

Fiche d'apprentissage de notions scientifiques par la robotique
réalisée par les élèves à partir de notions utilisées dans une compétition de robotique
pour aider d'autres élèves à mieux comprendre ces notions.

L'idée de ce produit intellectuel est née d'un constat que nous avons fait lors de séquences d'enseignement de robotique les années précédentes en enseignement d'exploration Informatique et Création Numérique (ICn) en seconde. Pour résoudre les missions de robotique proposées, les élèves doivent utiliser des notions scientifiques apprises dans d'autres cours (mathématiques, sciences physiques). Ces notions apparaissent souvent plus compréhensibles aux élèves dans les exercices de robotique car elles sont contextualisées mais surtout visualisées par la l'utilisation du robot.

Nous sommes donc partis sur le principe d'utiliser la robotique pour aider à la compréhension des notions scientifiques. Comme les élèves effectuaient des compétitions durant ce projet Eurobotique, nous avons voulu qu'ils réalisent eux-mêmes une fiche d'apprentissage sur des notions scientifiques qu'ils avaient dû utiliser pour effectuer la compétition. Ce travail permettrait à nos élèves de mieux formaliser les notions utilisées et de les remettre en œuvre, réinvestir dans la création d'exercices ce qui est très intéressant d'un point de vue pédagogique pour s'assurer de la bonne compréhension d'une notion et de sa maîtrise.

Site du projet Eurobotique : <https://web.ua.es/es/i3a/eurobotique.html>

Méthode de travail

Etape 1 : 1ère compétition du projet Eurobotique

Décembre 2016

L'équipe enseignante de robotique a choisi de préparer l'épreuve de danse synchronisée pour la 1ère compétition de robotique (voir ANNEXE 1 – Règlement de la compétition), afin de pouvoir utiliser cette compétition comme point de départ pour l'élaboration du produit intellectuel.

Après un brainstorming pour trouver des idées de notions scientifiques que l'on pourrait découvrir à travers les épreuves du concours, l'équipe s'est orientée vers des déplacements géométriques plus simples à réaliser (élèves débutants en robotique) et plus évidents à relier aux mathématiques.

Une musique a été choisie et une feuille de route de la chorégraphie des robots élaborée (voir ANNEXE 2 – Chorégraphie de la danse synchronisée).

Janvier- Février 2017

18 élèves, ayant découvert les bases de la robotique de mi-septembre à décembre, ont préparé la 1^{ère} compétition Eurobotique dont l'épreuve de danse synchronisée.

Les élèves, par groupe de trois, ont ensuite créé leurs robots, chaque robot ayant pour seule contrainte de pouvoir rouler dans n'importe quelle direction.

Puis, ils ont créé les programmes permettant aux robots de faire la chorégraphie. Une des consignes était de noter les notions mathématiques utilisées pour faire fonctionner les robots.

Après plusieurs entraînements et ajustements, les élèves ont participé à la compétition à Alicante (voir vidéo sur Youtube : <https://youtu.be/aJYQvBaWklw>).

Etape 2 : Création de la fiche d'apprentissage par les élèves

Mars - Juin 2017

Le principe du produit intellectuel à réaliser a été présenté aux élèves ayant participé à la compétition. Deux élèves se sont portés volontaires pour effectuer cette tâche.

Accompagnées par l'enseignante, les élèves sont parties des notions mathématiques utilisées pour faire la danse synchronisée. Elles se sont mises d'accord sur les notions à mettre en fiche : le triangle équilatéral et deux de ses propriétés. En s'inspirant du positionnement des robots durant la danse synchronisée, elles ont créé deux exercices utilisant les notions mathématiques évoquées.

Pour le robot, elles ont souhaité reprendre celui qu'elles avaient utilisé pendant la compétition. Elles ont réalisé sa notice de montage avec le logiciel Lego Digital Designer (voir ANNEXE 3 – Notice de montage du robot)

Puis une réflexion pédagogique a été menée sur la façon de réaliser la fiche d'apprentissage : donner ou non les notions scientifiques lors des exercices. Le choix a été fait d'apporter les notions pour se centrer sur leur compréhension.

Les élèves ont ensuite réalisé et mis en forme leur fiche d'apprentissage. (voir Fiche Apprentissage) ainsi que la fiche solution de l'exercice 2 (voir Fiche Apprentissage - Solution)

Etape 3 : Test de la fiche d'apprentissage

Mars 2018

Un groupe de nouveaux élèves en ICN a mis en œuvre la fiche d'apprentissage créée l'année précédente : construction du robot, réalisation des exercices de la fiche d'apprentissage. On peut noter que ces élèves n'avaient pas fait d'activités de robotique avant.

Etape 4 : Modification de la fiche d'apprentissage

Avril 2018

Les élèves ont repris la fiche d'apprentissage pour améliorer sa compréhension : ajout d'explications et modification de sa mise en forme.

Les enseignants ont complété cette fiche d'apprentissage par une fiche d'exploitation pédagogique pour accompagner cette ressource (voir ANNEXE 4 – Exploitation pédagogique).

Etape 5: Mise en pratique par les partenaires du projet

Mai-Juin 2018

Les partenaires du projet recevront le produit intellectuel fini et le mettront en pratique avec un groupe d'élève qui n'a jamais fait de robotique.

Liste des Documents et Annexes suivants

Fiche Apprentissage

Fiche Apprentissage - Solution

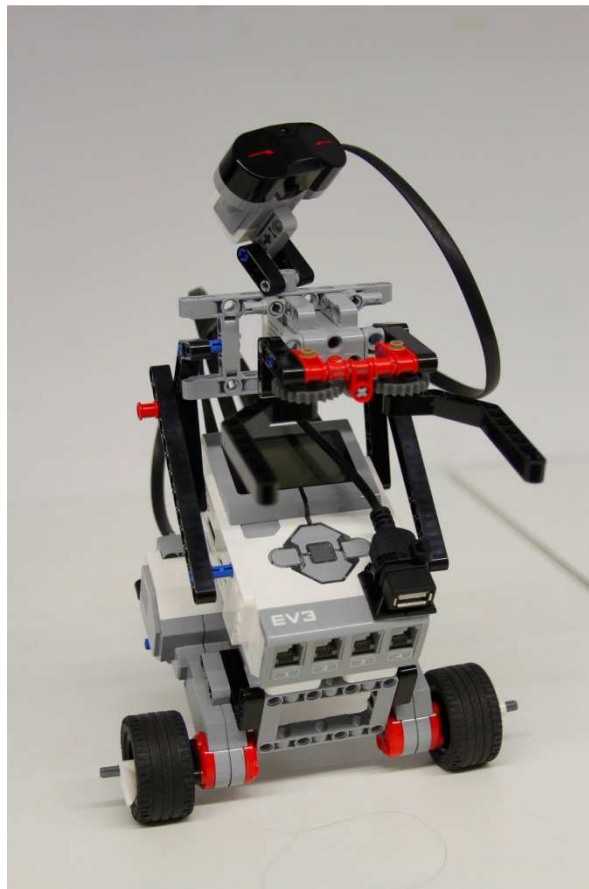
ANNEXE 1 – Règlement de la compétition

ANNEXE 2 – Chorégraphie de la danse synchronisée

ANNEXE 3 – Notice de montage du robot

ANNEXE 4 – Exploitation pédagogique

Faire des mathématiques



avec des robots

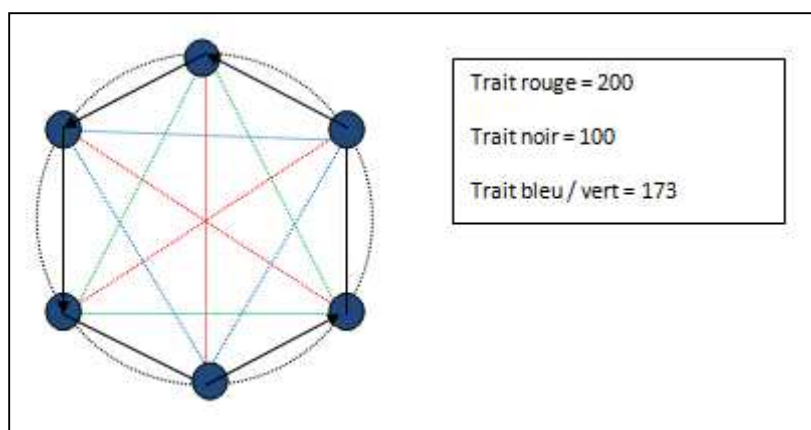
LE 1^{ER} CONCOURS EUROBOTIQUE

L'objectif du concours est de réaliser une compétition de danse avec les robots LEGO EV3 dans 3 catégories (Individuel, groupe et paires).

Pour la catégorie groupe, tous les robots participent à une chorégraphie commune. Chaque équipe travaille avec son robot et doit faire une chorégraphie coordonnée avec le reste des robots du groupe.

