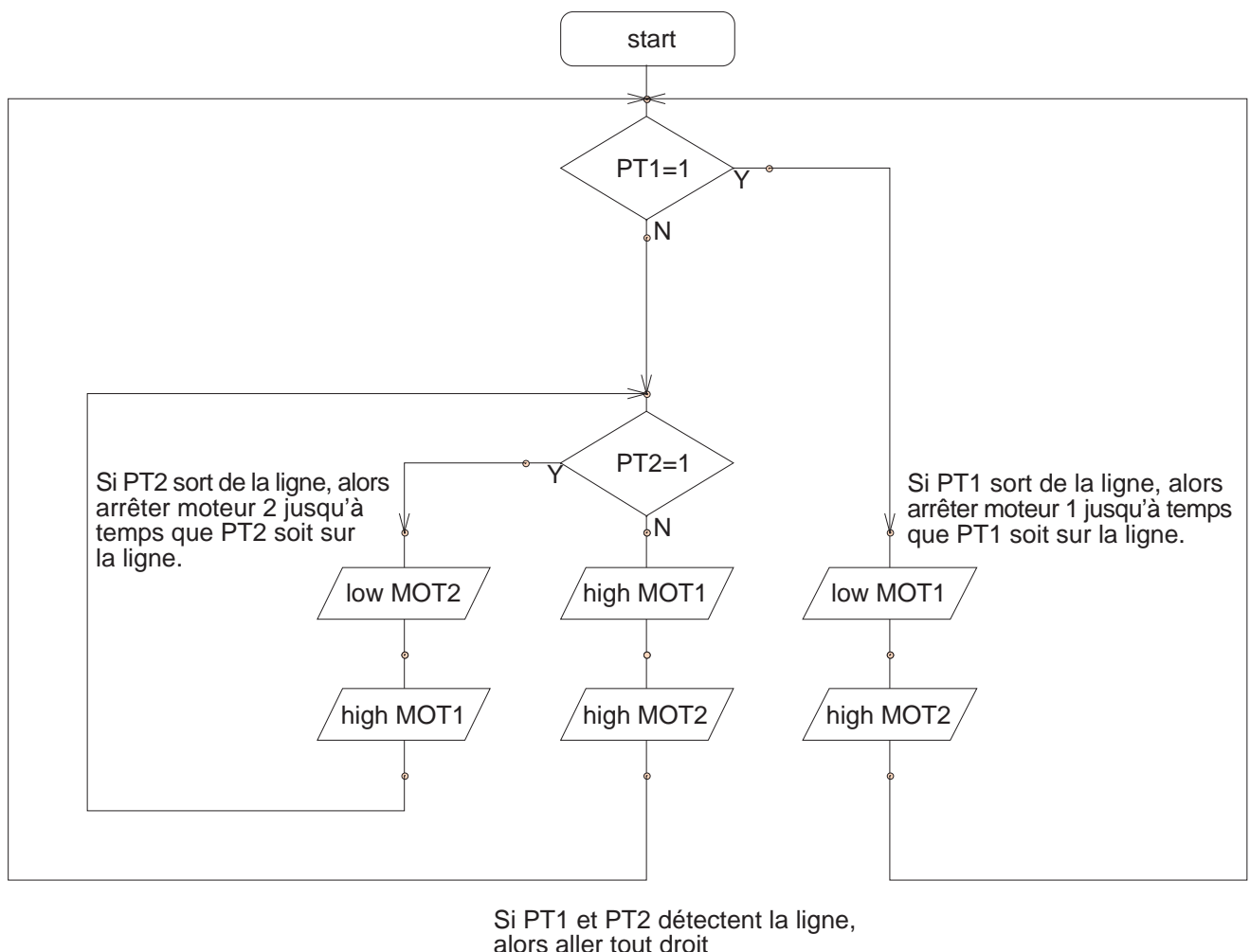
Synoptique :



Note : le déplacement en ligne droite a préalablement été réglé à l'aide des ajustables AJ1 et AJ2 (cf. FICHE N°1).

Fichier de programmation : F5-SUIVI_LIGNE.cad

Diagramme de programmation :



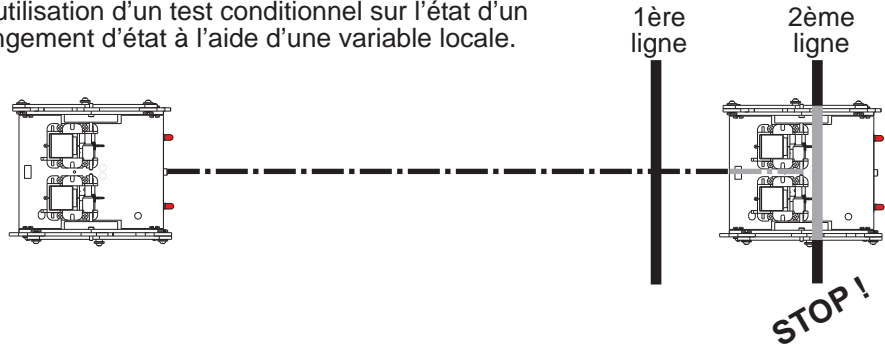
Programmation

But du programme :

faire avancer le robot en ligne droite, détecter le franchissement d'une ligne, arrêter le robot dès qu'une deuxième ligne est détectée.

