

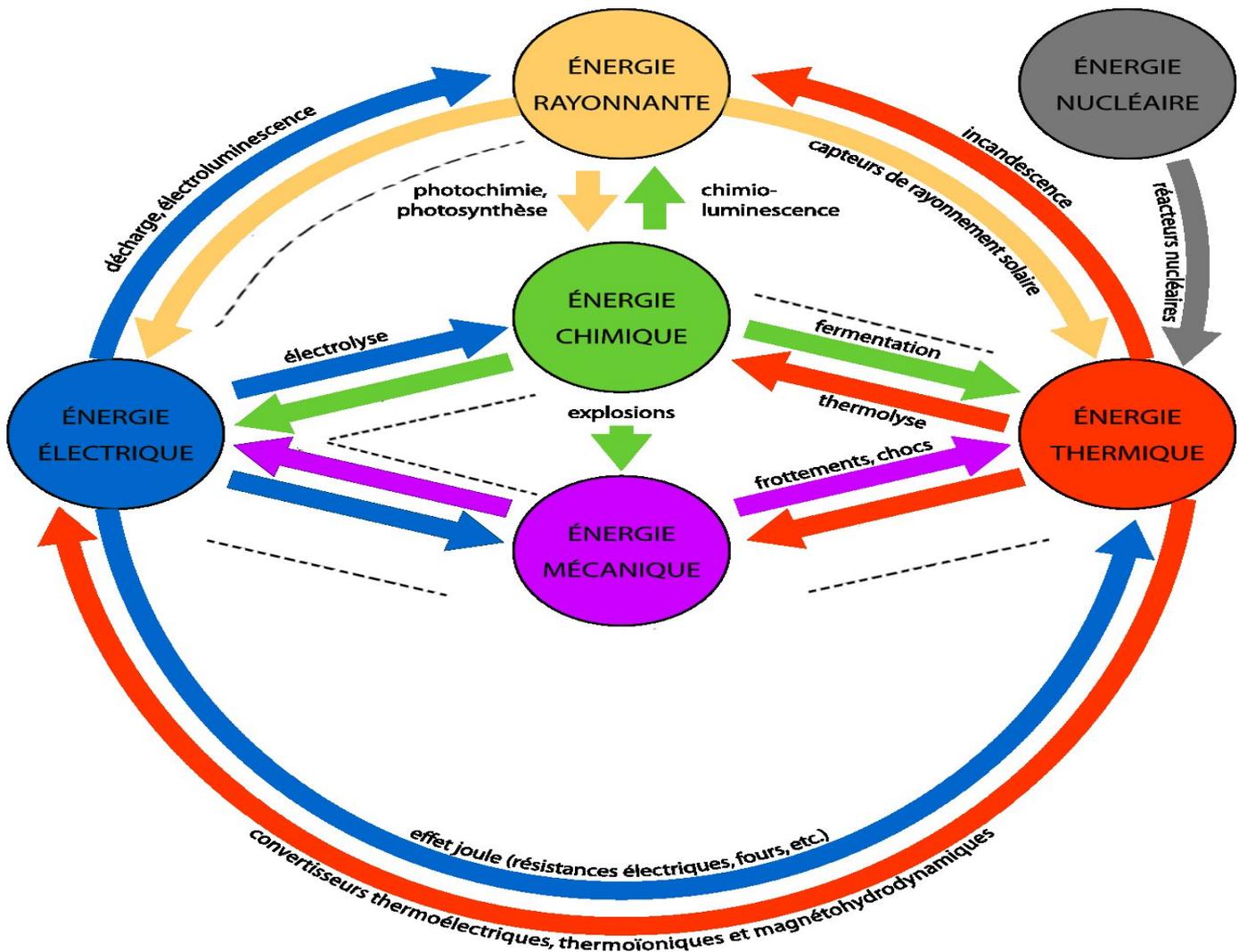
Sommaire

I Introduction.....1
 II Structure d'un système technique.....3
 III Chaînes fonctionnelles : chaîne d'information et chaîne d'énergie.....5
 IV Le langage SysML.....7
 V Les Unités.....9
 VI Rendements.....9
 VII Notion d'entropie.....10
 VIII Exercices.....11

I Introduction

Aujourd'hui l'énergie est utilisée sous différentes formes : chaleur, travail mécanique, rayonnement, chimique, électricité,

Mais l'on dispose de dispositifs permettant de passer d'une forme à l'autre :



Notions d'énergie primaire et d'énergie finale

L'énergie primaire est une forme ou source d'énergie disponible dans la nature.

L'énergie finale est l'énergie réellement consommée par l'utilisateur.

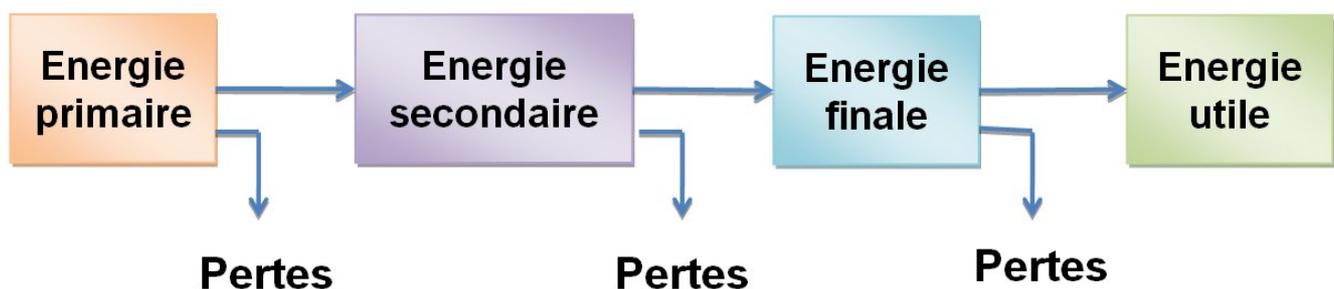
Entre l'énergie primaire consommée et l'énergie finale (utile), une succession d'étapes de transformation et de conversion auront eu lieu, avec à chaque fois des pertes.

