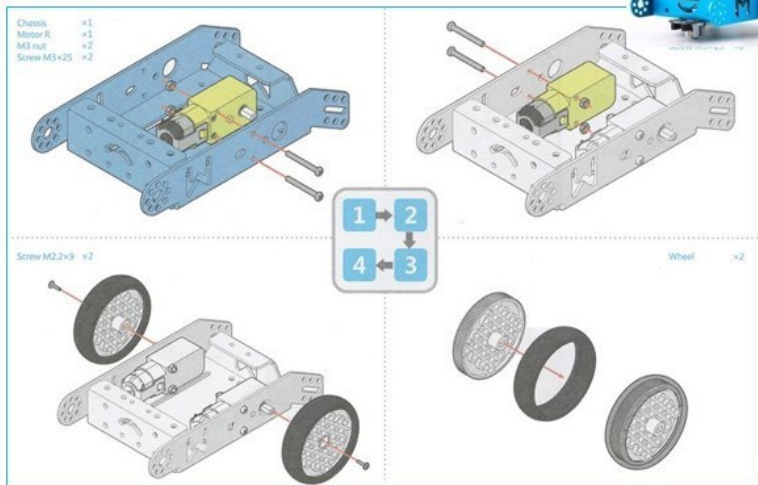


Connaissance : Les procédures

Pour **comprendre** et **vérifier le fonctionnement d'un objet technique**, des **activités de montage/démontage** ou d'**expérimentation** sont nécessaires. Pour mener à bien ces activités, il est impératif de suivre une **procédure** qui a préalablement été **réfléchi**e et **formalisée** sur un document. Elle décrit **étape par étape** la façon de **réaliser correctement** l'activité en question.

Exemple : Procédure de montage d'un robot



Cette procédure s'appuie sur un **dessin en éclaté** qui **permet** de comprendre l'**architecture** et le **fonctionnement** du robot.

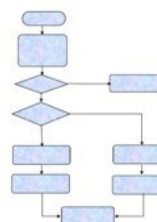
Exemple : Procédure pour mesurer la vitesse réelle de déplacement d'un robot

1. Mettre en marche le robot (ON).
2. Démarrer le chronomètre lorsque le robot franchit le premier marquage (A) au sol.
3. Arrêter le chronomètre lorsque le robot franchit le second marquage (B) au sol.
4. Arrêter le robot (OFF).
5. Relever sur le chronomètre le temps mis par le robot pour passer du marquage A au marquage B.
6. Calculer la vitesse de déplacement (en cm/s) du robot en divisant la distance entre les deux marquages au sol A et B (en cm) par le temps relevé (en s).

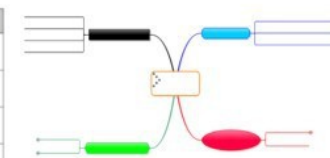


Cette procédure s'appuie sur une simple liste qui décrit la manière de mesurer les **performances réelles** du robot afin de les comparer avec ce qui était attendu (CDCF).

Une **procédure** peut être écrite **sous différentes formes** comme une liste, un **organigramme** (ou logigramme), un **tableau**, une **carte heuristique**...



date	performance théorique	performance réelle



La **procédure** est un document qui décrit une **démarche à suivre** pour réaliser un travail avec succès. Elle détaille la **succession logique des différentes étapes** en précisant ce qui doit être fait et comment le faire.

Connaissance : Les protocoles

Pour que les résultats des **activités expérimentales** soient **valables, sûrs** et **exploitables**, il est nécessaire de suivre un **ensemble de règles**, prédéfinies et **formalisées** sur un document, qui fixe les **objectifs**, les **conditions**, le **déroulement**, les **équipements** ainsi que les **règles de sécurité**.

Protocole des activités expérimentales

- 1-A partir d'une **situation déclenchante** (le robot ne fonctionne pas à la bonne vitesse),
- 2-On formalise le **problème à résoudre** avec une question (comment améliorer le déplacement d'un robot)
- 3-On imagine des **hypothèses** (moteur, roues, programme à modifier)
- 4-On **expérimente les hypothèses** (modifications, essais)
- 5-On **synthétise** les découvertes expérimentales et on fait un **retour sur hypothèse**.

Un **protocole** peut être écrit **sous différentes formes** comme un **tableau**, une **carte heuristique**...

titre	contenu	commentaire



Conditions :

- Pour limiter l'importance des erreurs de mesure liées au temps de réaction lors de l'appui sur le chronomètre, réaliser au moins trois mesures successives afin de calculer une valeur moyenne,
- La distance entre les deux marquages au sol A et B sera comprise entre 50 cm et 1 m,
- Démarrer le robot suffisamment loin du premier marquage au sol (A) pour qu'il le franchisse à vitesse constante (phase d'accélération terminée)

Matériel :

- Instrument de mesure type réglet (minimum 50 cm)
- Chronomètre (1/100^{ème})

Exemple : Protocole expérimental pour vérifier la vitesse de déplacement d'un robot par rapport au cahier des charges

PROTOCOLE pour la vérification de la vitesse de déplacement du robot



Sécurité :

- Table d'essai dégagée de tout objet inutile,
- Manipulations raisonnées du robot et des instruments de mesure,
- Deux personnes uniquement pour réaliser l'expérience (une pour manipuler le robot et une autre pour le chronomètre)

Déroulement :

- Mesurer trois fois la vitesse de déplacement du robot en suivant la fiche procédure.
- Calculer la vitesse moyenne à partir des trois valeurs de vitesse mesurées.
- Comparer la vitesse moyenne calculée avec la vitesse spécifiée dans le cahier des charges et conclure sur un éventuel écart.

Un **Protocole** est **ensemble de règles** à respecter qui garantissent **des résultats fiables** en imposant les **conditions** des activités expérimentales, les **outils** et **matériels** adaptés ainsi que les règles de sécurité à suivre.

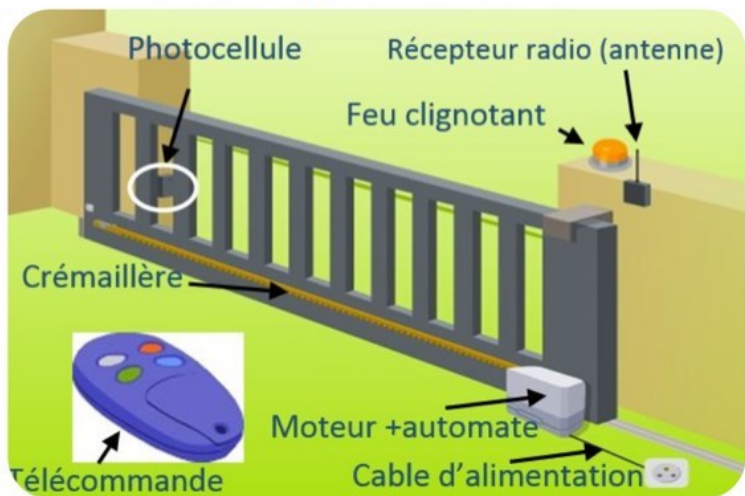
Connaissance : Analyse fonctionnelle systémique

Lorsqu'un ingénieur conçoit un produit, c'est dans un but précis. Pour permettre au système de répondre à ce besoin et correspondre au cahier des charges, il va se servir de l'analyse fonctionnelle systémique.

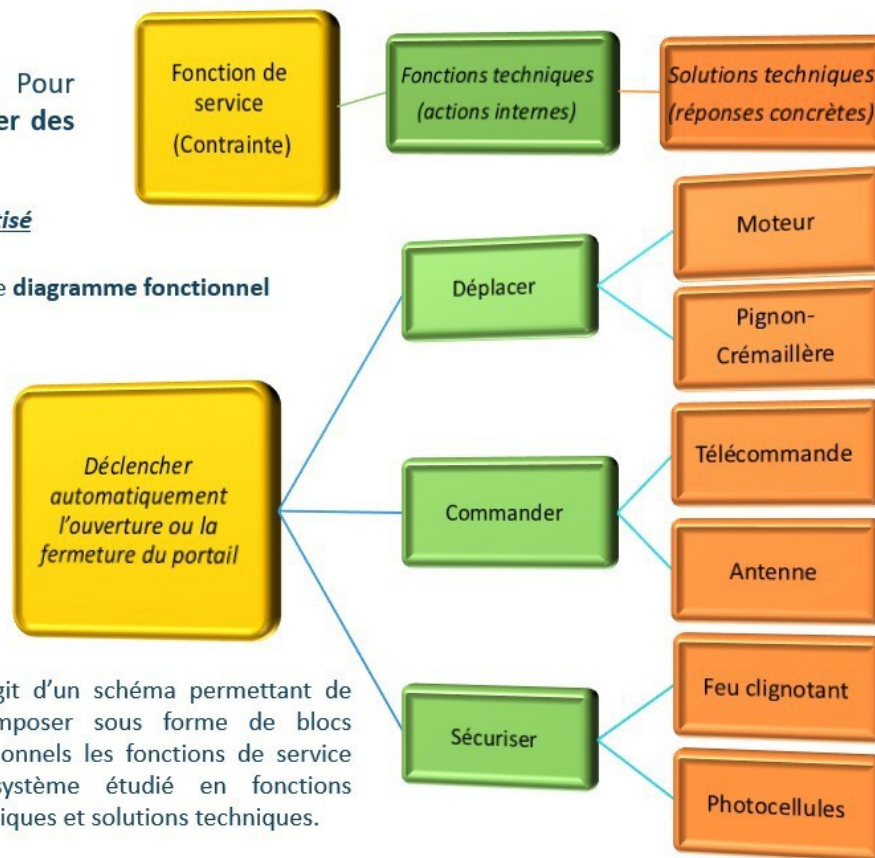
Exemple pour un portail coulissant automatisé

① Le schéma fonctionnel

Lisible et compréhensible facilement.



