

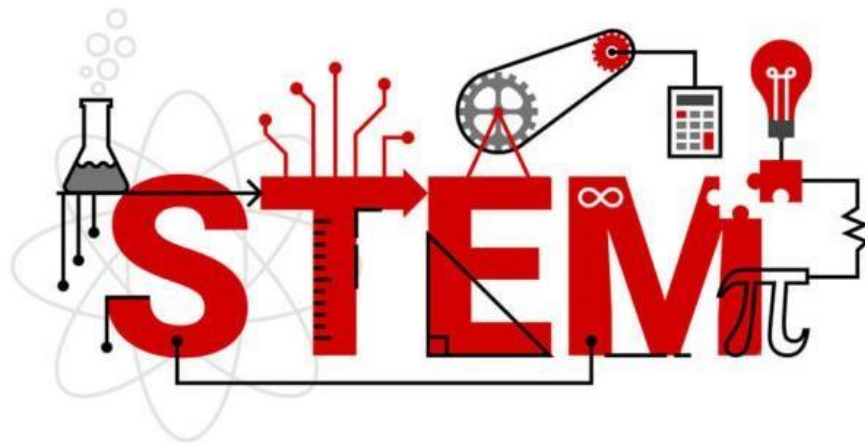
Technologie

Maroc

2
AS

Modèle pédagogique STEM

Guide pratique de l'enseignant(e) pour encadrer le projet **STEM**



Elaboré par : **Mr Abdelkrim EL Marrakchi**
Inspecteur des Sciences et Techniques Electriques
Inspection régionale de Technologie Marrakech Safi
Académie de Marrakech Safi
inspcoordination@yahoo.fr

Avec la collaboration de :
Mr Ouikassi Abdelrhani
Professeur des Sciences Industrielles de l'Ingénieur
Classes préparatoires Ibn Taimia Marrakech

Mme Amina Dahri
Inspectrice des Sciences de l'Ingénieur
Académie Rabat Salé Kénitra

Extrait du guide préparé par les inspections régionales de Technologie au Maroc
Octobre 2022



Le nez électronique

Etude de réalisation d'un système d'alarme de présence du monoxyde de carbone

Introduction

L'enseignement des Sciences, de la Technologie, de l'Ingénierie et des Mathématiques dans le système éducatif Marocain repose sur des enseignements séparés par discipline. Souvent, les élèves ne sentent pas un lien réel et pratique qui met en valeur tous ces apprentissages dans leur vie quotidienne, ce qui contribue à leur désintérêt pour les sciences et les Mathématiques. Néanmoins, il a été remarqué que l'intérêt et la motivation des élèves s'accroît lorsqu'ils réalisent des activités, en groupe, autour d'un projet qui répond à un besoin de la vie courante. L'enseignement des Sciences, de la Technologie, de l'Ingénierie et des Mathématiques, doit donc être abordé selon une approche interdisciplinaire. Cette approche doit viser non seulement l'apprentissage de ces disciplines d'une manière intégrée, mais aussi le fait de développer chez les élèves les compétences du 21^{ème} siècle, à savoir la créativité, l'esprit critique, la collaboration et la communication. Cette pédagogie centrée sur l'apprenant, contribuera certainement au développement de sa personnalité et de sa capacité d'intégration au futur dans le monde des entreprises et de la production de la richesse.

Cette approche n'est pas nouvelle, puisque plusieurs expériences ont déjà été abordées pour intégrer les STEM (Science, Technology, Engineering, & Mathematics) dans des projets pédagogiques alliant les quatre disciplines de manière plus motivante et attractive, selon un paradigme d'apprentissage actif basé sur des questions socio- scientifiques. D'autres expériences ont même intégré la dimension Design (Art) et pilotent ainsi des enseignements STEAM.

Ce guide présente une vision parmi d'autres, sur la manière d'exploiter les opportunités du modèle pédagogique STEM en enseignement de la Technologie au Collège. Notre mission pédagogique n'est pas aussi simple qu'on le croit, et il n'est pas non plus difficile ou impossible de conduire des activités d'apprentissages STEM en classe.

Nous estimons que la Technologie au Collège peut, à elle seule au Collège, être considérée comme une discipline STEM à part entière à travers les activités suivantes :

- Etude de réalisation de système technique simple ou semi complexe répondant à un besoin sociétal ;
- Application de la démarche d'ingénierie système qui s'appuie sur la modélisation, la simulation, l'expérimentation, l'optimisation et la réalisation pratique ;
- Application des démarches scientifiques (investigation et résolution des problèmes) pour découvrir et comprendre avant d'agir ;
- Application des Mathématiques et des lois physiques pour dimensionner une solution technique.

Recommandations pédagogiques

- Les élèves doivent s'organiser en groupes de 5 au maximum et doivent choisir un coordonnateur ;
- Les activités STEM doivent être pensées par l'enseignant selon les centres d'intérêts affinés par le programme de Technologie et les connaissances scientifiques et mathématiques à intégrer pour la résolution du problème technique ;
- Chaque activité STEM doit répondre à une question formulée par les groupes d'élèves à partir d'une situation déclenchante proposée par l'enseignant ;
- Appuyer le travail collaboratif et l'échange entre les groupes ;
- Encadrer les travaux de recherche sur Internet pour des utilisations efficaces et efficientes ;
- Programmer des exposés pour contrôler le bon déroulement des activités STEM liées au projet ;
- Chaque élève doit prendre la parole au moins une fois lors d'un exposé ;
- Les élèves doivent exploiter les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) pour la présentation de leurs travaux.

Tableaux des Compétences

La mise en œuvre du modèle pédagogique STEM en Technologie au collège marocain a pour objectif de développer les compétences transversales et spécifiques suivantes :

Compétences transversales	Compétences spécifiques
Créer et innover	<ul style="list-style-type: none"> • Pratiquer une démarche d'ingénierie pour Concevoir, développer et utiliser des systèmes techniques ; • Pratiquer une démarche d'investigation (Observer, analyser et synthétiser) pour découvrir et expliquer un système technique simple ; • Pratiquer une démarche de résolution de problème (en adoptant un raisonnement moyens/fins) pour faire évoluer un système technique simple ; • Développer l'esprit entrepreneurial.
Communiquer	<ul style="list-style-type: none"> • Expliquer oralement et à l'écrit des idées ; • S'appropriier les outils de communication techniques (Schémas, organigrammes, dessins, histogrammes, diagrammes ...).
Collaborer et coopérer	<ul style="list-style-type: none"> • Travailler efficacement en groupe pour atteindre des objectifs communs.
Mobiliser la dimension historique, sociétale et éthique de la Technologie	<ul style="list-style-type: none"> • Situer les évolutions technologiques dans la chronologie des découvertes et des innovations ; • Respecter les règles de la sécurité des personnes et des appareils ; • Agir de manière responsable et durable envers l'environnement ; • Faire usage responsable de la technologie.
Utiliser les Technologies d'information et de communication de manière efficiente.	<ul style="list-style-type: none"> • S'appropriier les technologies de l'information et de la communication avec efficacité et efficience ; • Exploiter les logiciels de simulation pour la compréhension et la conception.