Notion de programmation abordée : utilisation d'un test conditionnel sur l'état d'un capteur infrarouge, mémoriser son changement d'état à l'aide d'une variable locale.

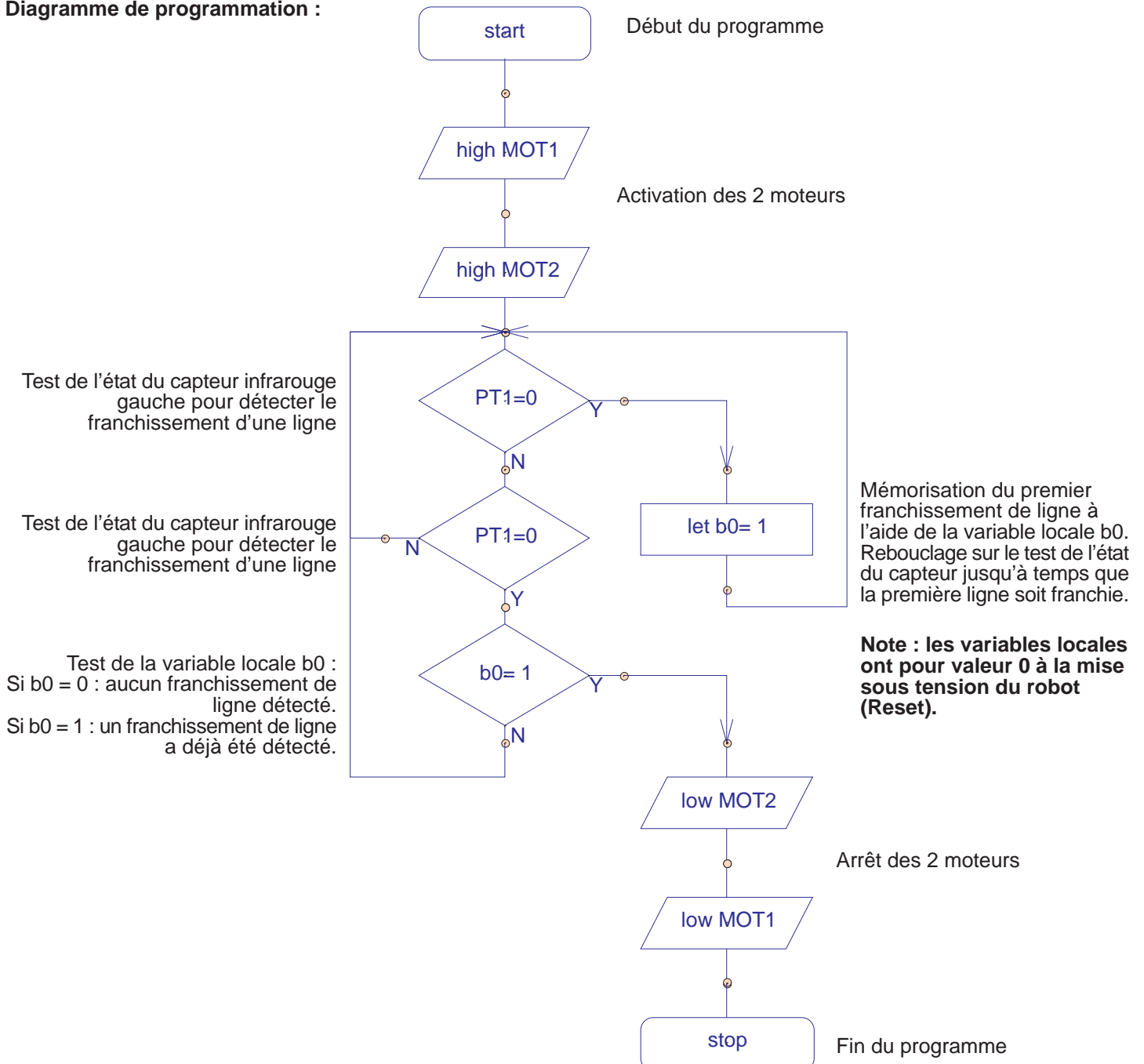
Synoptique :



Commentaire : le déplacement en ligne droite a préalablement été réglé à l'aide des ajustables AJ1 et AJ2 (cf. FICHE N°1) et le seuil de détection des capteurs infrarouge est réglé afin de détecter les lignes.

