


Technologie collège	Thématiques principales	La modélisation et la simulation des objets et systèmes techniques	Ce que je dois retenir N°6	
Attendu de fin de cycle	Connaissances et compétences associées			
Analyser le fonctionnement et la structure d'un objet	Décrire, en utilisant les outils et langages de descriptions adaptés, le fonctionnement, la structure et le comportement des objets. Outils de description d'un fonctionnement, d'une structure et d'un comportement.			
	Respecter une procédure de travail garantissant un résultat en respectant les règles de sécurité et d'utilisation des outils mis à disposition. Procédures, protocoles. Ergonomie.			
	Interpréter des résultats expérimentaux, en tirer une conclusion et la communiquer en argumentant. Notions d'écart entre les attentes fixées par le cahier des charges et les résultats de l'expérimentation.			
	Analyser le fonctionnement et la structure d'un objet, identifier les entrées et sorties. <ul style="list-style-type: none"> • Représentation fonctionnelle des systèmes. • Structure des systèmes. • Chaîne d'énergie. • Chaîne d'information. 			
	Identifier le(s) matériau(x), les flux d'énergie et d'information sur un objet et décrire les transformations qui s'opèrent. <ul style="list-style-type: none"> • Familles de matériaux avec leurs principales caractéristiques. • Sources d'énergies. • Chaîne d'énergie. • Chaîne d'information. 			
	Mesurer des grandeurs de manière directe ou indirecte. <ul style="list-style-type: none"> • Instruments de mesure usuels. • Principe de fonctionnement d'un capteur, d'un codeur, d'un détecteur. • Nature du signal : analogique ou numérique. • Nature d'une information : logique ou analogique. 			
	Associer des solutions techniques à des fonctions . Analyse fonctionnelle systémique.			

Echelle descriptive de l'attendu de fin de cycle : **Analyser le fonctionnement et la structure d'un objet**

	Analyser le fonctionnement et la structure d'un objet	Validation ou aide	Descriptif des seuils
La modélisation et la simulation des objets et systèmes techniques	Décrire, en utilisant les outils et langages de descriptions adaptés, le fonctionnement, la structure et le comportement des objets. Outils de description d'un fonctionnement, d'une structure et d'un comportement.	Validation	4- Seuil de Maîtrise Mobiliser seul ses ressources dans une situation nouvelle. Décomposer la tâche complexe afin de résoudre le problème. Résumer son idée et sa démarche. Justifier sa solution et évaluer son travail.
	Respecter une procédure de travail garantissant un résultat en respectant les règles de sécurité et d'utilisation des outils mis à disposition. Procédures, protocoles. Ergonomie.		3- Seuil d'application Appliquer une procédure, une démarche prescrite par l'enseignant.
	Interpréter des résultats expérimentaux, en tirer une conclusion et la communiquer en argumentant. Notions d'écart entre les attentes fixées par le cahier des charges et les résultats de l'expérimentation.		
	Analyser le fonctionnement et la structure d'un objet, identifier les entrées et sorties. <ul style="list-style-type: none"> • Représentation fonctionnelle des systèmes. • Structure des systèmes. • Chaîne d'énergie. • Chaîne d'information. 	aide	2- Seuil de compréhension Expliquer en reformulant et en proposant des exemples.
	Identifier le(s) matériau(x), les flux d'énergie et d'information sur un objet et décrire les transformations qui s'opèrent. <ul style="list-style-type: none"> • Familles de matériaux avec leurs principales caractéristiques. • Sources d'énergies. • Chaîne d'énergie. • Chaîne d'information. 		
	Mesurer des grandeurs de manière directe ou indirecte. <ul style="list-style-type: none"> • Instruments de mesure usuels. • Principe de fonctionnement d'un capteur, d'un codeur, d'un détecteur. • Nature du signal : analogique ou numérique. • Nature d'une information : logique ou analogique. 		
	Associer des solutions techniques à des fonctions . Analyse fonctionnelle systémique.		

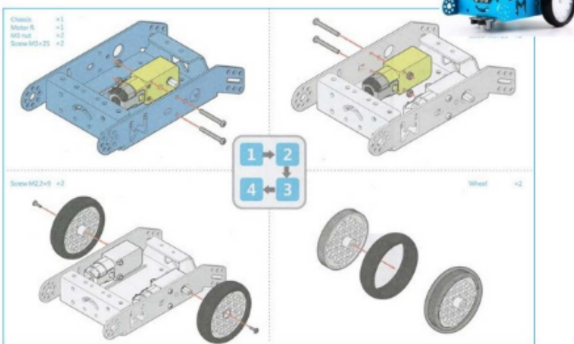
Ce que je dois retenir : Fiche N°61 à 65

Technologie collège	Thématiques principales	La modélisation et la simulation des objets et systèmes techniques	Ce que je dois retenir N°61	
Attendu de fin de cycle	Connaissances et compétences associées			
Analyser le fonctionnement et la structure d'un objet	Décrire, en utilisant les outils et langages de descriptions adaptés, le fonctionnement, la structure et le comportement des objets. Outils de description d'un fonctionnement, d'une structure et d'un comportement. Fiche n° 63			
	Respecter une procédure de travail garantissant un résultat en respectant les règles de sécurité et d'utilisation des outils mis à disposition. Procédures, protocoles. Ergonomie. Fiche n° 62			
	Interpréter des résultats expérimentaux, en tirer une conclusion et la communiquer en argumentant. Notions d'écarts entre les attentes fixées par le cahier des charges et les résultats de l'expérimentation. Fiche n° 61			
	Je suis capable de :			Niveau
	Décrire le comportement d'un système			4
	Comparer les résultats expérimentaux et théoriques en respectant une procédure démarche scientifique			3
	identifier les étapes pour analyser et interpréter les résultats d'un expérimentation			2
	Ecart résultats théorique et expérimentaux			1

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** 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



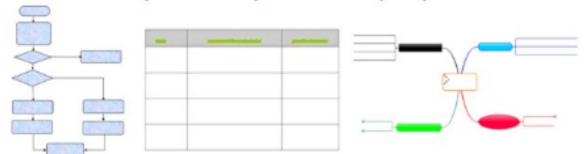
Cette procédure s'appuie sur un **dessin en éclaté** qui permet de comprendre l'**architecture** et le **fonctionnement** du robot.

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**...



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**...