La musique est choisie par l'ensemble des élèves, cela doit durer 5 minutes au maximum.

Dans la chorégraphie commune des français tous les robots sont disposés sur un cercle à équidistance les uns des autres.

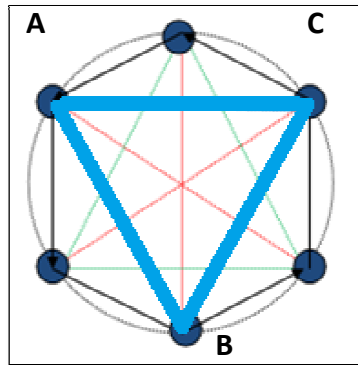


- Les triangles bleus et verts sont des triangles équilatéraux.

Nous avons décidé de réaliser cette fiche d'apprentissage
en mathématiques
sur les propriétés d'un triangle équilatéral.

Notion 1 : Comment construire un triangle équilatéral ?

Exercice : Construire le triangle équilatéral bleu.



Propriété :

Un triangle équilatéral a trois côtés de même longueur.

Méthode :

1. On prend comme écartement du compas la mesure d'un côté du triangle.
2. On choisit un point A comme sommet et on y pose la pointe du compas dessus.
3. On trace un arc de cercle, vers l'endroit où doit se trouver un autre sommet, c'est le point C.
4. On pose la pointe du compas sur A puis sur C et on trace des arcs de cercle qui se coupent sur le point B. On obtient ainsi le troisième sommet du triangle.

Utiliser une ficelle de 173 cm qui servira de compas et une craie ou un crayon à papier pour tracer au sol.

Notion 2 : Quelles sont les mesures des angles d'un triangle équilatéral ?

Exercice : En partant du point A, faire bouger le robot pour qu'il suive le triangle équilatéral de l'exercice précédent et revienne au point de départ.

Propriétés :

Un triangle équilatéral a trois angles égaux à 60° .

Deux angles sont supplémentaires si la somme de leurs mesures est égale à 180° .

Questions :

1) Dire tous les déplacements que doit faire le robot:

-
-
-
-

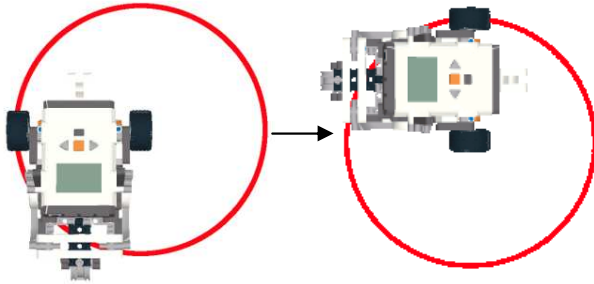
2) Calculer les angles de rotation à l'aide des propriétés précédentes.

Faire le mouvement sur le sol pour bien voir le sens de rotation et l'angle à calculer

Méthode pour programmer la rotation du robot :

Pour tourner à droite, on bloque la roue de droite et on fait tourner celle de gauche.

Le robot va alors tourner sur un cercle dont le centre est la roue de droite et le rayon est égal à l'écartement des deux roues.



Ici notre robot tourne d'un angle de 90° sur le cercle de 360° ce qui peut s'écrire

$$\frac{90}{360}$$

La distance parcourue par la roue sur le cercle est proportionnelle à l'angle de rotation, nous avons donc une égalité entre les deux rapports :

$$\frac{90}{360} = \frac{\text{Distance}}{\text{Circonférence du cercle}} = \frac{\text{Distance}}{\pi * 2 * \text{rayon}}$$

Donc, pour calculer la distance à parcourir, nous allons utiliser le produit en croix. Ce qui nous donne :

$$\text{Distance} = \frac{\pi * 2 * \text{rayon} * 90}{360}$$

Dans le programme, pour indiquer au robot quelle distance il doit parcourir, il faut indiquer le nombre de tours que doit faire la roue.

Par exemple, si nos roues ont une circonférence de 14cm, pour parcourir 28 cm la roue doit tourner 2 fois (=28/14) donc

$$\text{Nombre de tours de la roue} = \frac{\text{distance}}{\text{circonférence de la roue}}$$

Récapitulatif de la méthode de calcul :

Angle de rotation noté	A
Rayon du cercle	R = écartement des 2 roues
Circonférence de la roue noté	CR
Distance à parcourir	$D = (A * \pi * 2 * R) / 360$
Nombre de rotations de la roue	$N = D / CR$

SOLUTION NOTION 2 :

Exercice : En partant du point A, faire bouger le robot pour qu'il suive le triangle équilatéral de l'exercice précédent et revienne au point de départ.

1) Dire tous les déplacements que doit faire le robot:

Le robot part du sommet A du triangle, dans la direction du sommet B.

- Avancer
- Tourner à gauche
- Avancer
- Tourner à gauche
- Avancer
- Tourner à gauche

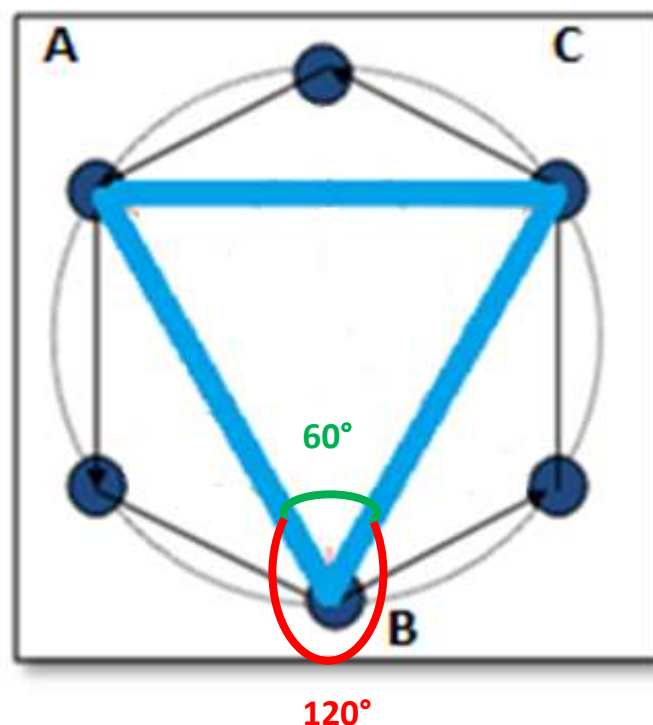
On va pouvoir faire une boucle qui répète 3 fois les deux premiers mouvements

2) Calculer les angles de rotation à l'aide des propriétés précédentes.

Faire le mouvement sur le sol pour bien voir le sens de rotation et l'angle à calculer

1^{ère} propriété : le robot tourne de 60° à gauche

2^{ème} propriété : on doit bloquer la roue gauche et tourner la roue droite de $120^\circ = 180 - 60$



Récapitulatif de la méthode de calcul :

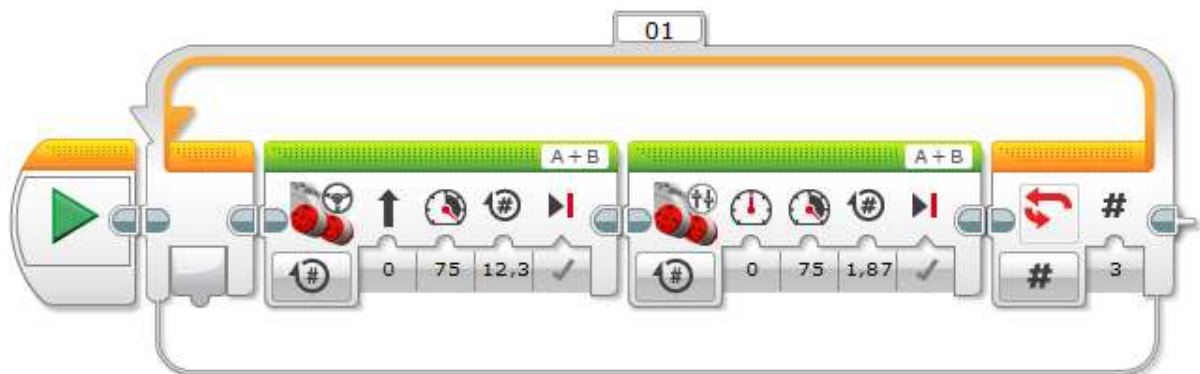
Angle de rotation noté	$A = 120^\circ$
Rayon du cercle	$R = 12,5 \text{ cm}$
Circonférence de la roue noté	$CR = 14 \text{ cm}$
Distance à parcourir	$D = (120 * \pi * 2 * 12,5) / 360 = 26$
Nombre de rotations de la roue	$N = 26 / 14 = \mathbf{1,87}$

Algorithme

Répéter 3 fois

- Avancer de 173 cm soit $173/14 = 12,3$ rotation de roue
- Bloquer la roue gauche et tourner la roue droite de 1,87.

