

Projet Robot Pompiers ErmaBoard

Kit de projet multi-disciplinaire de conception d'une maquette de Robot Pompiers

Problématique

Une société de conception mécatronique est sollicitée par un réseau d'entrepôts de stockage pour concevoir et fabriquer un robot autonome à même de :

- Détecter un départ d'incendie
- Donner l'alerte (pompier et propriétaire)
- Circonscrire précisément le foyer sans abimer le reste de la marchandise

L'objectif du projet est de concevoir une maquette à l'échelle 1/4 du robot pompiers afin d'étudier les problématiques de conception liées à la mécanique, la puissance électrique et la commande électronique.

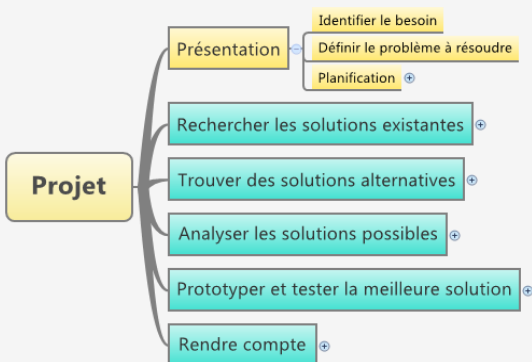
Contenu du produit « Projet Robot Pompiers ErmaBoard »

La référence **PJ01 « Projet Robot Pompiers ErmaBoard »** contient :

- ✓ 6 kits « fonction-projet » permettant le développement des fonctions du Robot Pompiers dans le cadre de mini-projets menés par plusieurs élèves ou groupes d'élèves.
- ✓ 1 kit Robot Pompiers permettant de concevoir et assembler la version finale du robot
- ✓ Les activités pédagogiques (TP et Projets), Plans mécaniques, Schémas électroniques et Programmes des micro-contrôleurs, microprocesseur ARM9 et PC

Les kits « fonction-projet » peuvent être ré-approvisionnés pour ajuster les quantités au nombre d'élèves concernés par le projet.

Etape Projet 1: Conduite de projet

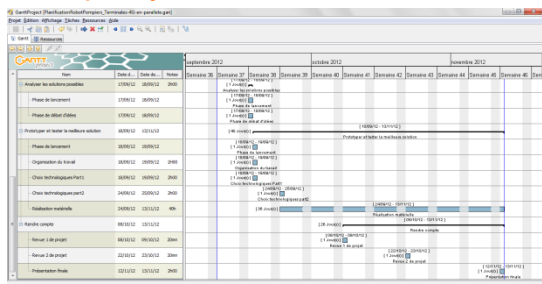


La première activité consiste à définir l'**organisation générale du projet** conformément aux règles de la gestion de projet.

La présentation du projet est menée par le professeur en activité de groupes.

Il s'agit ensuite de **définir les groupes réduits d'élèves** (Equipes de 3 à 4 élèves) qui mèneront les activités de recherches, d'analyses, de prototypage et de restitution.

Etape Projet 2: Planification

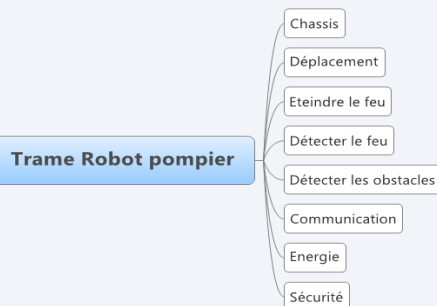


Cette étape vise à établir le **planning des activités** du projet en fonction des éléments chronologiques connus : date de début, date de fin et dates de revues de projet.

Elle permet aussi d'attribuer les **tâches constitutives du projet** à des élèves et de matérialiser la mobilisation des ressources matérielles communes dans le temps.

Cette planification se fait à l'aide d'un **diagramme de Gantt**. Deux exemples de planification sont fournis avec ce projet pour un déploiement à différents niveaux de formation.

Etape Projet 3: Recherche de solutions



Lors de cette étape, les élèves répartis en équipes de projet, mènent leurs recherches sur le sujet et devront, parmi toutes les solutions trouvées, en présenter une seule.

La solution retenue est analysée par l'équipe qui s'appuie sur une trame fournie.