Fichier de programmation : F6-ARRET_2EME_LIGNE.cad

Diagramme de programmation :

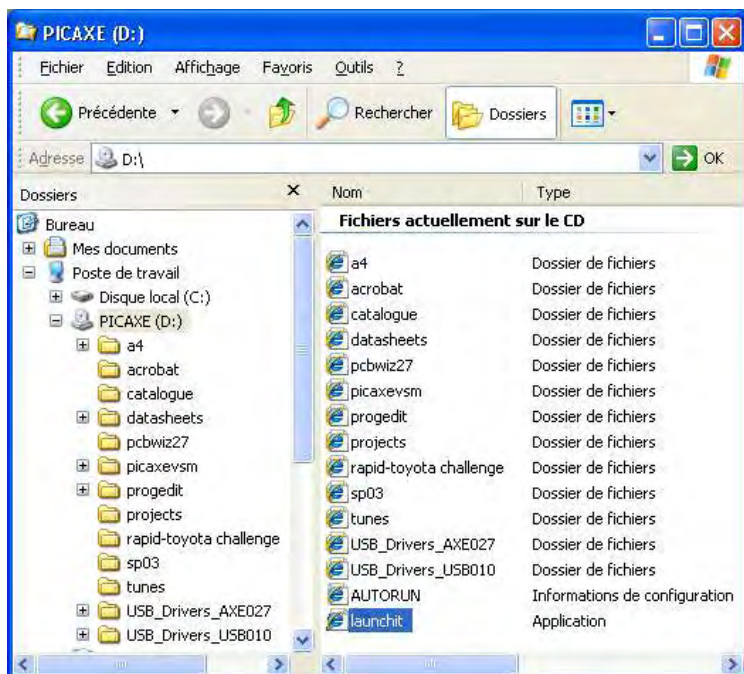


A1 – Installation du logiciel Programming Editor

Configuration requise :

PC installé avec Microsoft Windows 95 ® mini, 8Mo RAM mini,
Port série de communication (9 points) ou port USB.
Câble de programmation réf. CABLE-FP (pour port série) ou réf. CABLE-USBPICAXE
(pour port USB).

- 1 Quitter toutes les applications en cours et insérer le CDROM Programming Editor dans le lecteur de CDROM.
Si l'application d'installation ne se lance pas automatiquement, à partir du menu Démarrer, lancer la commande Exécuter, et ouvrir le fichier «launchit» à partir du CDROM.