Programme ev3



L'objectif est de réaliser une compétition de danse avec les robots LEGO EV3 dans 3 catégories:

- **Individuel:** Chaque équipe travaille avec son robot, réalisant une chorégraphie libre sur la musique de son choix. Temps maximum : 2 minutes par équipe.
- **Groupe:** Tous les robots de chaque centre participent à une chorégraphie commune, où chaque équipe travaille avec son robot et doit faire une chorégraphie libre coordonnée avec le reste des robots du groupe. La musique est choisie par l'ensemble des élèves du centre. Temps maximum : 5 minutes.
- **Paires:** Deux équipes de centres différents seront associés pour réaliser une chorégraphie libre coordonnée entre les deux robots. Temps maximum : 3 minutes. La musique est choisie par les organisateurs et fournie à l'avance. Les groupes de chaque centre doivent préparer chez eux des éléments de chorégraphie possibles sur cette musique.
Le jour du concours, les équipes de deux groupes seront choisis au hasard entre les différents centres. Ils auront un temps, sur le lieu de l'événement, pour s'entendre et préparer la chorégraphie finale.

Règlement :

- Les équipes sont formées d'un groupe de 5 élèves maximum.
- La piste de danse est une surface plane de couleur blanche de dimensions 3 x 3 mètres maximum.
- Les robots ne peuvent pas sortir des limites de la piste de danse pendant la chorégraphie sous peine de pénalisation.
- Chaque robot doit utiliser toute la piste de danse durant la chorégraphie.
- Le robot doit fonctionner de façon autonome, sans l'aide d'une personne.
- Le robot commence son mouvement sur la pression du bouton de démarrage du robot.
- Les robots doivent terminer de danser quand la musique s'arrête.
- L'apparence de chaque robot est libre, elle comptera dans la notation finale.
- Chaque équipe peut ajouter des éléments dans la chorégraphie : petites boules ou autres objets qui amèneront de l'originalité et de la difficulté dans la danse proposée.
- Les participants amèneront leurs chansons dans le format mp3 pour être utilisés durant l'événement. En cas d'absence de musique pour la chorégraphie, l'équipe sera disqualifiée.
- Le jour de la compétition, chaque équipe aura un temps de préparation de 15 minutes, durant laquelle ils pourront ajuster les capteurs, reprogrammer le robot, etc.
- Il n'est pas permis de reprogrammer le robot ni de lui ajouter ou enlever des parties durant la compétition.
- Le travail collaboratif pour réaliser la chorégraphie sera valorisé positivement.
- L'apparence des robots et la difficulté de la chorégraphie seront pris en compte par le jury.

- Les équipes doivent divertir le public et montrer que le travail d'équipe est très satisfaisant.
- Toutes les équipes devront faire preuve de fair-play.
- Tout participant dont le comportement sera offensif entraînera la disqualification de son équipe.

Notation du jury

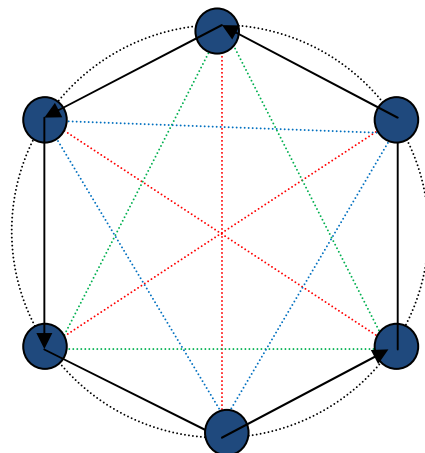
Le jury sera composé de 5 membres, un de chaque centre intégrant le projet plus une personne extérieure.

Le jury notera de la façon suivante :

- **Individuel:**
 - Aspect du robot : 1 point.
 - Originalité, créativité de la chorégraphie: 3 points
 - Synchronisation avec la musique : 2 points
 - Respect de la durée de la chorégraphie : 1 point
 - Complexité et difficulté des mouvements : 1 point
 - Utilisation de la piste et d'éléments externes : 2 points
- **Groupe:**
 - Originalité, créativité de la chorégraphie: 2 points
 - Synchronisation entre les robots: 3 points
 - Synchronisation avec la musique : 1 point
 - Respect de la durée de la chorégraphie : 1 point
 - Complexité et difficulté des mouvements : 1 point
 - Utilisation de la piste et d'éléments externes : 2 points
- **Paires:**
 - Originalité, créativité de la chorégraphie: 2 points
 - Synchronisation entre les robots: 2 points
 - Synchronisation avec la musique : 2 points
 - Respect de la durée de la chorégraphie : 1 point
 - Complexité et difficulté des mouvements : 1 point
 - Utilisation de la piste et d'éléments externes : 2 points

Le score final de chaque équipe sera la moyenne des évaluations des 5 membres du jury, en éliminant le score le plus haut et celui le plus bas.

Tous les robots sont disposés sur un cercle à équidistance les uns des autres.