Étape	Contenu	Observations



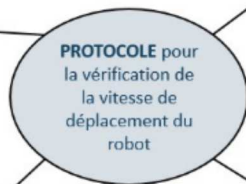
Conditions :

- 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 réglé (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



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 :

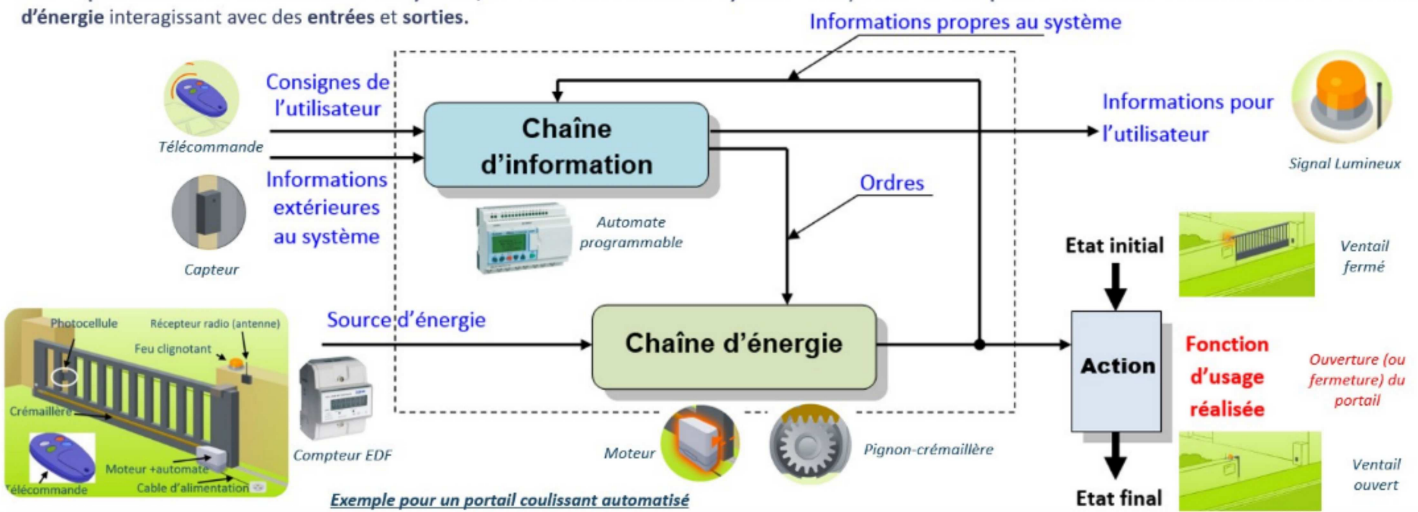
- Mesurer trois fois la vitesse de déplacement du robot en suivant la fiche procédure.
- Calculer la vitesse moyenne à partir des trois valeurs de vitesse mesurées.
- Comparer la vitesse moyenne calculée avec la vitesse spécifiée dans le cahier des charges et conclure sur un éventuel écart.

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.

Technologie collège	Thématiques principales	La modélisation et la simulation des objets et systèmes techniques	Ce que je dois retenir N°63	
Attendu de fin de cycle	Connaissances et compétences associées			
Analyser le fonctionnement et la structure d'un objet	Analyser le fonctionnement et la structure d'un objet, identifier les entrées et sorties. <ul style="list-style-type: none"> • Représentation fonctionnelle des systèmes. • Structure des systèmes. • Chaîne d'énergie. • Chaîne d'information. 			
	Je suis capable de :			Niveau
	Décrire le fonctionnement et la structure de l'objet étudié à l'aide d'un paragraphe et d'un schéma de fonctionnement légendé			4
	Renseigner la chaîne d'information et d'énergie d'écrivant le fonctionnement d'un système technique			3
	Identifier les entrées et sorties ainsi que les transformations s'opérant dans un système			2
Mémoriser les éléments de la chaîne d'information et de la chaîne d'énergie			1	

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 différentes 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 : 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.



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.

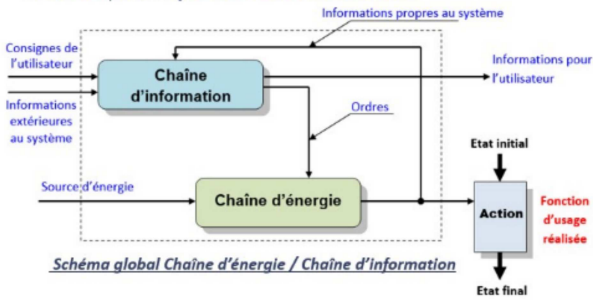


Schéma global Chaîne d'énergie / Chaîne d'information

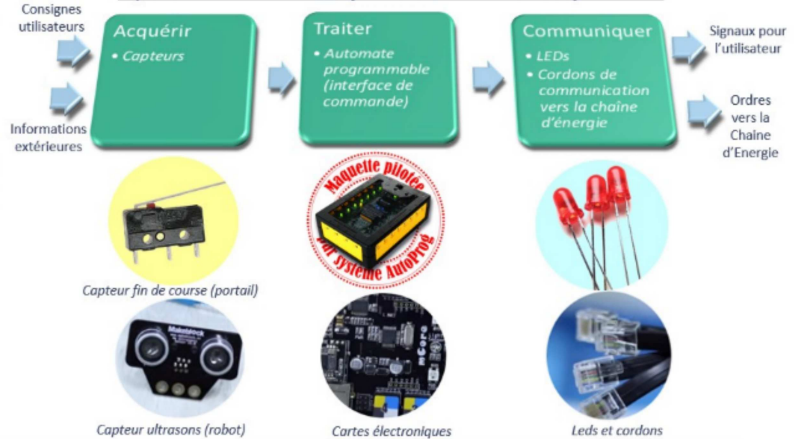
Blocs fonctionnels de la chaîne d'information

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


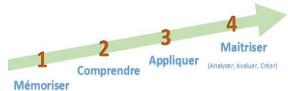
Fonction Traiter : C'est la partie commande composée d'un automate programmable ou d'un microcontrôleur.

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

Représentation de la chaîne d'information et de ses trois blocs fonctionnels



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.

Technologie collège	Thématiques principales	La modélisation et la simulation des objets et systèmes techniques	Ce que je dois retenir N°64 1/2	
Attendu de fin de cycle	Connaissances et compétences associées			
Analyser le fonctionnement et la structure d'un objet	Identifier le(s) matériau(x), les flux d'énergie et d'information sur un objet et décrire les transformations qui s'opèrent. <ul style="list-style-type: none"> Familles de matériaux avec leurs principales caractéristiques. 			
	Je suis capable de :			Niveau
	Justifier le choix des matériaux utilisées dans la solution technique retenue.			4
	Retrouver, sur le système étudié, les informations externes et internes utilisées.			3
	Donner quelques caractéristiques des matériaux qui justifient leur emploi dans l'OT.			2
	Découvrir, sur le système étudié, les matériaux utilisés.			1

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, ...)