② Le diagramme fonctionnel



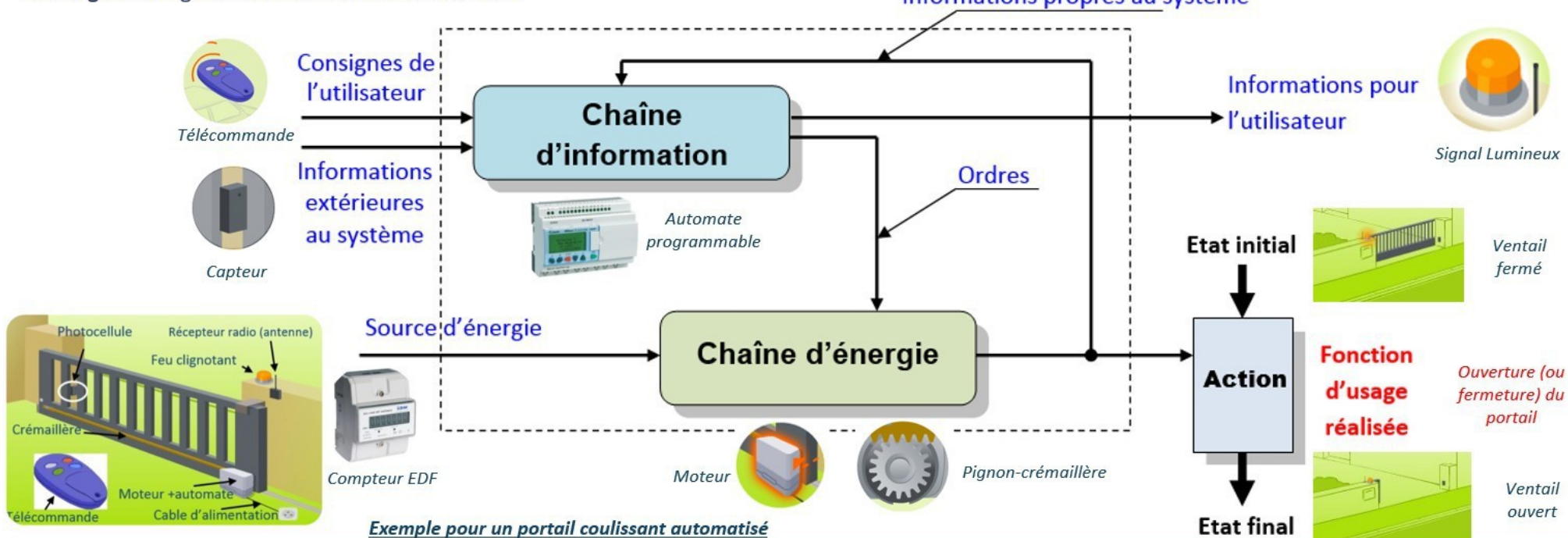
Il s'agit d'un schéma permettant de décomposer sous forme de blocs fonctionnels les fonctions de service du système étudié en fonctions techniques et solutions techniques.



La représentation fonctionnelle est utilisée pour décrire et expliquer le fonctionnement d'un objet technique. Elle a pour objectif de mettre en évidence les relations entre les fonctions techniques et les solutions techniques par rapport aux fonctions de services du cahier des charges.

Connaissance : Représentation fonctionnelle des systèmes

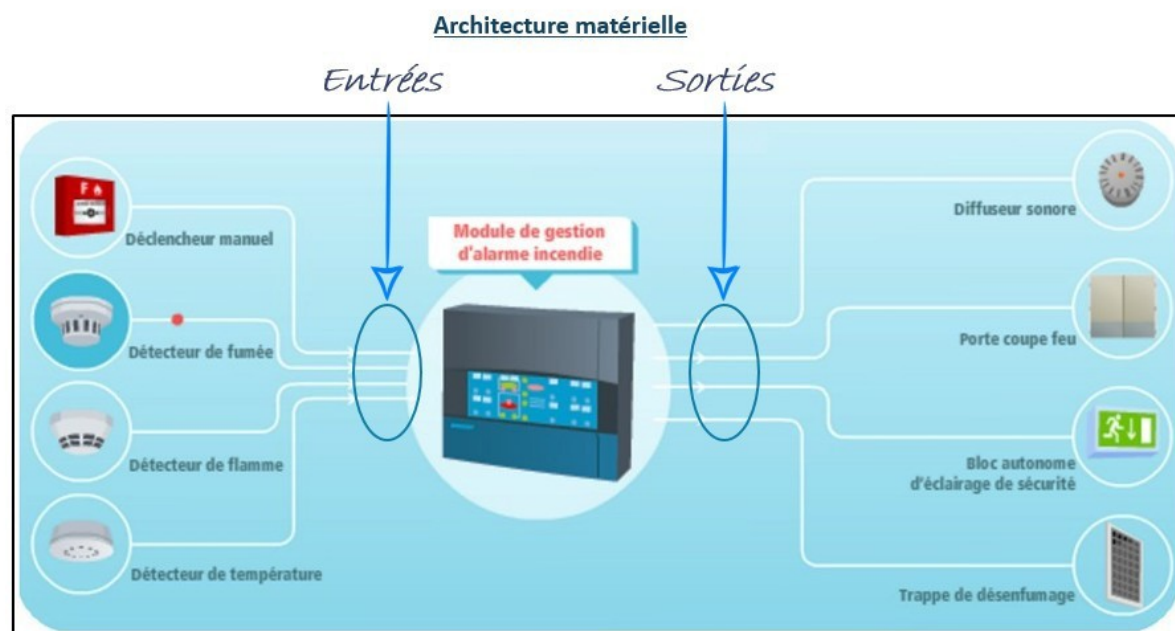
Pour représenter le fonctionnement d'un système, on réalise un schéma du système. Un système est composé d'une chaîne d'information et d'une chaîne d'énergie interagissant avec des entrées et sorties.



La **représentation fonctionnelle** est utilisée pour **décrire et expliquer le fonctionnement** d'un objet technique. Elle a pour objectif de mettre en évidence les **relations** entre les différents fonctions internes à travers leurs **flux d'entrées** et de **sorties**. Elle est décomposée en deux parties, la **chaîne d'information** qui agit sur des **flux d'informations** (ordres, informations provenant de capteurs...) et la **chaîne d'énergie** qui agit sur des **flux d'énergies** (électrique, mécanique...).

Connaissance : Structure des systèmes

Lors de l'analyse d'un objet ou système technique, la **structure des systèmes** peut être représentée avec son **architecture matérielle**.



Exemple pour une alarme incendie de collège

Schéma général du principe de fonctionnement d'un système

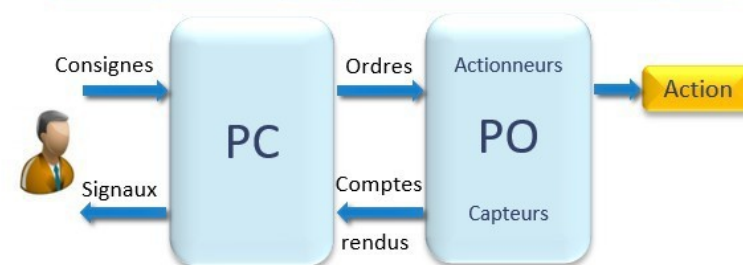
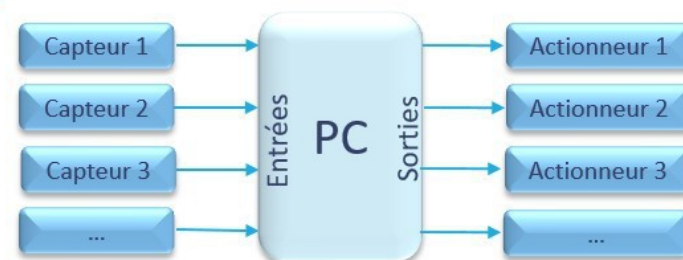


Schéma général de l'architecture matérielle d'un système

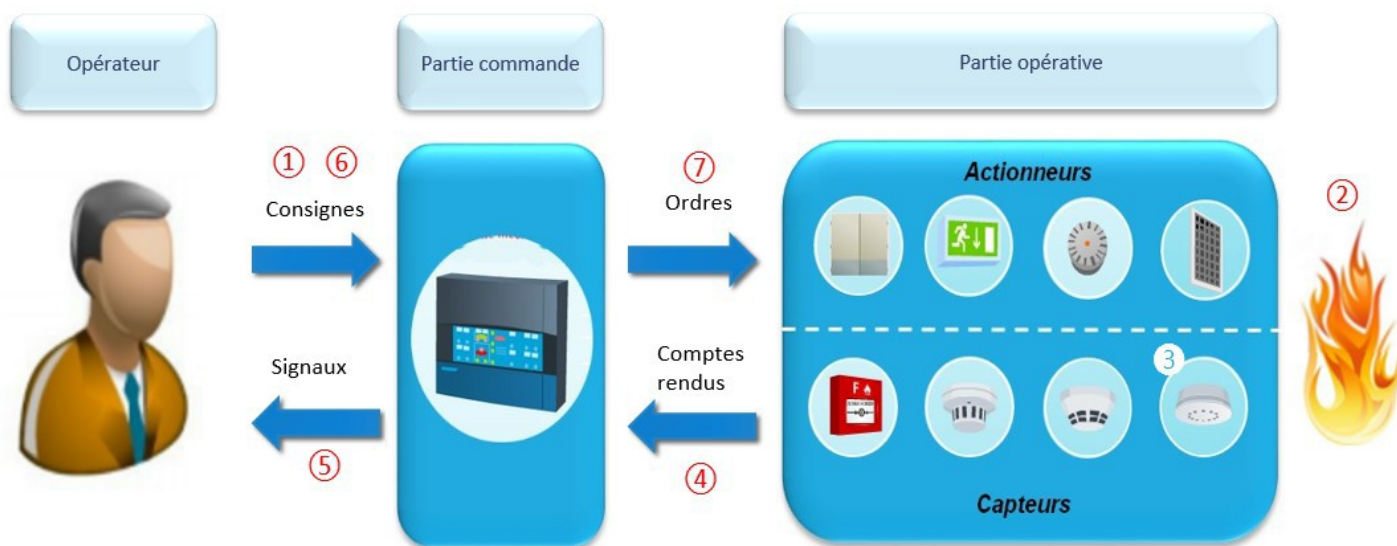


Le schéma de l'**architecture matérielle** représente le principe de raccordement des différents éléments. Il permet de **visualiser** autour de la **Partie Commande** les **entrées** (comptes rendus ou informations issues capteurs et consignes de l'utilisateur) et les **sorties** (ordres envoyés aux actionneurs et signaux renvoyés à l'utilisateur).

Connaissance : Structure des systèmes

Lors de l'analyse d'un objet ou système technique, la **structure des systèmes** peut être représentée avec son **schéma de principe de fonctionnement**.