Trait rouge = 200
Trait noir = 100
Trait bleu / vert = 173

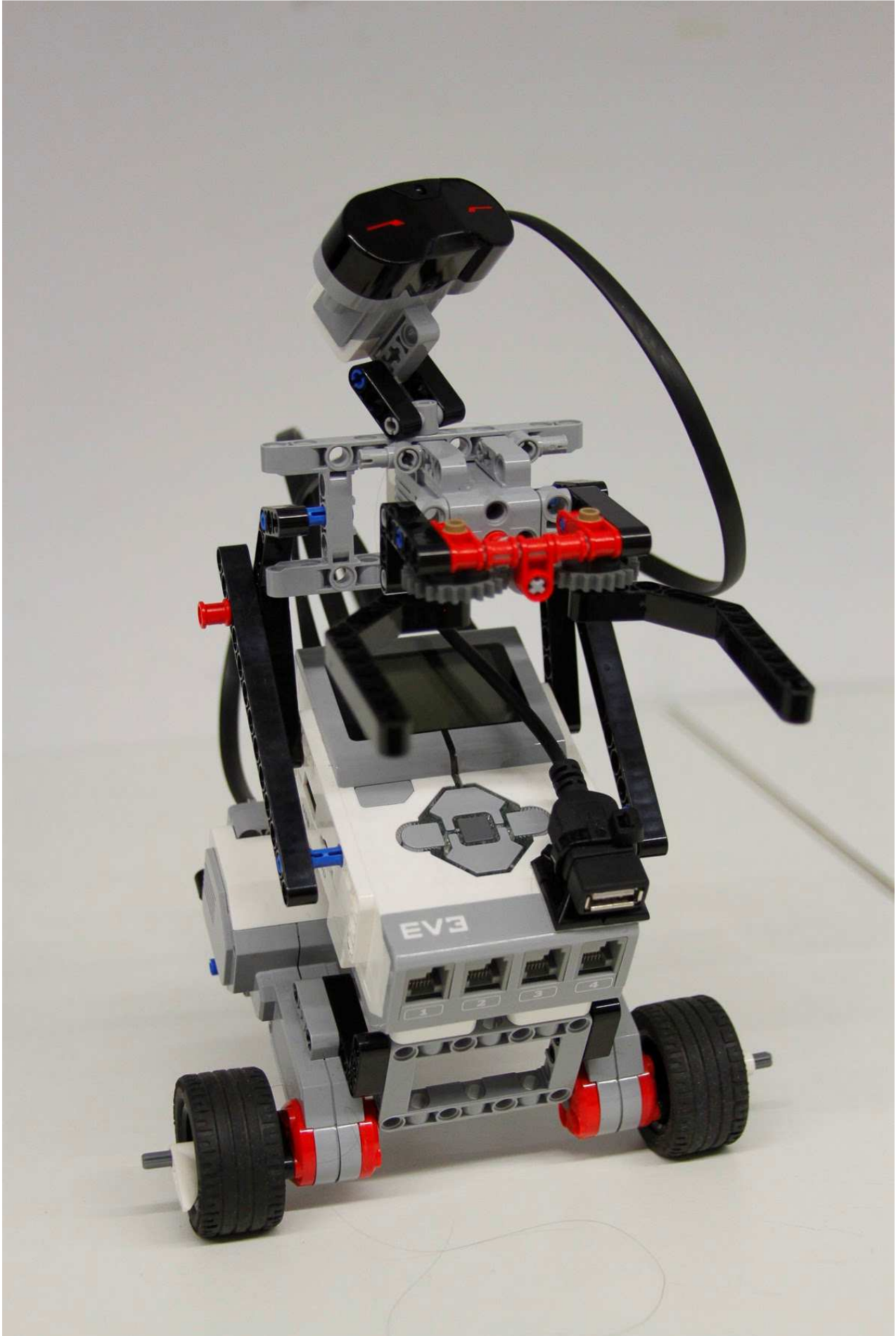
Musique : COSMO par Soprano

Début musique	0	(6sec) Les robots clignent
Où sont les filles, les femmes au tempérament de guerrière Où qui savent comment faire la fête qu'elles soient mères ou célibataires? Où sont les hommes, les gangstas, les pauvres ou les millionnaires Les bobos, les mecs en survets, les intellos les mecs en fumette? Où sont les quartiers, les blocs, les HLM mis de cotés Les résidences, les quartiers UP, les 205, les Audi TT? Où sont les blacks, les blancs, les jaunes, les verts, les rouges et les gris? Loin des amalgames politiques, Bienvenue en Cosmopolitanie, Oui!	6sec	(28 sec) Couplet 1: (14sec) Les robots applaudissent 7x
Montre moi comme tu es, ce soir est un jour de paix! (Ahaaaaaa)	20sec	(14sec) Les robots tournent sur eux même
Montre toi comme tu es, ce soir pas de te tenue exigée! (Ahaaaa)	34sec	(24 sec) Refrain : (6sec) ronde marche avant ligne droite
Laaaalalalaaaaa (x4)	40sec	(6sec) ronde marche arrière
	46sec	tourne à gauche vers centre (3sec) avance vers centre (trait rouge) (3sec) recule (3sec) avance vers centre (3sec) recule
Ce soir c'est rap, c'est funk, RnB ou bien electro Variété, reggae, rock'n roll, coupé décalé zouk et dancehall Ce soir c'est boxe, c'est foot, c'est Messi et Ronaldo, Lebron James et automoto, c'est Sangoku et les Naruto Ce soir c'est Kalash posées, ce soir c'est mariage métissé Les chauves, les crêtes, les cheveux frisées Les blondes, les brunes, les cheveux tissés Ce soir c'est Looove, And peace! Unis grâce à la musique, Loin des amalgames politiques,	58sec	Couplet 1:

ANNEXE 2

Chorégraphie de la danse synchronisée

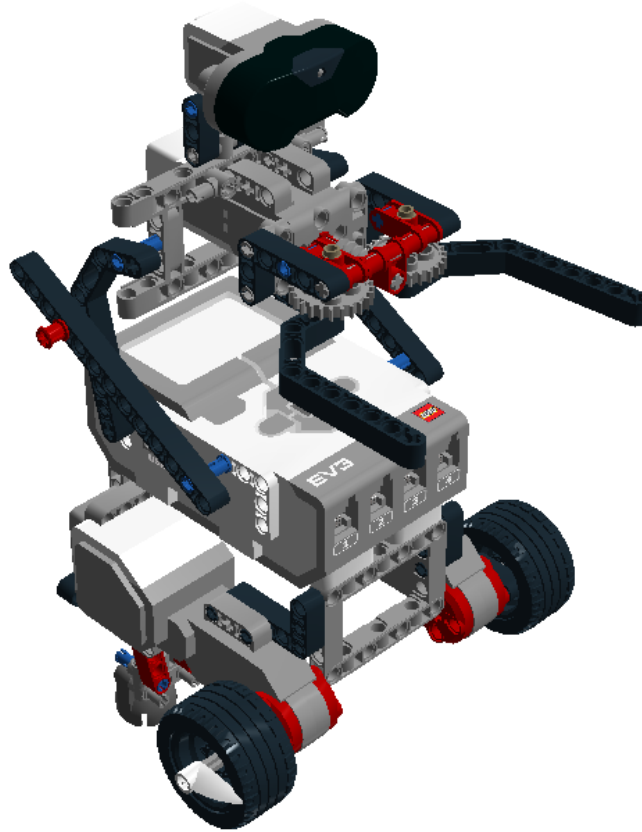
Ce soir plus personne ne nous divise, Oui!		
Montre moi comme tu es, ce soir est un jour de paix! (Ahaaaaaa)	1:27	(24 sec) Refrain:
Montre toi comme tu es, ce soir pas de te tenue exigée! (Ahaaaa)		
Laaaalalalaaaaa (x4)		
(2x)	1:52	Pont :
Eh, eh, Fais moi rêver		(13sec) 2 robots échangent de place en ligne droite
Eh, eh, les bras levés		
Eh, eh, unis on va très haut, très haut		idem (13sec) les 2 autres changent
Eh, eh, Fais moi rêver		
Eh, eh, tous mélangés		
Eh, eh, unis on est trop beau (trop beau)!		
Laaaalalalaaaaa (x8)	2:18	(1sec) tourne à gauche vers centre (3sec) avance vers centre (3sec) recule (3sec) tourne complet sur lui même 3x
Baisse musique	2:44	(8sec) Arrêt robots
Chanteur seul	2:52	(16sec) 1 seul robot qui clignote et bouge les bras
Fin chanteur seul /Reprise musique	3:08	(26sec) tous les robots tournent sur eux et clignent
Fin chanson	3:34	arrêt



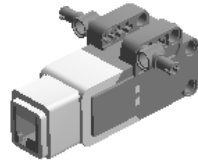
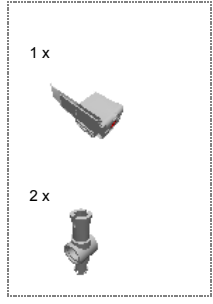
LEGO DIGITAL DESIGNER 4.2

Model Name:
Wall-E

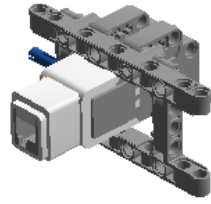
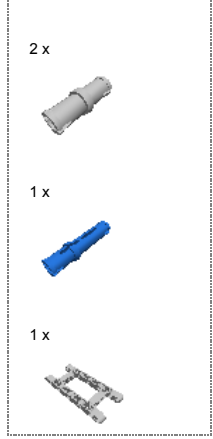
Number of Bricks: **90**



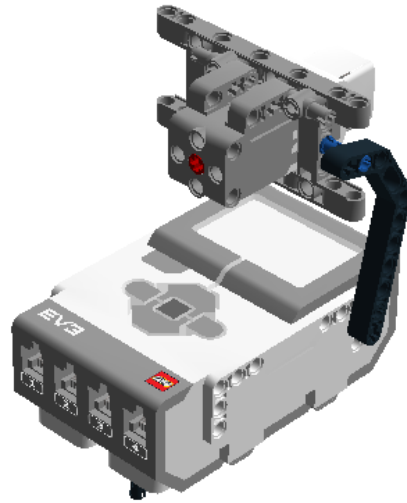
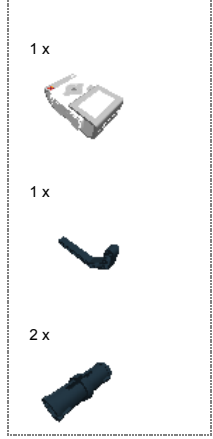
Step 1 of 33



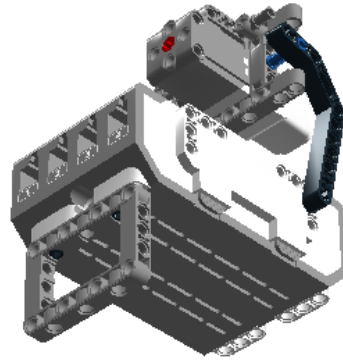
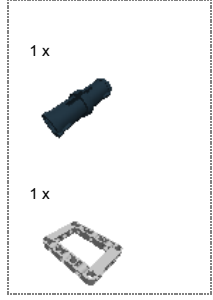
Step 2 of 33



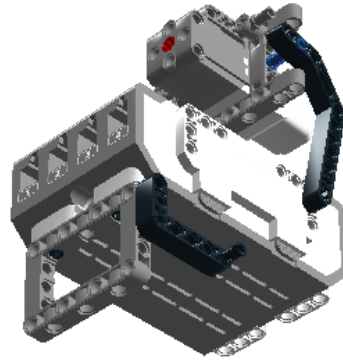
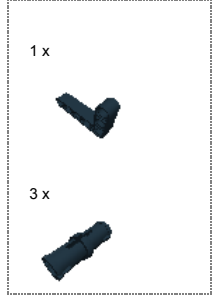
Step 3 of 33



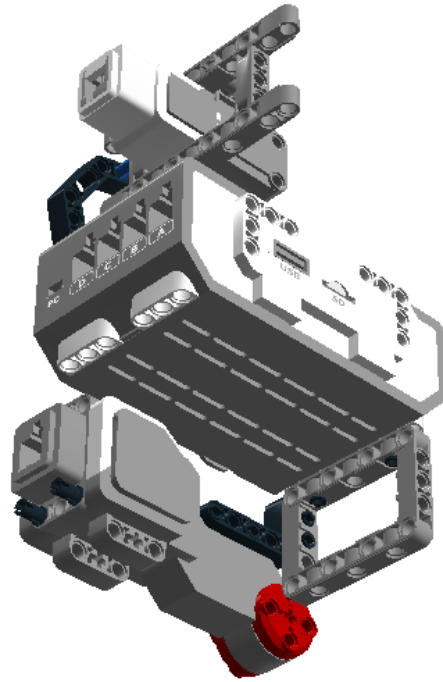
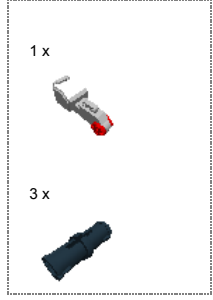
Step 4 of 33



