

Plan National de Formation

Professionnalisation des acteurs

Journée nationale de formation

« Enseignements pratiques interdisciplinaires : mathématiques, physique-chimie, sciences de la vie et de la Terre, technologie »

Mardi 29 mars 2016

Lycée-Collège international Honoré de Balzac - Paris

Atelier Bio-mimétisme : proposition d'activité en technologie

Thème : « La modélisation et la simulation des objets et systèmes techniques –
Analyser le fonctionnement et la structure d'un objet »

Compétences et connaissances associées

Analyser le fonctionnement et la structure d'un objet, identifier les entrées et sorties.

- > Représentation fonctionnelle des systèmes.
- > Structure des systèmes.
- > Chaîne d'énergie.
- > Chaîne d'information.

Note : la chaîne d'énergie est vue dans une autre activité.

Compétences travaillées

Pratiquer des langages <i>Domaine du socle : 1</i>	> Décrire, en utilisant les outils et langages de descriptions adaptés, la structure et le comportement des objets.
Concevoir, créer, réaliser <i>Domaine du socle : 4</i>	> Identifier le(s) matériau(x), les flux d'énergie et d'information dans le cadre d'une production technique sur un objet et décrire les transformations qui s'opèrent.

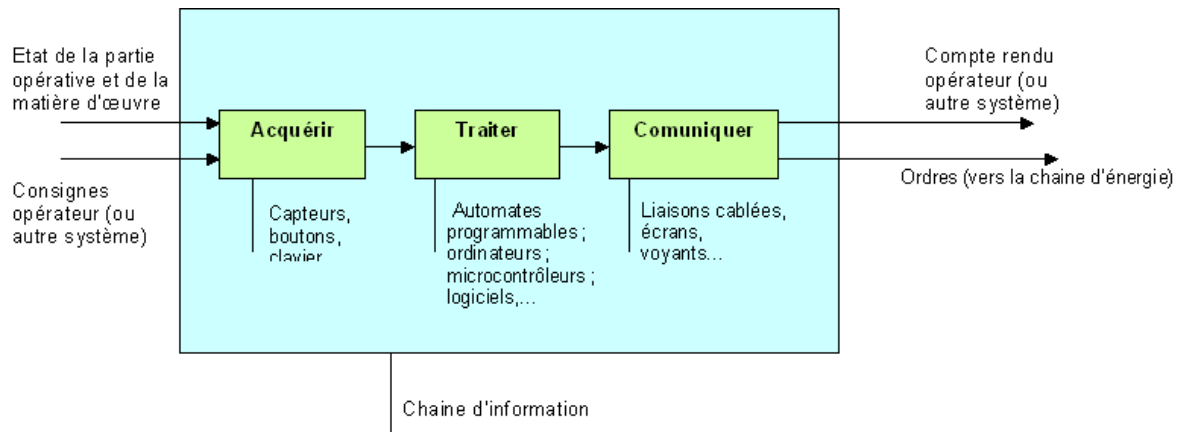
Notion construite

Pour faire fonctionner un système, l'automatisme doit effectuer les actions suivantes :

AQUÉRIR : il lui faut savoir quel est l'état du système (ici nuit/jour, présence d'une personne).
Ce sont les capteurs ainsi que les boutons de réglage qui assurent cette fonction.

TRAITER : une carte électronique ou un micro-contrôleur va "compiler" les informations qui ont été acquises.

COMMUNIQUER : le résultat du traitement devra être transmis au système afin qu'il puisse effectuer l'action souhaitée.



Note : les éléments observés sur le système ne permettent pas de trouver dans les détails tous les éléments de la chaîne d'information classique. Par exemple, la notion de voyants, écran est absente dans le système étudié. Le document pourra être complété dans une autre activité, avec un support qui présente ces caractéristiques.

Mise en situation



On a besoin de commander le système d'éclairage dans le hall d'un immeuble.