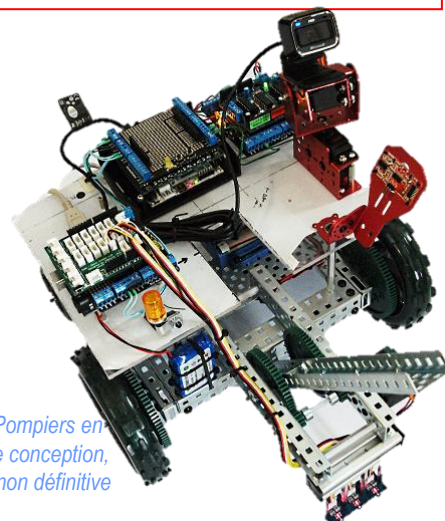
Bac STI2D: Transversal, SIN, ITEC, EE

Bac S-SI

BTS Electronique

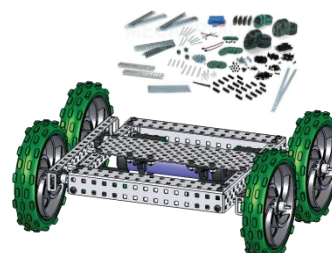
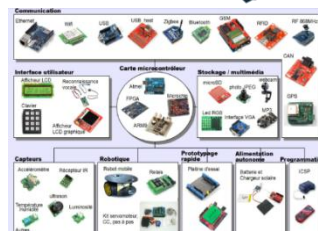
IUT, Ecoles d'ingénieurs