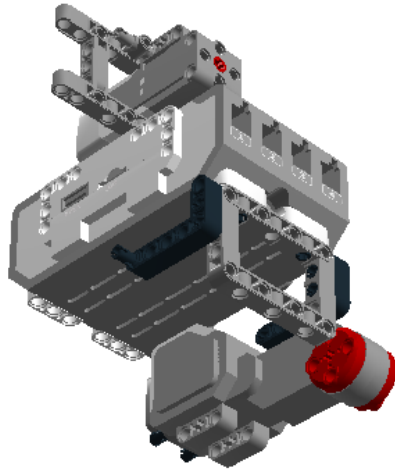
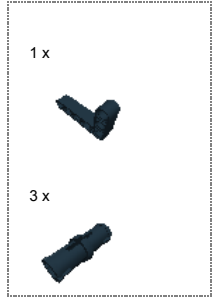
Step 5 of 33



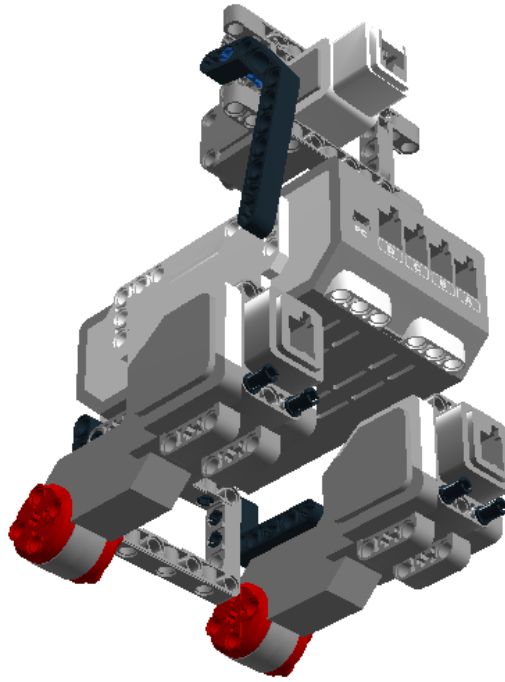
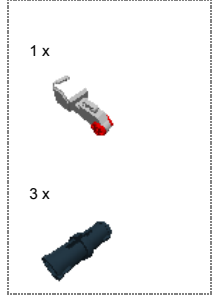
Step 6 of 33



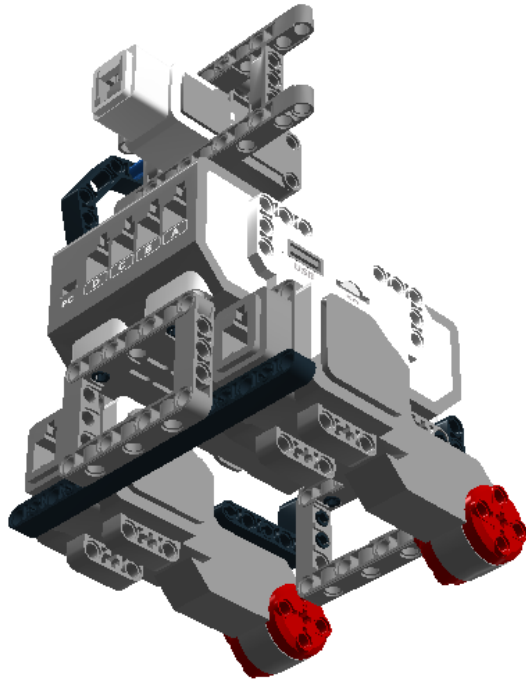
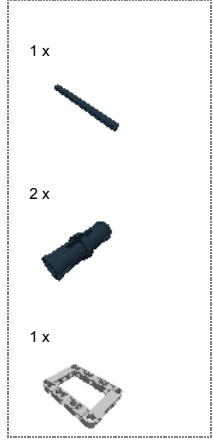
Step 7 of 33







Step 8 of 33

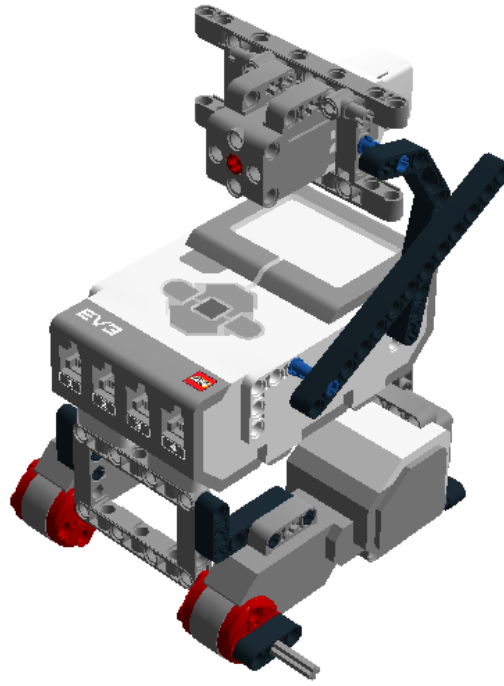


Step 9 of 33

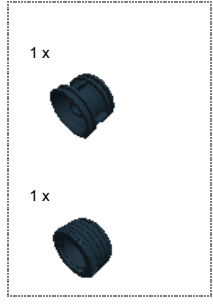


Step 10 of 33

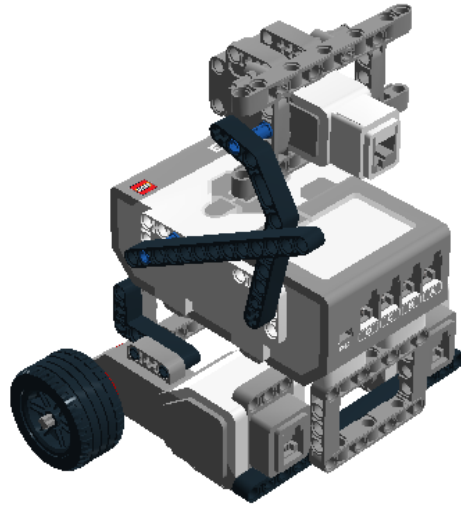
- 1 x 
- 1 x 
- 1 x 
- 1 x 



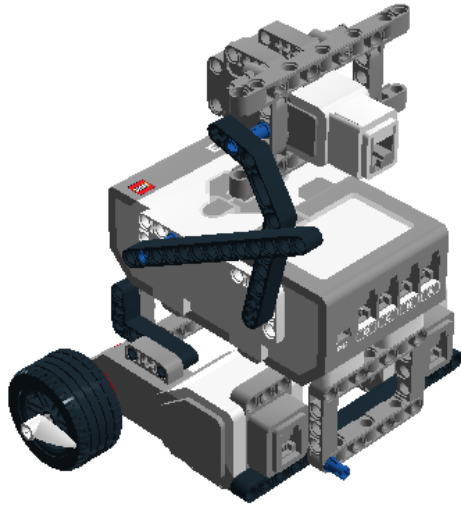
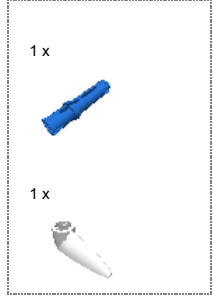
Step 11 of 33



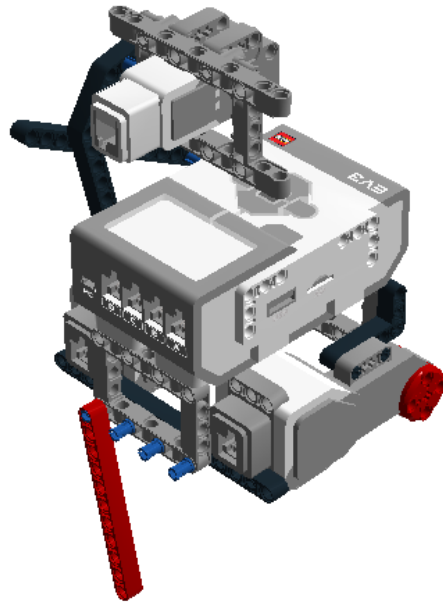
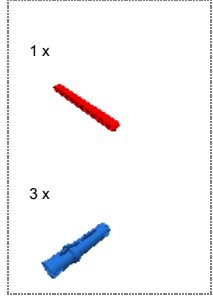
Step 12 of 33