Centres d'intérêts

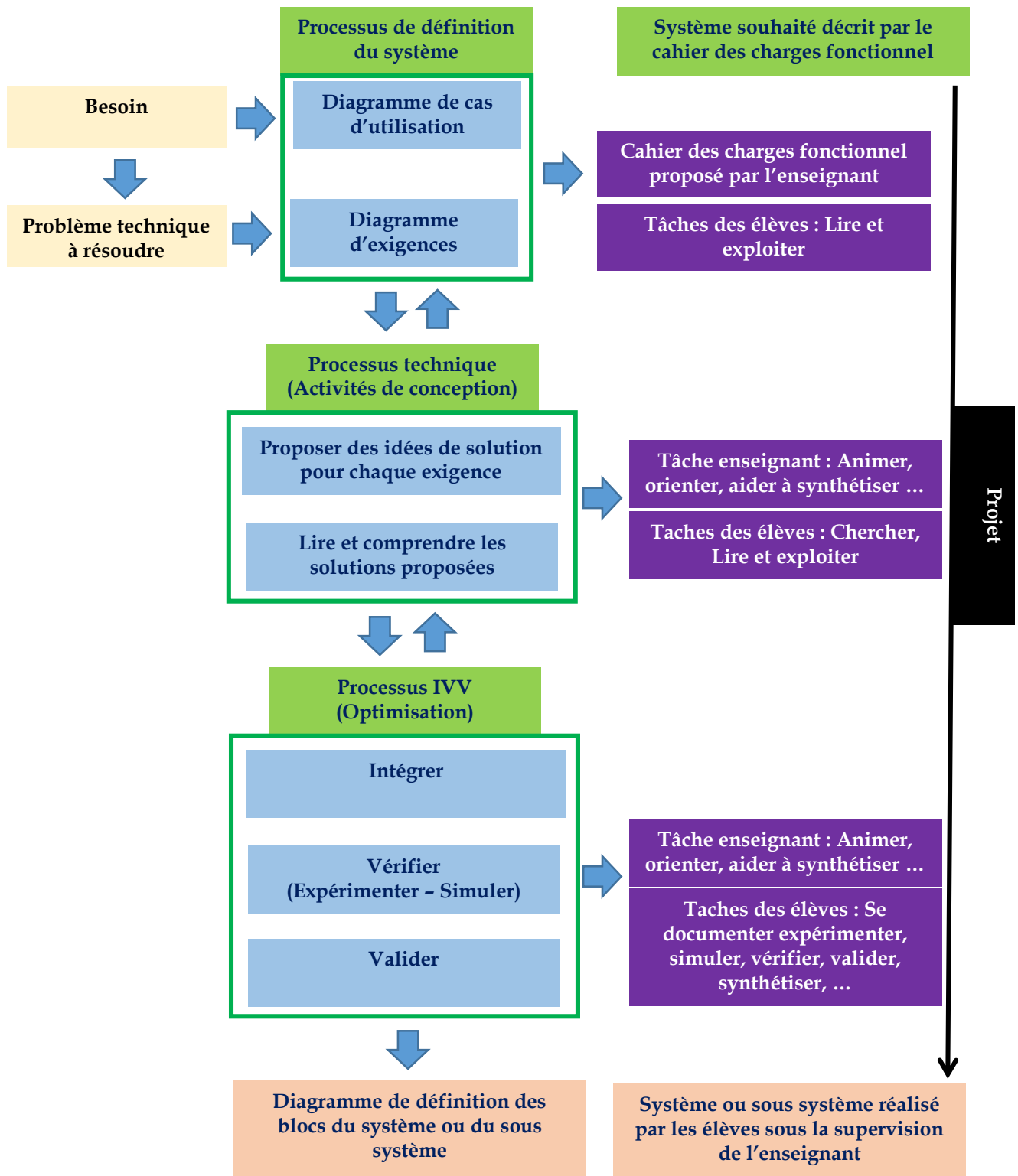
En Technologie :

- Fonctions techniques de l'électronique :
 - Fonction de détection ;
 - Fonction d'alimentation ;
 - Fonction de commutation ;
 - Fonction de signalisation.
- La réalisation des circuits électriques.

En Ingénierie :

- Modélisation des systèmes techniques par le langage SysML :
 - Diagramme de contexte ;
 - Diagramme de cas d'utilisation ;
 - Diagramme d'exigences ;
 - Diagramme de définition des blocs.

Processus de l'ingénierie système



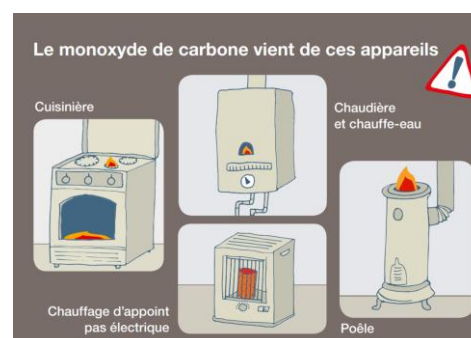
Le monoxyde de carbone (CO) est un gaz *inodore* et *incolore* et rien ne permet spontanément de le détecter. Sa présence résulte d'une *combustion incomplète*, et ce quel que soit le *combustible* utilisé : bois, butane, charbon, essence, fuel, gaz naturel, pétrole, propane. Il se diffuse très vite dans l'environnement.

En prenant la place du *dioxygène* dans le sang, le monoxyde de carbone agit comme un gaz *asphyxiant* très *toxique*. Il peut s'avérer *mortel* en moins d'une heure (0,1% de monoxyde de carbone dans l'air tue en 1heure, 1% dans l'air tue en 15 minutes, et 10% dans l'air tue immédiatement).

Chaque année au Maroc, comme ailleurs, on compte plusieurs victimes *d'intoxication* au Monoxyde de carbone (CO) et des centaines de morts. Cette intoxication est due à la présence du gaz (CO) lors de l'utilisation des appareils à combustion : chauffe-eaux, cuisinière, cheminée ...

Les principales causes d'accident sont :

- Une mauvaise évacuation des produits de combustion ;
- Une absence de ventilation dans la pièce où est installé l'appareil ;
- Un défaut d'entretien des appareils de cuisson à gaz, celle de chauffage et de production d'eau chaude ;
- etc ...



A. Définition du système (Premier processus de la démarche d'ingénierie système)

1. Problème Sociétal :

La présence du monoxyde de carbone dans l'air est asphyxiant, toxique et même mortel. Un pourcentage de 0,1% de monoxyde de carbone dans l'air tue en 1heure, 1% dans l'air tue en 15 minutes, et 10% dans l'air tuent immédiatement.

2. Problème technique :

En cas de dysfonctionnement des appareils de cuisson à gaz, celle de chauffage et de production d'eau chaude ... etc, *comment avertir les utilisateurs de la présence du monoxyde de carbone ?*

Remarque 1 :

Pour énoncer le problème technique et pouvoir le résoudre [Avertir l'utilisateur de la présence du CO], il est nécessaire de bien comprendre l'origine du problème. Ainsi, une lecture attentive de la problématique de la page 4, et une mobilisation rationnelle des connaissances scientifiques (**Sciences physiques**) en relation avec le cours de la combustion appuient et consolident toutes les acquisitions de connaissances et d'habilités liées aux activités STEM à venir.

Le minimum de connaissance qui doivent être mobilisées pour comprendre le problème technique [**Première étape pour résoudre de manière efficace et efficiente un problème**] sont :

- a. Notion de combustion ;
- b. Notion de combustion incomplète ;
- c. Notion de combustible ;
- d. Notion de comburant ;
- e. Notion de réactifs ;
- f. Notion de produit ;
- g. Notion de transformation chimique ;
- h. Dangers du monoxyde de carbone ;
- i. L'air qui nous entoure.

3. Contexte d'utilisation du système

Le diagramme de contexte d'utilisation du système est le suivant :

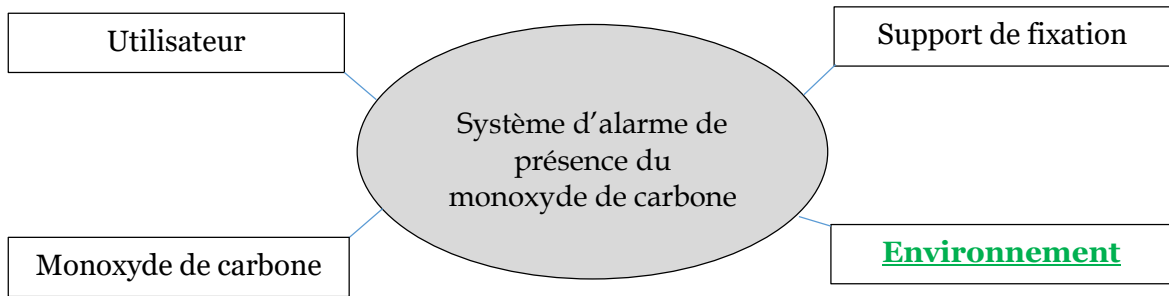


Figure 1 : Diagramme de contexte

Remarque 2 : Outre le monoxyde de carbone, le milieu physique (**environnement**) de l'utilisation du système d'alarme peut contenir d'autres éléments qui peuvent influencer son fonctionnement (Exemple : Vapeur, l'eau).