La solution de l'interrupteur s'avère inadaptée pour plusieurs raisons :

- confort des occupants (une personne qui arrive les bras chargés, personne à mobilité réduite, poussettes, sacs, ...) appréciera de ne pas avoir à intervenir pour éclairer les lieux ;
- les utilisateurs n'ont pas le réflexe d'éteindre après leur passage, la présence simultanée de plusieurs utilisateurs rend difficile la décision d'éteindre la lumière, de peur de laisser quelqu'un dans l'obscurité. Conséquence, la lumière pourra restée allumée inutilement
→ problème d'économie d'énergie.

Problème posé : comment remplacer l'action de l'Homme et automatiser la gestion de l'éclairage ?

Biomimétisme : imiter et remplacer le raisonnement (ai-je besoin de lumière ?) et l'action (pression d'un interrupteur ou bouton poussoir) de l'Homme sur un circuit d'allumage classique.

Support d'activité : interrupteur automatisé pour éclairage associé à une lampe dans un hall d'immeuble → version didactisée : un système complet avec module de détection + lampe installée et branchée dans la classe.



Déroulement de l'activité

À la pose du problème, les élèves vont immédiatement proposer l'installation d'un module type "allumage extinction automatique". Ils emploient généralement les mots "détecteur de présence", même si la présence d'une personne n'est pas la seule condition d'allumage.

Nous allons donc vérifier que la solution proposée répond bien au problème. Pour cela, nous effectuons une observation du système branché.

Partie 1 : fonction « ACQUÉRIR » :

Observation : le but de cette partie est d'identifier les entrées de la chaîne d'information. Une première représentation fonctionnelle mettra en évidence la fonction "ACQUÉRIR" par l'identification des entrées et la notion de capteur.

On observe le fonctionnement du système branché et on décrit ce qui se passe.

Le professeur installe et branche une maquette contenant un module allumage/extinction automatique, ainsi qu'une lampe au milieu de la salle, puis se met en retrait. Il observe les élèves et prend des notes sur ce qui est fait.

Les élèves les plus téméraires vont faire quelques gestes en direction de la maquette pour tenter de déclencher l'allumage. Pourtant, rien ne va se passer.

Certains vont se lever pour se rapprocher pensant que la distance est un facteur déterminant, toujours sans succès.

On verra certains élèves effectuer un geste de la main près de la lampe (et non le détecteur), preuve qu'ils n'ont pas encore conscience de l'existence de plusieurs modules. Pour eux, la "lampe" gère toutes les fonctions (transformation d'énergie, allumage et extinction automatique, ...). D'autres élèves lui feront remarquer qu'il se trompe, que ce n'est pas la lampe qui "détecte" mais le capteur situé en dessous. L'élève tente à nouveau un geste vers ce qui lui semble être un détecteur, mais rien ne se passe.

Les élèves commencent alors à se tourner vers le professeur, ce qui indique qu'ils ne comprennent pas pourquoi le système ne fonctionne pas.

Le professeur intervient alors pour synthétiser ce qui s'est passé :

- les élèves ont pensé qu'un mouvement allait déclencher l'allumage ;
- manifestement, soit le système ne fonctionne pas, soit les conditions sont autres, soit incomplètes.

Des hypothèses sont alors émises, certaines plus pertinentes que d'autres :

- "il faut siffler", "ça réagit au bruit" → peut-on se permettre de siffler dans un hall d'immeuble ?

- "il y a trop de lumière, donc le système sait qu'il n'y a pas besoin d'éclairer" (cette proposition n'arrive quasiment jamais en classe) ;
- un élève peut être amené à plaquer sa main sur le module de détection (pensant que la distance trop importante est à l'origine de l'absence de réaction du système). Il créera alors une obscurité artificielle (additionnée au mouvement de sa main) ce qui va déclencher l'allumage. Les élèves vont alors conclure qu'il faut passer contre le capteur pour que le système fonctionne → est-ce vraiment confortable pour l'utilisateur ? Si le module de détection se trouve au plafond ? comment le déclencher ?

Le professeur va alors essayer de faire comprendre aux élèves pourquoi la lampe s'est allumée lorsqu'un élève a posé sa main sur un module de détection.