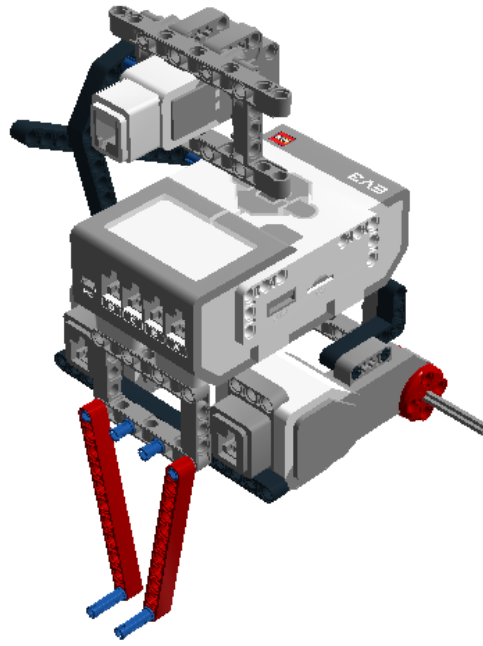
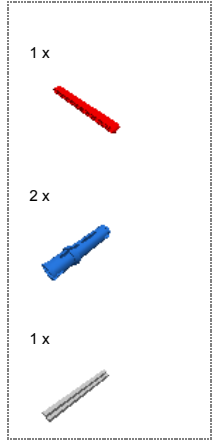
Step 13 of 33



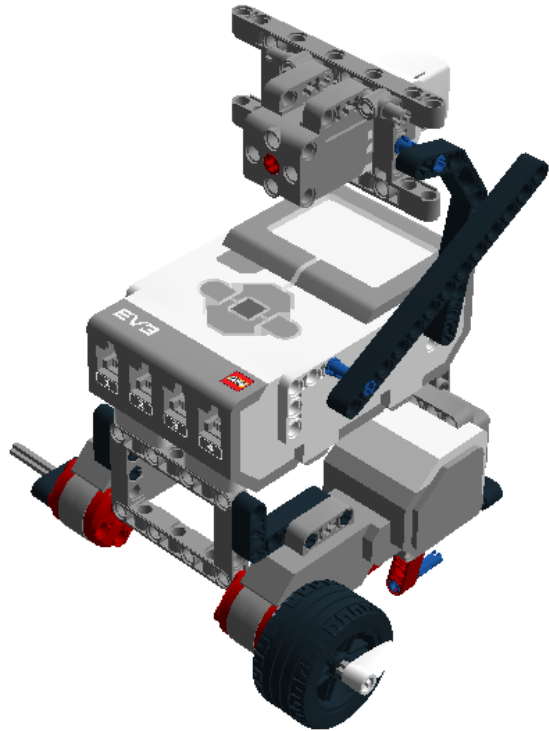
Step 14 of 33



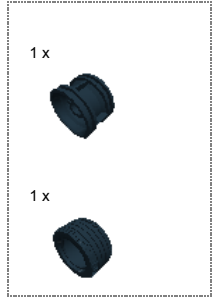
Step 15 of 33



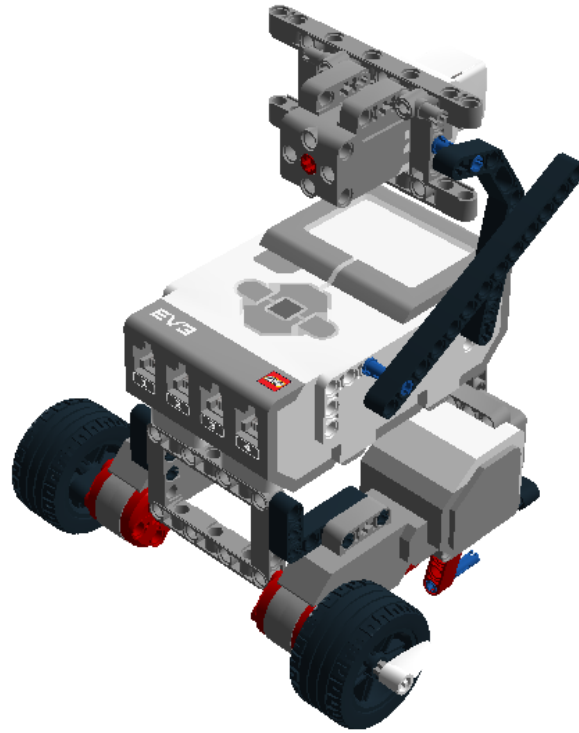
Step 16 of 33



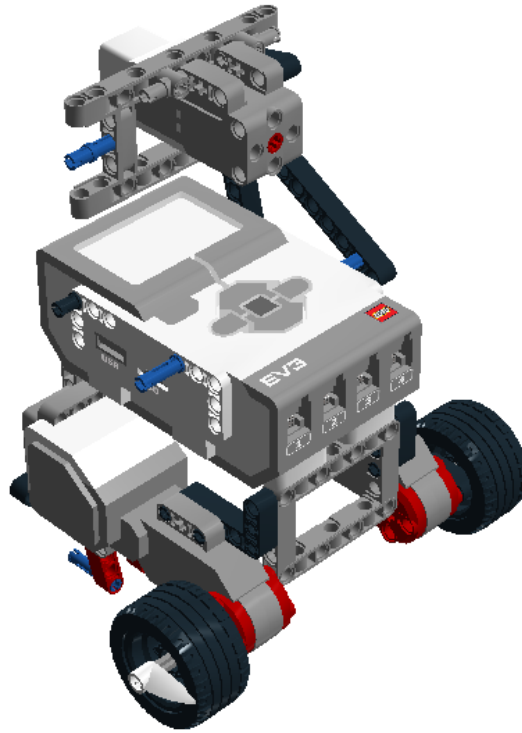
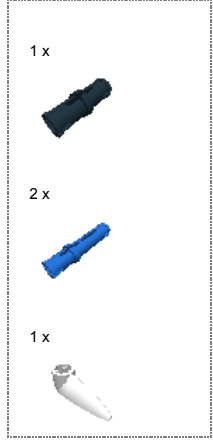
Step 17 of 33



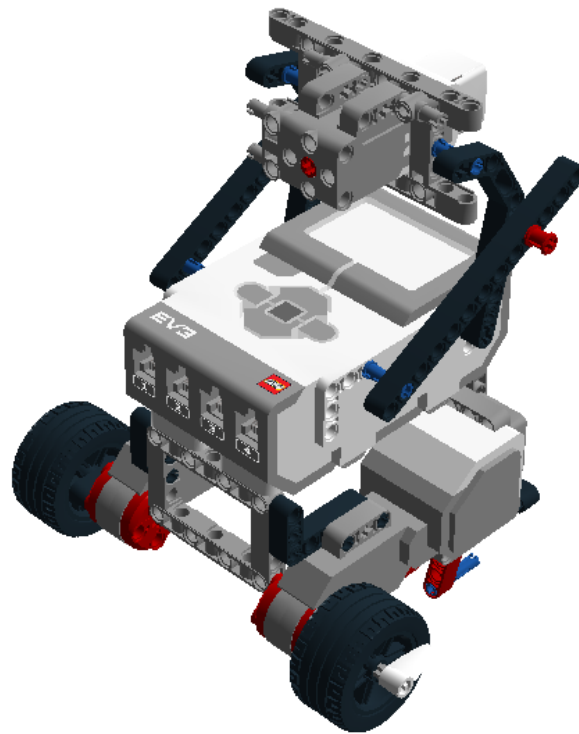
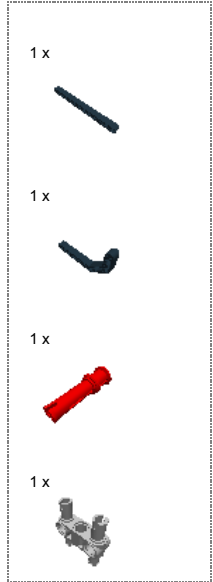
Step 18 of 33