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



Récipients et divers objets en matières plastiques



Boîte de conserve

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



Tabouret en bois



Lavabo en porcelaine



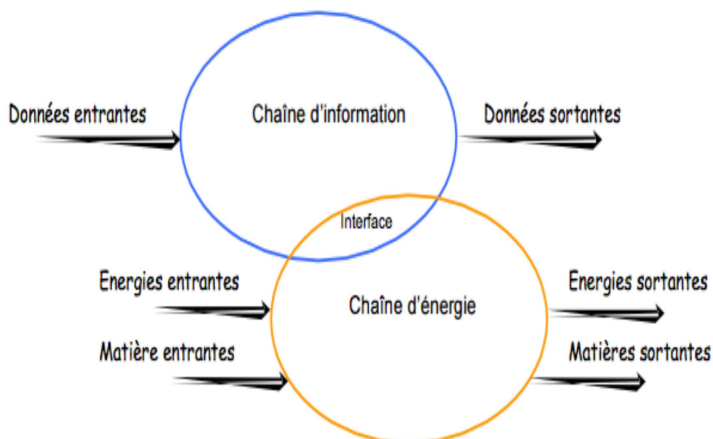
Lames en céramique

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...)

La fonction globale de tout système technique est d'apporter une valeur ajoutée à un **flux de matière, de données (informations) et / ou d'énergie**.



Pour chacun de ces trois types de flux, un ensemble de procédés élémentaires de stockage, de transport et (ou) de traitement est mis en œuvre pour apporter la valeur ajoutée au(x) flux entrant(s).

On peut distinguer au sein des systèmes deux chaînes, l'une agissant sur les flux de données, appelée chaîne d'information, l'autre agissant sur les flux de matières et d'énergies, appelée chaîne d'énergie.

Technologie collège	Thématiques principales	La modélisation et la simulation des objets et systèmes techniques	Ce que je dois retenir N°64 1/2 suite	
Attendu de fin de cycle	Connaissances et compétences associées			
Analyser le fonctionnement et la structure d'un objet	Identifier le(s) matériau(x), les flux d'énergie et d'information sur un objet et décrire les transformations qui s'opèrent. <ul style="list-style-type: none"> Familles de matériaux avec leurs principales caractéristiques. 			

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.

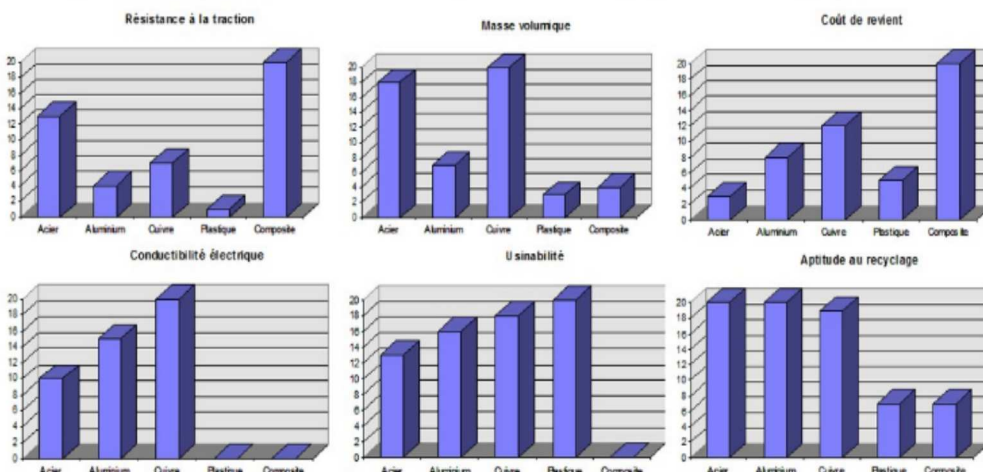


On appelle **matériau** toute matière **naturelle ou artificielle**, entrant dans la fabrication d'objets techniques. Les matériaux sont d'**origine minérale, animale ou végétale** et sont mis en forme à l'aide de **matériels**. On les classe en 4 familles : **Les métaux, les plastiques, les organiques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

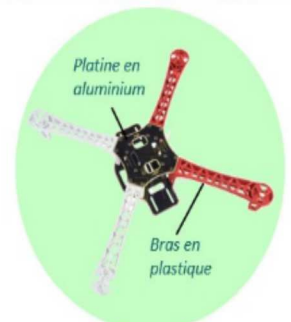
Les matériaux doivent être choisis en fonction de l'**usage recherché** pour l'objet... On recherchera parfois un matériau qui conduit le courant, un autre qui peut se plier, léger, économique, élastique ou pas, ... Chaque matériau a ses **propres caractéristiques** qui seront un avantage ou un inconvénient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



Propriétés comparées de quelques matériaux


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

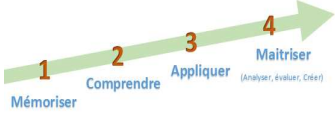
Par exemple, pour le drone, on va chercher des matériaux légers. On pourrait donc le faire en polystyrène expansé. Mais le drone doit pouvoir résister également à de fortes pressions. D'où le choix de plastiques thermodurcissables ou d'alliages d'aluminium.



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 **conductibilité électrique, thermique, masse volumique, l'aptitude à l'usinage** (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**,...

Technologie collège	Thématiques principales	La modélisation et la simulation des objets et systèmes techniques	Ce que je dois retenir N°64 2	
Attendu de fin de cycle	Connaissances et compétences associées			
Analyser le fonctionnement et la structure d'un objet	Identifier le(s) matériau(x), les flux d'énergie et d'information sur un objet et décrire les transformations qui s'opèrent. • Sources d'énergies.			

	Je suis capable de :	Niveau
	Représenter et expliquer la chaîne d'énergie et la chaîne d'information du système étudié.	4
	Retrouver, sur le système étudié, les informations externes et internes utilisées.	3
	Décrire, sur le système étudié, les transformations d'énergies utilisées pour le fonctionnement (chaîne d'énergie)	2
	Découvrir, sur le système étudié, énergies utilisées.	1

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.



Eolennes

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**.



Barrage

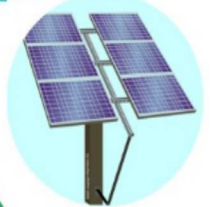


Hydrolienne



Usine marémotrice

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 : 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.



Centrale nucléaire

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,...).



