

# Kit projet Robot Pompier

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

## Problématique

Une société 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 réduite d'un robot pompier afin d'étudier les problématiques de conception liées à la mécanique, la gestion d'alimentation, la commande électronique et la programmation.

Bac STI2D: Transversal, SIN, ITEC, EE  
Bac S-SI, S-ISN  
BTS Electronique  
IUT, Ecoles d'ingénieurs

## Thématiques abordées

Mécanique, Electronique, Informatique et systèmes embarqués

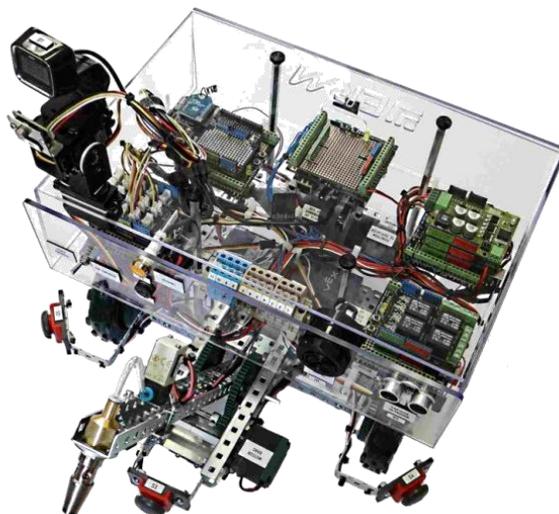
## Contenu du produit « Kit projet Robot Pompier »

La référence PJ10+PJ11+PJ12+PJ13+PJ14+PJ15+PJ16 « Kit projet Robot Pompier » contient :

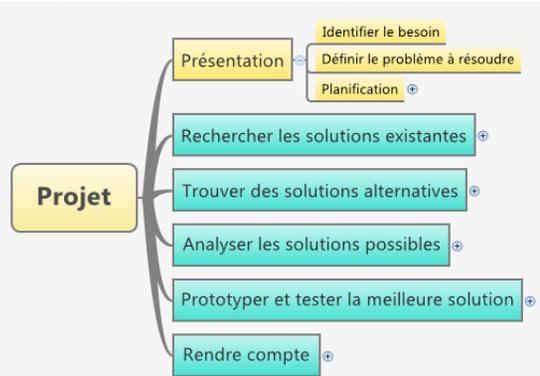
- ✓ 6 kits « fonction-projet » permettant le développement des fonctions du Robot Pompier dans le cadre de mini-projets menés par plusieurs élèves ou groupes d'élèves.
- ✓ 1 kit Robot Pompier permettant de concevoir et assembler la version finale du robot
- ✓ Les activités pédagogiques (TP et Projets),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

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

**Option PJ17 :** Montage, mise en service de tests du Robot pompier



## 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 (équipes de 3 à 4 élèves) qui mèneront les activités de recherches, d'analyses, de prototypage et de restitution.

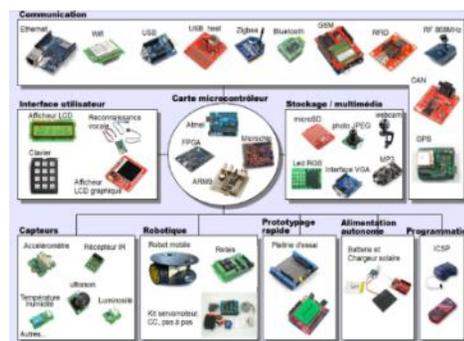
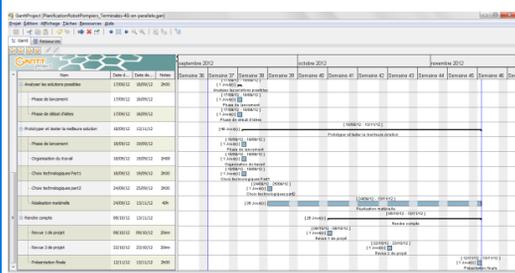


Plate-forme de prototypage électronique ErmaBoard

## Etape Projet 2: Planification

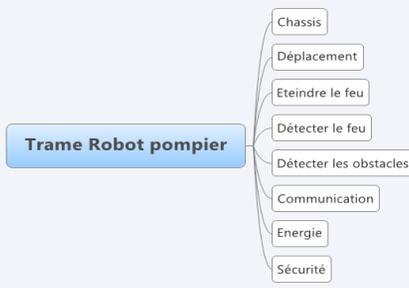


Cette étape vise à établir le planning des activités du projet en fonction des éléments chronologiques connus: date de début, date de fin et dates de revues de projet.