Step 19 of 33

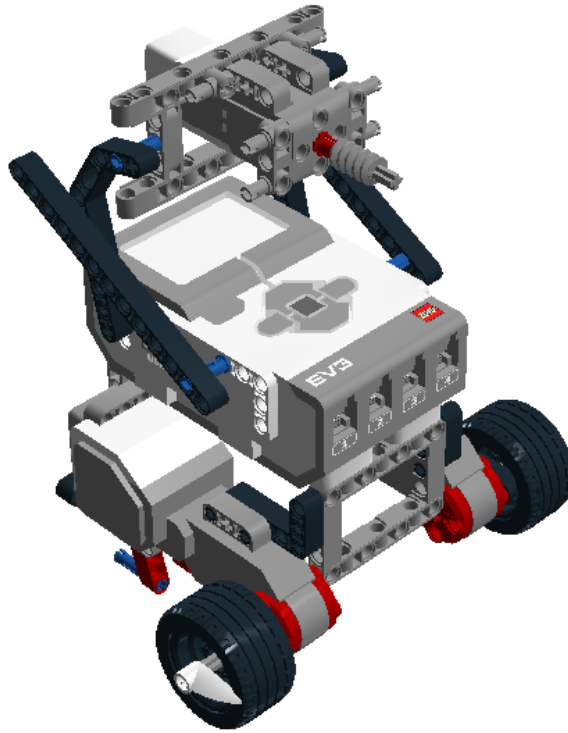


Step 20 of 33

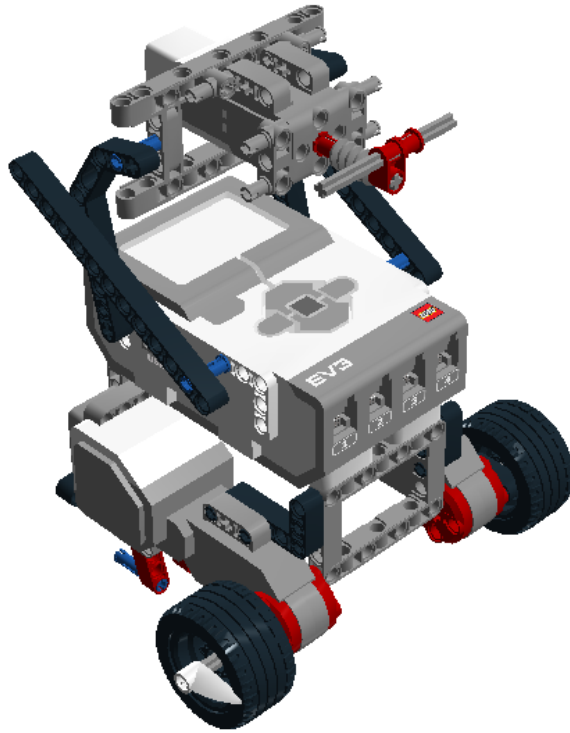
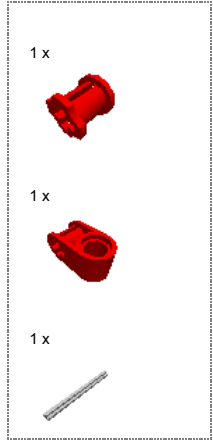


Step 21 of 33





- 1 x 
- 1 x 
- 1 x 
- 1 x 



Step 22 of 33

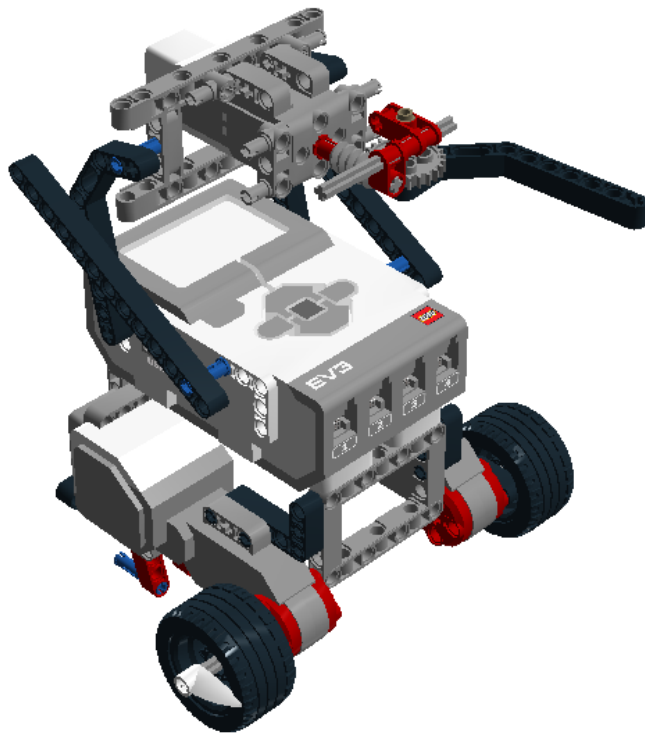


Step 23 of 33

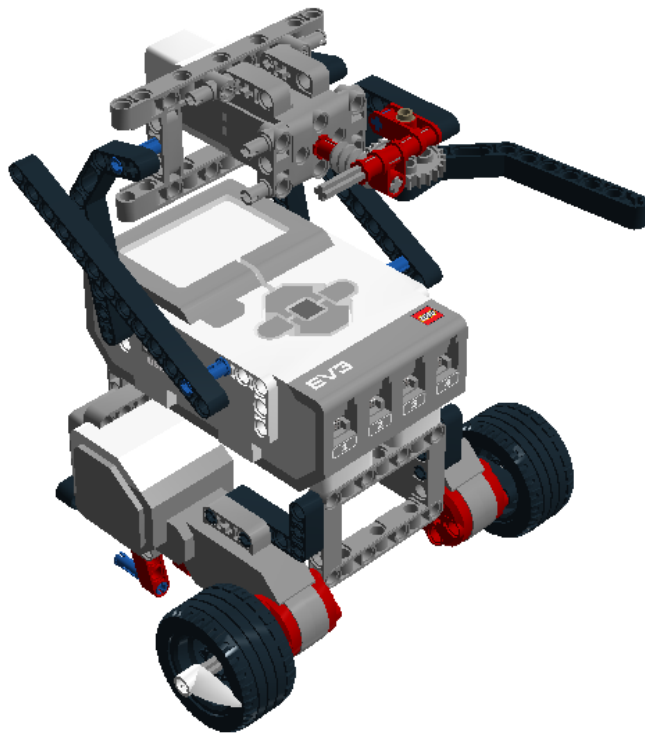
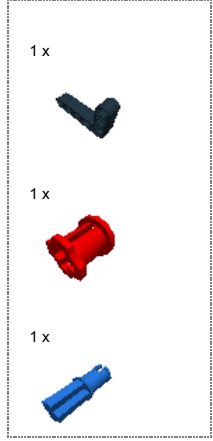
- 1 x 
- 1 x 
- 1 x 
- 1 x 