Schéma de principe de fonctionnement



Exemple pour une alarme incendie de collège

Description du principe de fonctionnement

- 1- L'**opérateur** donne une **consigne** (mise en marche de l'alarme) au **module de gestion** d'alarme incendie lors de son installation dans l'établissement.
- 2- Quelques mois plus tard, un départ de feu survient dans une salle de classe.
- 3- Un des **capteurs** détecte le départ de feu (fumée, appui sur le déclencheur manuel ...)
- 4- Ce **capteur** envoie un **compte rendu** (signal électrique) au **module de gestion**.
- 5- Le **module de gestion** envoie des **signaux** (visuel et sonore) à l'**opérateur** (présence d'une alerte incendie dans la salle).
- 6- L'**opérateur** va sur les lieux, constate l'existence réelle de l'incendie puis donne une **consigne** (mise en route de l'alarme) au **module de gestion**.
- 7- Le **module de gestion** envoie des **ordres** aux différents **actionneurs** (sirène, porte coupe feu, bloc autonome d'éclairage de sécurité BAES, trappe de désenfumage).

La structure des systèmes répertorie les **constituants du dialogue** entre la **partie commande** (« cerveau » du système), la **partie opérative** et l'**opérateur**. Le **schéma de principe de fonctionnement** permet d'avoir une vue générale sur les **relations** entre les divers groupes d'éléments du système (**opérateur, PC, PO**).

Connaissance : Chaîne d'énergie

Pour réaliser sa fonction d'usage, un système technique a besoin d'une chaîne d'énergie (associée à la partie opérative) et est composée de plusieurs blocs fonctionnels.



Représentation de la chaîne d'énergie pour une maquette de portail coulissant automatisé

Ordres issus de la chaîne d'information

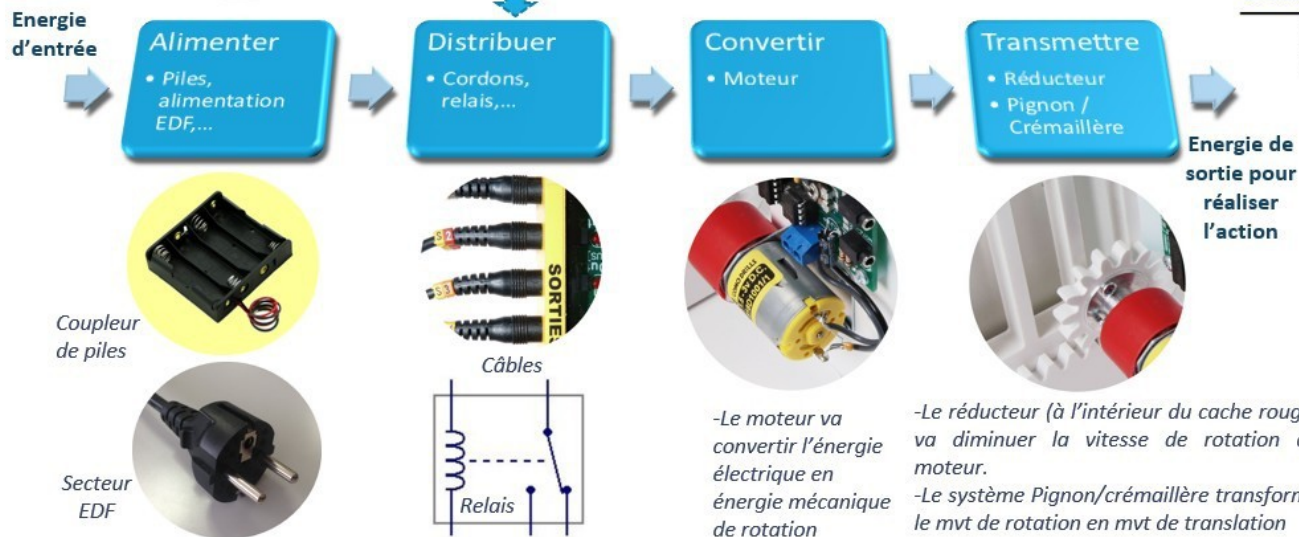
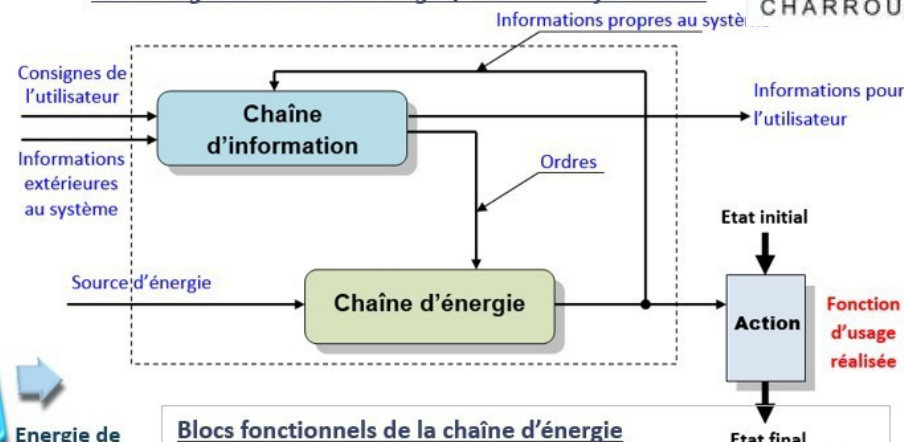


Schéma global Chaîne d'énergie / Chaîne d'information



Blocs fonctionnels de la chaîne d'énergie

Alimenter : Fournir l'énergie nécessaire au système pour réaliser l'action recherchée (piles, réseau 230V, ...)

Distribuer : Distribution de l'énergie à l'actionneur (réalisée par un distributeur, un contacteur, électrovanne, des câbles électriques, gaines pneumatiques, hydrauliques...)

Convertir : Conversion de l'énergie reçue en une autre forme d'énergie en rapport avec l'action recherchée (un vérin, un moteur...)

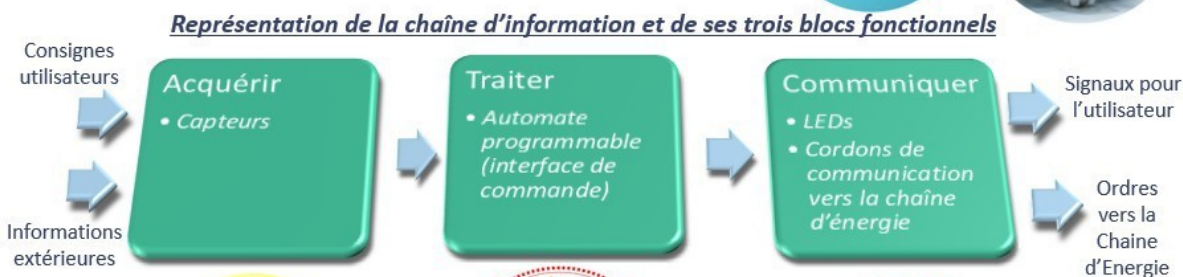
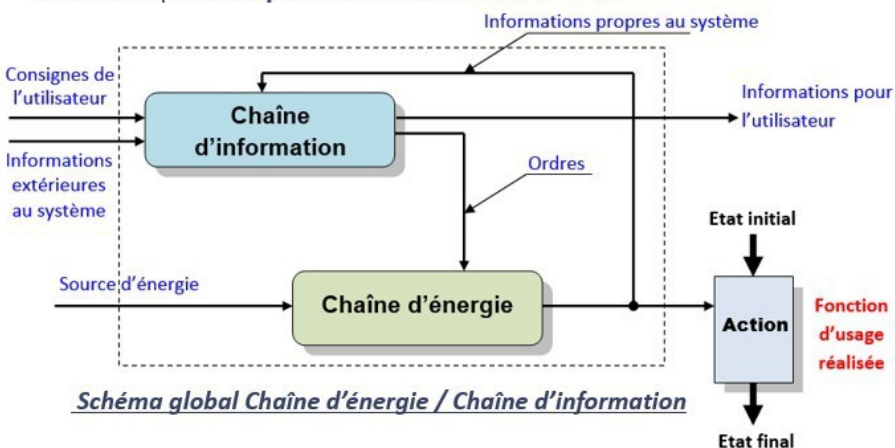
Transmettre : Transmet, en l'adaptant parfois, l'énergie utile jusqu'à l'endroit où est réalisée l'action recherchée (poulie/courroie, pignon/chaîne, pignon/crémaillère, réducteur à engrenages, embrayage,...)

La chaîne d'énergie est la partie du système qui permet de réaliser une action à partir de l'énergie qu'il reçoit.

Elle est composée de 4 fonctions élémentaires ou blocs fonctionnels : Alimenter, Distribuer, Convertir et Transmettre.

Connaissance : Chaîne d'information

Pour réaliser sa fonction d'usage, un système technique a besoin d'une chaîne d'information (associée à la partie commande) et est composé de plusieurs blocs fonctionnels.



Capteur fin de course (portail)



Maquette pilotée par système AutoProg



Leds et cordons



Capteur ultrasons (robot)



Cartes électroniques



Leds et cordons

Blocs fonctionnels de la chaîne d'information

Fonction Acquérir : Fonction qui permet de **prélever des informations** à l'aide de **capteurs**.

Fonction Traiter : C'est la **partie commande** composée d'un automate programmable ou d'un microcontrôleur.

Fonction Communiquer : Cette fonction assure l'**interface** entre la Partie Commande et l'utilisateur et la chaîne d'énergie.

La chaîne d'information est la partie du système qui capte l'information et qui la traite avant de la communiquer à la chaîne d'énergie. Elle est composée de trois fonctions élémentaires ou blocs fonctionnels : Acquérir, Traiter et Communiquer.

Connaissance : Familles de matériaux

Pour fabriquer les objets et systèmes techniques qui nous entourent, l'homme a souvent recours à **plusieurs matériaux différents**. Ils peuvent être d'**origine naturelle** ou **artificielle**. Ils sont très nombreux sur terre, on les regroupe en **4 familles différentes** :

Les plastiques : Obtenus à partir du pétrole. Ce sont des mélanges à partir d'une matière de base appelée **polymère**.

Matière plastique = polymères (brut ou résine de base) + charges + plastifiants + additifs... ce qui permet d'obtenir des PVC, polyester, plexiglas, polyéthylène, caoutchouc ...

On distingue plusieurs matériaux plastiques :

- les **thermoplastiques**, déformables à chaud, qui peuvent être refondus et réutilisés (PVC, plexiglas, polystyrène, polycarbonate, polyéthylène, polyuréthane,
- les **thermodurcissables** indéformables à chaud qu'on ne peut plus déformer (Epoxy (circuits imprimés), bakélite, araldite, formica, polyester, etc...)
- les **élastomères** qui reprennent leur forme après avoir été déformés (caoutchouc, ...)



Récipients et divers objets en matières plastiques



Boite de conserve

Les métaux extraits du sol, ils sont d'**origine minérale**. (Fer, cuivre, or, platine, zinc, étain...)