4. Besoin

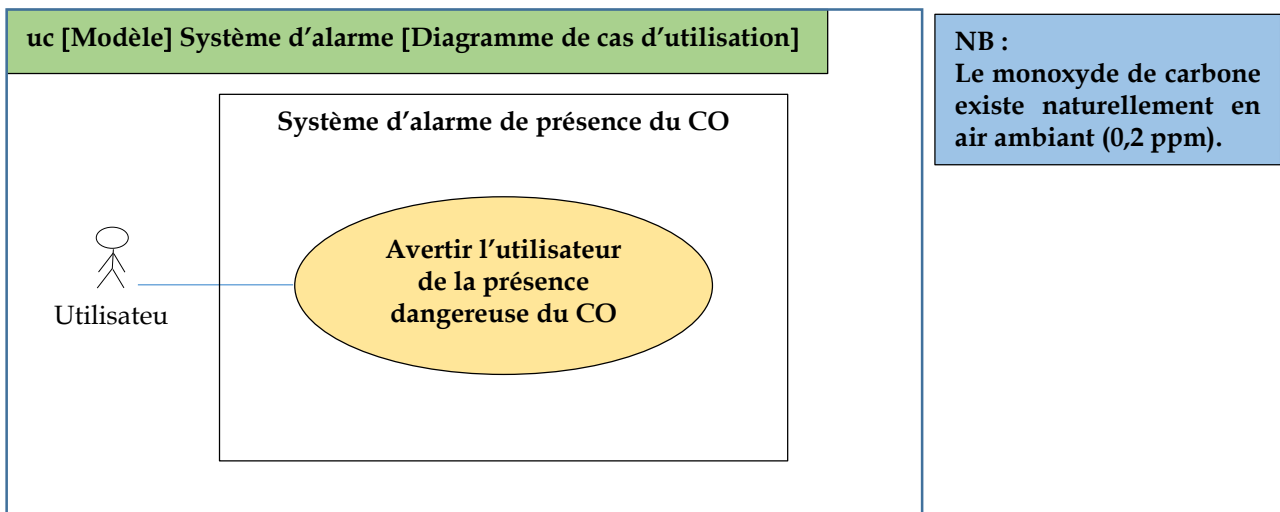


Figure 2 : Diagramme de cas d'utilisation

5. Diagramme d'exigences

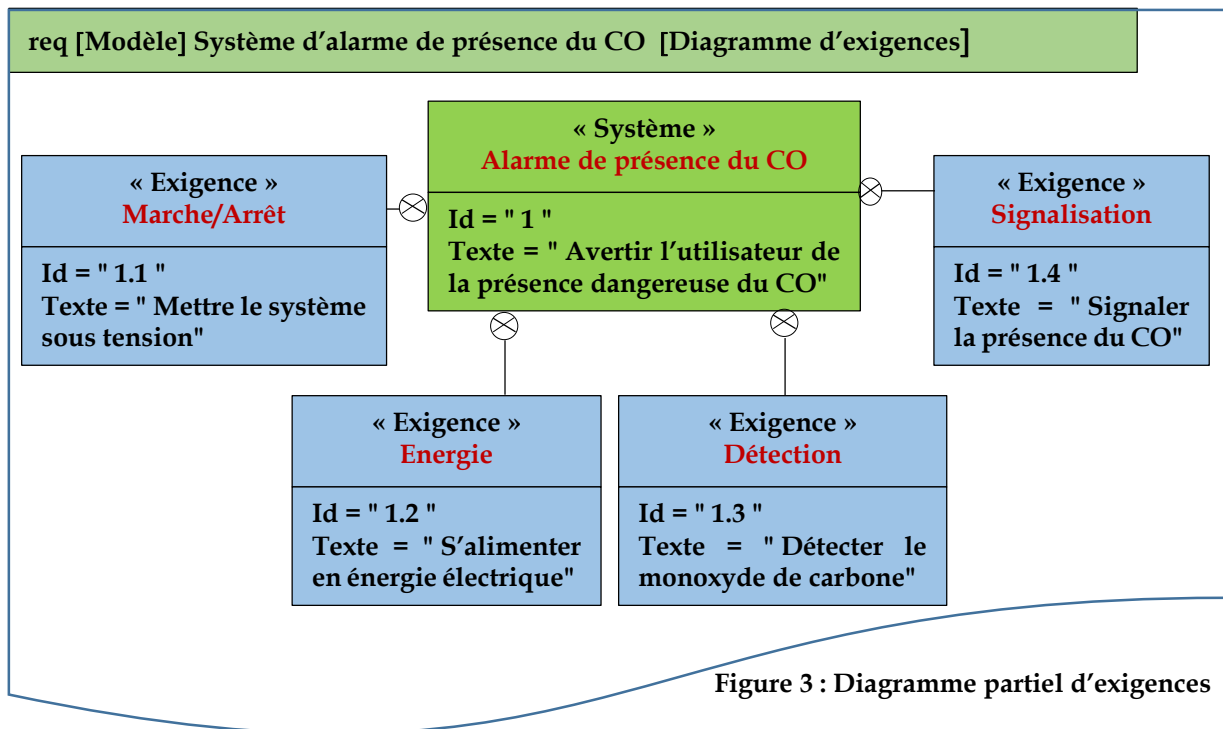


Figure 3 : Diagramme partiel d'exigences

6. Activité STEM

Cette activité, en relation avec **l'ingénierie de conception**, a pour objectif de vérifier si les élèves sont capables :

1. **D'énoncer** un problème technique à partir d'un document ressource ;
2. **D'identifier** les acteurs de l'environnement d'un système technique à l'aide du diagramme de contexte ;
3. **D'identifier** un besoin à un système technique à partir de son diagramme de cas d'utilisation ;
4. **D'identifier** la nature d'une exigence (fonctionnalité ou contrainte à respecter) à partir d'un diagramme d'exigences ;
5. **D'identifier** le type de liaison sur un diagramme d'exigences.

Les connaissances nécessaires pour aborder cette activité sont :

Ingénierie	Sciences physiques
<ul style="list-style-type: none">• Diagramme de contexte.• Diagramme de cas d'utilisation.• Diagramme d'exigences.	<ul style="list-style-type: none">• Notion de combustion ;• Notion de combustion incomplète ;• Notion de combustible ;• Notion de comburant ;• Notion de réactifs ;• Notion de produit ;• Notion de transformation chimique ;• Dangers du monoxyde de carbone ;• L'air qui nous entoure (PC ou SVT).

Activité des élèves :

Travail à faire :

a. Lisez attentivement la problématique (**Document ressource**) et répondez aux questions suivantes :

1. Quels sont les effets d'une combustion incomplète ?
2. Énoncer le problème technique à résoudre.
3. À partir de quel pourcentage, la présence du monoxyde de carbone est dangereuse et risque de tuer ?

b. Quel est le service assuré par le système d'alarme de présence du CO ?

c. À partir du diagramme d'exigences, préciser les fonctionnalités et les contraintes du système d'alarme ?

B. Etude de conception (Deuxième processus de la démarche d'ingénierie système)

B.1 Exigence détection :

Tous les systèmes d'alarme de détection de la présence du monoxyde de carbone commercialisés sont équipés d'un détecteur qui diffère d'un produit à l'autre (selon le constructeur). Pour les travaux de conception des élèves encadrés, nous allons leur proposer le détecteur MQ-7 dont l'aspect commercial est le suivant :



Figure 4 : Le détecteur du monoxyde de carbone MQ-7

- Détection de gaz : monoxyde de carbone.
- Taille du module : 32 (L) × 20 (l) × 22(H).
- Tension d'alimentation : DC 5V.
- Dissipation de puissance : 150 mW.
- Sortie DO : 0,1 - 5 V.
- Sortie AO : plage 0 à 5V.
- Concentration détectable : 10-1000ppm CO.

Remarque : Le marquage des broches de la carte module du détecteur est imprimé à côté de chaque broche.

La carte est accessible par :

- Les broches d'alimentation Vcc et GND ;
- La broche de sortie du signal analogique de présence du monoxyde de carbone ; cette sortie varie en fonction de la concentration du monoxyde de carbone ;
- La broche de sortie logique qui ne peut prendre que deux états logiques : 1 (5V) ou 0 (0V).