Thématiques abordées
Mécanique, Electronique,
Informatique & Communication

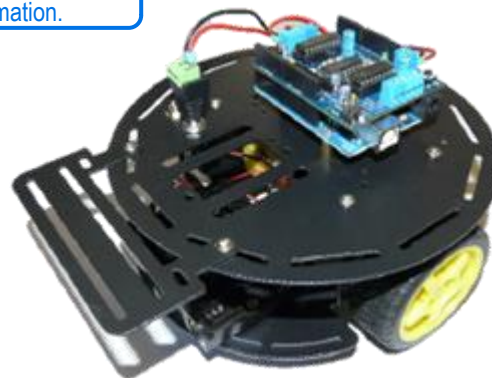


Robot Pompiers en cours de conception, version non définitive

Plate-forme de prototypage électronique ErmaBoard



Châssis Vex Robotics

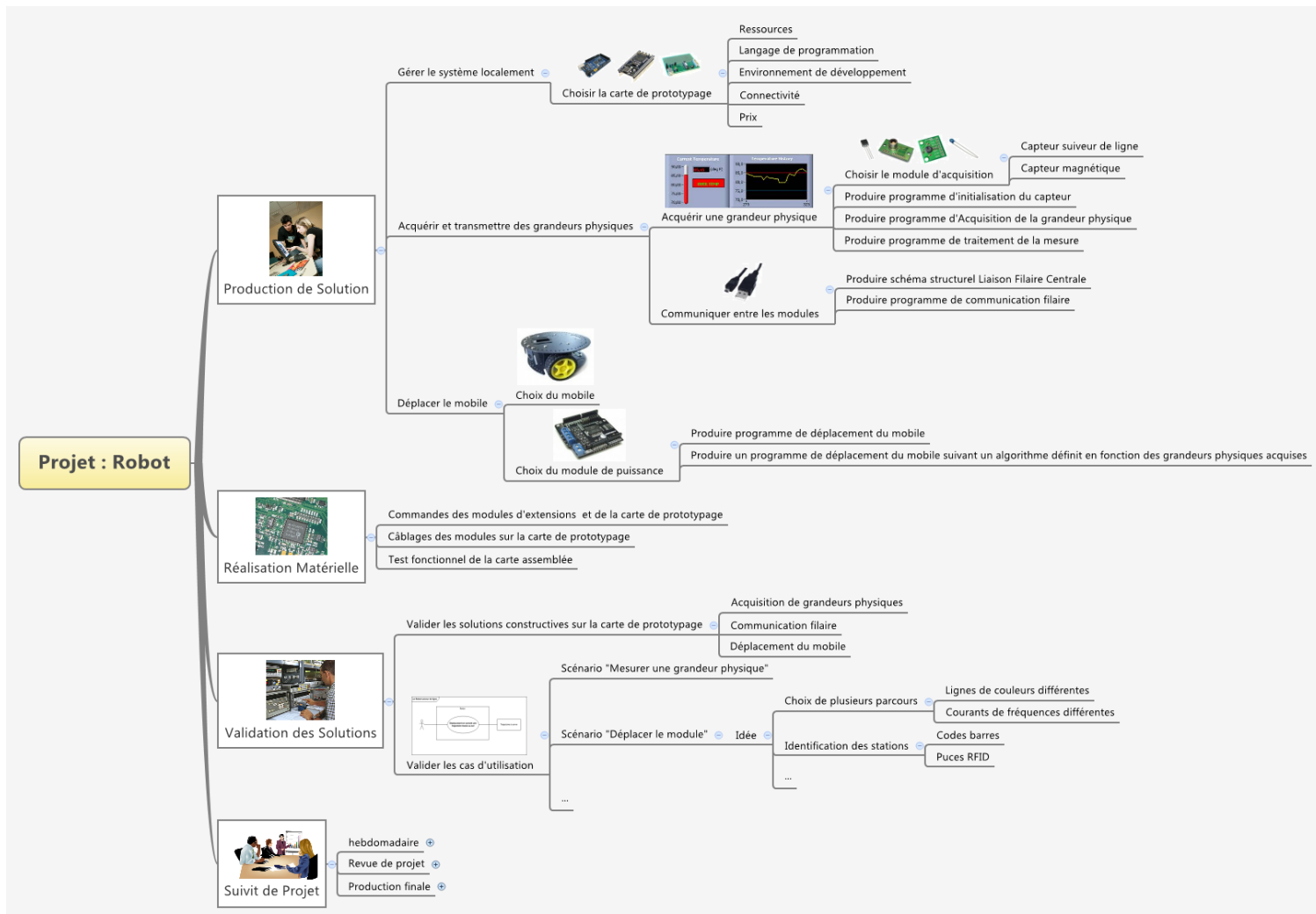


Kit fonction-projet: Mini-châssis et cartes électroniques



Etape Projet 4 : Analyse (Exemple de carte mentale)

A partir des recherches et des choix effectués par les différentes équipes de projet, l'analyse consiste à faire ressortir « la solution idéale » et à identifier les tâches qui en découlent. Ces dernières peuvent alors faire l'objet d'une planification de la part des élèves.



Etape Projet 5 : Prototypage (Matériel fourni)

Côté électronique, le **plate-forme de prototypage ErmaBoard** offre une large gamme de choix d'éléments matériels répondant à la plupart des besoins de production de solution. En outre, ces solutions matérielles sont accompagnées de guides pratiques de mise en œuvre et d'éléments de cours permettant leur appréhension rapide par les élèves. Des exemples de réalisation et de programmation sont également proposés. Le kit projet contient les références ErmaBoard nécessaires pour mener les activités pédagogiques et réaliser le Robot Pompiers.

Côté mécanique, le prototypage se fait à partir d'un **kit robotique VEX Robotics**. Toutes les pièces fournies sont disponibles au format STEP pour utilisation dans un modèleur 3D (**SolidWorks**, **Autocad**, **Catia**, ...). De nombreuses possibilités de prototypage de pièces sont possibles.

Etape Projet 5 : Prototypage SIN

Sept activités de prototypages sont proposées durant l'année pour aboutir au montage final du Robot Pompiers :

- + **Faire déplacer le robot**
- + **Détecter les obstacles**
- + **Localiser le foyer de l'incendie**
- + **Assurer le déplacement du robot, gérer l'énergie embarquée et intégrer les composants sur un châssis**
- + **Se diriger suivant une ligne**
- + **Communiquer**
- + **Alerter et éteindre le feu**

Chaque activité fait l'objet d'un travail individuel ou en très petit groupe d'élèves. Elles mobilisent des moyens matériels et logiciels permettant d'aborder la plupart des connaissances à acquérir visées par le programme de la spécialité SIN :

- ✓ Conception fonctionnelle d'un système local (Acquisition, Traitement, Restitution de données)
- ✓ Architecture fonctionnelle d'un système communicant (Communications, Réseaux informatiques, ...)
- ✓ Modélisations et simulations (SYSML, Proteus, SolidWorks, ...)
- ✓ Réalisation d'un prototype (Programmation d'une IHM, Recettes, ...)

Etape Projet 5 : Prototypage ITEC

Dans le cadre de la conception/fabrication du Robot Pompiers, des pièces mécaniques pourront être conçues et fabriquées sur imprimantes 3D et autres moyens de prototypage mécanique (**Caches**, **Engrenages**, **Pièces d'adaptation**, **Eléments de carrosserie**...).

A noter que le matériel livré contient les pièces de base pour réaliser un montage complet du Robot Pompiers.