Extraction de pétrole en mer





Gazinière



Mines de charbon

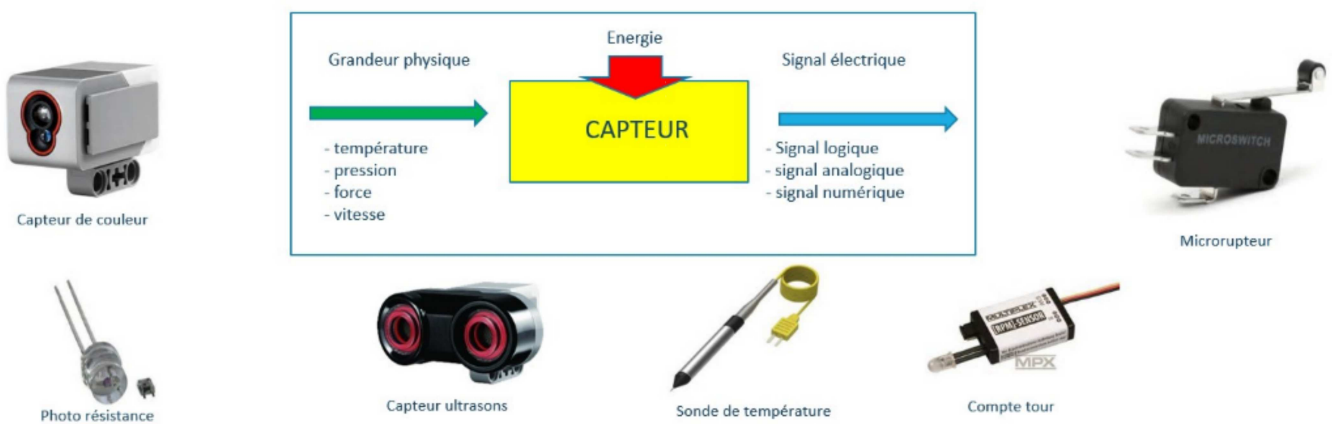
Ces sources d'énergies ne sont pas renouvelables !!!

Technologie collège	Thématiques principales	La modélisation et la simulation des objets et systèmes techniques	Ce que je dois retenir N°66	
Attendu de fin de cycle	Connaissances et compétences associées			
Analyser le fonctionnement et la structure d'un objet	Mesurer des grandeurs de manière directe ou indirecte. <ul style="list-style-type: none"> • Instruments de mesure usuels. • Principe de fonctionnement d'un capteur, d'un codeur, d'un détecteur. • Nature du signal : analogique ou numérique. • Nature d'une information : logique ou analogique. 			

	Je suis capable de :	Niveau
	Réaliser une mesure d'une grandeur	4
	Mesurer une grandeur à l'aide d'un instrument de mesure en suivant un protocole donné par l'enseignant	3
	Comprendre le principe de fonctionnement d'un capteur, d'un codeur, d'un détecteur.	2
	Connaître la nature d'un signal et d'une information	1

Connaissance : Principe de fonctionnement d'un capteur

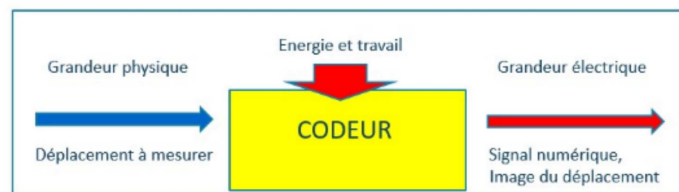
Que ce soit dans l'industrie, la recherche scientifique, les services, les loisirs, le sport... il est utile de **mesurer** ou **contrôler** des **grandeurs physiques** comme la force, la température, la vitesse, la position, la luminosité, le bruit,... pour cela nous avons besoin d'utiliser des **capteurs**.



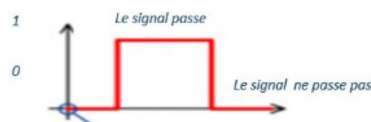
Un **capteur** est un élément qui va **prélever une information** et **transformer** celle-ci. Le capteur va donc **transformer** une grandeur **physique** en une autre grandeur physique (très souvent électrique) servant à renvoyer un **signal logique, analogique ou numérique** à une **partie commande**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

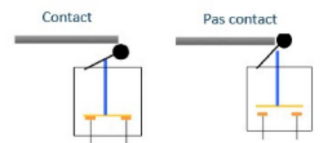
Nous pouvons dégager **trois grandes familles de détecteurs** : Les détecteurs **mécaniques**, les détecteurs **capacitifs** et les détecteur **inductifs**

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,...



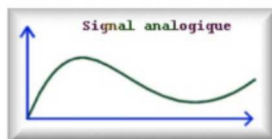
Un **détecteur** est un capteur qui va **délivrer un signal logique (Vrai (1) ou Faux (0))** suivant la **présence d'un objet**. Il permet de savoir si le **détecteur est atteint** ou franchit. Cette **information** sera réutilisée à des fins de **mesure** ou de **commande**.

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 ».

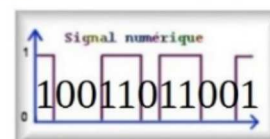


Lorsque l'amplitude de la grandeur porteuse de l'information peut prendre une **infinité de valeurs dans un intervalle de temps donné**, c'est un **signal analogique**.

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 : 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



Régle



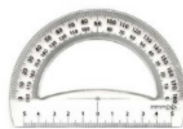
Mètre ruban



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**.



Rapporteur



Équerre rapporteur d'angle



Pied à coulisse

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



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

Mesure de grandeurs de manière indirecte



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.

Télémètre laser (distance)


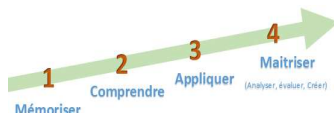


Radar (vitesse)



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 **régle**, 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, ...).

Technologie collège	Thématiques principales	La modélisation et la simulation des objets et systèmes techniques	Ce que je dois retenir N°62	
Attendu de fin de cycle	Connaissances et compétences associées			
Analyser le fonctionnement et la structure d'un objet	Associer des solutions techniques à des fonctions . Analyse fonctionnelle systémique.			
	Je suis capable de :			Niveau
	Imaginer des solutions pour produire des objets et des éléments de programmes informatiques en réponse au besoin.			4
	Imaginer des parties de solutions			3
	Choisir des solutions par rapport à des fonctions			2
	Différencier fonction et solutions			1

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**.