Le rendement énergétique d'une filière est donc le rapport entre énergie finale et énergie primaire. Le problème étant de pouvoir considérer cette filière dans son ensemble afin d'être en mesure de comparer objectivement plusieurs solutions.

Sur l'ensemble d'une filière énergétique, un plus ou moins grand nombre d'opérations altère le rendement global de l'opération. Cette filière est plus ou moins longue, par exemple, pour l'électricité :

- filière longue : utilisation d'une ressource fossile (pétrole, uranium, etc.), ou certaines biomasses : énergie utilisée pour extraire la ressource naturelle, la transformer, la stocker, la transporter, l'utiliser pour la production d'électricité, transporter l'électricité produite, convertir l'électricité et enfin utiliser cette électricité ;
- filière courte : conversion du rayonnement solaire en électricité par effet photovoltaïque, conversion de l'électricité, utilisation de l'électricité.

Dans le premier exemple (filière longue), si chaque étape considérée indépendamment offre un rendement énergétique correct, le rendement global de l'ensemble de la filière sera médiocre. Dans le second exemple, même si le rendement de conversion de l'énergie solaire en électricité est faible, le reste de la filière comprend bien moins d'opérations et le rendement global de l'ensemble est supérieur à la filière longue.



Lien énergie/puissance : $E = P \times t$ (P en W, t en secondes et E en Joules)

II Structure d'un système technique

Qu'est-ce qu'un système technique?

On peut résumer un système technique en un assemblage de constituants ayant chacun une fonction technique élémentaire simple (traiter une information, convertir une énergie, déplacer un élément, ...).

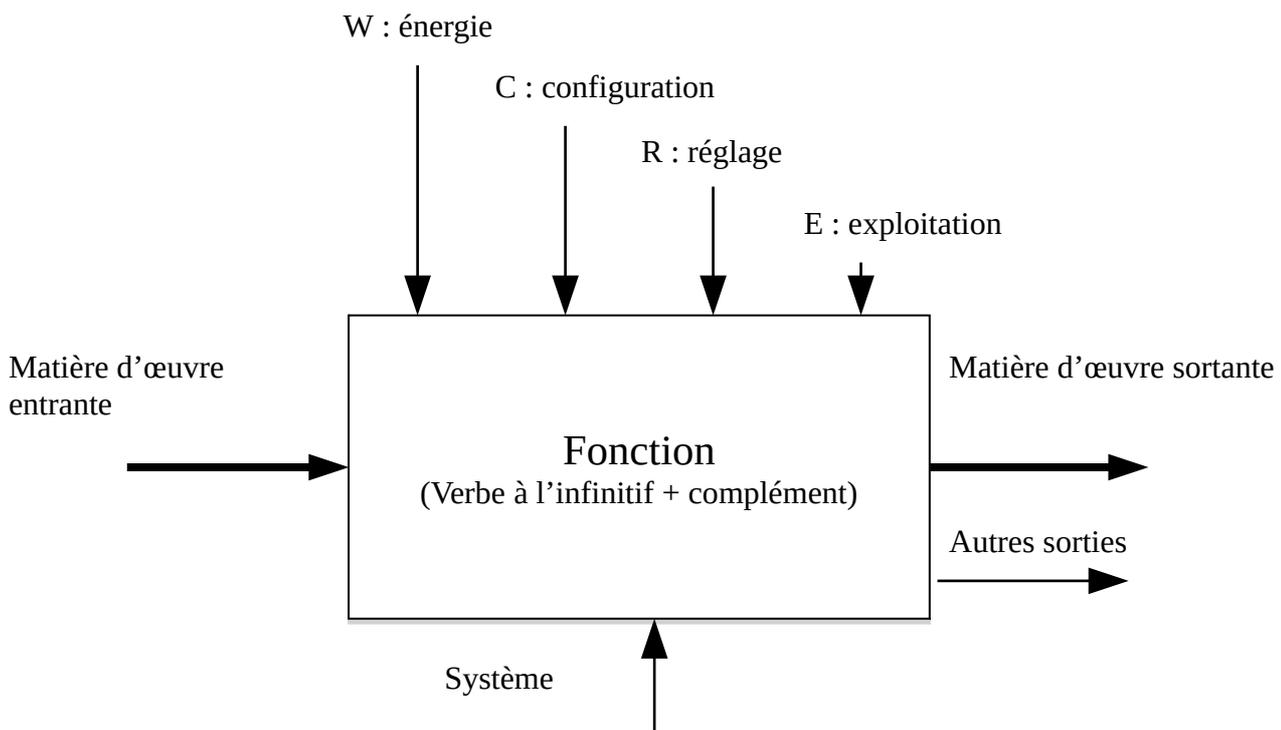
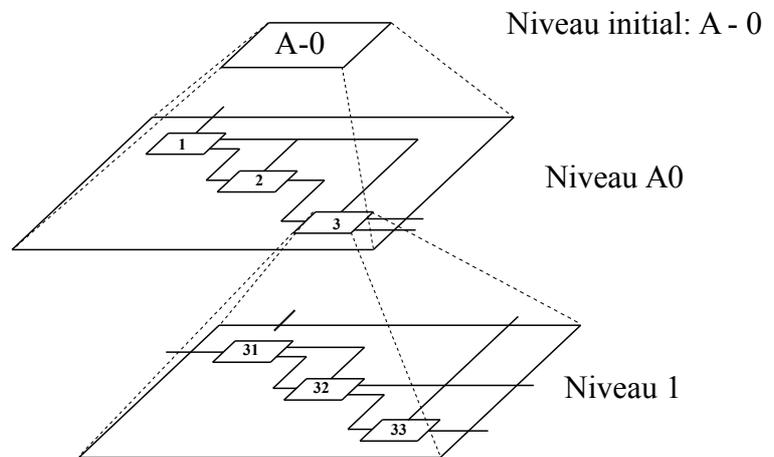
Un des moyens de représentation des systèmes technique s'appelle le Diagramme **SADT** (Structured Analysis and Design Technique). Il s'agit d'une analyse fonctionnelle descendante, c'est à dire une méthode qui permet de présenter les fonctions générales d'un système sous forme de boîtes noires (appelés actigrammes).