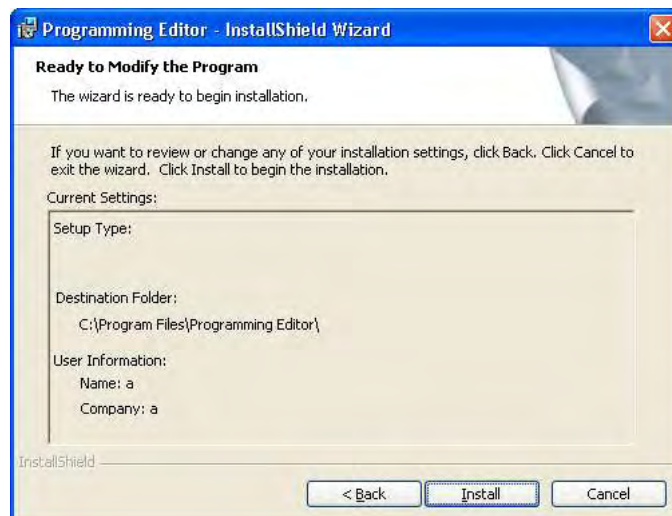
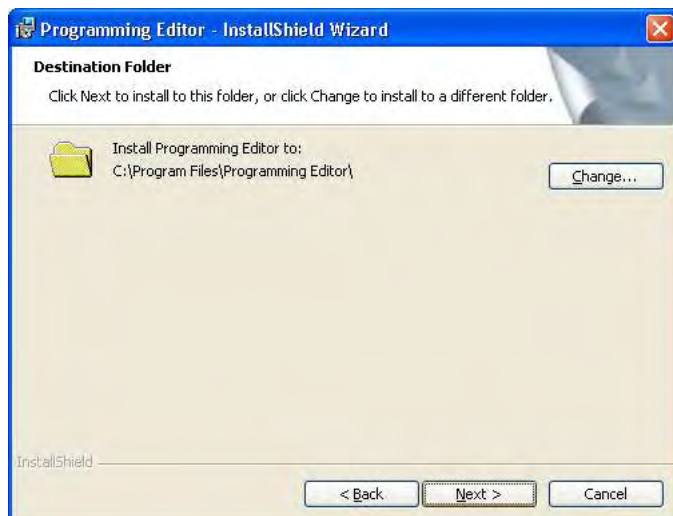
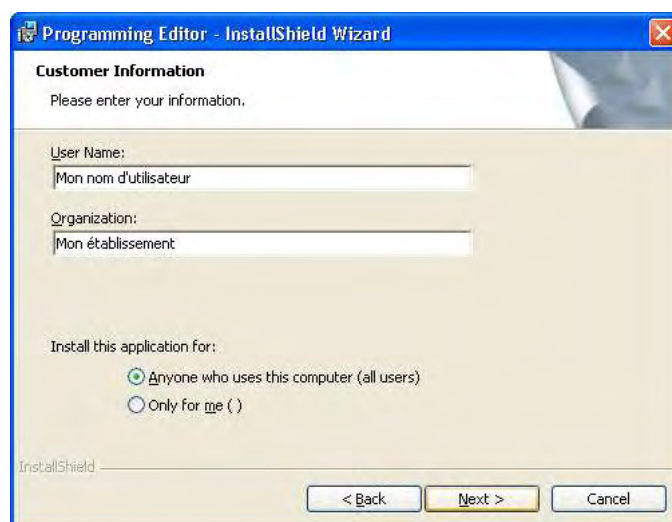
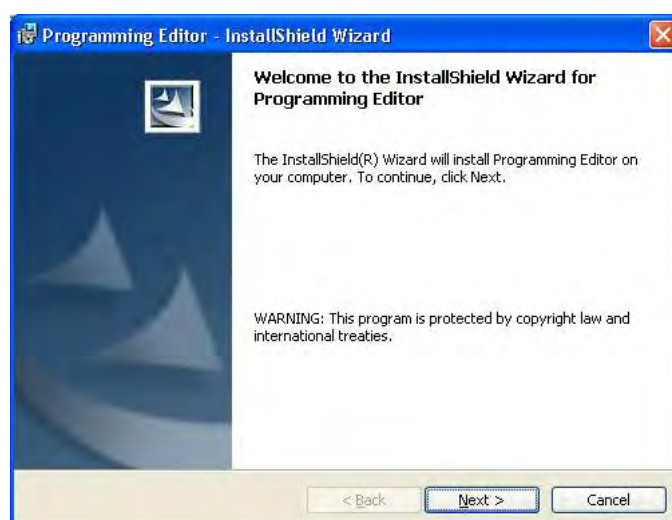
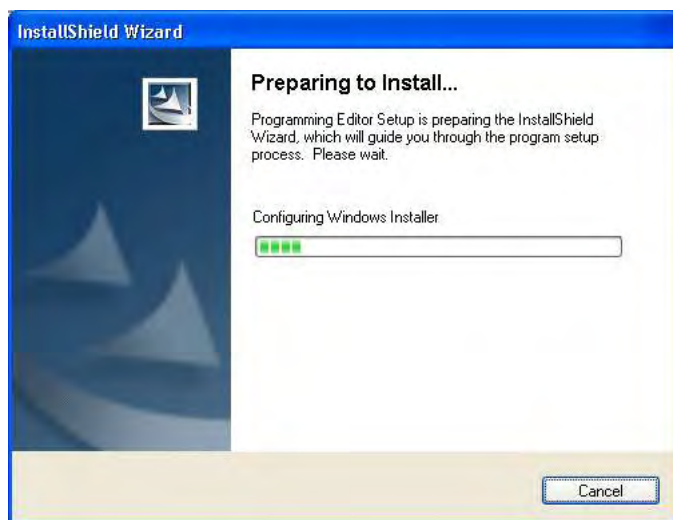
- 2 Sélectionner l'option «Install the Programming Editor software . .



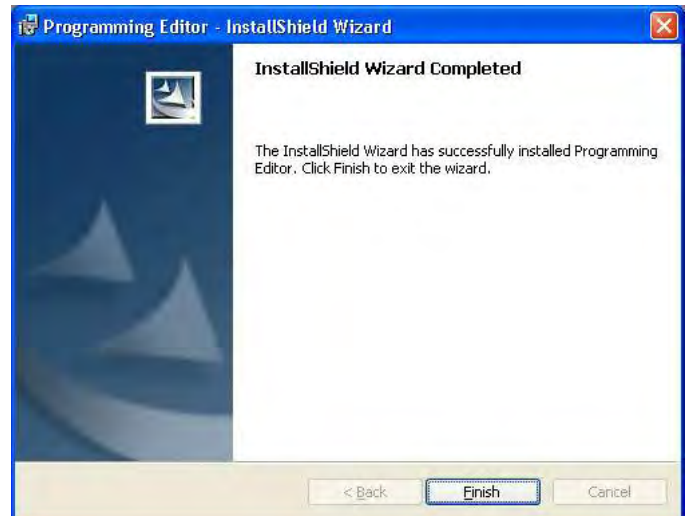
A1 – Installation du logiciel Programming Editor (suite)

3 Valider pas à pas les écrans d'installation :

Un message rappelle qu'il existe peut être une version plus récente du logiciel disponible à partir du site www.rev-ed.co.uk



A1 – Installation du logiciel Programming Editor (suite)



Le logiciel Programming Editor est à présent installé. Vous pouvez quitter l'assistant d'installation (Exit) puis lancer le logiciel à partir du menu Démarrer, Tous les Programmes, Revolution Education, PICAXE Programming Editor. Vous pouvez créer un raccourci si vous le souhaitez.