B.1.1 Principe de fonctionnement du circuit de base du module détecteur de monoxyde de carbone MQ-7

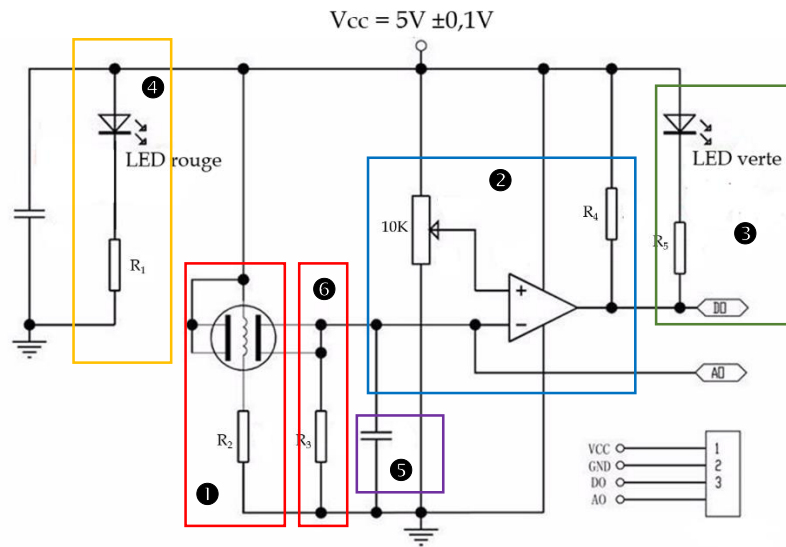


Figure 5 : Schéma électronique du module MQ-7

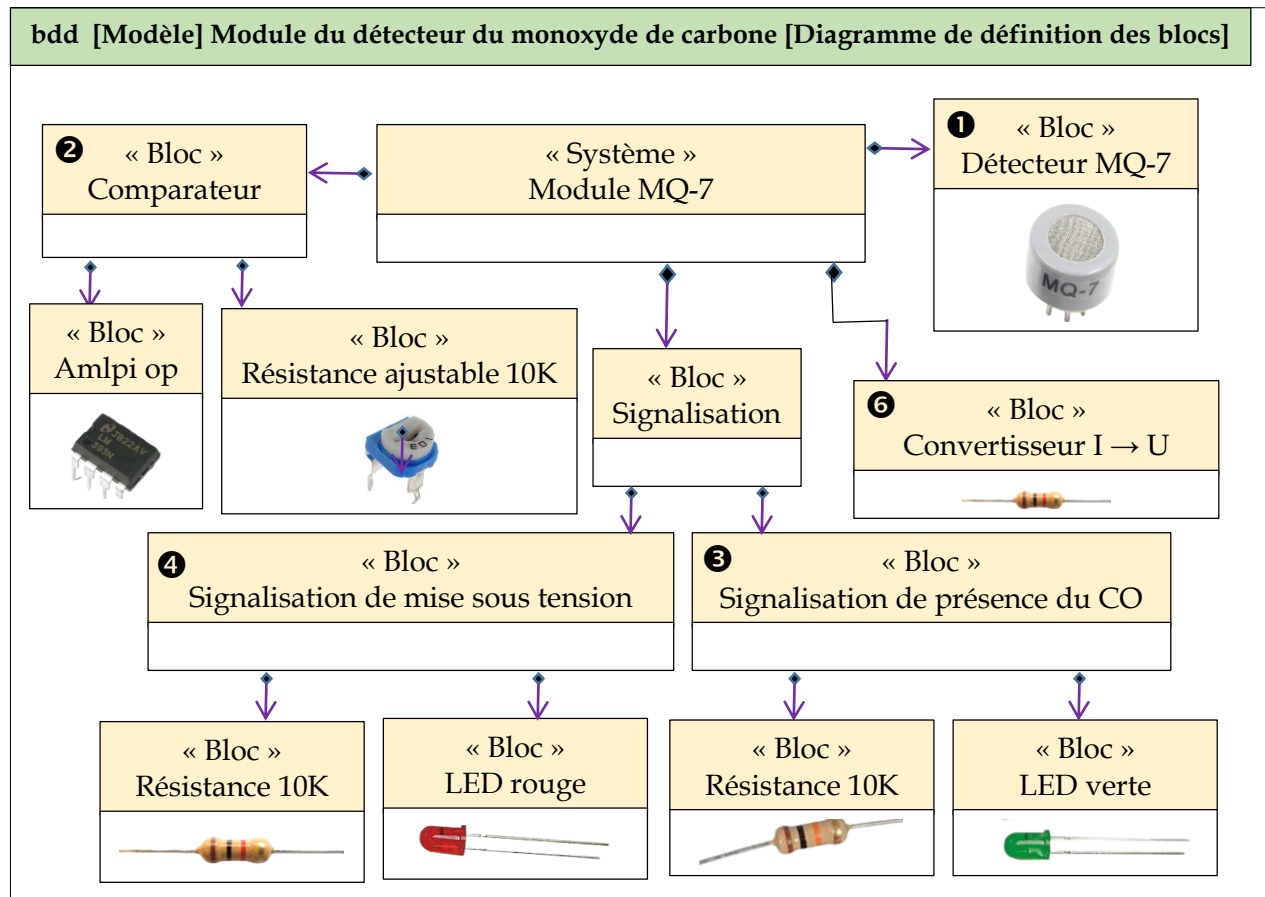
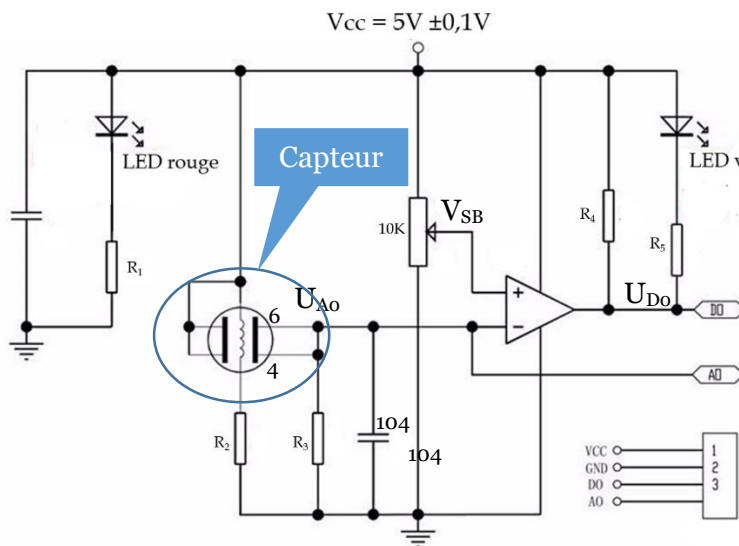


Figure 6 : Diagramme de définition des blocs du module MQ-7

Le module est alimenté par une tension de 5V. Il est composé :

- Du capteur de monoxyde de carbone MQ-7 (bloc 1 – figure 5) qui fournit un signal analogique image, de la concentration du monoxyde de carbone dans l'air. La tension de sortie analogique fournie par le capteur change proportionnellement en fonction de la concentration du gaz CO. Plus la concentration de gaz est grande, plus la tension de sortie est grande, tandis qu'une faible concentration de gaz entraîne une tension faible en sortie.

• D'un comparateur (**de haute précision**) à un seul seuil de basculement réalisé autour de l'amplificateur opérationnel LM393 à collecteur ouvert (bloc 2 - Figure 5). Le seuil de basculement est réglable grâce à la résistance ajustable R_P (10K Ω). L'expression du seuil de basculement est donnée par la formule : $V_{seuil} = \alpha \times V_{CC}$ ($0 < \alpha < 1$). Une fois le module est mis sous tension, il faut régler le seuil de basculement du comparateur à une valeur proche de 1/3 de V_{CC} ; La LED témoin de présence du CO doit être éteinte.



A la mise sous tension, on doit avoir :

- $V_{SB} > U_{A0}$;
- U_{DO} est à l'état logique haut.
- LED verte éteinte.

Si la concentration de CO captée augmente, U_{A0} augmente. Au moment où U_{A0} devient égale ou supérieure à V_{SB} , la sortie du comparateur bascule à l'état bas et la LED verte s'allume.