Au niveau le plus haut, le système est représenté par un module initial; on peut ensuite éclater celle-ci en plusieurs boîtes, qui, à leur tour; sont décomposables en d'autres boîtes et ainsi de suite...

Principe:

Chaque boîte (actigramme) peut être décomposée en d'autres boîtes (qui en contiennent au maximum 6 à chaque fois) et ainsi de suite.

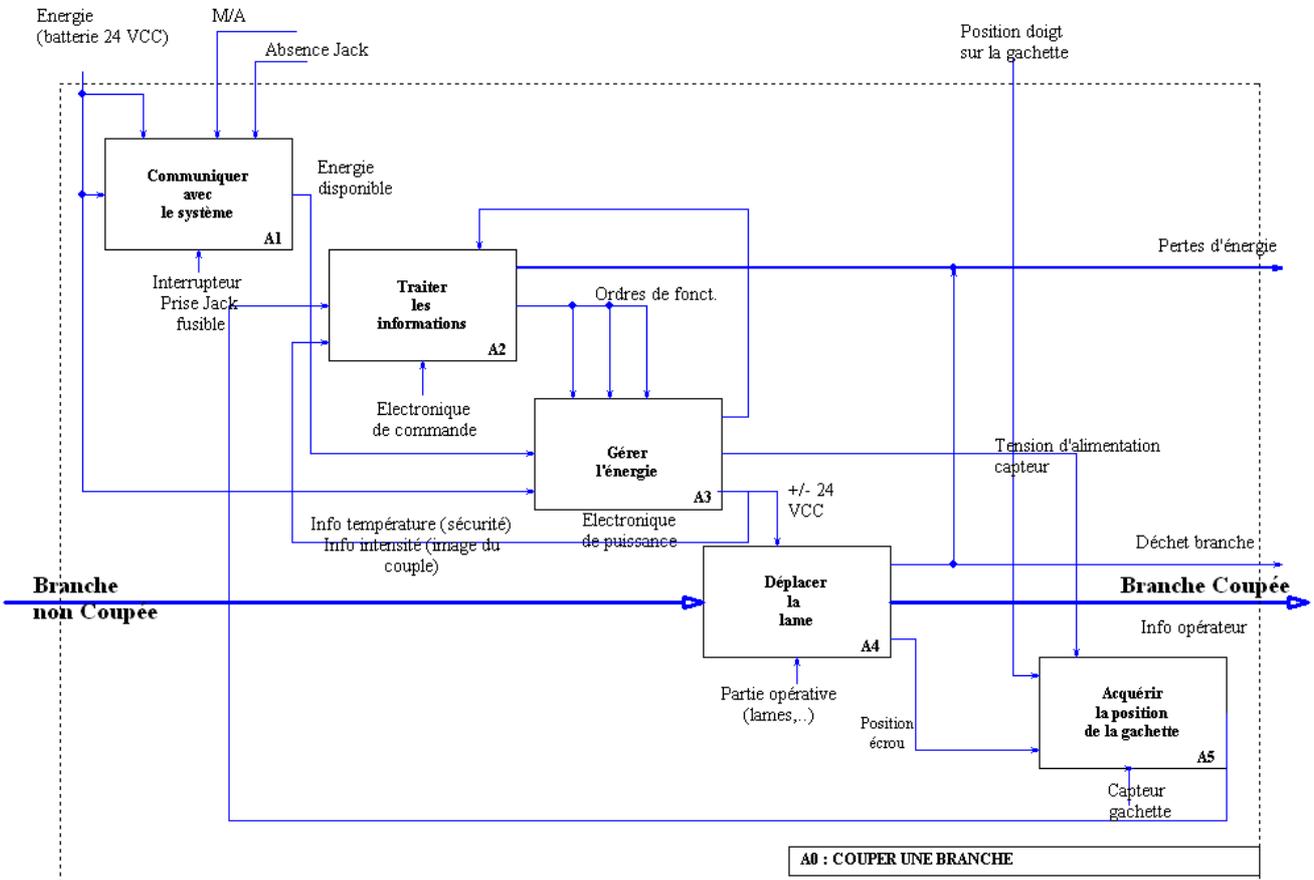
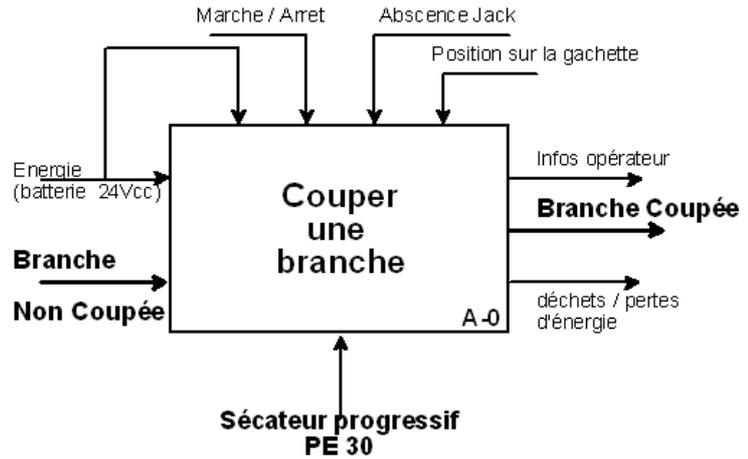
Cette représentation est dite descendante (le système est décomposé à partir de sa fonction principale), modulaire (à chaque fonction correspond une boîte ou module d'activité) et hiérarchique (chaque module/fonction est ordonné par rapport aux autres).