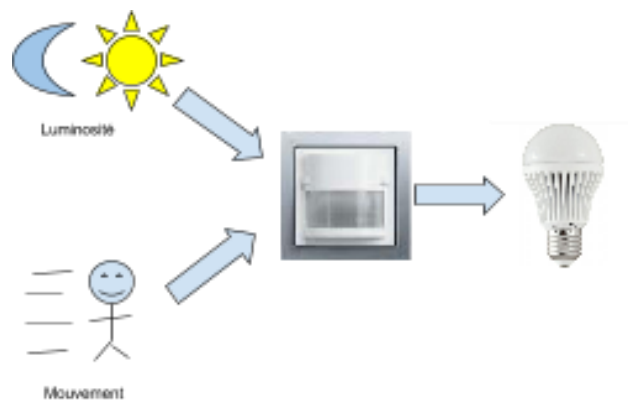
- **Situation souhaitée** : les élèves émettent l'hypothèse que l'obscurité est une condition pour l'allumage, auquel cas ils vont proposer un protocole expérimental pour vérifier l'hypothèse (éteindre la lumière, baisser les stores).
- **Situation alternative** : les élèves n'arrivent pas à proposer de solution. Le professeur peut créer l'obscurité dans la classe.

Un test sera aussi effectué afin de valider la fonction "détection de mouvement". On peut aveugler le système en plaçant un obstacle entre le module de détection et les personnes en mouvement. Un test avec une personne immobile peut être réalisé.

Les élèves vont alors lister les conditions d'allumage :

- obscurité → le système peut donc détecter la luminosité ambiante ;
- mouvement → le système détecte le mouvement mais pas forcément la présence des personnes.

Exemple de production attendue (première ébauche de la chaîne d'information)



Partie 2 : fonction « TRAITER » :

Il est impossible (et inutile) d'envoyer les informations, informations mesurées à une lampe.

Le but de cette partie est de comprendre que les mesures envoyées par les capteurs nécessitent un traitement (de quelle forme ?), réalisé par un support du type ordinateur, automate, carte électronique.

Cette partie introduira la notion d'informatique et le lien avec les mathématiques. Les notions d'équations logiques ne seront pas immédiatement abordées mais amenées de façon subtile. L'objectif est simplement de comprendre un traitement simple d'information par un automatisme, de voir que les mathématiques sont une possibilité qui est adaptée car c'est le langage utilisé par les ordinateurs.

Problème posé : comment modéliser un raisonnement humain simple avec les mathématiques ?

Raisonnement humain : "il fait sombre et je suis dans la pièce, il faut donc que j'allume".

Le professeur propose aux élèves de résumer le fonctionnement du système dans un tableau (aussi appelé table de vérité). On notera que les informations sont binaires et qu'elles peuvent être remplacées par des valeurs numériques (on verra plus tard l'intérêt).

Luminosité ambiante	Présence de mouvement	État de la lampe
<i>Ce n'est pas la nuit</i>	<i>Il n'y a pas de mouvement</i>	<i>La lampe est éteinte</i>
<i>Ce n'est pas la nuit</i>	<i>Il y a du mouvement</i>	<i>La lampe est éteinte</i>
<i>C'est la nuit</i>	<i>Il n'y a pas de mouvement</i>	<i>La lampe est éteinte</i>
<i>C'est la nuit</i>	<i>Il y a du mouvement</i>	<i>La lampe est allumée</i>
Luminosité ambiante	Présence de mouvement	État de la lampe
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Question aux élèves : connaissez vous un opérateur mathématique qui permet de faire le lien entre les variables d'entrée et le résultat "État de la lampe" ?

Réponse attendue : la multiplication ("Luminosité ambiante" x "Présence de mouvement" = "État de la lampe").

On pourra vérifier que le modèle mathématique fonctionne dans tous les cas de figure par 4 applications numériques successives, avec interprétation du résultat :

Application numérique - cas numéro 1 :

<i>Ce n'est pas la nuit</i>		<i>Il n'y a pas de mouvement</i>		<i>La lampe est éteinte</i>
0	x	0	=	0

$$0 \times 0 = 0$$

Le résultat est "0" ce qui signifie que la lampe est éteinte lorsque qu'il fait jour et qu'il n'y a pas de mouvement. Le résultat du calcul "correspond" au système réel.