Programming Editor for PICAXE

L'application Programming Editor (fichier «progedit.exe») est installée par défaut dans le dossier C:\Program Files\Programming Editor.

Note concernant le langage des menus :

Lors de l'installation, le système détecte normalement que votre système d'exploitation est configuré en français ; les menus du logiciel Programming Editor apparaissent alors automatiquement en français.

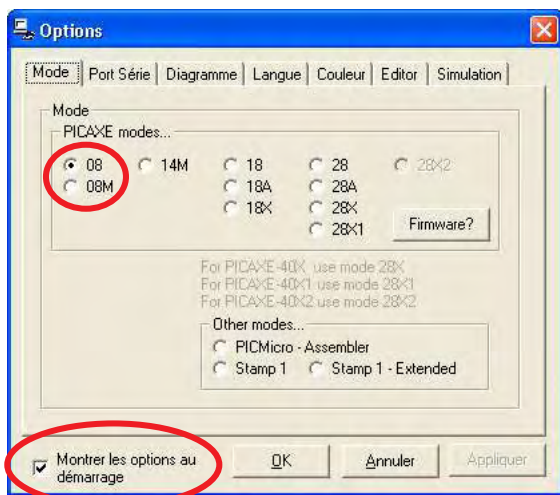
Si ce n'est pas le cas, vous pouvez basculer les menus en français en allant dans le menu «View» - «Options...» - «Language» et activer le bouton radio «French».

A2 – Premier lancement du logiciel Programming Editor

- 1 Démarrer, Tous les Programmes, Revolution Education, PICAXE Programming Editor.
Lancer le logiciel Programming Editor en ouvrant l'icône PICAXE Programming Editor placé sur le bureau.



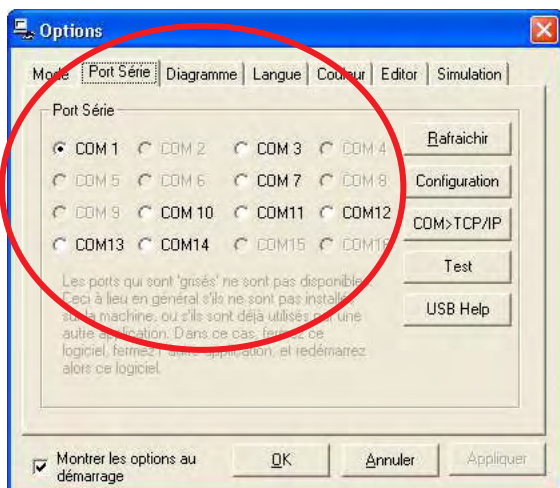
- 2 Activer le mode "PICAXE-08" ou bien "PICAXE-08M" selon le type de microcontrôleur monté sur la carte MotoProg (microcontrôleur réf. IC-REFA-12F629 ou réf. IC-RE08M).



Décocher éventuellement la case "Montrer les options au démarrage".

Note : seule l'option servomoteur nécessite impérativement le montage du microcontrôleur de type PICAXE-08M, Cf. (p18).

- 3 Ouvrir l'onglet «Port Série» et sélectionner le port sur lequel vous allez connecter le cordon de transfert des programmes vers MotoProg. Fermez la fenêtre en cliquant sur OK.



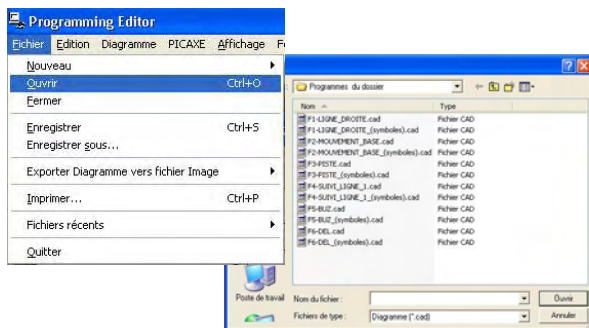
! Note : si vous utilisez le câble type USB (réf. CABLE-USBPICAXE) veuillez éventuellement vous reporter à sa procédure de mise en oeuvre (disponible sur www.a4.fr) afin de déterminer le n° du port utilisé.

Note : Vous pouvez à tout moment modifier ces options à partir du menu Affichage – Options...