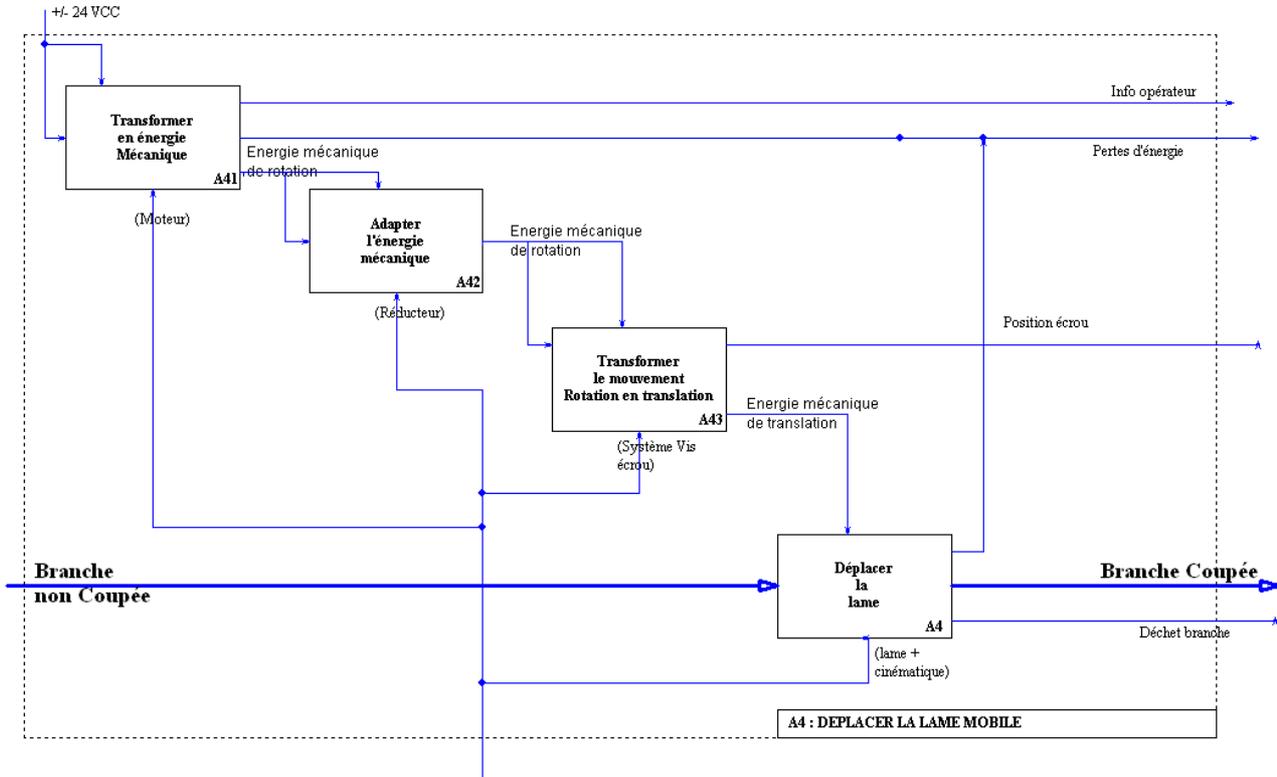


Données de contrôle :

- W (Energie) : électrique, mécanique, pneumatique, thermique...
- C (Configuration) : changements que l'utilisateur peut faire
- R (Réglages) : changements qu'un technicien peut faire
- E : (Exploitation) : moyen de mise en marche et d'arrêt du système