• D'une première signalisation de présence du monoxyde de carbone réalisée par la résistance R_5 et la LED verte (bloc 3 - Figure 5).

• D'une deuxième signalisation de mise sous tension du module détecteur du monoxyde de carbone réalisée par la résistance R_1 et la LED rouge (bloc 4 - Figure 5).

• D'une résistance R_3 (bloc 6 - Figure 5) qui convertit le courant en une tension équivalente à la concentration du CO capté ;

• D'un condensateur C_1 (104) qui réalise la fonction technique de stabilisation de la tension à la sortie de l'amplificateur opérationnel ; le condensateur se chargera lors des pics de tension (le passage de 0V à 5V) tout en se relâchant lors des baisses de tension. Cette dernière ne subissant pas de fluctuations du point de vue des équipements montés en aval et ainsi de leurs utilisateurs.

Remarque :

Dans certains schémas, vous pouvez trouver un chiffre numérique affecté au condensateur (exemple : la valeur 104). Cette valeur numérique représente la valeur en pF de la capacité du condensateur. Le tableau ci-après résume toutes les valeurs que vous pouvez trouver sur les schémas électriques.

Valeur en micro Farad	Valeur en pico Farad	Valeur numérique affectée
0,000001	1	
0,00001	10	
0,0001	100	101
0,001	1000	102
0,01	10000	103
0,1	100000	104
1	1000000	105

Le condensateur utilisé dans le module MQ-7 marqué par le chiffre numérique 104 est de valeur : $0,1 \mu F = 100000 \text{ pF}$.

Le courant I^- à l'entrée (-) de l'amplificateur opérationnel est nul (l'impédance Z^- est très grande). La concentration du CO est présente sous forme de courant qui passe dans la résistance R_3 . Ainsi, la tension analogique recueillie aux broches 6 et 4, image de la concentration du CO, est comparée à la tension de référence $V_{SB} = \alpha \cdot V_{CC}$. Une fois cette tension est supérieure au seuil de basculement, la sortie de l'amplificateur bascule à zéro et la lampe verte s'allume.

L'exploitation didactique du module de détection du monoxyde de carbone est très intéressante ; le module dispose du bloc de mise en forme (Montage à ampli op) du signal analogique délivré par le capteur de gaz et les blocs de signalisation de mise sous tension et de présence de CO. Ainsi, le module sera présenté aux élèves comme étant une boîte noire à exploiter pour faire des expérimentations et relever des mesures sur les sorties A₀ et D₀.

Néanmoins, le module MQ-7, peut être exploité pour programmer des travaux d'expérimentations afin d'appréhender les fonctions techniques du programme de la deuxième année qui sont :

1. La fonction de commutation (ampli op en comparateur) ;
2. La fonction de signalisation (Signalisation de mise sous tension du module et celle de présence du monoxyde de carbone) ;
3. La fonction d'alimentation.

B.1.2 Activité STEM

Cette activité, en relation spécialement avec **l'ingénierie de conception**, a pour objectif de vérifier si les élèves sont capables de :

1. Lire un schéma électronique ;
2. Reconnaître un composant à partir de son symbole électronique ;
3. Reconnaître un composant à partir de son aspect commercial ;
4. Simuler une solution technique sur un logiciel de conception électronique (logiciel à usage gratuit) ;
5. Expérimenter une solution technique sur une platine de test ;
6. Justifier le choix d'un composant électronique en utilisant une documentation technique.

Les connaissances nécessaires pour aborder cette activité sont :

Technologie	Sciences physiques
<ul style="list-style-type: none"> • Fonction technique du diviseur de tension. • Fonction technique de signalisation. • Fonction technique de détection. • Symbole électrique des composants. • Aspect commercial des composants. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation du multimètre. • Notion de calibre de mesure. • Notion de tension. • Notion de tension.
Mathématiques	Ingénierie
<ul style="list-style-type: none"> • Opérations arithmétiques ; • Equation à une inconnue. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diagramme d'exigences ; • Simulation ; • Expérimentation ; • Réduction des écarts entre le résultat obtenu et le besoin énoncé.

Activité des élèves :

a. **Evaluation** (centre d'intérêt : **Fonction de signalisation du module MQ-7**)

1. A partir du schéma électronique du module de détection du monoxyde de carbone ci-dessous, compléter le circuit de signalisation de mise sous tension du module de la figure 7 :

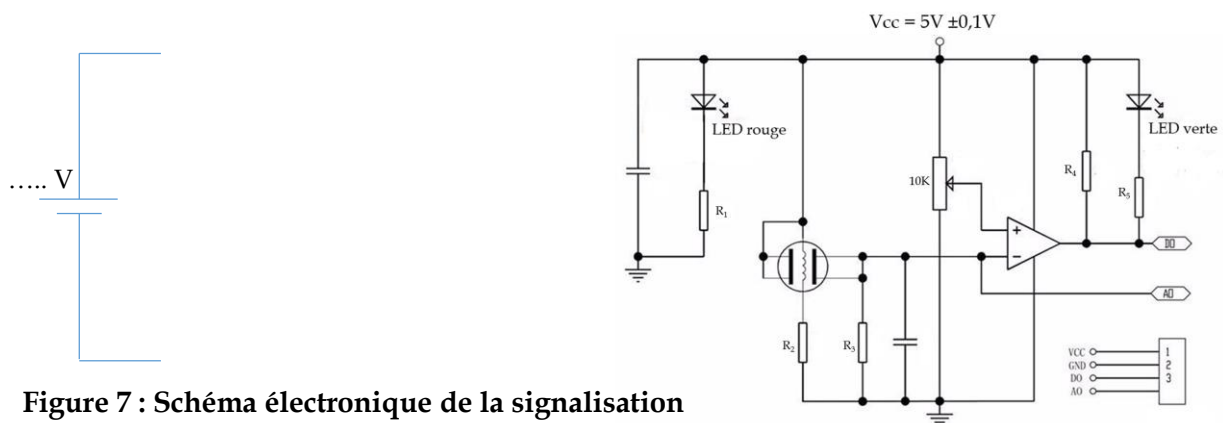


Figure 7 : Schéma électronique de la signalisation de mise sous tension du module MQ-7

2. Quelle est la valeur de la tension d'alimentation du module ?
 3. Peut-on alimenter le module MQ-7 avec une tension de 9V ?
 4. Quel est la fonction technique de la résistance R_1
 5. La résistance R_1 est montée en série ou en parallèle avec la LED rouge ?
- Justifier le choix de la valeur de la résistance R_1 .

Cet exercice d'évaluation a pour objectifs de vérifier les capacités suivantes :

- Lecture des schémas électriques ;
- Reconnaître un composant électronique à partir de son symbole électrique ;
- Justifier le choix d'une solution technologique à partir d'une utilisation efficace et efficiente des lois physiques ;
- Exploiter de manière rationnelle les caractéristiques techniques d'un composant électronique.

b. Travail d'expérimentation :

Matériel nécessaire :

- a. Module MQ-7.
 - b. Platine de test.
 - c. Un multimètre.
 - d. Un tournevis.
 - e. Une bougie.
1. Implanter le module MQ-7 sur la platine de test.
 2. Alimenter le module MQ-7 avec une source de tension de 5V (Attention : Au-delà de 5V, votre module MQ-7 peut griller. La tension recommandée par les constructeurs est de $5V \pm 0,1$).
 3. Varier la résistance ajustable jusqu'à ce que le LED verte s'étend.
 4. Brancher votre multimètre entre la broche A_0 et GND (en position voltmètre).
 5. Mesurer la tension sur la broche analogique A_0 .
 6. Rebrancher votre multimètre entre la broche D_0 et GND (en position voltmètre).
 7. Mesurer la tension sur la broche D_0 .
 8. Allumer la bougie et mettez-la près du module MQ-7.
 9. Refaite les mêmes mesures en relevant les valeurs sur A_0 et D_0 .
 10. Interpréter les résultats.
 11. Conclure.