A3 - Transfert d'un programme de l'ordinateur dans la carte MotoProg

- 1 Lancer le logiciel Programming Editor et ouvrir un diagramme préalablement copié du CDROM MotoProg sur le disque dur de votre ordinateur.

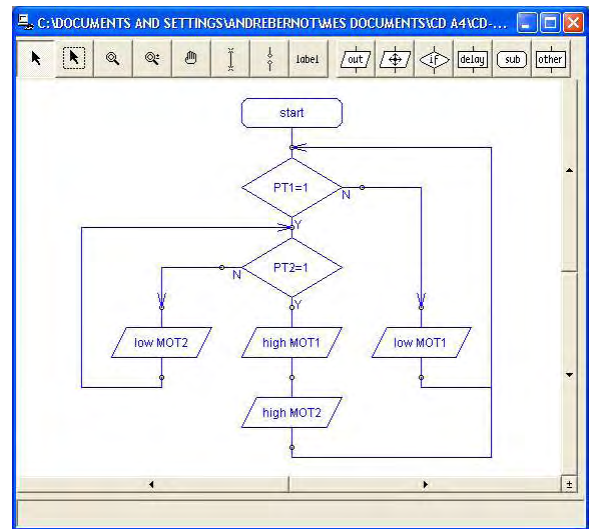
Attention : l'ouverture directe d'un diagramme à partir du CDROM peut occasionner dans certains cas une instabilité du système.



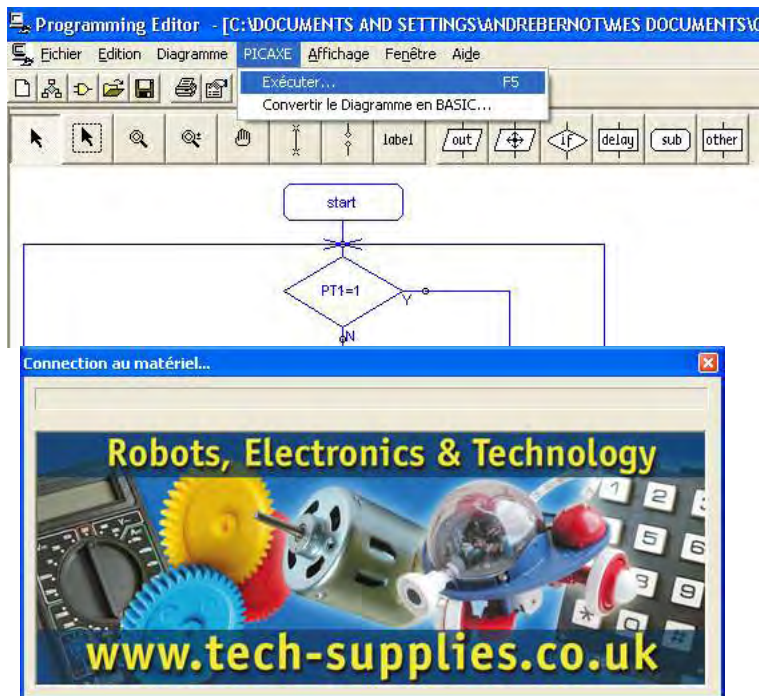
Afficher les fichiers de type Diagramme (*.cad) et ouvrir le fichier souhaité.

Nom du fichier :
Fichiers de type : **Diagramme (*.cad)**

Sélectionner les fichiers de type Diagramme (*.cad)



- 2 Connecter la carte MotoProg à l'ordinateur à l'aide du câble de programmation, la mettre sous tension, appuyer sur **F5** pour transférer le programme dans la carte MotoProg.











Veillez éventuellement vérifier et corriger les points énoncés si le message d'erreur apparaît.





A4 - Description des outils de programmation

MANIPULATION DES BLOCS, LIAISONS ENTRE BLOCS

	Sélection d'un bloc
	Sélection d'une zone - maintenir le bouton gauche de la souris enfoncé et faire glisser le pointeur pour délimiter la zone, relâcher le bouton de la souris pour activer la sélection.
	Agrandissement d'une zone - maintenir le bouton gauche de la souris enfoncé et faire glisser le pointeur pour délimiter la zone, relâcher le bouton de la souris pour agrandir la zone.
	Agrandir ou rétrécir le contenu de la fenêtre - maintenir le bouton gauche de la souris enfoncé et faire glisser le pointeur du haut vers le bas pour rétrécir ou du bas vers le haut pour agrandir, relâcher le bouton de la souris. Pour ajuster la taille d'un diagramme à celle de la fenêtre : utiliser le menu «Diagramme, Ajuster».
	Déplacer le contenu de la fenêtre - maintenir le bouton gauche de la souris enfoncé et faire glisser le pointeur pour déplacer le contenu de la fenêtre.
	Etablir une connexion entre deux blocs - placer le pointeur sur le point de départ de la liaison, presser le bouton gauche de la souris, placer le pointeur sur le point de destination, presser le bouton gauche de la souris.
	Définir des points de connexion entre deux blocs (<i>Non utilisé dans ce document</i>)
	Insérer un commentaire - placer le pointeur à l'endroit où l'on souhaite insérer un commentaire, presser le bouton gauche de la souris, saisir le texte.