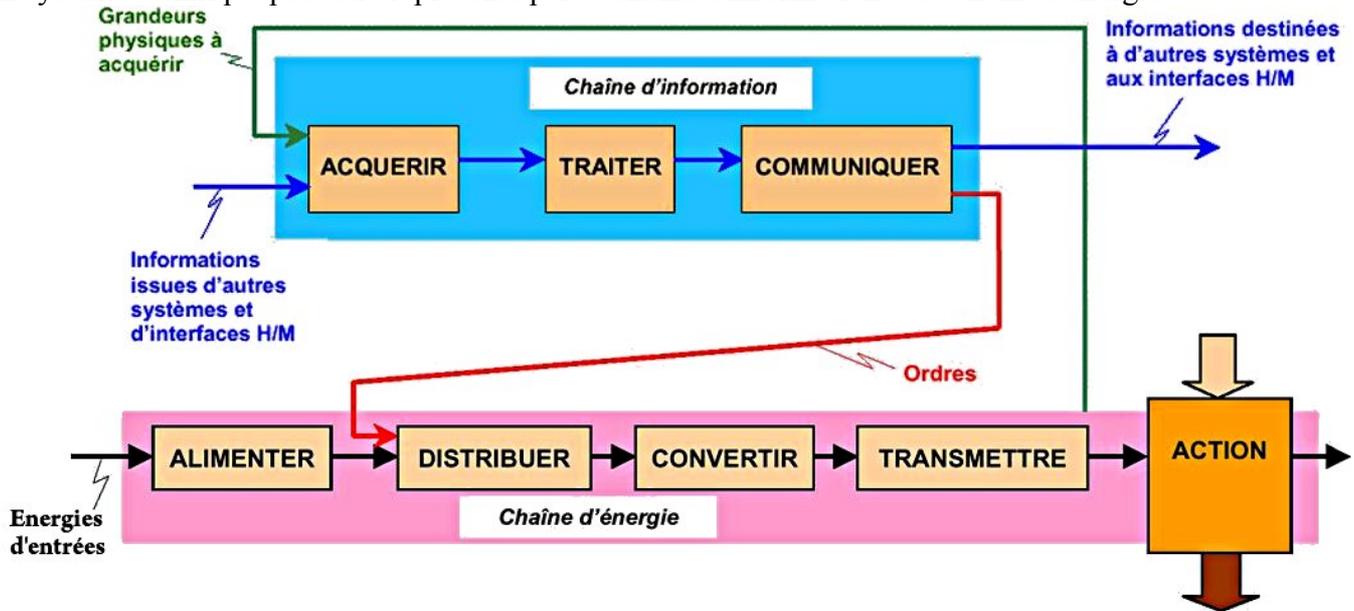
Exemple : machine à couper du bois





III Chaînes fonctionnelles : chaîne d'information et chaîne d'énergie

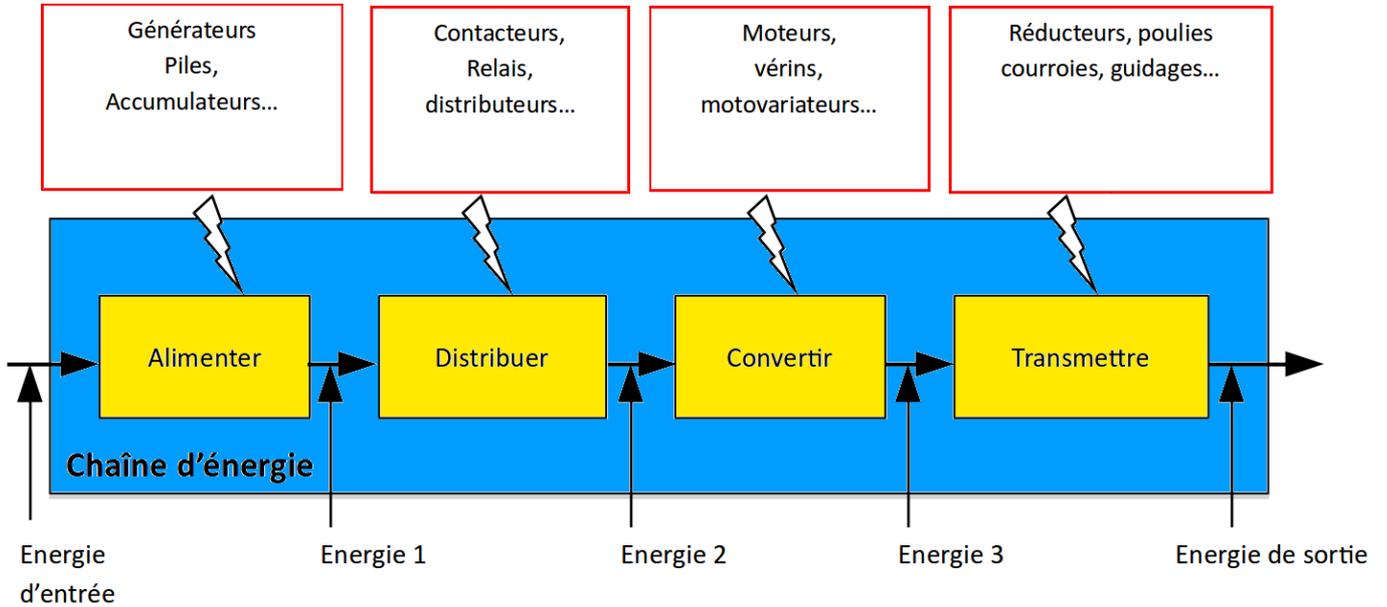
Un système technique peut être représenté par sa chaîne d'information et sa chaîne d'énergie:



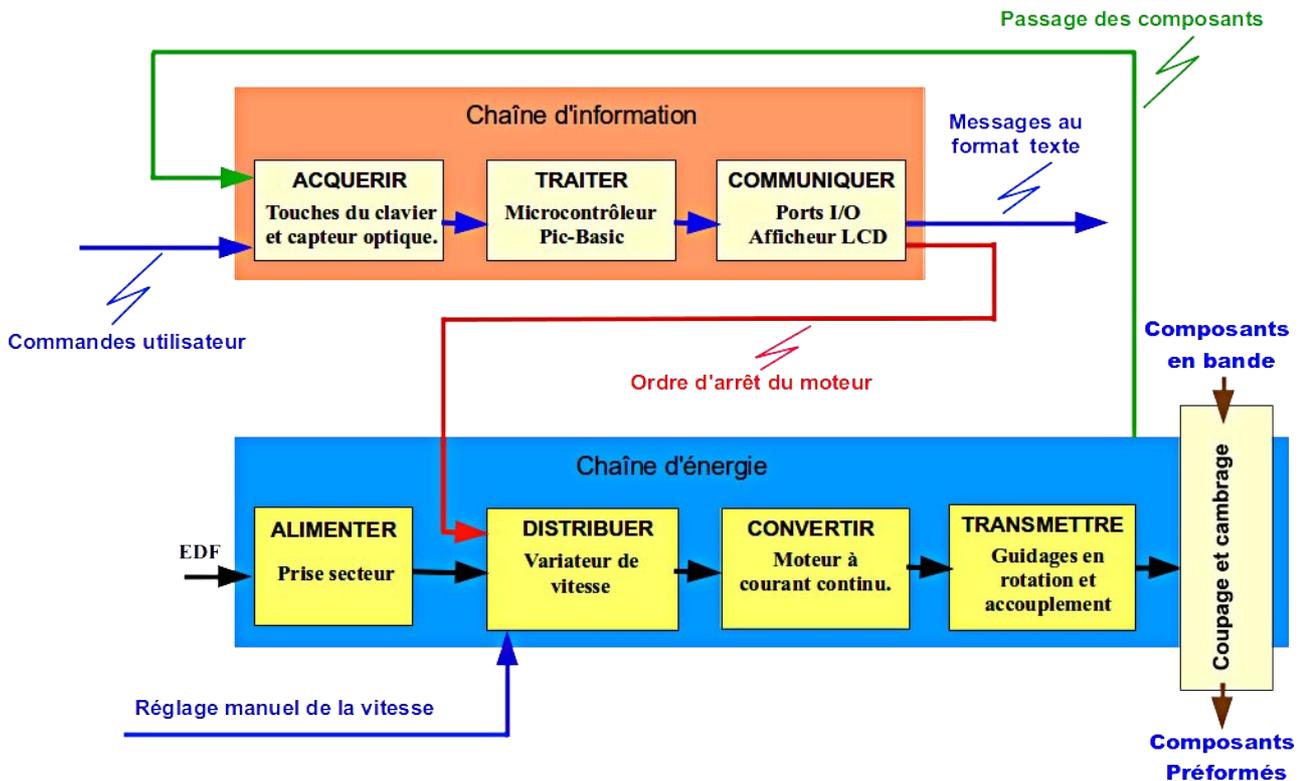
Chaîne d'information : ensemble de constituants associés de manière structurée et permettant à partir d'une information (issue en général d'un capteur) de la traiter (par programme) et de restituer une information exploitable par la chaîne d'énergie (afin de la piloter).