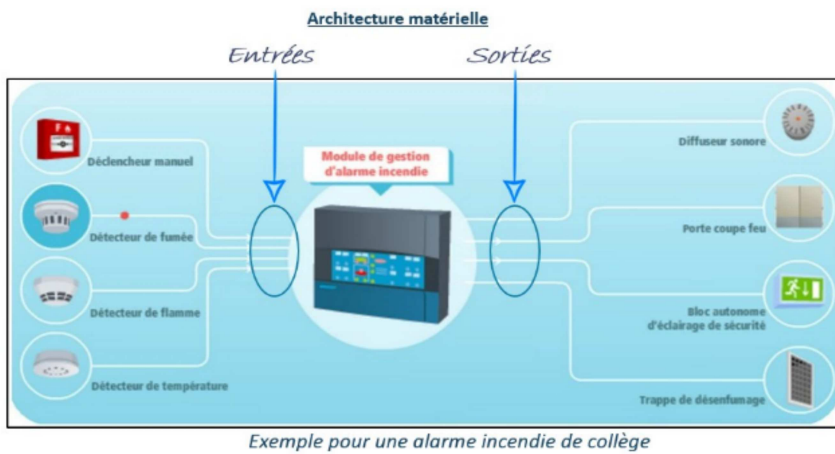


Schéma général du principe de fonctionnement d'un système

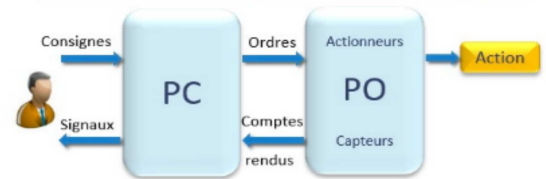
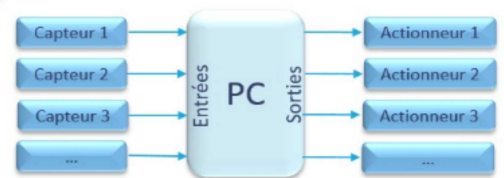


Schéma général de l'architecture matérielle d'un système



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



Description du principe de fonctionnement

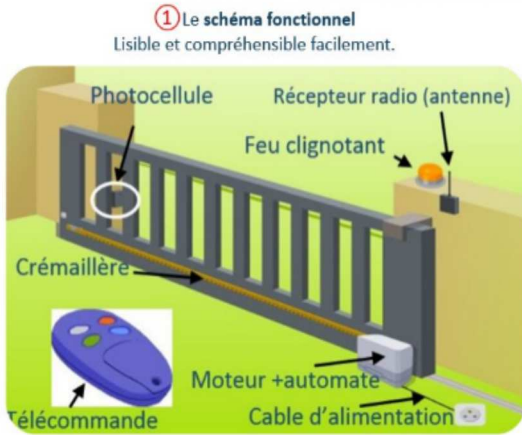
- 1- L'**opérateur** donne une **consigne** (mise en marche de l'alarme) au **module de gestion** d'alarme incendie lors de son installation dans l'établissement.
- 2- Quelques mois plus tard, un départ de feu survient dans une salle de classe.
- 3- Un des **capteurs** détecte le départ de feu (fumée appuie 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**).

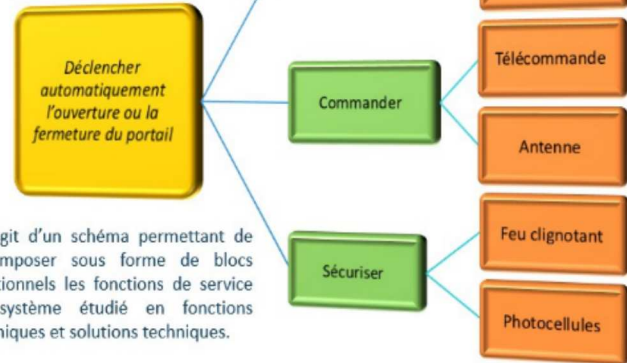
Connaissance : Analyse fonctionnelle systémique

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



② Le diagramme fonctionnel

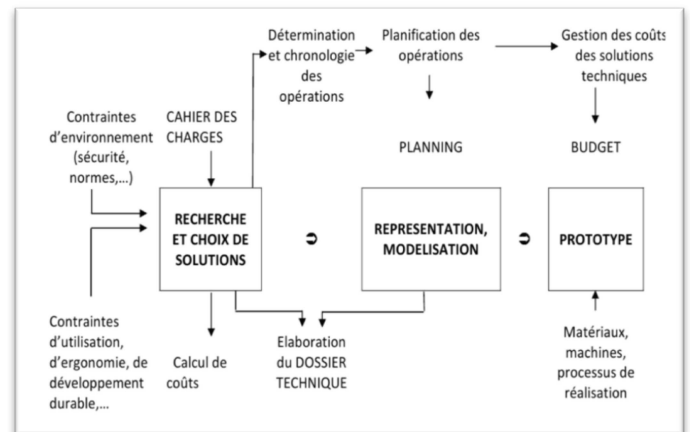


Il s'agit d'un schéma permettant de décomposer sous forme de blocs fonctionnels les fonctions de service du système étudié en fonctions techniques et solutions techniques.

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.

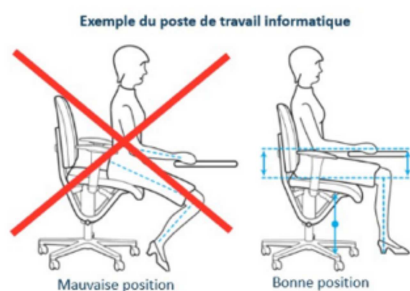
Les différentes phases de la conception sont :

- 1. Rechercher des solutions** C'est le plus souvent un travail d'équipe avec des compétences multiples (techniques, économiques, design) La recherche de solutions s'appuie sur des solutions déjà existantes, sur la veille technologique, l'innovation, chercher des solutions existantes dans des catalogues et des banques de données,
- 2. Tester les solutions** : Faire des essais (tests), expérimenter, simuler, comparer. Les solutions techniques doivent être validées ou non, en fonction des contraintes énoncées dans le cahier des charges. Des tests, des simulations, des mesures sont effectués pour vérifier la conformité en fonction des critères d'appréciation et niveaux définis dans le cahier des charges.
- 3. Choisir les solutions** Le choix d'une solution technique prend en compte différentes contraintes liées à la sécurité, au développement durable à l'esthétique, l'ergonomie, le coût, la faisabilité (moyens de production). On peut également concevoir éventuellement une nouvelle solution.

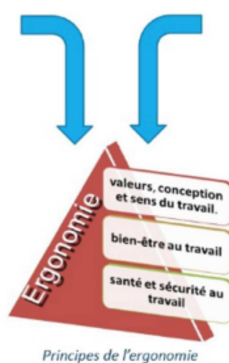


Connaissance : Ergonomie

Si l'homme travaille dans de mauvaises conditions, cela peut avoir des conséquences néfastes sur son travail, sa sécurité, sur le corps humain et la santé. De même si les matériels et les outils utilisés ne sont pas adaptés à sa morphologie (ses mains, ses yeux, ...), le travail de l'homme sera moins efficace.




Si l'utilisateur n'est pas dans une position confortable, son corps va se fatiguer plus vite, il peut avoir des crampes, il peut avoir mal au dos, ...



Si l'homme travaille avec des outils peu adaptés, cela peut avoir des conséquences néfastes sur l'efficacité du travail et sur le corps humain.

Pour effectuer un travail efficace, il faut être dans les meilleures conditions possibles.