Les matériaux organiques d'origine naturelle : végétale, animale, ou fossile (bois, cuir, ivoire, caoutchouc (hévéa), ...)



Tabouret en bois



Lavabo en porcelaine



Lames en céramique

Les matériaux céramiques :

Le mot céramique provient du grec ancien (keramos) : «terre à potier».

Matériaux obtenus à partir de terre ou de sable cuit (exemples : verre, porcelaine, terre cuite, plâtre, béton,...)

Connaissance : Familles de matériaux

Les Alliages

On peut mélanger des matériaux métalliques entre eux, on obtient des **alliages** :

- Bronze = cuivre + étain (statues),
- Maillechort = cuivre + zinc + nickel (compas),
- Electrum = or + argent (bijoux), ...

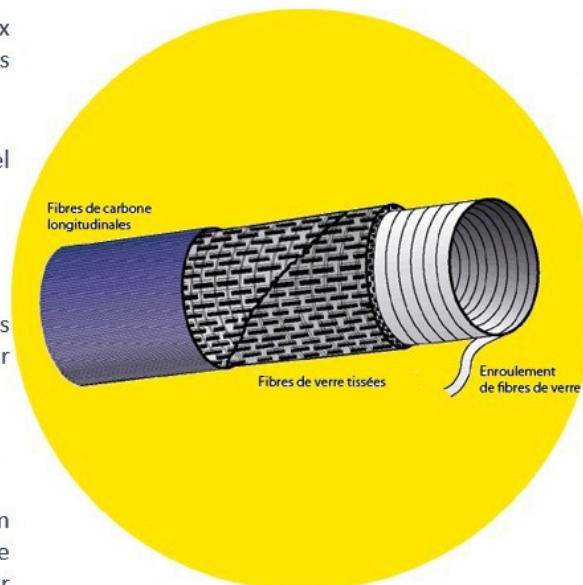
Matériaux composites

On peut aussi associer les différentes familles de matériaux entre elles pour obtenir des **matériaux composites**.

Les matériaux qui sont utilisés dans les composites, contrairement aux alliages, ne se mélangent pas et sont juxtaposés.

Exemples : Carton, plastique et aluminium pour les briques de lait. Caoutchouc, fibre de verre, noyau en bois et renfort en acier pour les planches de ski. Métal et mousse polyuréthane pour les panneaux sandwich.

Matériaux composites



Mat de planche à voile



Brique de lait

Alliages



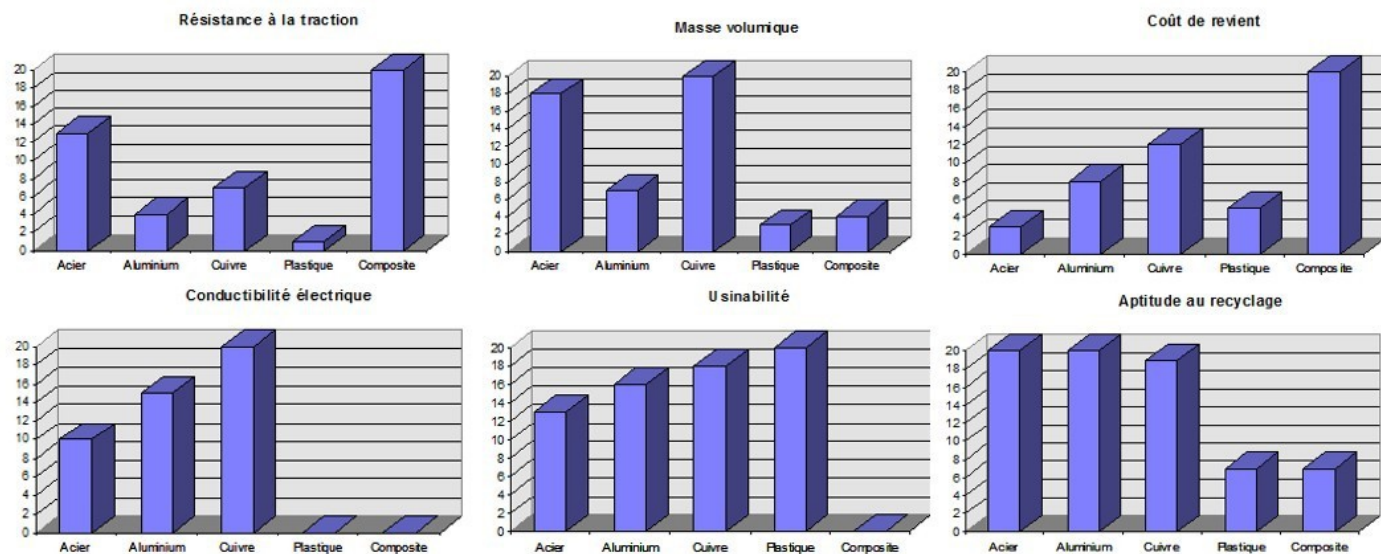
Statue en bronze (fontaine des girondins à Bordeaux)

On appelle **matériau** toute matière **naturelle ou artificielle**, entrant dans la fabrication d'objets techniques. Les matériaux sont d'**origine minérale, animale ou végétale** et sont mis en forme à l'aide de **matériels**. On les classe en 4 familles : **Les métaux, les plastiques, les organiques naturels et les céramiques**.

On peut mélanger plusieurs métaux entre eux, on obtient alors ce que l'on appelle des **alliages**. On peut aussi associer les différentes familles de matériaux entre elles pour obtenir des **matériaux composites**. Ces assemblages sont réalisés pour obtenir des **caractéristiques améliorées**.

Connaissance : Principales caractéristiques des matériaux

Les matériaux doivent être choisis **en fonction de l'usage recherché** pour l'objet... On recherchera parfois un matériau qui conduit le courant, un autre qui peut se plier, léger, économique, élastique ou pas, ... Chaque matériau a **ses propres caractéristiques** qui seront un avantage ou un inconvénient selon les cas.



Propriétés comparées de quelques matériaux

Il faudra donc trouver le **meilleur compromis** selon **l'usage recherché** pour l'objet.

Par exemple, pour le drone, on va chercher des matériaux légers. On pourrait donc le faire en polystyrène expansé. Mais le drone doit pouvoir résister également à de fortes pressions. D'où le choix de plastiques thermodurcissables ou d'alliages d'aluminium.



Chaque matériau possède ses propres **propriétés**. Ces caractéristiques peuvent être un avantage ou un inconvénient ...

Suivant les contraintes du **cahier des charges** que devra respecter l'objet, on regardera plus précisément les propriétés de **conductivité électrique**, **thermique**, **masse volumique**, **l'aptitude à l'usage** (perçage, fraisage, tournage,...), au **façonnage** (pliage, cisailage,...), à la mise en forme (**malléabilité**, **ductilité**,...), le **coût de revient**, **l'oxydation**, **l'aptitude à la valorisation**, le **recyclage**, la **résistance à la traction**, **flexion**, **extension**, **torsion**,..., la **dureté**, **l'aspect esthétique**,...

Connaissance : Sources d'énergies

Il existe différentes sources d'énergies issues des **matières premières** et des **phénomènes naturels** pour assurer le fonctionnement des objets.

Les sources d'énergies issues de matières premières : ce sont des sources d'énergies dites **fossiles**, donc non renouvelables.

L'uranium :

La fission des atomes (division d'atomes) d'**uranium** dégage de la chaleur qui chauffe de l'eau qui se transforme en vapeur. Celle-ci est utilisée pour entraîner une turbine reliée à un alternateur qui produit de l'électricité. L'uranium est obtenu à partir de minerai, transformé pour être exploitable.

Le pétrole, le gaz naturel, le charbon :

La combustion de ces **produits fossiles**, disponibles dans le sous-sol, et qui résulte de la décomposition de **matières organiques** il y a des millions d'années, va produire la chaleur nécessaire à la création d'énergie (thermique, mécanique, électrique,...).



Centrale nucléaire



Extraction de pétrole en mer



Gazinière



Mines de charbon

Ces sources d'énergies
ne sont pas
renouvelables !!!

Connaissance : Sources d'énergies

Les sources d'énergies issues de phénomènes naturels : ce sont des sources renouvelables.

Ces sources d'énergies sont renouvelables !!!

Le vent : l'énergie éolienne utilise la force du vent.



Eoliennes

La biomasse : elle comprend les produits solides, bois et dérivés, les biogaz et les biocarburants issus de la transformation de **végétaux** ou de **déchets d'animaux**.



L'eau : l'exploitation de l'eau sous toutes ses formes (chutes, cours d'eau, houle, marée, ...) va créer de l'énergie appelée **énergie hydraulique**.



Le soleil : produit de la chaleur ou de l'électricité à partir du **rayonnement solaire**. L'énergie lumineuse du soleil est recueillie grâce à des capteurs sur des panneaux solaires et est convertie en énergie électrique (solaire photovoltaïque) ou thermique (solaire thermique).



Panneau photovoltaïque

La géothermie : elle exploite la **température du sous-sol**. Ce type d'énergie ne dépend pas des conditions atmosphériques et a donc l'avantage d'être quasi continu



Pompe à chaleur, échangeur et serpentin

Une **source d'énergie** est issue d'une **matière première**, non renouvelable, comme l'uranium, le pétrole, le gaz, qui fournissent de l'énergie grâce à la combustion, la fission nucléaire... ou issue d'un **phénomène naturel**, renouvelable, comme l'action de l'eau, le vent, le soleil, la chaleur du sous-sol, l'activité musculaire. Ces différentes sources permettent de produire de **l'énergie mécanique, thermique ou électrique**.

Connaissance : Chaîne d'énergie

Pour réaliser sa fonction d'usage, un système technique a besoin d'une chaîne d'énergie (associée à la partie opérative) et est composée de plusieurs blocs fonctionnels.