Chaîne d'énergie : Ensemble de constituants associés de manière structurée et permettant à partir d'une source d'énergie d'agir sur une matière, une énergie, une information.

Des éléments possibles d'une chaîne d'énergie:



Exemple : chaîne d'information et chaîne d'énergie d'une machine à couper et cambrer des composants :

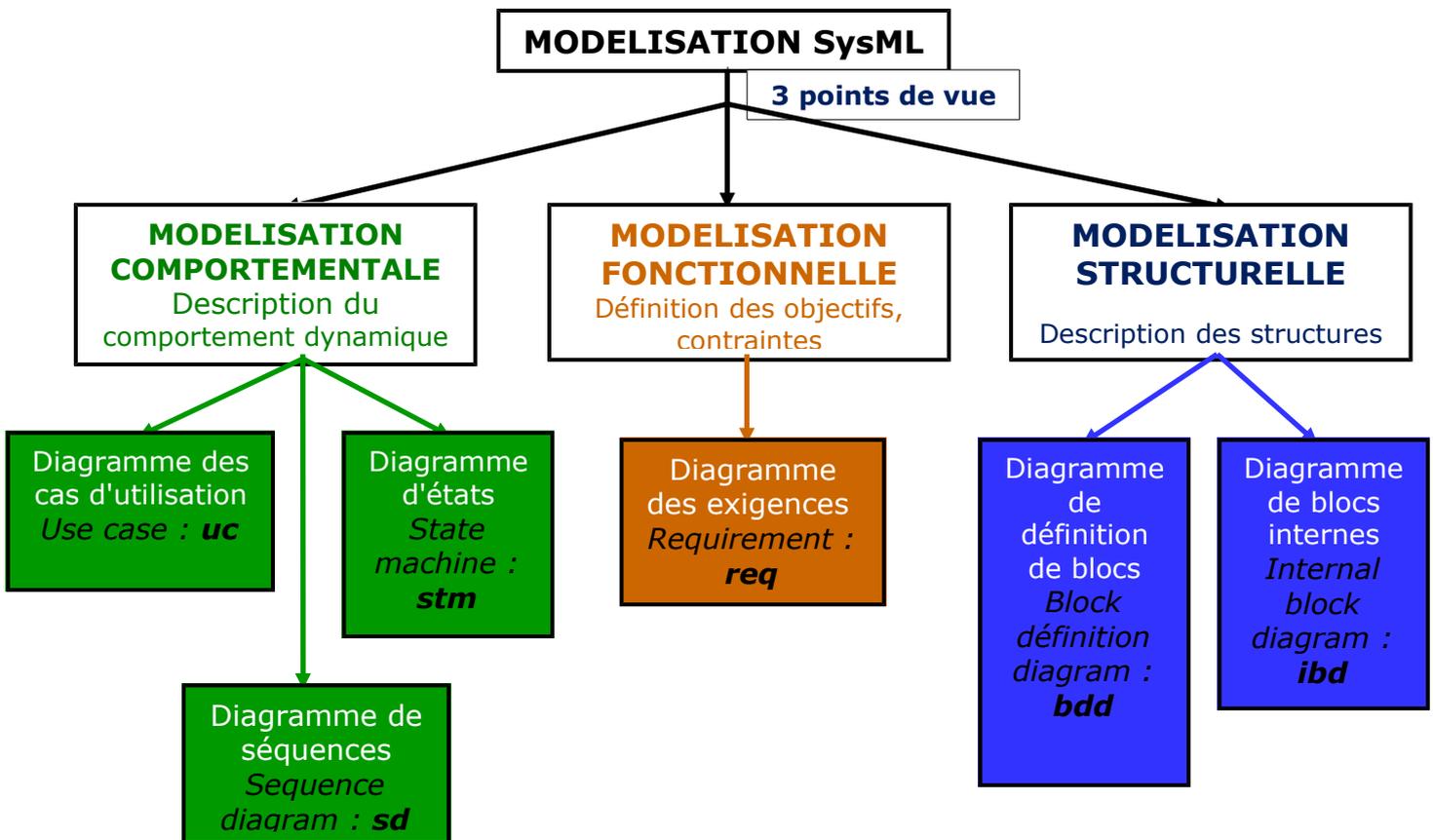


IV Le langage SysML

Le langage SysML (Systems Modeling Language) est un outil de représentations abstraites (modèles) utilisé pour développer ou décrire des systèmes complexes.