L'exigence « détection » réalisée par le module MQ-7, nécessite une alimentation de $5V \pm 0,1V$ (**Id = "1.2"**). L'alimentation sera distribuée par un interrupteur (**Id = "1.1"**). Après une première phase d'intégration, de vérification et de validation (*Troisième processus de la démarche d'ingénierie système*) de ces trois solutions techniques (phase d'optimisation), on construit le diagramme de définition partiel du système d'alarme :

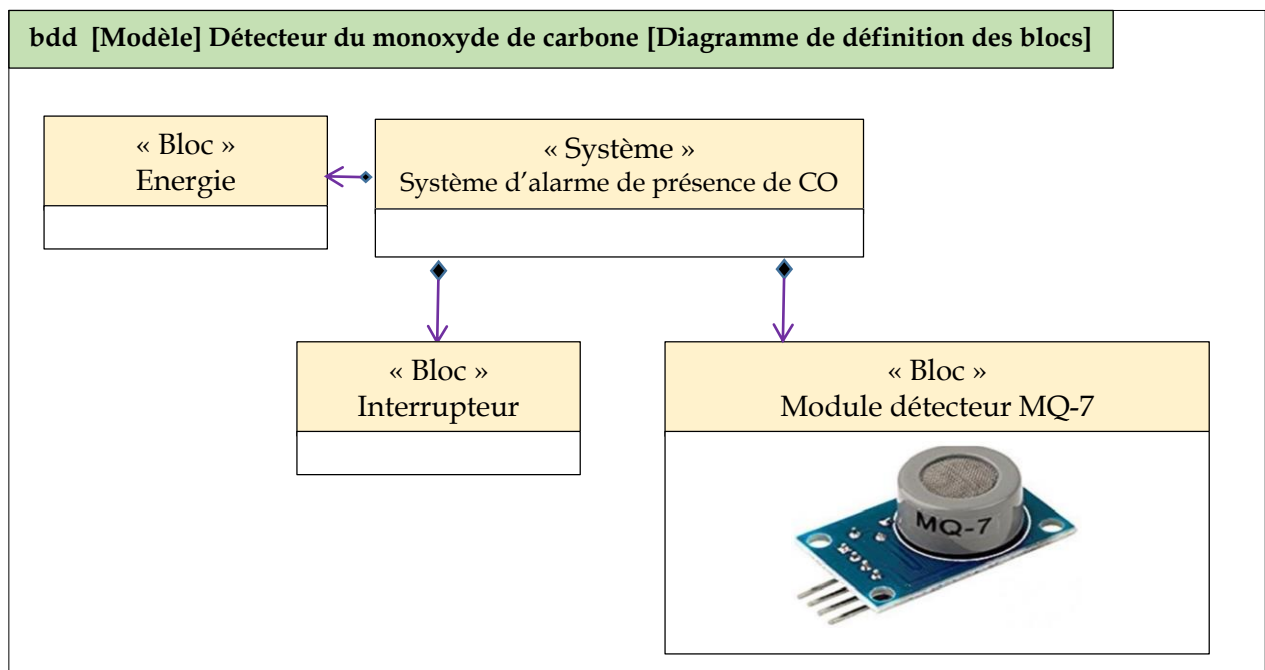


Figure 8 : Diagramme de définition des blocs partiel du système d'alarme de présence de CO 12

B.2 Exigence de signalisation

Pour avertir l'utilisateur de notre alarme de présence du monoxyde de carbone, nous allons exploiter deux blocs de signalisation [**Id = " 1.4 "**] qui sont :

- Une première signalisation visuelle par une LED clignotante ;
- Et une deuxième signalisation sonore par un buzzer.

En présence d'une concentration conséquente en air du monoxyde de carbone, la sortie D₀ de notre détecteur MQ-7 est au niveau bas. Alors **comment peut-on exploiter cette information pour activer nos deux blocs de signalisation ?**

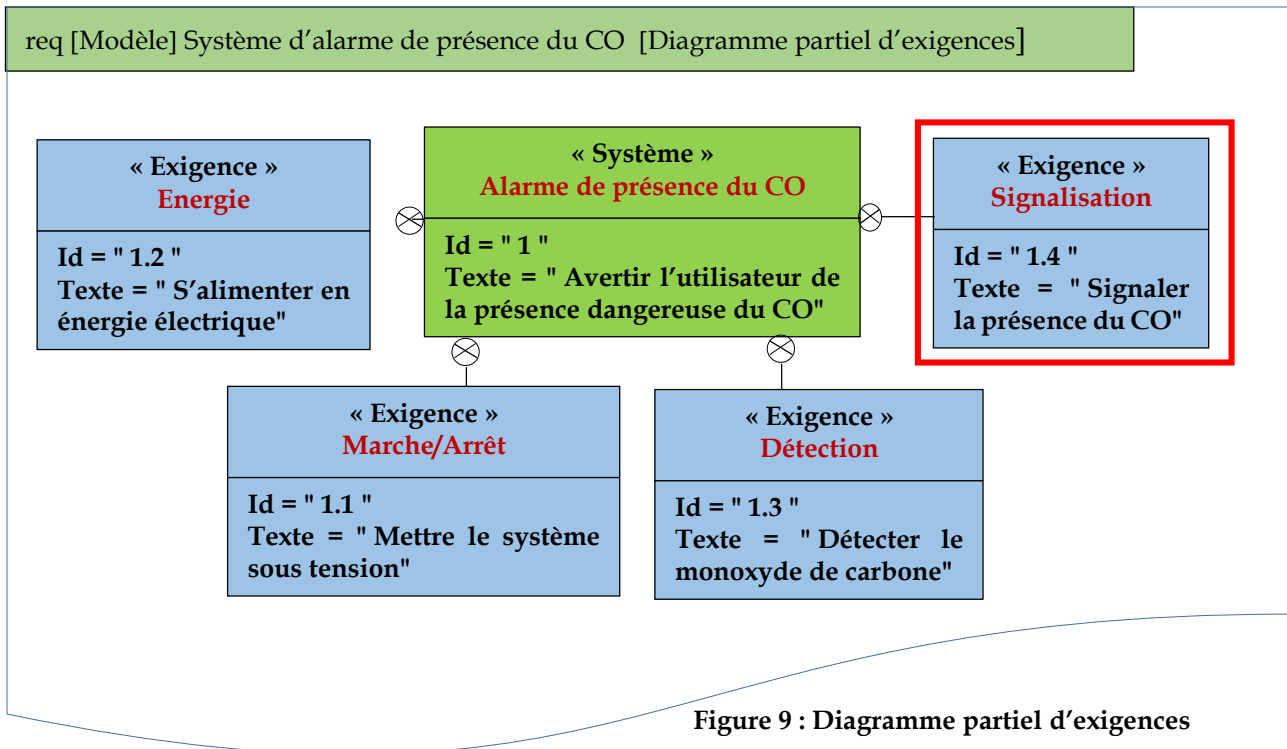


Figure 9 : Diagramme partiel d'exigences

B.2.1 Solution technique proposée pour l'exigence de signalisation :

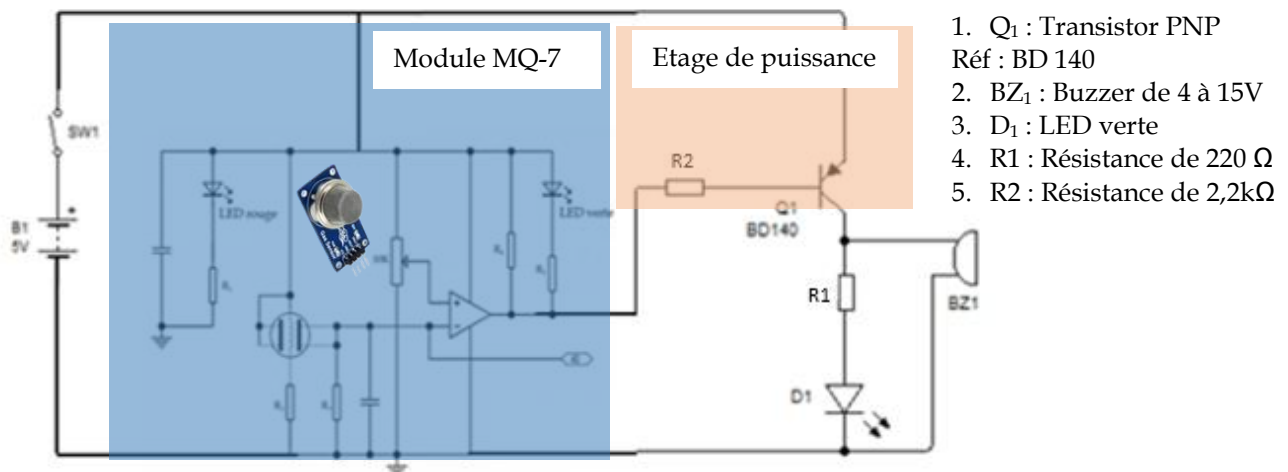


Figure 10 : Schéma du système d'alarme proposé

B.2.2 Principe de fonctionnement du bloc de puissance :