L'ergonomie est le fait de réfléchir à l'aménagement et à l'adaptation des outils à l'homme, et de façon plus large aux conditions de travail. Cela permet aux travailleurs d'effectuer leurs tâches dans des conditions optimales de sécurité, de confort, de satisfaction et d'efficacité.

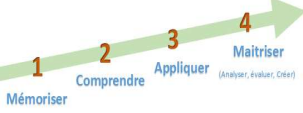
Technologie collège	Thématiques principales	La modélisation et la simulation des objets et systèmes techniques	Ce que je dois retenir N°7	
Attendu de fin de cycle	Connaissances et compétences associées			
Utiliser une modélisation et simuler le comportement d'un objet	Interpréter le comportement de l'objet technique et le communiquer en argumentant.			
	Simuler numériquement la structure et/ou le comportement d'un objet. Construire, investiguer, prouver.			
	Outils de description d'un fonctionnement, d'une structure et d'un comportement.			
	Utiliser une modélisation pour comprendre, formaliser, partager,			
	Notions d'écarts entre les attentes fixées par le cahier des charges et les résultats de la simulation .			

Echelle descriptive de l'attendu de fin de cycle :

	Utiliser une modélisation et simuler le comportement d'un objet	Validation ou aide	Descriptif des seuils
La modélisation et la simulation des objets et systèmes techniques	Interpréter le comportement de l'objet technique et le communiquer en argumentant.	Validation	4- Seuil de Maîtrise Mobiliser seul ses ressources dans une situation nouvelle. Décomposer la tâche complexe afin de résoudre le problème. Résumer son idée et sa démarche. Justifier sa solution et évaluer son travail.
	Simuler numériquement la structure et/ou le comportement d'un objet. Construire, investiguer, prouver. Outils de description d'un fonctionnement, d'une structure et d'un comportement.		3- Seuil d'application Appliquer une procédure, une démarche prescrite par l'enseignant.
	Utiliser une modélisation pour comprendre, formaliser, partager,	aide	2- Seuil de compréhension Expliquer en reformulant et en proposant des exemples.
	Notions d'écarts entre les attentes fixées par le cahier des charges et les résultats de la simulation .		1- Seuil de Connaissance Mémoriser – Savoir trouver l'information.

Ce que je dois retenir : Fiche N°71 à 73

Technologie collège	Thématiques principales	La modélisation et la simulation des objets et systèmes techniques	Ce que je dois retenir N°73	
Attendu de fin de cycle	Connaissances et compétences associées			
Utiliser une modélisation et simuler le comportement d'un objet	Notions d'écarts entre les attentes fixées par le cahier des charges et les résultats de la simulation .			

	Je suis capable de :	Niveau
	Vérification des performances attendues d'un système	4
	Quantifier un écart par rapport à une valeur attendue et une valeur mesurée	3
	Comprendre la notion d'écarts entre le simulé, le réel	2
	Essais et mesures des performances d'un système par rapport au cahier des charges	1

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

Attentes du Cahier des Charges

- La barrière doit pouvoir s'ouvrir complètement pour exploiter la largeur du passage.
- La barrière doit pouvoir s'ouvrir en moins de 6 secondes.

Résultats de l'expérimentation

- Ouverture incomplète, durée > 6s. Quelles paramètres sont responsables d'écarts 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 ?

➔

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


➔

⑤ 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.

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



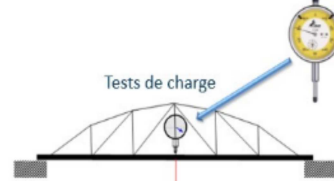
Connaissance : Notions d'écarts entre les attentes fixées par le cdcf et les résultats de l'expérimentation

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

Tests de charge



Test de vibrations



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

Attentes du cahier des charges

Résultats de l'expérimentation

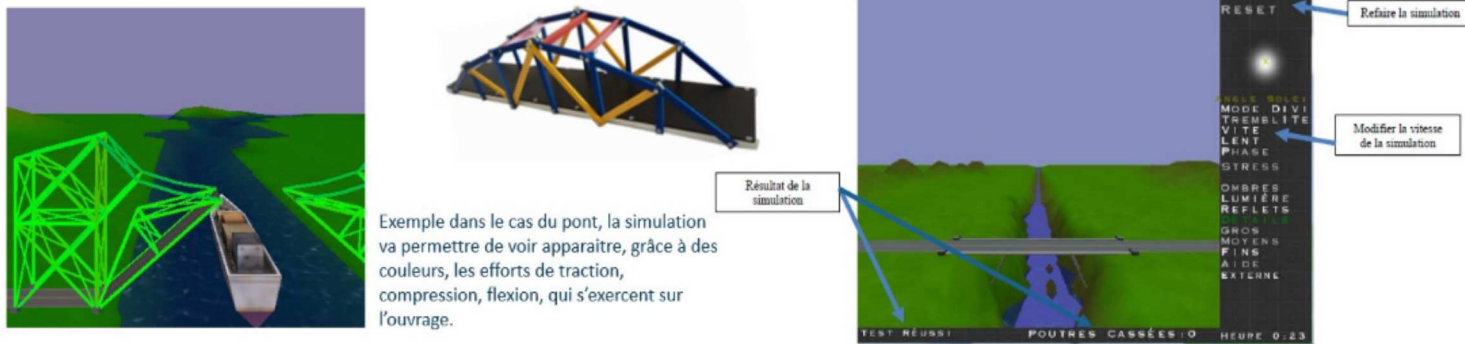
Pour vérifier que les objets à réaliser correspondent au cahier des charges, on crée des maquettes et des prototypes pour effectuer des expérimentations et vérifier les écarts par rapport à ce que l'on attendait. Ces écarts doivent être analysés pour apporter des modifications sur l'objet avant de le fabriquer. Les modifications peuvent porter sur :

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

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.