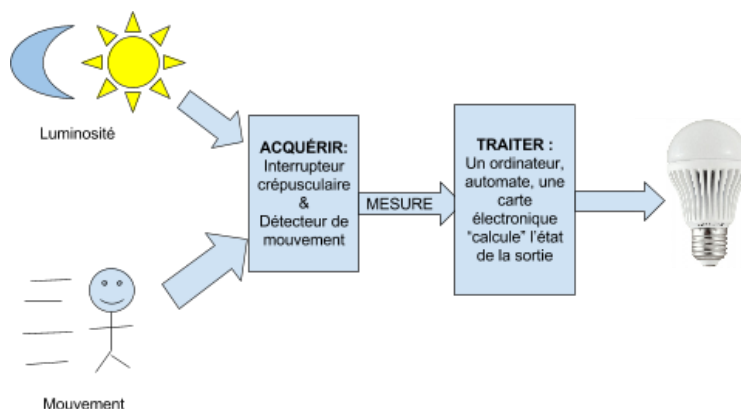
Application numérique - cas numéros 2,3, 4 :

Conclusion : on peut imiter le processus d'intégration du centre intégrateur par des mathématiques. C'est un modèle mathématique.

Questions aux élèves : *quel système connaissez vous qui permet de calculer des données ?*

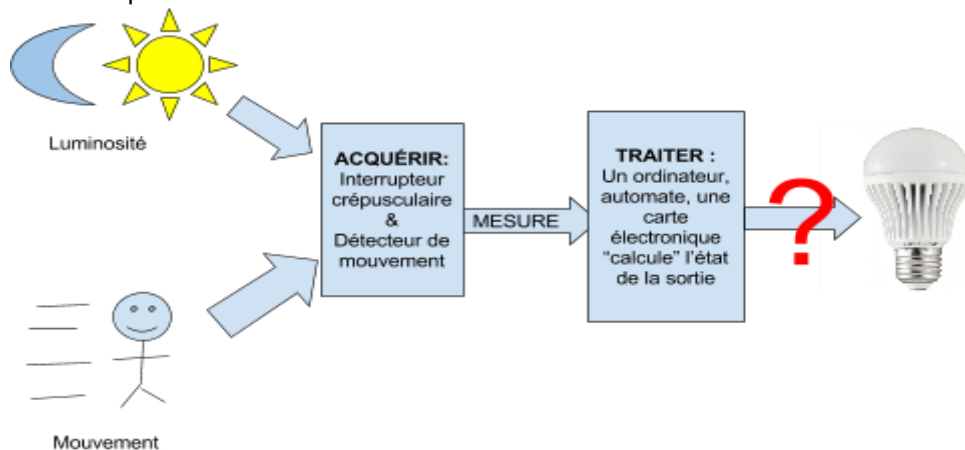
Réponse attendue : ordinateur.

Conclusion : les mesures effectuées par les capteurs sont traitées par un composant du type ordinateur, afin de déterminer l'action qui doit être faite. On arrive à une 2ème ébauche de la chaîne d'information un peu plus élaborée :