L'étage de puissance est composé principalement par le transistor BD140 (type PNP) qui fonctionne en régime

non linéaire (**Fonction de commutation**). Ainsi, lorsque la sortie du comparateur LM393 est au niveau haut (Absence du monoxyde de carbone), le transistor est bloqué, et lorsque la sortie du comparateur bascule à l'état bas (Présence du monoxyde de carbone), le transistor se sature induisant ainsi l'allumage de la LED verte et l'activation du Buzzer. (Pour toute information complémentaire sur le BD140, veuillez consulter un document constructeur).

B.2.3 Activité STEM

Cette activité, en relation spécialement avec **l'ingénierie de conception**, a pour objectif de vérifier si les élèves sont capables de :

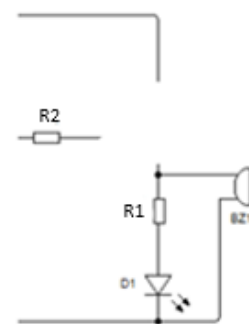
1. Lire un schéma électronique ;
2. Reconnaître un composant à partir de son symbole électronique ;
3. Reconnaître un composant à partir de son aspect commercial ;
4. Simuler une solution technique sur un logiciel de conception électronique (logiciel à usage gratuit) ;
5. Expérimenter une solution technique sur une platine de test ;
6. Justifier le choix d'un composant électronique en utilisant une documentation technique.

Les connaissances nécessaires pour aborder cette activité sont :

Technologie	Sciences physiques
<ul style="list-style-type: none"> • Fonction technique de signalisation. • Symbole électrique des composants. • Aspect commercial des composants. • Choix technologiques des composants. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation du multimètre. • Notion de calibre de mesure. • Notion de tension. • Notion de tension. • Notion de courant. • Notion de puissance. • Lois des mailles et loi d'Ohm.
Mathématiques	Ingénierie
<ul style="list-style-type: none"> • Opérations arithmétiques ; • Equation à une inconnue. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diagramme d'exigences ; • Simulation ; • Expérimentation ; • Réduction des écarts entre le résultat obtenu et le besoin énoncé.

Activité des élèves :

1. A partir du schéma électronique de la figure 10, compléter le schéma de l'étage de puissance ci-contre.
2. Donner le nom de chaque composant du schéma électronique de l'étage de puissance.
3. Placer la source d'alimentation et le bloc de mise tension sur le schéma électronique de l'étage de puissance.
4. Quelle est la valeur de la tension d'alimentation de l'étage de puissance ?
5. Simuler le montage et vérifier son principe de fonctionnement (se référer au paragraphe B.2.2).



6. Pour assurer un bon fonctionnement de l'étage de puissance, il faut s'assurer que le transistor est parfaitement saturé. La condition de saturation est vérifiée si la tension entre l'émetteur et le collecteur du transistor BD140 est inférieure à 0,5V ($V_{ECsat} = 0,5V$ c'est une donnée du constructeur). Par simulation ou expérimentation sur platine de test, remplir le tableau suivant :

R_2	10K Ω	5,6K Ω	4,7K Ω	3,3K Ω	2,2K Ω	1,2K Ω	1K Ω	560 Ω	220 Ω
V_{EC}									

7. Justifier le choix de la résistance R_2 .
8. Mesurer le courant qui passe dans R_2 .

9. Calculer la puissance dissipée par effet joule par R_2 .
10. Quel type de puissance doit-on choisir pour R_2 .
11. On choisira la résistance R_2 à partir de la série E24. Donner donc la tolérance de fabrication de R_2 .
12. Complétez le diagramme de définition des blocs.

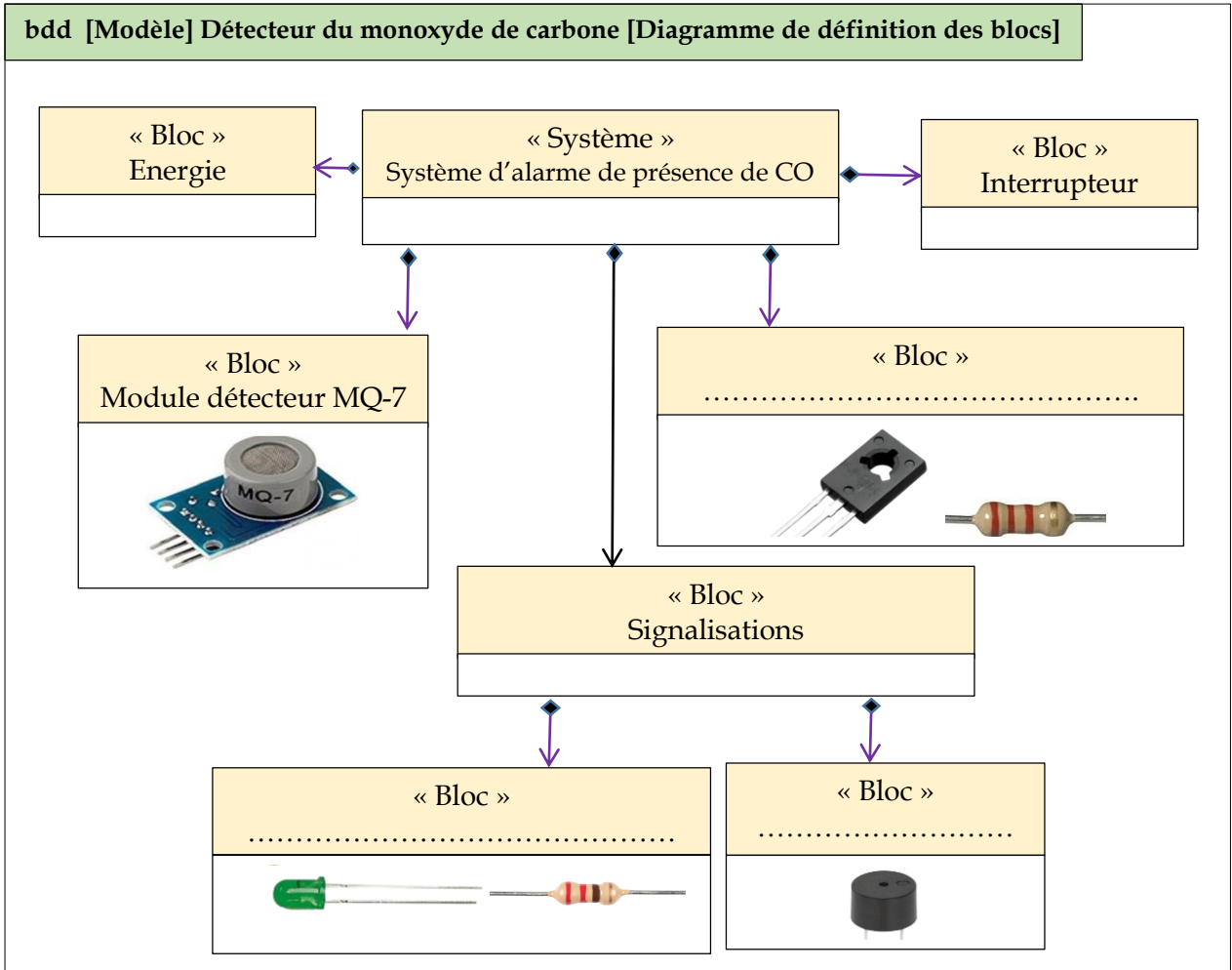
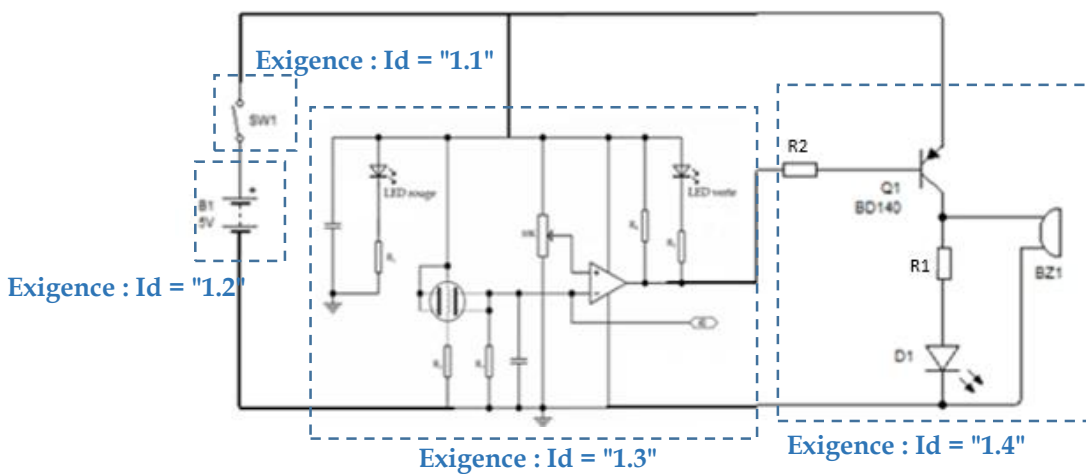