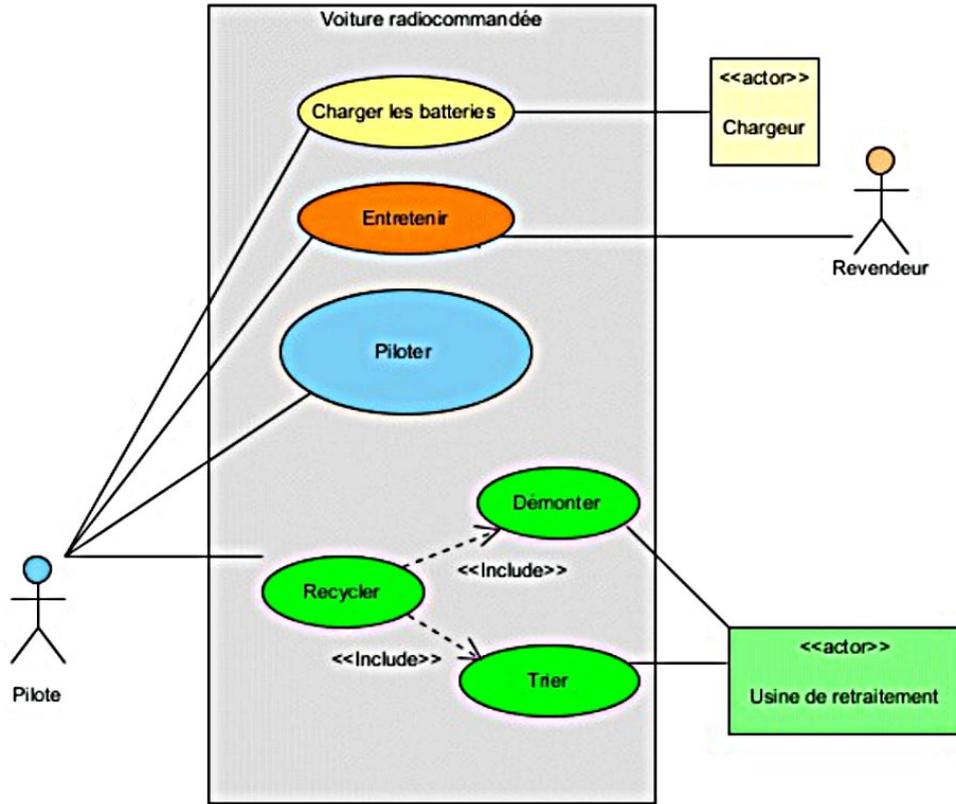
Il permet d'utiliser un langage commun à tous les concepteurs et utilisateurs d'un système (ingénieur, technicien, service marketing, client etc....)

Il comporte 9 diagrammes mais seulement 6 diagrammes seront utilisés dans le cadre STI2D. Ils permettront de structurer la description selon 3 points de vu.

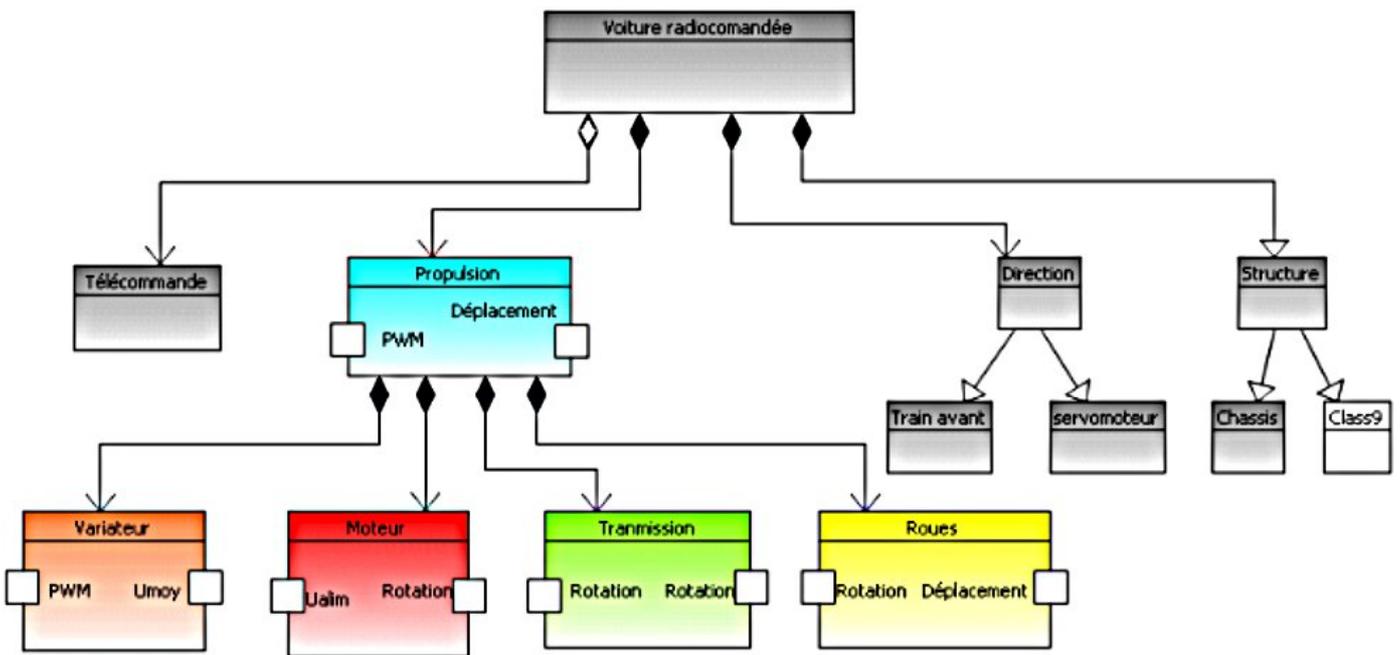


Ces diagrammes SysML seront vu de manière détaillée en enseignement technique transversal (tronc commun) et en terminale pour le projet.