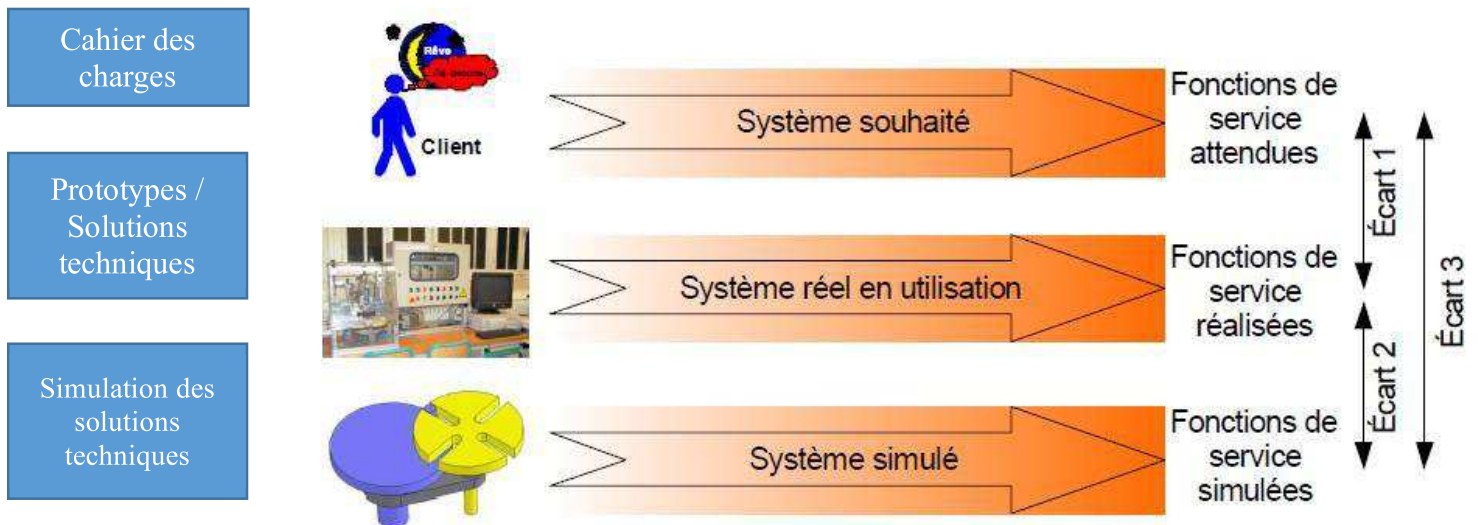
Une simulation désigne l'exécution d'un programme informatique sur un ordinateur en vue de simuler un phénomène physique réel et complexe (par exemple : chute d'un corps sur un support, résistance d'une plateforme pétrolière à la houle, fatigue d'un matériau sous sollicitation vibratoire, usure d'un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



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.


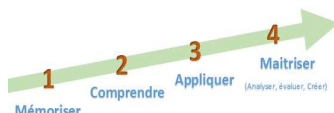
La simulation du comportement d'un système permet de mettre en évidence les écarts de résultats avec les attentes du cahier des charges. La détermination des paramètres influents permet de réduire ses écarts pour affiner le modèle simulé.

Il existe une démarche spécifique pour valider une solution technique s'appelant la **démarche de mise en évidence des écarts d'un système**. Cette démarche consiste à vérifier les performances attendues d'un système complexe (quantification de l'écart 1), à valider une modélisation à partir d'expérimentations (quantification de l'écart 2) et à prévoir les performances d'un système à partir d'une modélisation (quantification de l'écart 3).



Un écart est la différence constatée entre 2 valeurs. L'analyse des écarts représente un point important dans la démarche de travail d'un Technicien. Il s'agit de mesurer les performances attendues par un cahier des charges concernant un système sur le prototype réalisé.


Tâches	Méthodes	Écarts correspondant
Vérification des performances attendues d'un système	Evaluation de l'écart entre les performances attendues par un cahier des charges et les performances expérimentales	Ecart 1
Proposition et validation des modèles d'un système à partir d'essais	Evaluation de l'écart entre les performances mesurées et les performances simulées	Ecart 2
Prévision des performances d'un système à partir de modélisations	Evaluation de l'écart entre les performances simulées et les performances attendues par un cahier des charges	Ecart 3

Technologie collège	Thématiques principales	La modélisation et la simulation des objets et systèmes techniques	Ce que je dois retenir N°71	
Attendu de fin de cycle		Connaissances et compétences associées		
Utiliser une modélisation et simuler le comportement d'un objet		Utiliser une modélisation pour comprendre, formaliser, partager,		
		Je suis capable de :	Niveau	
		Utiliser une modélisation pour comprendre, formaliser, partager,	4	
		Modéliser tout ou partie un système ou programme avec un outil de modélisation	3	
		Commenter la modélisation d'un système ou d'un programme	2	
		Connaître les différents type de modélisation : carte mentale, chaine information – énergie, algorithme logigramme ,Sys ml et modélisation 3D.	1	

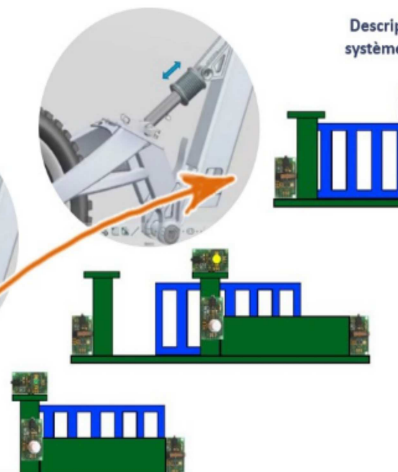
Connaissance : Outil de description d'un fonctionnement

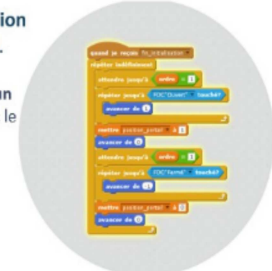


Pour **simuler le comportement d'un objet technique**, on a besoin d'utiliser un **modèle numérique** qui est une **représentation virtuelle**. Ce **modèle numérique** va permettre **décrire le fonctionnement** et d'étudier certains aspects ou de valider des solutions.

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**



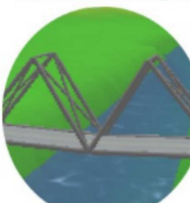
Le logiciel Scratch 2.0 permet de faire fonctionner des maquettes virtuelles, mais également réelles.

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'un comportement

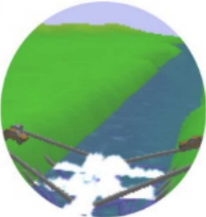
Egalement, afin de simuler le **comportement d'une structure ou d'un objet**, le concepteur peut positionner **les efforts** à l'aide de différents logiciels qui font apparaître les **déformations** qui en résultent.

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.

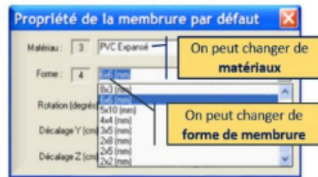


Comportement d'une structure de ponts face à des forces avec le logiciel **Modelsmart 3D**



Une correction peut être réalisée en modifiant:

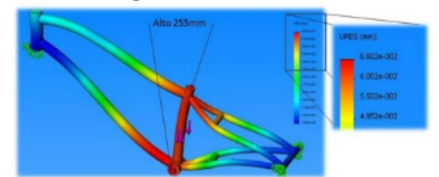
- les formes
- les matériaux.
- les sections des différents éléments



On peut changer de **matériaux**

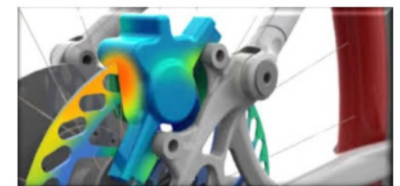
On peut changer de **forme de membre**

Comportement d'un cadre de vélo avec le logiciel **SolidWorks**



Alto 255mm

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**, 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 : 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 aménagements,...