Représentation de la chaîne d'énergie pour une maquette de portail coulissant automatisé

Ordres issus de la chaîne d'information

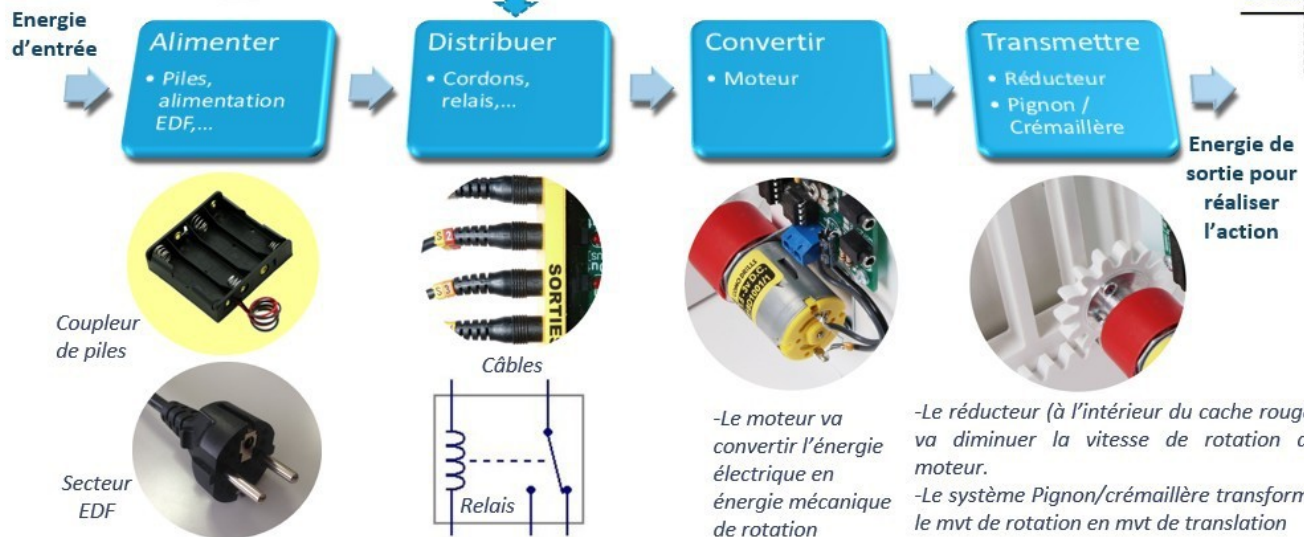
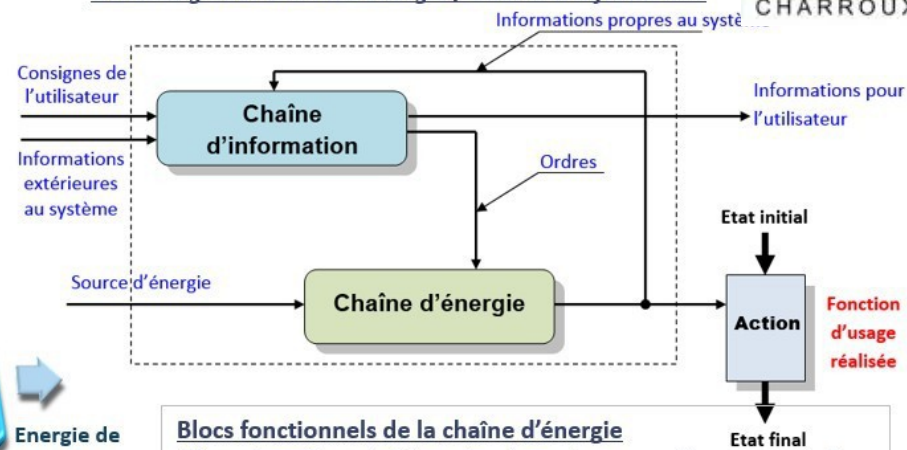


Schéma global Chaîne d'énergie / Chaîne d'information



Blocs fonctionnels de la chaîne d'énergie

Alimenter : Fournir l'énergie nécessaire au système pour réaliser l'action recherchée (piles, réseau 230V, ...)

Distribuer : Distribution de l'énergie à l'actionneur (réalisée par un distributeur, un contacteur, électrovanne, des câbles électriques, gaines pneumatiques, hydrauliques...)

Convertir : Conversion de l'énergie reçue en une autre forme d'énergie en rapport avec l'action recherchée (un vérin, un moteur...)

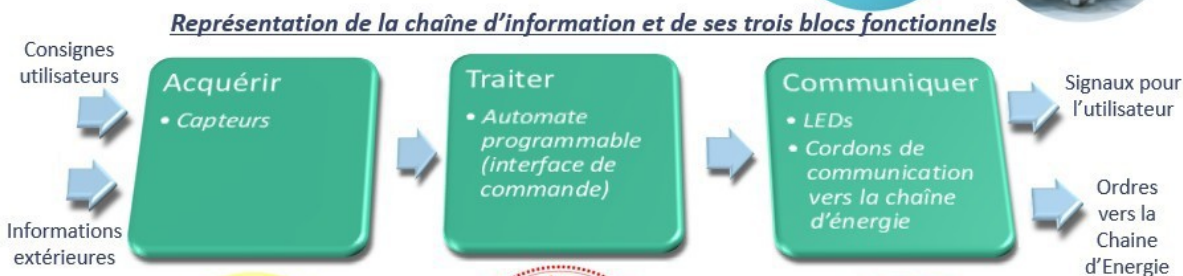
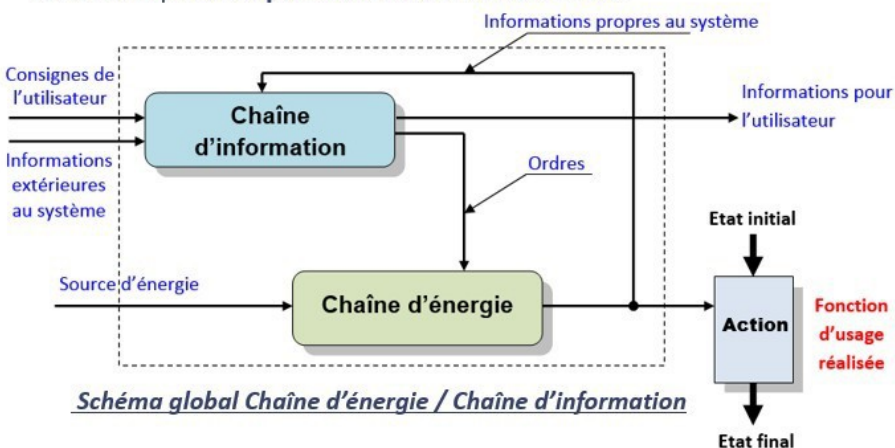
Transmettre : Transmet, en l'adaptant parfois, l'énergie utile jusqu'à l'endroit où est réalisée l'action recherchée (poulie/courroie, pignon/chaîne, pignon/crémaillère, réducteur à engrenages, embrayage,...)

La chaîne d'énergie est la partie du système qui permet de réaliser une action à partir de l'énergie qu'il reçoit.

Elle est composée de 4 fonctions élémentaires ou blocs fonctionnels : Alimenter, Distribuer, Convertir et Transmettre.

Connaissance : Chaîne d'information

Pour réaliser sa fonction d'usage, un système technique a besoin d'une chaîne d'information (associée à la partie commande) et est composé de plusieurs blocs fonctionnels.



Capteur fin de course (portail)



Cartes électroniques



Leds et cordons



Capteur ultrasons (robot)



Blocs fonctionnels de la chaîne d'information

Fonction Acquérir : Fonction qui permet de **prélever des informations** à l'aide de **capteurs**.

Fonction Traiter : C'est la **partie commande** composée d'un automate programmable ou d'un microcontrôleur.

Fonction Communiquer : Cette fonction assure l'**interface** entre la Partie Commande et l'utilisateur et la chaîne d'énergie.

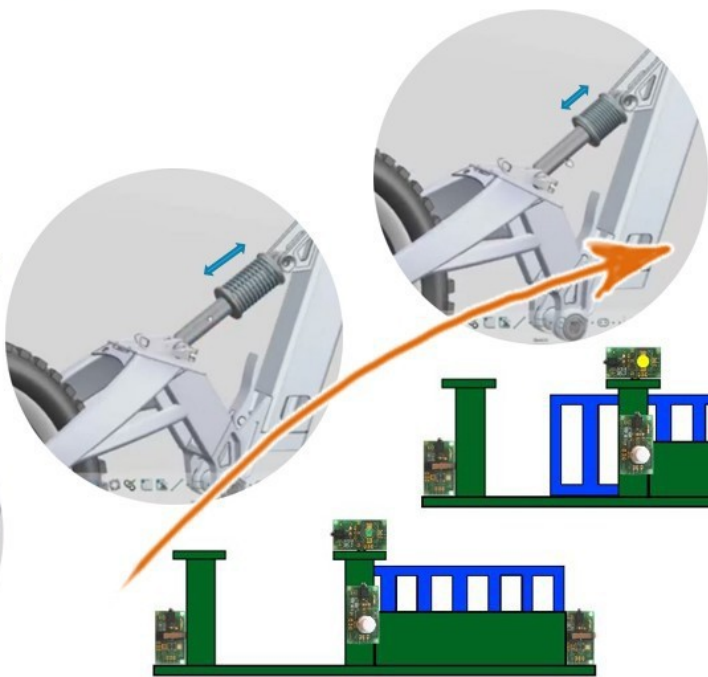
La chaîne d'information est la partie du système qui capte l'information et qui la traite avant de la communiquer à la chaîne d'énergie. Elle est composée de trois fonctions élémentaires ou blocs fonctionnels : Acquérir, Traiter et Communiquer.

Connaissance : Outil de description d'un fonctionnement

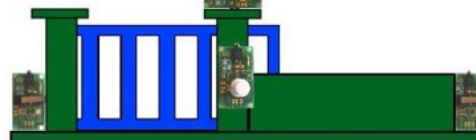
Pour **simuler le comportement** d'un **objet technique**, on a besoin d'utiliser un **modèle numérique** qui est une **représentation virtuelle**. Ce **modèle numérique** va permettre **décrire le fonctionnement** et d'étudier certains aspects ou de valider des solutions.

Description virtuelle du comportement :

Visualisation de déplacements avec le logiciel **SolidWorks**



Description virtuelle du fonctionnement d'un système : visualisation de déplacements avec le logiciel **Scratch 2**



Le logiciel Scratch 2.0 permet de faire fonctionner des maquettes **virtuelles**, mais également **réelles**.

La **modélisation du fonctionnement** d'un système permet de **visualiser, tester, modifier, optimiser** le fonctionnement d'un système **sans sa présence réelle**. On peut ainsi envisager plusieurs solutions, par exemple, en faisant varier la position du composant, en testant d'autres types d'éléments.

Connaissance : Outil de description d'une structure

Pour décrire, visualiser et concevoir, on utilise des logiciels de Conception Assistée par Ordinateur.