Matériel fourni & Descriptif des activités/projets

Kit fonction-projet « Faire déplacer le robot »

Matériel fourni (Ref: PJ01-01):

- ✓ Mini-châssis
- ✓ Carte micro-contrôleur Arduino
- ✓ Deux types de cartes moteurs (Pilotes différents)
- ✓ Potentiomètre
- ✓ Pile 9V avec support

Contexte d'étude:

Le déplacement du châssis doit s'effectuer à l'aide de roues. On peut utiliser des roues directrices comme sur les voitures ou utiliser la différence de vitesse entre la partie droite et gauche d'un véhicule comme un engin à chenille (Utilisation d'au moins deux moteurs). Le robot doit supporter le poids de l'ensemble des cartes, de l'extincteur et de la batterie.

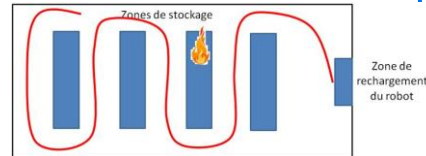
Problématiques techniques & Solutions envisagées:

- ✓ Comparer le mini-châssis et le châssis Vex (Dimensions, Poids...)
- ✓ Déterminer les puissances moteur nécessaires pour atteindre les caractéristiques de vitesse et couple
- ✓ Choisir une carte de commande moteur (Parmi les deux proposées: Une très complète avec librairie, l'autre plus simple sans librairie) permettant de piloter les moteurs pour les tests (Mini-châssis) et pour la solution finale (Châssis Vex).
- ✓ Organiser le raccordement des cartes périphériques à la carte micro-contrôleur, puis intégrer l'ensemble sur le mini-châssis.
- ✓ Programmer et tester

Kit fonction-projet « Se diriger suivant une ligne »

Matériel fourni (Ref: PJ01-02):

- ✓ Mini-châssis
- ✓ Carte micro-contrôleur Arduino
- ✓ Carte moteur
- ✓ Carte d'interface capteurs
- ✓ Capteurs de suivi de ligne (x3) avec pièces d'adaptation mécanique sur mini-châssis
- ✓ Potentiomètre
- ✓ Pile 9V avec support



Contexte d'étude:

Le robot doit pouvoir se diriger le long d'une ligne passant dans l'allée entre les zones de stockage. Le but est de faire avancer le robot au milieu de l'aire de stockage jusqu'à la détection du foyer.

Problématiques techniques & Solutions envisagées:

- ✓ Enumérer et analyser les diverses façons de guider un robot (Camera, Lignes enterrées, Suivi de ligne, Guidage laser...).
- ✓ Justifier le choix de l'utilisation du suivi de ligne noire sur sol blanc et bande noire.
- ✓ Organiser le raccordement des cartes périphériques à la carte micro-contrôleur, puis intégrer l'ensemble sur le mini-châssis.
- ✓ Programmer et tester

Kit fonction-projet « Détecter les obstacles »

Matériel fourni (Ref: PJ01-03):

- ✓ Mini-châssis
- ✓ Carte micro-contrôleur Arduino
- ✓ Carte moteur
- ✓ Carte d'interface capteurs
- ✓ Capteur ultrasonore (x1) et mini-bumpers (x2) avec pièces d'adaptation mécanique sur mini-châssis
- ✓ Potentiomètre
- ✓ Bouton poussoir
- ✓ Pile 9V avec support

Contexte d'étude:

Le principe de la détection d'obstacles repose sur une détection distante (Ultrasons) pour les objets volumineux et par contact (Interrupteurs à lamelle) pour la détection des petits objets sur le sol. Lorsque le robot détecte un obstacle, il doit s'arrêter et transmettre (Fonction-projet « Communiquer ») son état.

Problématiques techniques & Solutions envisagées:

- ✓ Organiser le raccordement des cartes périphériques à la carte micro-contrôleur, puis intégrer l'ensemble sur le mini-châssis.
- ✓ Réaliser un programme permettant au robot, tout en avançant, de détecter les obstacles volumineux, s'arrêter en cas de rencontre d'objet sur le sol et transmettre l'état des capteurs

Kit fonction-projet « Localiser le foyer de l'incendie »

Matériel fourni (Ref: PJ01-04):

- ✓ Mini-châssis
- ✓ Carte micro-contrôleur Arduino
- ✓ Carte moteur
- ✓ Carte d'interface capteurs
- ✓ Capteurs de température CTN (x2) avec pièces d'adaptation mécanique sur mini-châssis
- ✓ Potentiomètre
- ✓ Pile 9V avec support

Contexte d'étude:

La localisation du foyer de l'incendie repose sur la mesure de la température à l'avant du robot. Le but est de réaliser un programme qui permettra au robot de se diriger vers la source de température la plus élevée.