Step 24 of 33



Step 25 of 33

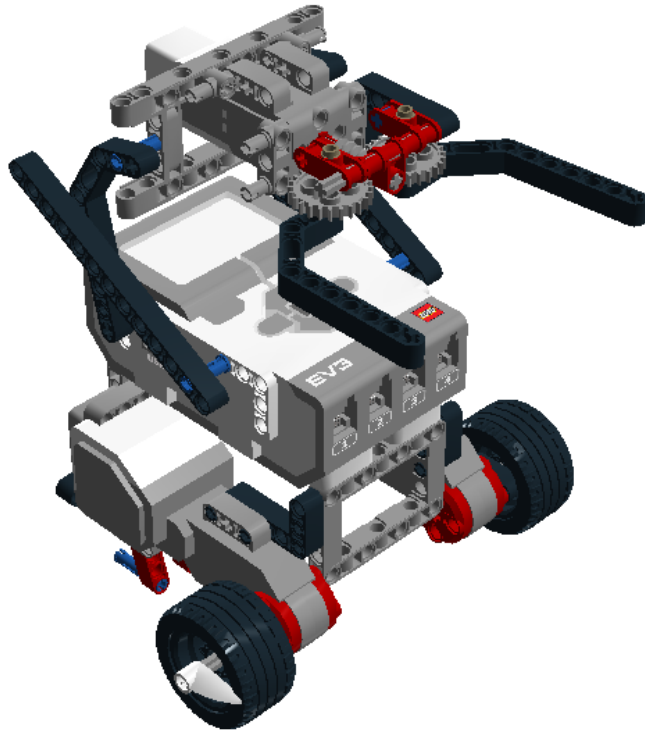


Step 26 of 33





- 1 x 
- 1 x 
- 1 x 
- 1 x 

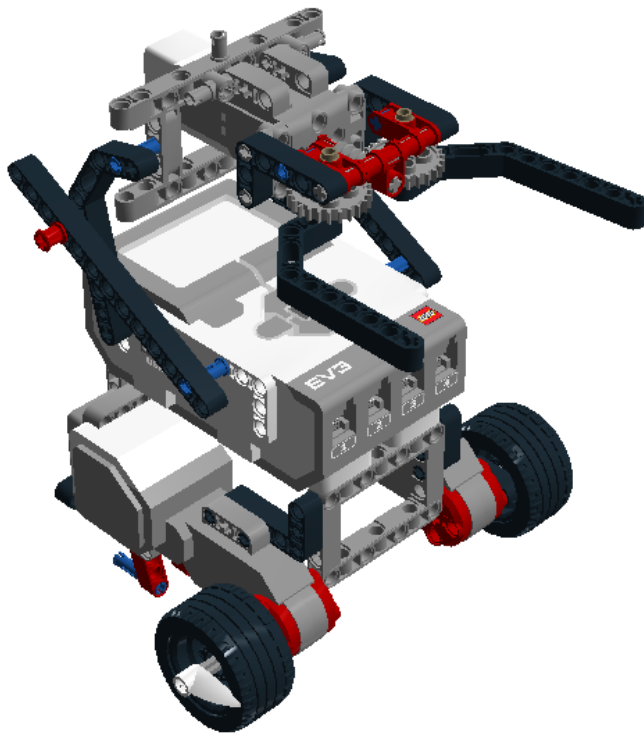


Step 27 of 33

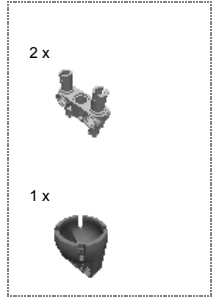


Step 28 of 33

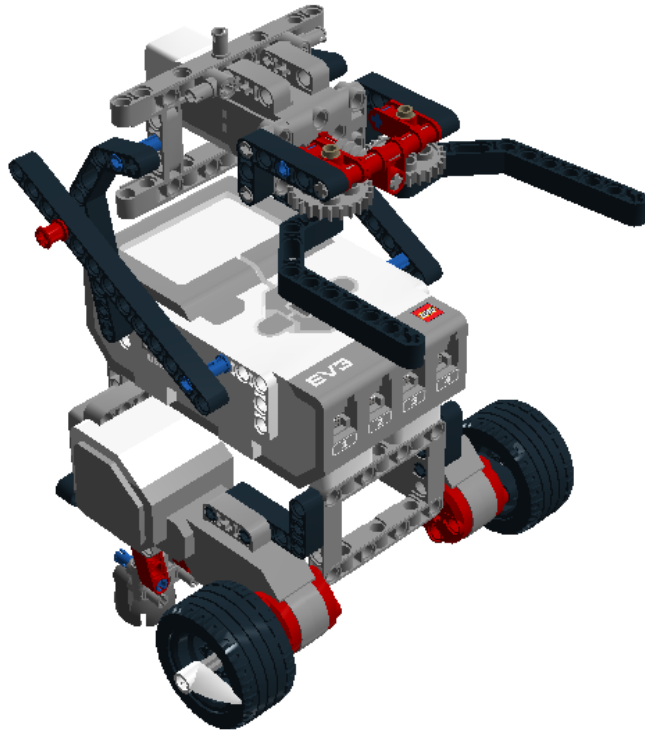
- 1 x 
- 1 x 
- 1 x 
- 1 x 



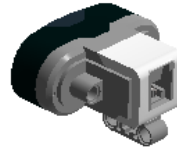
Step 29 of 33



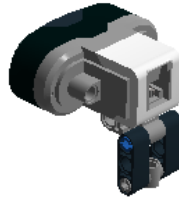
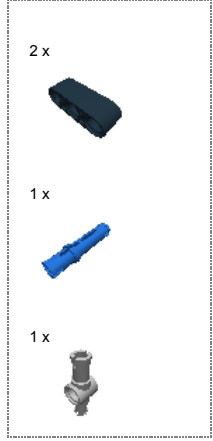
Step 30 of 33



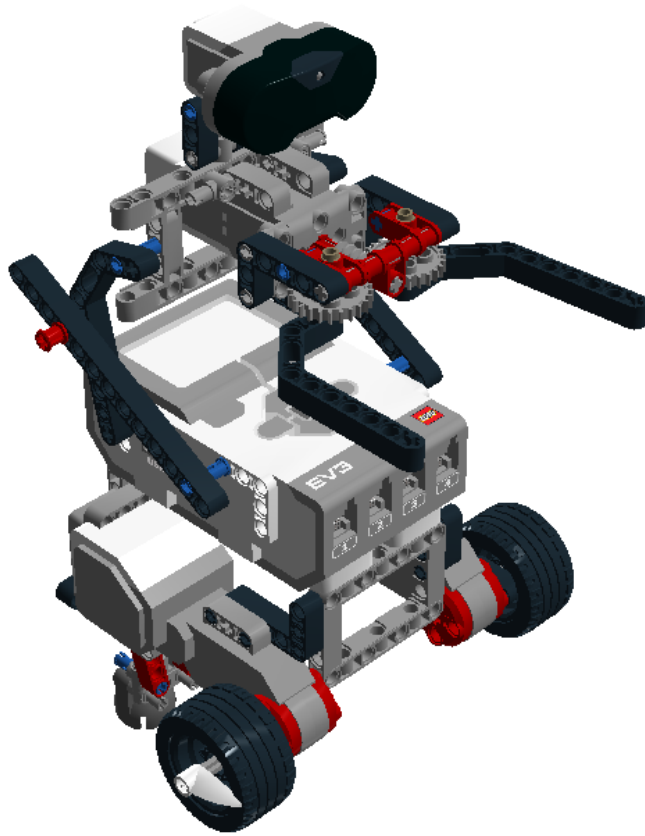
Step 31 of 33




Step 32 of 33





Step 33 of 33




2 x  4299389 RIM WIDE W.CROSS 30x20 - Black

2 x  4184286 TYRE NORMAL WIDE Ø43,2 X 22 - Black


1 x  6008577 SMALL MOTOR - White,Bright Red,Medium Stone Grey,Silver Metallic


1 x  6009811 MS-EV3, IR SENSOR - White,Black,Pc Black Ir,Medium Stone Grey,Silver Metallic


2 x  6057952 MS 2013 ENGINE - White,Bright Red,Medium Stone Grey


1 x  6009996 MS-EV3, P-BRICK - White,Transparent,Medium Stone Grey,Dark Stone Grey,Silver Metallic


4 x  4142822 TECHNIC 3M BEAM - Black


2 x  4562805 TECHNIC 11M BEAM - Bright Red


2 x  4522933 TECHNIC 13M BEAM - Black

1 x  4542573 TECHNIC 15M BEAM - Black


4 x  4142823 TECHNIC ANG. BEAM 3X5 90 DEG. - Black

4 x  4111998 DOUBLE ANGULAR BEAM 3X7 45° - Black


18 x  4121715 CONNECTOR PEG W. FRICTION - Black


3 x  4211807 CONNECTOR PEG - Medium Stone Grey


3 x  4227155 BUSH FOR CROSS AXLE - Bright Red


2 x  4206482 CONN.BUSH W.FRIC./CROSSALE - Bright Blue


11 x  4514553 CONNECTOR PEG W. FRICTION 3M - Bright Blue


2 x  6031821 CROSSAXLE 3M WITH KNOB - Sand Yellow


3 x  4211639 CROSS AXLE 5M - Medium Stone Grey


1 x  4188298 CROSS BLOCK 90° - Bright Red


2 x  4140806 2M FRIC. SNAP W/CROSS HOLE - Bright Red

1 x  4211805 CROSS AXLE 7M - Medium Stone Grey


2 x  4128598 DOUBLE CROSS BLOCK - Bright Red


3 x  4560175 DOUBLE BUSH 3M Ø4.9 - Medium Stone Grey


4 x  4225033 BEAM 3 M. W/4 SNAPS - Medium Stone Grey


1 x  4610380 POWER JOINT - Dark Stone Grey

2 x  4539880 BEAM FRAME 5X7 Ø 4.85 - Medium Stone Grey

1 x  4540797 BEAM H. FRAME 5X11 Ø4.85 - Medium Stone Grey

1 x  4211510 WORM - Medium Stone Grey

2 x  4211565 GEAR WHEEL Z24 - Medium Stone Grey

2 x  4173941 BION. EYE - White

Fiche d'exploitation pédagogique

OBJECTIFS

Aider à la compréhension de notions mathématiques en

1. En les sollicitant pour résoudre un problème concret : le déplacement d'un robot
2. En manipulant, testant et visualisant physiquement les résultats (Pédagogie par manipulation, expérimentation mais aussi Essai-Erreur)

Découvrir la programmation en manipulant, testant et visualisant physiquement les résultats

COMPETENCES DISCIPLINAIRES ET NOTIONS

- Mathématiques :
 - Reconnaître, nommer, vérifier, décrire : cercle, des triangles dont les triangles particuliers ici équilatéral
Notions : Rayon, Circonférence, Propriétés du triangle équilatéral
 - Reproduire, représenter, construire : des figures simples
 - Réaliser, compléter et rédiger un programme de construction
- Informatique :
 - Robotique : Identifier les différents composants, comprendre leurs rôles respectifs
Notions : Unité logique, moteur
 - Programmation : Ecrire un programme séquentiel ; Mettre un programme au point en le testant
Notions : Instruction, Structure itérative*, Environnement développement

CLASSES CONCERNEES

- Pour les compétences mathématiques : A partir de la 5^{ème}
- Pour les compétences informatiques :
 - En programmation, à partir du CM1
 - En robotique : Selon les choix des enseignants, compétences ayant pu être abordées en technologie en cycle 4, en seconde dans l'enseignement d'exploration ICN