PILOTAGE DES SORTIES

	Activation d'une sortie à l'état haut - placer le pointeur à l'endroit où l'on souhaite placer le bloc, presser le bouton gauche de la souris, placer le pointeur sur le point de destination, relâcher le bouton de la souris. Affecter le n° de sortie à activer dans la zone bas gauche de l'écran.
	Activation d'une sortie à l'état bas - placer le pointeur à l'endroit où l'on souhaite placer le bloc, presser le bouton gauche de la souris, placer le pointeur sur le point de destination, relâcher le bouton de la souris. Affecter le n° de sortie à désactiver dans la zone en bas à gauche de l'écran.




TESTS CONDITIONNELS

   	Test conditionnel sur une entrée - Sélectionner le type de bloc de test souhaité, positionner le pointeur à l'endroit souhaité, presser le bouton gauche de la souris. Affecter le n° d'entrée ou de sortie souhaité dans la zone en bas à gauche de l'écran.
   	Test conditionnel sur une variable - Sélectionner le type de bloc de test souhaité, positionner le pointeur à l'endroit souhaité, presser le bouton gauche de la souris. Affecter le nom de la variable utilisée dans la zone en bas à gauche de l'écran.





INTRODUIRE UN TEMPS D'ATTENTE

	Attendre entre 1 et 65535 milli secondes - placer le pointeur à l'endroit où l'on souhaite placer le bloc, presser le bouton gauche de la souris. Affecter le temps d'attente souhaité (exprimé en millisecondes) dans la zone en bas à gauche de l'écran.
--	---



AUTRES COMMANDES

	Définir la valeur prise par une variable - placer le pointeur à l'endroit où l'on souhaite placer le bloc, presser le bouton gauche de la souris. Affecter le nom de la variable souhaitée dans la zone en bas à gauche de l'écran.
	Créer un bloc personnalisé - Placer le pointeur à l'endroit où l'on souhaite placer le bloc, presser le bouton gauche de la souris, placer le pointeur sur le point de destination, relâcher le bouton de la souris. Ecrire la commande dans la zone en bas à gauche de l'écran. Permet de créer dans un diagramme des commandes issues du langage basic (il est nécessaire de respecter la syntaxe du langage basic du logiciel Programming editor). Ce type de bloc personnalisé peut être utilisé pour piloter un servomoteur.

A5 – Conseils / Dépannage – Questions fréquentes

Conseils / Dépannage :

Alimentation :

Des piles HexaProg usagées ou accus déchargés peuvent entraîner des dysfonctionnements.

Mise au point des programmes :

Plus un programme est complexe (quantité importante d'instructions) plus l'on s'expose à des erreurs de programmation ! Pour mettre au point un programme complexe il est recommandé de procéder par étapes en vérifiant séparément le fonctionnement de chaque partie du programme. La fonction "copier / coller" des blocs d'un diagramme vers un autre diagramme n'existe pas. On peut cependant à partir d'un diagramme existant le sauver sous un autre nom et ajouter de nouveaux blocs ou ôter les blocs inutiles.

Difficulté de chargement d'un programme :

Il se peut malgré une bonne connexion entre l'ordinateur et HexaProg et malgré son bon fonctionnement (conforme à un programme déjà chargé), que la carte ne parvienne pas à recevoir un nouveau programme. Il faut savoir que l'opération de chargement activée par la touche F5 nécessite un temps d'initialisation interne au microcontrôleur. En effet, dans certains cas où le programme déjà chargé accapare les ressources internes de HexaProg, celui-ci ne parvient pas à trouver un temps mort qui permet d'activer le processus de chargement d'un programme.

Pour remédier à ce cas particulier, il convient de mettre la carte hors tension, de lancer le chargement (touche F5) et de procéder immédiatement à la mise sous tension de la carte. Le système s'initialise alors de telle sorte que la priorité est donnée au processus qui permet le chargement d'un programme.

Messages d'erreur " Mémoire pleine, programme trop long " lors du chargement d'un programme :

Le programme que l'on essaye de charger dépasse les capacités du microcontrôleur. On peut envisager de simplifier le programme si c'est possible ou bien de remplacer le microcontrôleur par un modèle plus puissant (réf. IC-RE08M).

Augmentation de la capacité d'accueil des programmes :

La version de base de la carte HexaProg est équipée avec un microcontrôleur du type IC-REFA-12F629. On peut le remplacer par un microcontrôleur de type IC-RE08M afin d'augmenter sa capacité mémoire.