Problématiques techniques & Solutions envisagées:

- ✓ Enumérer et analyser les diverses façons de repérer une source de chaleur (Capteurs de température, Capteur infrarouge, Capteur pyrométrique, Camera et analyse d'image...).
- ✓ Justifier le choix de la solution retenue.
- ✓ Organiser le raccordement des cartes périphériques à la carte micro-contrôleur, puis intégrer l'ensemble sur le mini-châssis.
- ✓ Programmer et tester.



Matériel fourni & Descriptif des activités/projets

Kit fonction-projet « Communiquer »

Matériel fourni (Ref: PJ01-05):

- ✓ Carte micro-contrôleur Arduino
- ✓ Modules de communication RF 868MHz
- ✓ Plaque support de fixation

Contexte d'étude:

Le robot transmet les différentes étapes de son parcours à un poste de commandement. Le chemin qu'il doit parcourir étant sinueux, le choix se portera sur une communication sans fil. Pour ce faire, un émetteur, implanté sur le robot, et un récepteur, à proximité d'un ordinateur situé dans le poste de commandement, sont utilisés.

Problématiques techniques & Solutions envisagées:

- ✓ Enumérer et analyser les divers protocoles de communication sans fil dans les bandes 868MHz et 2.4GHz
- ✓ Justifier le choix de la solution retenue.
- ✓ Organiser le raccordement des cartes périphériques à la carte micro-contrôleur.
- ✓ Réaliser un programme transmettant au poste de commandement toutes les 10 secondes l'état du robot et de ses capteurs (Arrêté ou en marche, Extincteur vide ou plein, Valeur du capteur de température...)

Kit fonction-projet « Alerter et éteindre le feu »

Matériel fourni (Ref: PJ01-06):

- ✓ Carte micro-contrôleur Arduino
- ✓ Carte 4 relais
- ✓ Carte 1 relais
- ✓ Carte d'interface capteurs
- ✓ Carte LEDs, Mini-carte LED
- ✓ Mini-gyrophare
- ✓ Mini-électrovanne
- ✓ Buzzer
- ✓ Bouton poussoir
- ✓ Plaque support de fixation

Contexte d'étude:

Lorsque la détection de feu a eu lieu, le robot doit le signaler par des alarmes lumineuse/sonore et éteindre le feu en pulvérisant le feu d'un mélange approprié.

Problématiques techniques & Solutions envisagées:

- ✓ Identifier la solution de pilotage des alarmes lumineuse/sonore et de l'électrovanne
- ✓ Analyser le fonctionnement et l'utilisation de la carte LEDs
- ✓ Choisir le type d'alarme lumineuse à mettre en oeuvre
- ✓ Organiser le raccordement des cartes périphériques à la carte micro-contrôleur.
- ✓ Réaliser un programme permettant au robot de déclencher la commande des alarmes lumineuse/sonore et de l'extincteur au moment souhaité.

Kit projet « Robot pompiers »

Matériel fourni:

- ✓ Châssis VEX Robotics
- ✓ Moteurs (x4)
- ✓ Bras articulé pour mini-lance à incendie
- ✓ Batterie NiMH avec chargeur et adaptateurs de tension
- ✓ Jeu de pièces mécaniques
- ✓ Carte microprocesseur ARM9 Foxboard
- ✓ Cartes bornier à vis (x5)
- ✓ Caméra USB avec mécanisme pan/tilt
- ✓ Tourelle avec servo-moteurs
- ✓ Thermopile
- ✓ Mini-extincteur avec électrovanne et mini-lance à incendie
- ✓ Clé USB WiFi
- ✓ Bumpers (x2)

L'assemblage final du « Robot pompiers » nécessite le « Kit projet » et un certain nombre de pièces des « Kits fonction-projet ».

Contexte d'étude:

Il s'agit de concevoir et assembler le Robot Pompiers sur la base du châssis VEX Robotics. Les études réalisées avec les kits « fonction-projet » peuvent être utilisées dans le cadre du projet global. L'architecture électronique du robot pourra s'approcher du schéma ci-contre.

Problématiques techniques & Solutions envisagées:

- ✓ Toutes les problématiques soulevées avec les kits « fonction-projet » sont applicables au projet complet.
- ✓ A ces problématiques s'ajoutent celles liées à l'intégration matérielle et logicielle.
- ✓ D'autres pistes peuvent aussi être exploitées: repérage de flamme par analyse d'image...