Figure 11 : Diagramme de définition des blocs du système d'alarme de présence de CO

C. Réalisation du circuit imprimé de la solution technique globale vérifiée et validée.

C.1 Solution technique du système d'alarme



Les solutions retenues couvrent les fonctions techniques suivantes :

- a. Fonction d'alimentation ;

- b. Fonction de commutation ;
- c. Fonction de détection (module MQ-7).
- d. Fonction de signalisation.

L'exigence "Détection" est réalisée par le bloc-module MQ-7 qui est accessible par quatre broches :

- a. Broche d'alimentation (Vcc, GND) ;
- b. Broche D₀ qui ne peut prendre que deux états :
 1. Etat logique 1 : absence du monoxyde de carbone ;
 2. Etat logique 0 : présence du monoxyde de carbone ;
- c. Broche A₀ : A partir de cette broche, on peut recueillir un signal analogique, c'est l'image de la quantité de concentration du monoxyde de carbone.

C.2 Nomenclature

7	Transistor	BD140	Type PNP - $V_{ECsat} = 0,5V$
6	Buzzer		Tension d'alimentation : 4 - 15 Volt
5	LED verte		Courant maximal inférieur à 20 mA
4	Résistance R ₁	220 Ω	5% - ¼ W
3	Résistance R ₂	2,2KΩ	5% - ¼ W
2	Interrupteur		
1	Module de détection	MQ-7	Tension d'alimentation : 5V
Nombre	Désignation	Description	Observation

C.3 Activité STEM

Cette activité, en relation spécialement avec **l'ingénierie de conception**, a pour objectif de vérifier si les élèves sont capables de :

1. Réaliser un circuit imprimé ;
2. Respecter les normes de sécurité des personnes et du matériel utilisé ;
3. Vérifier la continuité des rubans et des pastilles du circuit imprimé ;
4. Réutiliser des composants électroniques récupérés à partir d'un appareil électronique défectueux ;
5. Souder les composants électroniques sur un circuit imprimé ;
6. Tester le bon fonctionnement des composants récupérés avant leur utilisation. ;

Les connaissances nécessaires pour aborder cette activité sont :

Technologie	Sciences physiques
<ul style="list-style-type: none"> • Lecture d'un schéma électronique ; • Exploitation efficace et efficiente des caractéristiques électriques d'un composant ; 1. Symbole électrique ; 2. Aspect commercial. • Réalisation d'un circuit imprimé ; • Soudage des composants électroniques ; • Test du circuit électronique. • Aspect commercial des composants. 	Utilisation du multimètre.
Mathématiques	Ingénierie
<ul style="list-style-type: none"> • Mesure des distances ; • Géométrie dans le plan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diagramme de définition des blocs.

Activité des élèves :

Réaliser le circuit imprimé de la figure 12 en respectant les contraintes suivantes :

1. Dimension de la plaque du circuit imprimé : 50 × 40 (en mm) ;
2. Le module MQ-7 doit être placé sur un connecteur à quatre broches ;
3. Prévoir les points de test A₀, D₀, V_{EC}.

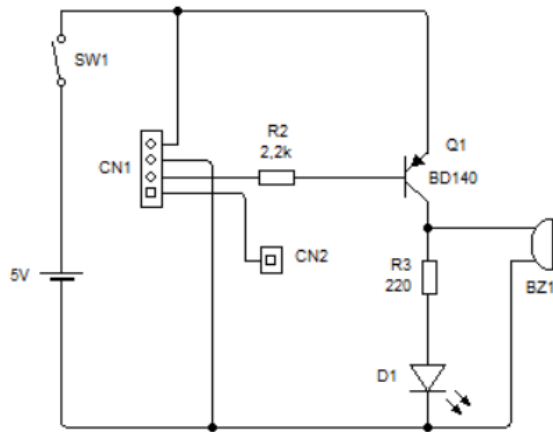


Figure 12 : Circuit électrique à réaliser

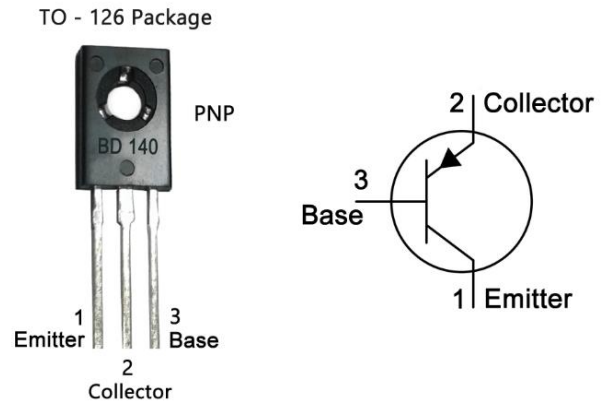


Figure 13 : Boîtier et brochage du BD140

D. Conclusion

Le système d'alarme de présence de monoxyde de carbone, tel qu'il a été présenté, est une application très simple qui peut être exploitée selon deux visions :

- a. Une première vision qui s'appuie sur le système technique comme étant un support didactique permettant aux élèves de découvrir les centres d'intérêts suivants :
 1. La modélisation des systèmes techniques (diagramme de contexte, diagramme de cas d'utilisation, diagramme d'exigences, diagramme de définition des blocs).
 2. Les fonctions techniques de l'électronique (fonction d'alimentation, fonction de détection, fonction de commutation, fonction de signalisation) ;
 3. La réalisation d'un circuit imprimé.

A cet effet, et dans le cadre d'une démarche d'ingénierie système, l'enseignant pourrait s'appuyer sur des activités d'investigation afin de faire découvrir aux élèves certaines **fonctionnalités (exigences)** du système. Aussi, pourra-il programmer des activités d'amélioration des performances du système par application de la démarche de résolution de problèmes.

- b. Une deuxième vision basée sur l'apprentissage par projet. Ainsi, l'enseignant est amené à encadrer un projet technologique (projet STEM) couvrant de manière totale ou partiel les centres d'intérêts administrés par le livret du programme scolaire de Technologie (contenus technologiques, démarches pédagogiques et recommandations pédagogiques).

Cependant et avant chaque séance d'apprentissage, peu importe la vision adoptée par l'enseignant, Il est vivement recommandé :

1. De bien choisir **la situation déclenchante fondatrice des apprentissages** (Chaque activité doit répondre à une question) ;
2. De lister toutes les connaissances Scientifiques et Mathématiques à intégrer pour résoudre un problème technique. De cette façon, les élèves trouvent une explication directe et concrète de l'importance des matières Scientifique et des Mathématiques dispensées ;
3. De préparer les ressources nécessaires à mettre à la disposition des élèves (des ressources simples à exploiter de manière individuelle ou collective).