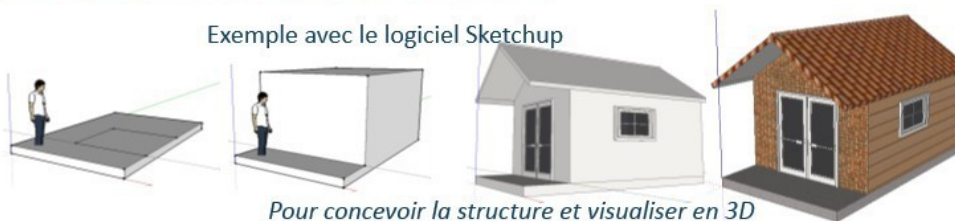
Exemple avec le logiciel
Sweethome3D



Pour lire des plans de
maison, des
aménagement,...



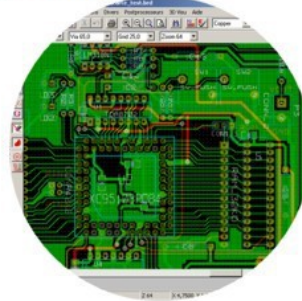
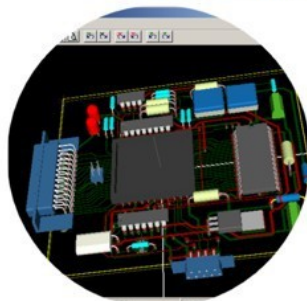
Exemple avec le logiciel Sketchup



Pour concevoir la structure et visualiser en 3D



Exemple avec le logiciel KiCad



Pour voir l'implantation de composants
électroniques et les pistes sur un circuit

Exemple avec le logiciel E-Drawing



Pour visualiser des pièces
mécaniques, des assemblages,...

Les logiciels de C.A.O. (Conception Assistée par Ordinateur) permettent de dessiner avec des bibliothèques de modèles, de visionner des structures, de concevoir des maquettes numériques et simuler leur fonctionnement. Pour explorer un système, on utilise des visionneuses qui permettent de faire tourner l'objet dans l'espace, de zoomer, d'isoler certaines pièces, de créer des éclatés, de faire des coupes, de mesurer, de passer du 3D au 2D (mises en plan)...

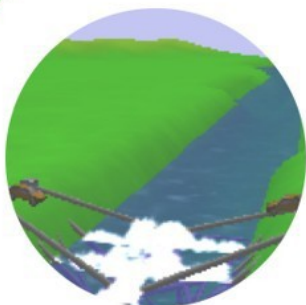
Connaissance : Outil de description d'un comportement

Egalement, afin de simuler le **comportement** d'une structure ou d'un objet, le concepteur peut positionner **les efforts** à l'aide de différents logiciels qui font apparaître les **déformations** qui en résultent.

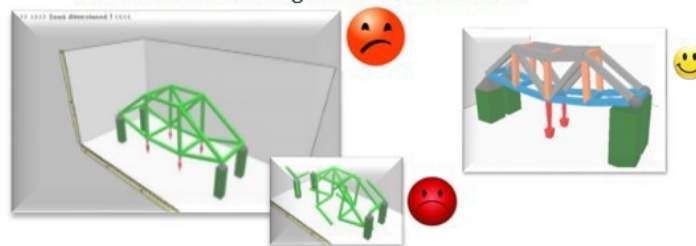
Comportement d'une structure de ponts face à des forces avec le logiciel Bridge construction



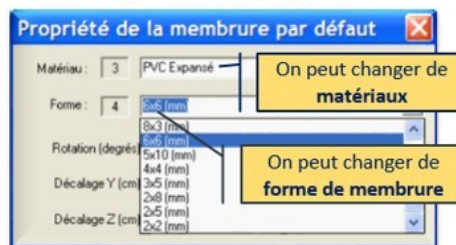
Une correction peut être réalisée en modifiant:
-les formes
-les matériaux.



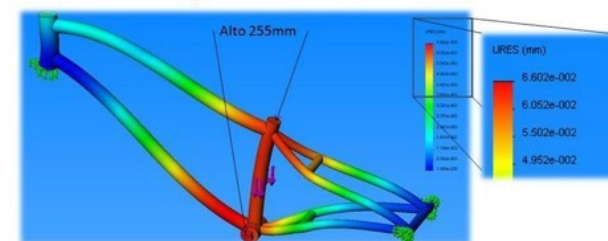
Comportement d'une structure de ponts face à des forces avec le logiciel Modelsmart 3D



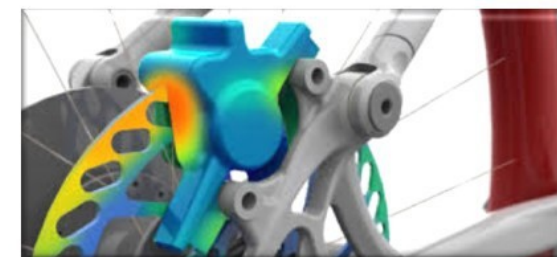
Une correction peut être réalisée en modifiant:
-les formes
-les matériaux.
-les sections des différents éléments



Comportement d'un cadre de vélo avec le logiciel SolidWorks



Des **couleurs** sont généralement utilisées pour **visualiser** les **sollicitations** (compression, traction, flexion,...), mais aussi les **températures**, ou les **pressions** sur les objets.



Les **déformations** des structures, le **comportement** thermique, peuvent être **simulées numériquement** à l'aide de logiciels adaptés.
Le **choix des matériaux**, les **formes** des structures, les **liaisons internes** à l'objet, ... peuvent ainsi être déterminé avant la réalisation du **prototype**.
La **modélisation** et les **simulations de comportements** permettent donc de faire **des économies de recherche et développement** sur les produits.

Connaissance : Instruments de mesure usuels

Pour mesurer des grandeurs on peut utiliser divers types d'instruments de mesure de manière directe ou indirecte.

Instruments de mesure de grandeurs de manière directe



Réglet



Mètre ruban



Rapporteur



Pied à coulisse



Equerre rapporteur d'angle



Pour connaître le poids, et par analogie la masse (sur terre), nous pouvons utiliser une **balance**.



Pour connaître la température, nous pourrions utiliser un **thermomètre infrarouge**.



Pour connaître une grandeur électrique comme la tension, l'intensité, la résistance,... nous pourrions utiliser un **multimètre numérique**.

Pour connaître et contrôler des dimensions, on utilise divers **instruments de mesure**.

Mesure de grandeurs de manière indirecte



Télémètre laser (distance)

Pour connaître la distance, un rayon laser est projeté sur une paroi qui renvoie le rayon à l'appareil, celui-ci calcule la distance en fonction de la durée de l'aller-retour.



Radar (vitesse)



On appelle « **mesure de manière directe** » un **résultat** qui est obtenu directement à partir d'un **instrument de mesure**. La mesure d'une **longueur** avec un **réglet**, la mesure de la **tension** avec un **multimètre** ou la mesure de la **vitesse** avec un **tachymètre** permet de **mesurer des grandeurs de manière directe**.

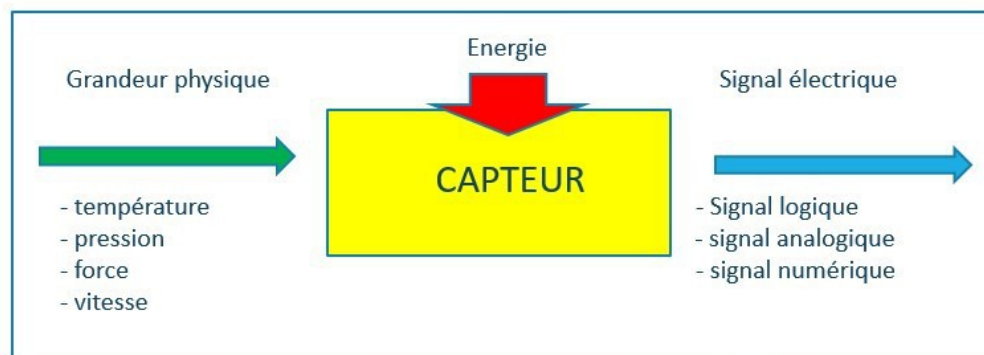
On appelle « **mesure de manière indirecte** » un **résultat** qui est obtenu à partir de **calculs réalisés** d'après diverses mesures (télémètre laser, radar, ...).

Connaissance : Principe de fonctionnement d'un capteur

Que ce soit dans l'industrie, la recherche scientifique, les services, les loisirs, le sport... il est utile de **mesurer** ou **contrôler** des **grandeurs physiques** comme la force, la température, la vitesse, la position, la luminosité, le bruit,... pour cela nous avons besoin d'utiliser des **capteurs**.



Capteur de couleur



Microrupteur



Photo résistance



Capteur ultrasons



Sonde de température

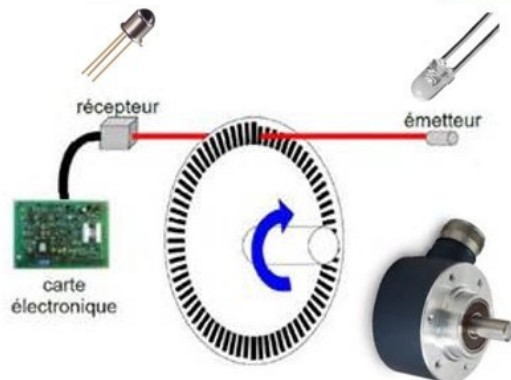
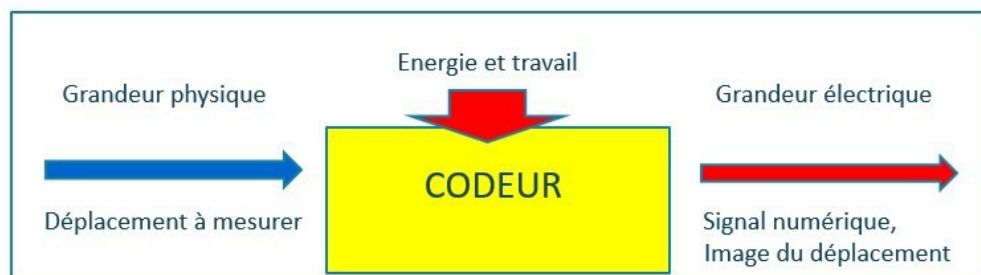


Compte tour

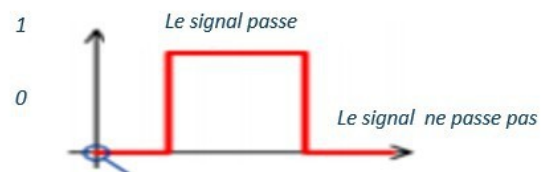
Un **capteur** est un élément qui va **prélever une information et transformer celle-ci**. Le capteur va donc **transformer** une grandeur **physique** en une autre grandeur physique (très souvent électrique) servant à renvoyer un **signal logique, analogique ou numérique** à une **partie commande** ou unité de traitement. Cette grandeur sera réutilisée à des fins de **mesure** ou de **commande**.