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 sous forme d'un diagramme de Gantt.

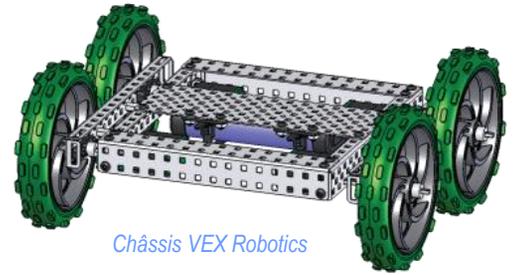


### Etape Projet 3: Recherche de solutions



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.



### Etape Projet 4 : 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 Pompier.

**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 logiciel de CAO (**SolidWorks, Autocad, Catia, ...**). De nombreuses possibilités de prototypage de pièces sont possibles.



Ensemble de pièces VEX à adapter sur le châssis du Robot Pompier

### Etape Projet 4 : Prototypage SIN

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

- + Faire déplacer le robot
- + Se diriger suivant une ligne
- + Détecter les obstacles
- + Communiquer
- + Localiser le foyer de l'incendie
- + Alerter et éteindre le feu

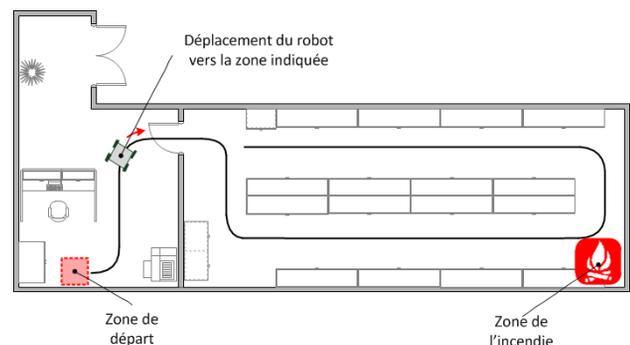
Chaque activité fait l'objet d'un travail individuel ou en très petit groupe d'élèves. Elles mobilisent des moyens matériels et logiciels permettant d'aborder la plupart des connaissances à acquérir visées par le programme de la spécialité SIN :

- ✓ 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 4 : Prototypage ITEC

Dans le cadre de la conception/fabrication du Robot Pompier, 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 Pompier.



Exemple de scénario pour le kit projet Robot Pompier



### Descriptif des kits et des activités

#### Kit fonction-projet « Faire déplacer le robot »

##### Matériel fourni (Ref: PJ11):

- ✓ Mini-châssis
- ✓ Carte microcontrôleur Arduino
- ✓ Carte d'adaptation pour contrôle moteur
- ✓ Bloc support pour piles rechargeables 1,5V AA

##### Contexte d'étude:

Déplacement du châssis à l'aide de roues ( mouvement différentiel). 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 microcontrôleur, puis intégrer l'ensemble sur le mini-châssis
- ✓ Programmer et tester



Exemple de kit fonction-projet (PJ14) contenant un mini-châssis et des cartes électroniques

#### Kit fonction-projet « Se diriger suivant une ligne »

##### Matériel fourni (Ref: PJ12):

- ✓ Mini-châssis
- ✓ Carte microcontrôleur Arduino
- ✓ Carte d'adaptation pour contrôle moteur
- ✓ Carte d'interface capteurs
- ✓ Capteurs de suivi de ligne (x3)
- ✓ Bloc support pour piles rechargeables 1,5V AA

##### 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 microcontrôleur, puis intégrer l'ensemble sur le mini-châssis
- ✓ Programmer et tester

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

##### Matériel fourni (Ref: PJ14):

- ✓ Mini-châssis
- ✓ Carte microcontrôleur Arduino
- ✓ Carte d'adaptation pour contrôle moteur
- ✓ Carte d'interface capteurs
- ✓ Thermopile (capteur pyrométrique)
- ✓ Capteurs de température CTN (x3)
- ✓ Bloc support pour piles rechargeables 1,5V AA

##### 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 microcontrôleur, puis intégrer l'ensemble sur le mini-châssis.
- ✓ Programmer et tester