Réf. IC-REFA12F629 = microcontrôleur de type 08 (marqué 12F629) - 128 octets.

Réf. IC-RE08M = microcontrôleur de type 08M (marqué 12F683) - 256 octets.

Questions fréquentes sur la programmation :

Exécution séquentielle des instructions :

Les instructions d'un programme sont exécutées les unes après les autres (le microcontrôleur n'exécute pas plusieurs instructions à la fois).

Pour ne pas "rater" un événement détecté par un capteur :

Une instruction est constituée par un mot clé du langage de programmation (ici il s'agit des «blocs» utilisés dans les diagrammes). Une instruction a un rôle bien déterminé et peut être paramétrée. Par exemple «pause xxx» indique au microcontrôleur d'attendre pendant un temps de xxx ms où xxx est une valeur paramétrable exprimée en millisecondes (de 1 à 65 535 ms).

Tant que le microcontrôleur exécute cette instruction, il ne fait rien d'autre. Ainsi, si l'on veut réagir immédiatement à un stimulus extérieur à l'aide des fonctions de test (par exemple détection de ligne), il faut s'arranger pour que le programme ne soit pas «coincé» trop longtemps sur l'exécution de l'instruction en cours (par exemple avancer pendant 2s), sans quoi on risque de rater l'événement (croisement du marquage au sol pendant la période de 2s où le véhicule robot avance).

Pour vérifier fréquemment l'état d'un capteur, on peut par exemple intercaler des sauts réguliers à un sous programme qui traite l'acquisition des données reçues par un capteur.

Le microcontrôleur de HexaProg enchaîne l'exécution des instructions au rythme de 1 million d'instructions par secondes (ordre de grandeur).

Persistance des commandes de déplacement :

A la mise sous tension de HexaProg, le microcontrôleur est initialisé et toutes ses sorties sont remises à zéro ; le microcontrôleur commence alors à exécuter son programme à partir de l'instruction «start». L'action engendrée par une instruction (ex. activation moteur 1 "high MOT_1") est maintenue tant que le programme ne rencontre pas une nouvelle instruction qui annule cette action (ex. "Low MOT_1").

Comment vérifier la longueur d'un programme :

Lorsque le diagramme est affiché, sélectionner le menu "PICAXE / Convertir le Diagramme en BASIC..." puis appuyer sur F4 pour vérifier sa syntaxe et sa longueur.

Modification des diagrammes de programmation, validité des liaisons entre les blocs :

Il peut arriver qu'un diagramme de programmation qui apparaît comme correct à l'écran ne soit pas correctement retranscrit en langage Basic ; ceci entraîne un fonctionnement erratique du programme chargé dans HexaProg.

Ce phénomène peut survenir lorsque l'on ajoute ou déplace des blocs de commandes d'un diagramme déjà existant.

Ce phénomène est dû à l'outil graphique qui permet de créer les diagrammes ; il se peut que des liaisons entre des blocs ne soient pas prises en compte (même si les connexions entre les blocs apparaissent clairement à l'écran).

Pour éviter ce phénomène, il convient de revalider chaque liaison en sélectionnant un à un chaque bloc de programmation avant de lancer le transfert (touche F5). Une autre possibilité consiste à sauver le diagramme qui pose problème, à le quitter et à le rouvrir ; les liaisons entre blocs sont alors réactivées.

Comment copier un bloc :

- A** - Pointer avec la souris le bloc à copier.
- B** - Appuyer sur la touche Ctrl.
- C** - Presser une fois le bouton gauche de la souris (le bloc copié est alors superposé sur le bloc de départ.
- D** - Lâcher la touche Ctrl.
- E** - Presser une deuxième fois en maintenant appuyé le bouton gauche de la souris et faire glisser le bloc copié jusqu'à l'endroit souhaité et en déplaçant la souris. Relâcher le bouton.

Mise en garde : il est important de relâcher le bouton Ctrl après avoir pressé la première fois sur le bouton gauche de la souris sans quoi on risque d'effectuer des copies multiples qui perturbent l'opération de copie et génèrent des diagrammes au comportement incontrôlés.

Si l'on observe après chargement d'un programme dans HexaProg un fonctionnement totalement inattendu, il est conseillé de sélectionner chaque bloc du diagramme avec la souris afin de rétablir les liaisons qui pourraient ne pas être prises en compte au moment de la conversion en basic.

Fiche d'évolution

Afin de faire évoluer ce dossier nous vous invitons à nous faire part de vos remarques éventuelles à l'aide du formulaire contact sur www.a4.fr.

Ce dossier est susceptible d'évoluer ; nous vous invitons à consulter les mises à jour éventuelles disponibles sur www.a4.fr dans la rubrique HexaProg.

Fiche d'évolution du dossier

Version	Date	Description
V 1.0	Décembre 2008	Version initiale