Connaissance : Principe de fonctionnement d'un codeur

Le codeur est un capteur adapté à la grandeur à mesurer. Il permet de mesurer et transformer les déplacements d'un objet en signaux numériques.



Dans le cas du codeur optique, par exemple, un faisceau lumineux émis par une DEL va traverser une roue percée de plusieurs trous et être reçu par le récepteur.



Lorsque le faisceau lumineux est reçu par le récepteur (traverse un trou du disque) le signal délivré par le détecteur l'état haut (1), alors qu'il est à l'état bas (0) lorsque le faisceau est bloqué par le disque.

Un codeur est un élément qui va donner mesurer une information. Le codeur va donc permettre de transformer une grandeur physique (rotation) en une information numérique pour pouvoir être traitée par une partie commande. Cette grandeur sera réutilisée à des fins de mesure ou de commande.

Connaissance : Principe de fonctionnement d'un détecteur

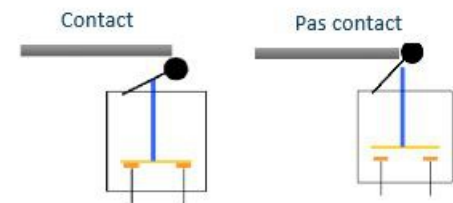
Nous pouvons dégager **trois grandes familles de détecteurs** : Les détecteurs **mécaniques**, les détecteurs **capacitifs** et les détecteur **inductifs**

Les détecteurs mécaniques :

Les détecteurs mécaniques appelés également **interrupteurs de position** ou **détecteurs de fin de course**, sont surtout employés dans les systèmes automatisés pour assurer la fonction « détecter la position ». On parle aussi de détecteurs de présence.



Ce sont des interrupteurs commandés par le déplacement d'un organe de commande. Lorsque celui-ci est actionné, il ouvre ou ferme un contact électrique.



Les détecteurs capacitifs

Cette technologie permet la détection à faible distance de tous les types de matériaux conducteurs et isolants tels que verre, huile, bois, plastique, etc. C'est le principe du téléphone tactile.



Aéroport

Les détecteurs inductifs

Les détecteurs de proximité **inductifs permettent de détecter sans contact des objets métalliques à faible distance**. Ils se retrouvent dans des applications très variées telles que la détection de position des pièces de machines (comes, butées, ...), le comptage de présence d'objets métalliques, détection d'armes à feu dans les aéroports, détecteurs de métaux,...



Détecteur de métaux

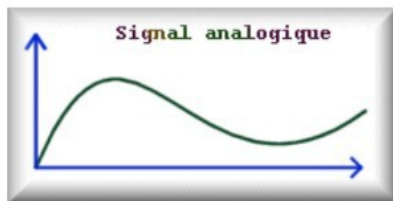
Un **détecteur** est un capteur qui va **délivrer un signal logique (Vrai (1) ou Faux (0))** suivant la **présence d'un objet**. Il permet de savoir si le **détecteur est atteint** ou franchi. Cette **information** sera réutilisée à des fins de **mesure** ou de **commande**.

Connaissance : Nature du signal : analogique ou numérique

Les **capteurs** permettent de traduire une **grandeur physique** et de délivrer un **signal exploitable**. Ce signal est soit **analogique**, soit **numérique**.

Signal analogique

Le signal **varie de manière continue** et prend donc la forme d'une « courbe ».

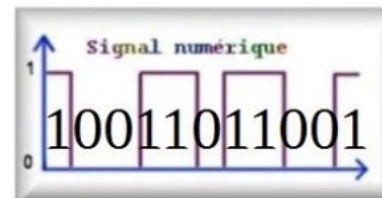


Lorsque l'amplitude de la grandeur porteuse de l'information peut prendre une **infinité de valeurs dans un intervalle de temps donné**, c'est un **signal analogique**.

Exemple : La température de l'air qui varie tout au long de la journée.

Signal numérique

Le signal **varie de manière discontinue** et prend donc la forme d'un nombre fini de valeurs.



Lorsque la grandeur de l'information ne peut prendre que **deux valeurs 0 ou 1**, c'est un **signal numérique**.

Ces deux informations logiques (0 ou 1) sont appelés bits. Ils sont souvent regroupés en octets (8 bits) pour constituer l'information numérique.

Exemple : capteur de fin de course est soit activé ou soit inactivé

Les **capteurs, codeurs et détecteurs** fournissent des informations grâce à des **signaux analogiques** et **numériques**.

- Un **signal analogique** transmet une grandeur dont l'amplitude peut prendre une **infinité de valeurs** comme par exemple, une température.
- Un **signal numérique** transmet une grandeur dont l'amplitude le représentant ne peut prendre qu'un **nombre fini de valeurs**. Par exemple 0 ou 1.

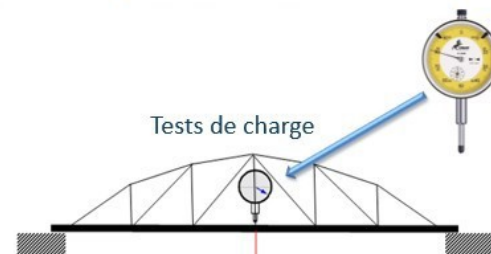
Connaissance : Notions d'écart entre les attentes fixées par le cdcf et les résultats de l'expérimentation

Avant de procéder à la commercialisation, les ingénieurs ont besoin de réaliser des tests et des expérimentations pour observer en réel le comportement d'un objet ou d'un système technique, afin de vérifier s'il correspond au cahier des charges sans écart avec les caractéristiques attendues. Si ce n'est pas le cas on fait alors les modifications nécessaires jusqu'à ce que cet écart soit nul.

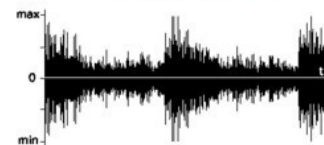


Exemple : Pour éviter la destruction d'un pont ...

① On réalise différents tests de résistances sur des maquettes



Test de vibrations



② Puis on va comparer ces résultats par rapport aux attentes du cahier des charges fonctionnel



Pour vérifier que les objets à réaliser correspondent au cahier des charges, on crée des maquettes et des prototypes pour effectuer des expérimentations et vérifier les écarts par rapport à ce que l'on attendait.

Ces écarts doivent être analysés pour apporter des modifications sur l'objet avant de le fabriquer.

Les modifications peuvent porter sur :

- la forme de pièce
- la programmation
- Les réglages de position mécanique (position des capteurs)
- Les réglages électroniques (résistance ajustable)
- Les matériaux
- Les principes techniques

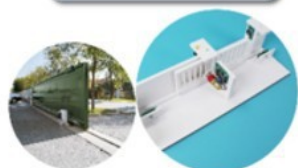
Connaissance : Notions d'écart entre les attentes fixées par le cdcf et les résultats de l'expérimentation

Attentes du Cahier des Charges

Résultats de l'expérimentation

La barrière doit pouvoir s'ouvrir complètement pour exploiter la largeur du passage.

La barrière doit pouvoir s'ouvrir en moins de 6 secondes.



Ouverture incomplète, durée > 6s. Quelles paramètres d'écart avec le cahier des charges?

① Constatation des deux écarts par expérimentation



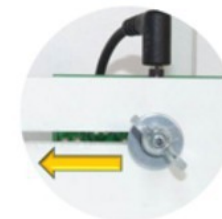
② **Analyse des causes du 1^{er} écart** : Comment régler correctement l'ouverture du portail coulissant automatisé ?

Exemple : réglage de l'automatisation d'un portail ...



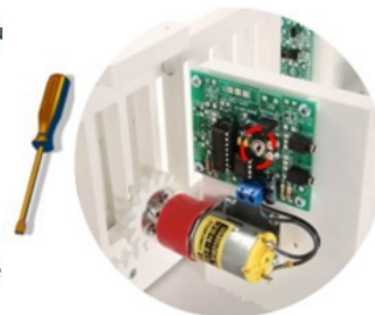
③ Analyse du fonctionnement du capteur de fin de course : La position du capteur et son changement d'état logique (0 à 1) détermine l'arrêt du moteur, et donc la position de la barrière

④ Réglage correct de l'ouverture du portail : dévisser légèrement l'écrou papillon du capteur fin de course droit et le faire coulisser vers la gauche



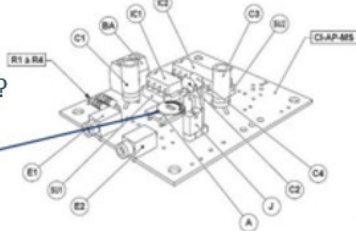
⑥ Détermination du composant permettant d'augmenter ou diminuer la vitesse de déplacement du portail :

⑦ Réglage du temps d'ouverture du portail : pour augmenter ou diminuer la vitesse de déplacement du portail il faut tourner la résistance ajustable du module moteur à l'aide d'un tournevis plat.



⑤ **Analyse des causes du 2^{ème} écart** : Comment régler correctement le temps d'ouverture d'un portail coulissant automatisé ?

A: Résistance ajustable 500Kohm

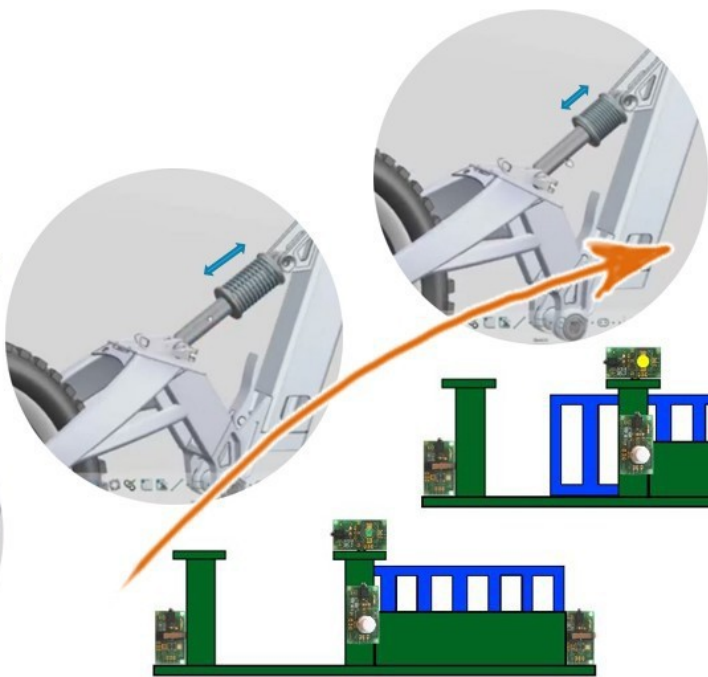


Connaissance : Outil de description d'un fonctionnement

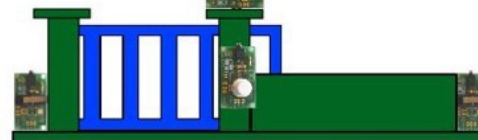
Pour **simuler le comportement** d'un **objet technique**, on a besoin d'utiliser un **modèle numérique** qui est une **représentation virtuelle**. Ce **modèle numérique** va permettre **décrire le fonctionnement** et étudier certains aspects ou de valider des solutions.