#### Kit fonction-projet « Détecter les obstacles »

##### Matériel fourni (Ref: PJ13):

- ✓ Mini-châssis
- ✓ Carte microcontrôleur Arduino
- ✓ Carte d'adaptation pour contrôle moteur
- ✓ Carte d'interface capteurs
- ✓ Capteur ultrason (x1)
- ✓ Micro rupteurs (x2) utilisés en bumpers
- ✓ Bloc support pour piles rechargeables 1,5V AA

##### 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 éviter les obstacles.

##### Problématiques techniques & Solutions envisagées:

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



Exemple de kit fonction-projet (PJ16) contenant un support pour TP sur table



**Descriptif des kits et des activités**

**Kit fonction-projet « Communiquer »**

**Matériel fourni (Ref: PJ15):**

- ✓ Carte microcontrôleur Arduino
- ✓ Modules de communication RF 868MHz
- ✓ Plaque support de fixation
- ✓ Afficheur LCD
- ✓ Buzzer

**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 (Radio Fréquence). 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 microcontrôleur
- ✓ 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: PJ16):**

- ✓ Carte microcontrôleur Arduino
- ✓ Carte 4 relais
- ✓ Carte d'interface capteurs
- ✓ Voyant d'alerte
- ✓ Sirène
- ✓ Plaque support de fixation

**Contexte d'étude:**

Lorsque la détection de feu a eu lieu, le robot doit signaler l'incendie par des alarmes lumineuse/sonore.

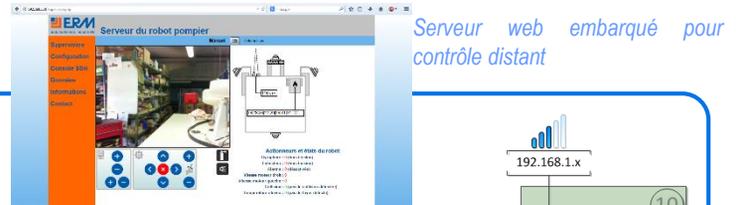
**Problématiques techniques & Solutions envisagées:**

- ✓ 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 œuvre
- ✓ Organiser le raccordement des cartes périphériques à la carte microcontrôleur
- ✓ Réaliser un programme permettant au robot de déclencher la commande des alarmes lumineuse/sonore et de l'extincteur au moment souhaité

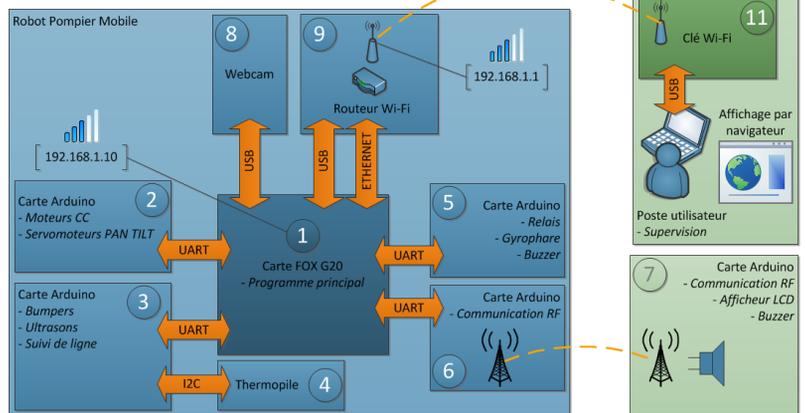
**Kit projet « Robot pompier »**

**Matériel fourni (Ref: PJ10)**

- ✓ Châssis VEX Robotics
- ✓ Bumpers (x4)
- ✓ Clé USB Wi-Fi
- ✓ Mini routeur Wi-Fi
- ✓ Caméra USB
- ✓ Thermopile (pyromètre)
- ✓ Moteurs à courant continu (x2)
- ✓ Jeu de pièces mécaniques
- ✓ Cartes de prototypage à bornier à vis (x5)
- ✓ Tourelle pan tilt avec servomoteurs (x2)
- ✓ Mini ensemble d'extinction avec cartouche et buse
- ✓ Batterie Ni-MH avec chargeur et adaptateurs de tension
- ✓ Carte microprocesseur FOX Board G20 (Linux embarqué)
- ✓ Bras articulé pour mini-lance à incendie avec servomoteur



Serveur web embarqué pour contrôle distant



L'assemblage final du « Robot pompier » nécessite les kits projets PJ11 à PJ16.

**Contexte d'étude:**

Il s'agit de concevoir et assembler le Robot Pompier 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...
- ✓ Projet évolutif et personnalisable par les élèves et l'équipe d'enseignants