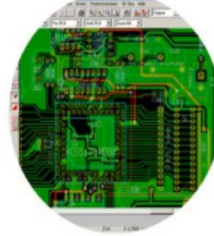
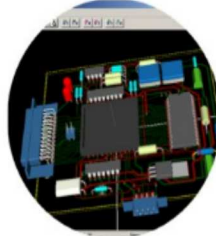
Exemple avec le logiciel Sketchup



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

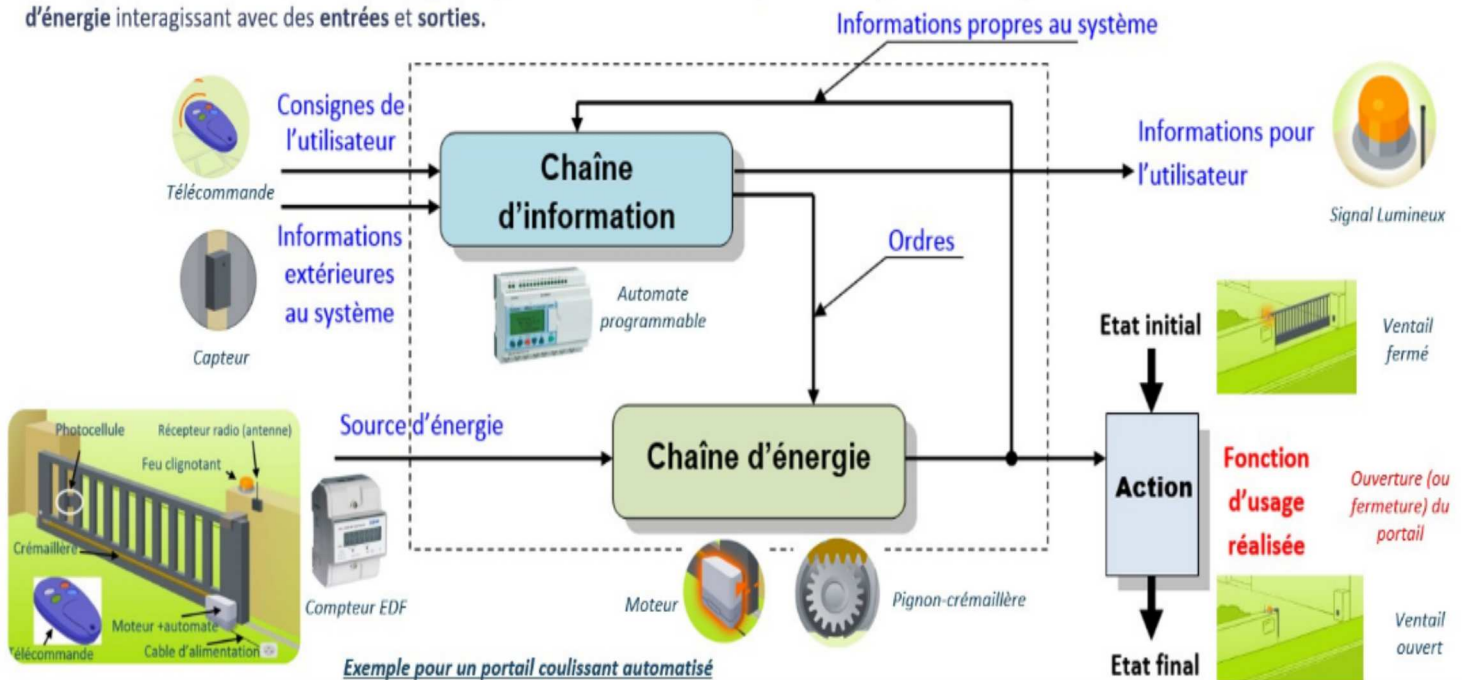


Pour visualiser des pièces mécaniques, des assemblages,...


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 : 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...).

Technologie collège	Thématiques principales	La modélisation et la simulation des objets et systèmes techniques	Ce que je dois retenir N°72	
Attendu de fin de cycle	Connaissances et compétences associées			
Utiliser une modélisation et simuler le comportement d'un objet	Simuler numériquement la structure et/ou le comportement d'un objet. Construire, investiguer, prouver. Outils de description d'un fonctionnement, d'une structure et d'un comportement.			
	Interpréter le comportement de l'objet technique et le communiquer en argumentant.			

	Je suis capable de :	Niveau
	Je sais créer une simulation numérique d'une structure ou du comportement d'un objet. Je sais interpréter les comportements de ma simulation et les communiquer en argumentant. Je suis capable de les comparer aux attentes du cahier des charges, de les situer par rapport aux niveaux d'exigence (écart ou validation).	4
	Je modifie une simulation numérique d'une structure ou du comportement d'un objet afin de permettre la validation d'une fonction du cahier des charges (notions quantitatif /qualitatif).	3
	J'utilise une simulation numérique et j'interprète les comportements et les compare au cahier des charges (Oui ou non).	2
	J'utilise une simulation numérique d'une structure ou du comportement d'un objet. J'identifie qualitativement et quantitativement un résultat de la simulation.	1

Connaissance : Outils numériques de description des objets techniques

L'informatique permet de dessiner et de concevoir des objets techniques. Il existe de nombreux logiciels de Conception Assistée par Ordinateur qui permettent de réaliser des maquettes numériques et aussi de réaliser des essais par simulation.

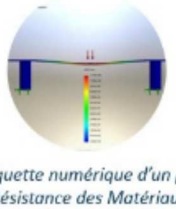
Ces outils numériques sont omniprésents dans de nombreux domaines (architecture, mécanique, aéronautique, robotique...) et facilitent énormément le développement et l'amélioration des objets techniques.

En voici quelques exemples :



L'utilisation de ces outils numériques apporte de nombreux avantages :

- Possibilité de modifier rapidement les documents
- Avoir une visualisation réaliste de l'objet
- Pouvoir simuler des comportements
- Facilité de passage de la 3D à la 2D
- Facilité et rapidité d'échanges des documents
- Accès à des bibliothèques de composants



La description d'objets à l'aide d'outils numériques consiste à réaliser des représentations structurelles d'objet technique en 3D. Cela permet également de rechercher des solutions techniques, d'en comprendre le fonctionnement, de tester la résistance des matériaux avant même que l'objet n'existe physiquement.

La simulation numérique est aujourd'hui incontournable dans le processus de conception de systèmes. Simuler des phénomènes complexes (physiques, mécaniques, électroniques, etc.) permet d'en étudier les comportements et d'obtenir des résultats sans avoir besoin de recourir à l'expérience sur un prototype ou un système réel.