Description virtuelle du comportement :

Visualisation de déplacements avec le logiciel **SolidWorks**



Description virtuelle du fonctionnement d'un système : visualisation de déplacements avec le logiciel **Scratch 2**



Le logiciel Scratch 2.0 permet de faire fonctionner des maquettes **virtuelles**, mais également **réelles**.

La **modélisation du fonctionnement** d'un système permet de **visualiser, tester, modifier, optimiser** le fonctionnement d'un système **sans sa présence réelle**. On peut ainsi envisager plusieurs solutions, par exemple, en faisant varier la position du composant, en testant d'autres types d'éléments.

Connaissance : Outil de description d'une structure

Pour décrire, visualiser et concevoir, on utilise des logiciels de Conception Assistée par Ordinateur.

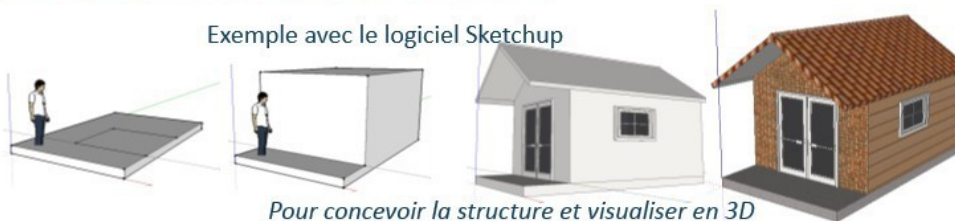
Exemple avec le logiciel
Sweethome3D



Pour lire des plans de
maison, des
aménagement,...



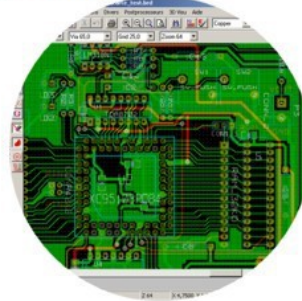
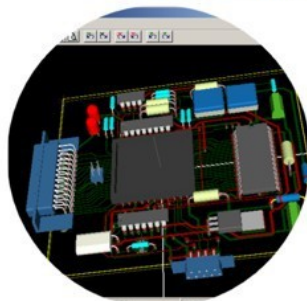
Exemple avec le logiciel Sketchup



Pour concevoir la structure et visualiser en 3D



Exemple avec le logiciel KiCad



Pour voir l'implantation de composants
électroniques et les pistes sur un circuit

Exemple avec le logiciel E-Drawing



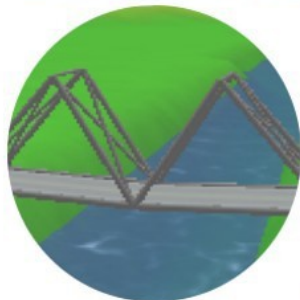
Pour visualiser des pièces
mécaniques, des assemblages,...

Les logiciels de C.A.O. (Conception Assistée par Ordinateur) permettent de dessiner avec des bibliothèques de modèles, de visionner des structures, concevoir des maquettes numériques et simuler le fonctionnement. Pour explorer un système on utilise des visionneuses qui permettent de faire tourner l'objet dans l'espace, de zoomer, d'isoler certaines pièces, de créer des éclatés, de faire des coupes, de mesurer, de passer du 3D au 2D (mises en plan)...

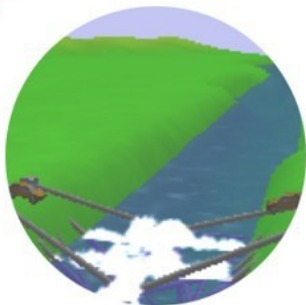
Connaissance : Outil de description d'un comportement

Egalement, afin de simuler le **comportement** d'une structure ou d'un objet, le concepteur peut positionner **les efforts** à l'aide de différents logiciels qui font apparaître les **déformations** qui en résultent.

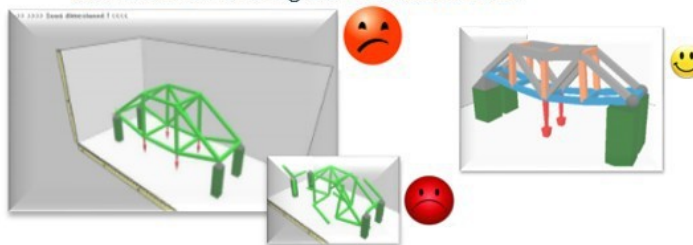
Comportement d'une structure de ponts face à des forces avec le logiciel Bridge construction



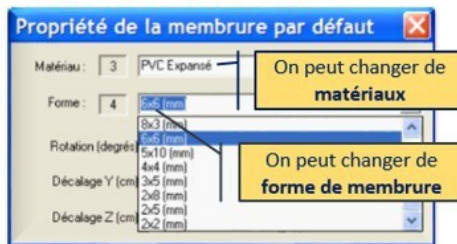
Une correction peut être réalisée en modifiant:
-les formes
-les matériaux.



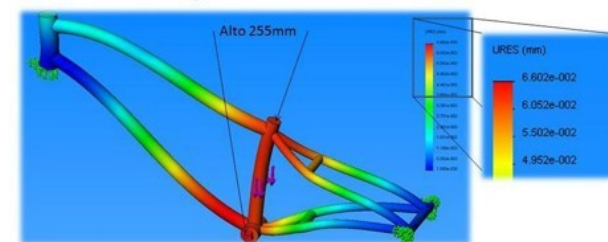
Comportement d'une structure de ponts face à des forces avec le logiciel Modelsmart 3D



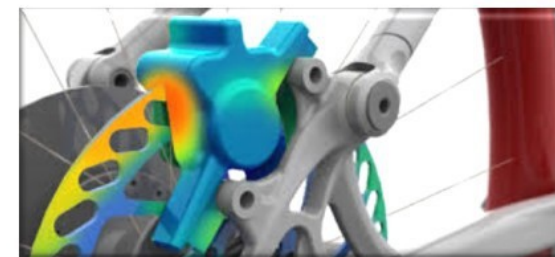
Une correction peut être réalisée en modifiant:
-les formes
-les matériaux.
-les sections des différents éléments



Comportement d'un cadre de vélo avec le logiciel SolidWorks



Des **couleurs** sont généralement utilisées pour **visualiser** les **sollicitations** (compression, traction, flexion,...), mais aussi les **températures**, ou les **pressions** sur les objets.

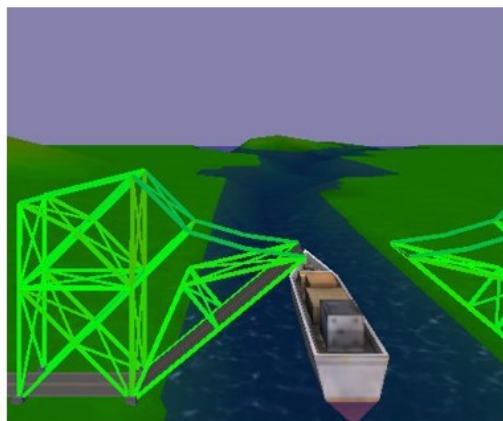


Les **déformations** des structures, le **comportement** thermique, peuvent être **simulés numériquement** à l'aide de logiciels adaptés.
Le **choix des matériaux**, les **formes** des structures, des **liaisons internes** à l'objet, ... peuvent ainsi être déterminé avant la réalisation du **prototype**.
La **modélisation** et les **simulations de comportements** permettent donc de faire **des économies de recherches et développement** sur les produits.

Connaissance : Notion d'écart entre les attentes fixées par le cahier des charges et les résultats de la simulation

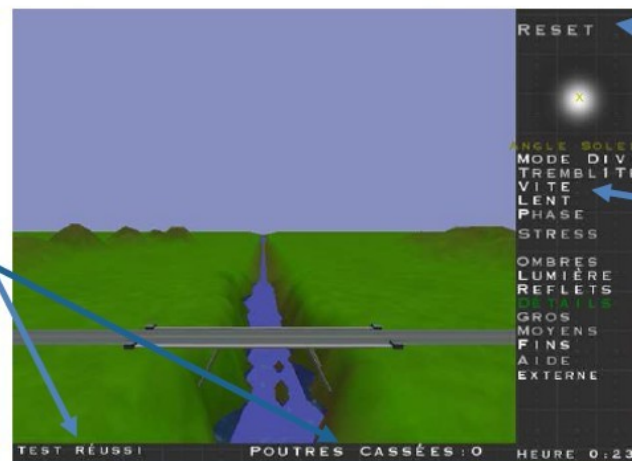
Avant de procéder à la réalisation, et avant même la conception des prototypes réels, nous avons besoin de réaliser des simulations pour observer le comportement d'un objet ou d'un système technique, afin de vérifier s'il correspond au cahier des charges sans écart avec les caractéristiques attendues. Si ce n'est pas le cas on fait alors les modifications nécessaires jusqu'à ce que cet écart soit nul.

Une simulation désigne l'exécution d'un programme informatique sur un ordinateur en vue de simuler un phénomène physique réel et complexe (par exemple : chute d'un corps sur un support, résistance d'une plateforme pétrolière à la houle, fatigue d'un matériau sous sollicitation vibratoire, usure d'un roulement à billes...).



Exemple dans le cas du pont, la simulation va permettre de voir apparaître, grâce à des couleurs, les efforts de traction, compression, flexion, qui s'exercent sur l'ouvrage.

Résultat de la simulation



Refaire la simulation

Modifier la vitesse de la simulation

Les simulations numériques scientifiques reposent sur la mise en œuvre de modèles théoriques. Elles sont donc une adaptation aux moyens numériques de la modélisation mathématiques, et servent à étudier le fonctionnement et les propriétés d'un système modélisé ainsi qu'à en prédire son évolution.

La simulation du comportement d'un système permet de mettre en évidence les écarts de résultats avec les attentes du cahier des charges. La détermination des paramètres influents permet de réduire ses écarts pour affiner le modèle simulé.