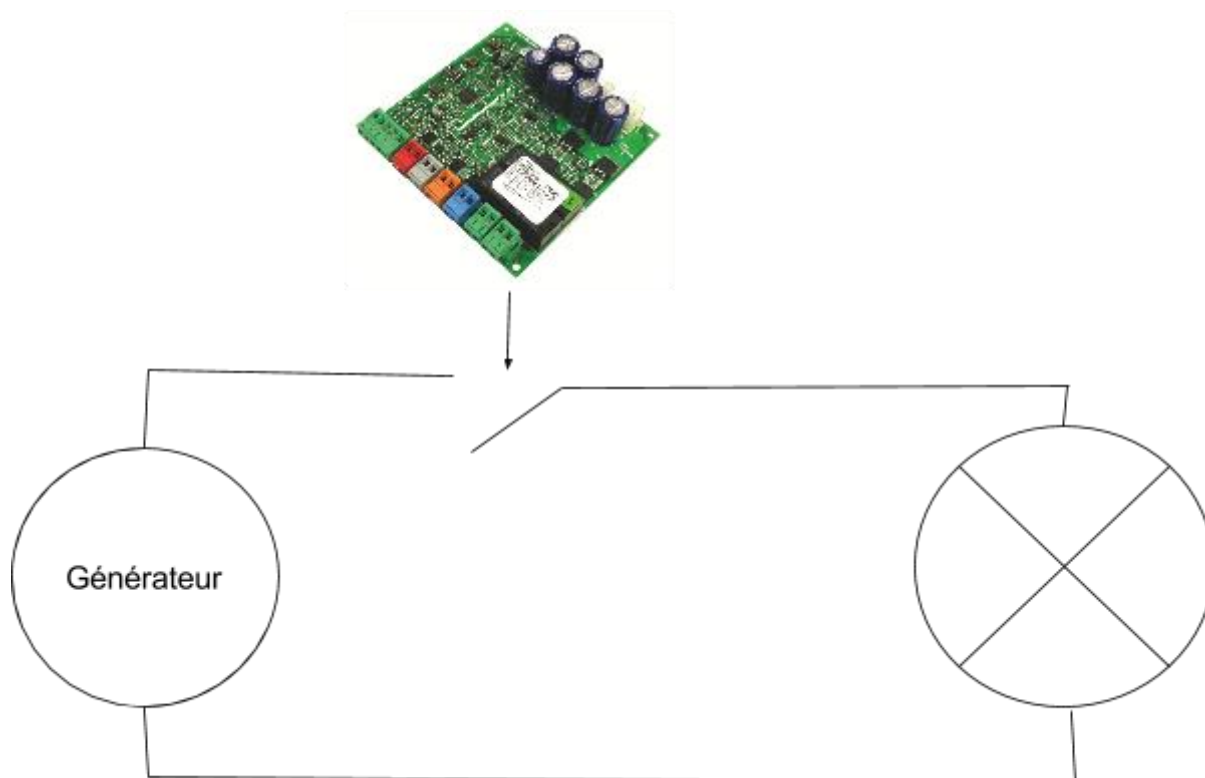


Partie 3: « COMMUNIQUER »

Le but de cette partie est de déterminer l'existence de composants qui permettent l'interface entre la partie commande et puissance.

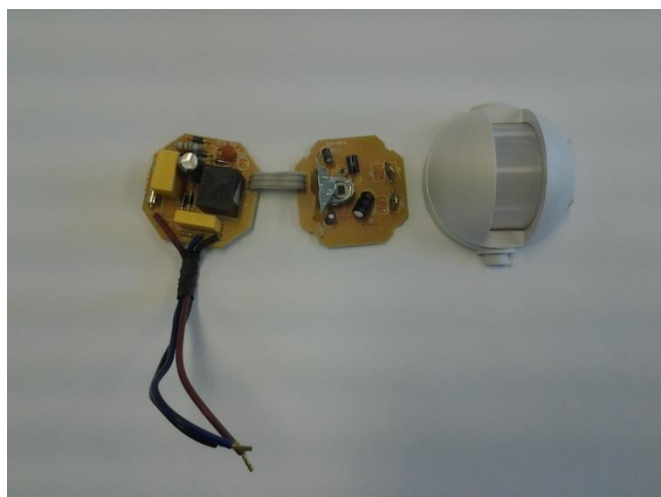


Les signaux envoyés par un ordinateur ou une carte électronique ne permettent pas directement l'allumage d'une lampe. Le module d'allumage/extinction d'éclairage "remplace" l'Homme mais le circuit d'éclairage classique type "alimentation, interrupteur, lampe" est toujours le même. Comment une carte électronique, un ordinateur ou un automate peut ouvrir ou fermer le circuit ?



Activité proposée : démonter et observer

Par le démontage, les élèves pourront identifier les éléments vus précédemment sur la carte de droite (capteur, carte électronique).



La carte de gauche est un intermédiaire entre la fonction "ACQUÉRIR/TRAITER" et le circuit d'éclairage classique. C'est l'interface. On pourra identifier le relais.