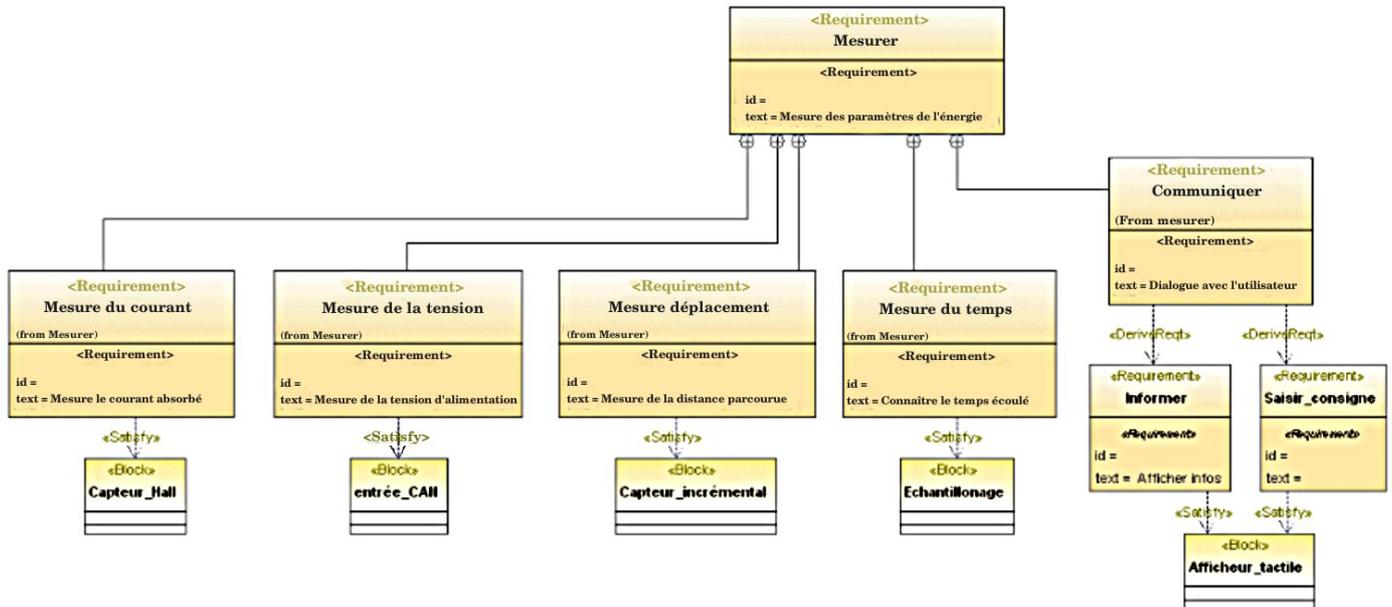
Exemple 1 : diagramme des cas d'utilisation (Use Case) pour une voiture radiocommandée :



Exemple 2 : diagramme de définition de blocs (BDD) pour une voiture radiocommandée :



Exemple 3 : diagramme des exigences (REG = requirement) pour une voiture radiocommandée :



V Les Unités

L'unité officielle du système international (Unité S.I.) de l'énergie est le **joule (J)**.

Autres unités :

- ➔ la calorie 1 cal = 4,18 J (cal)
- ➔ le wattheure 1 Wh = 3600 J (Wh)
- ➔ la tonne équivalent pétrole 1 t.e.p. = 11 600 kWh ou à 41,868 GJ
- ➔ l'électron-volt 1 eV = 1,6.10⁻¹⁹ J (eV)

Symboles utilisés : E, W, U, Q

VI Rendements

Les systèmes technologiques que l'on utilise (transports, chauffage, éclairage, ...) sont des systèmes de transformation d'une énergie en une autre. Comme tout cela s'accompagne de pertes, on parle de rendement :

Le rendement η :

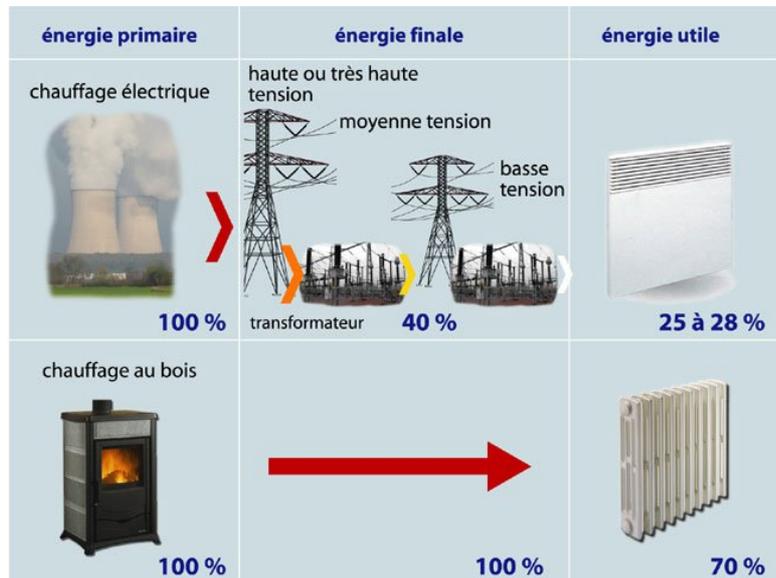
$$\eta = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{absorbée}}}$$

Le rendement n'a donc pas d'unité et est toujours < 1

Plus le rendement est proche de 1, plus le système sera performant et économique.

Quelques rendements (ordres de grandeur):

- Une bonne automobile $\eta = 35\%$;
- Un moteur électrique $\eta = 90\%$;
- Un transformateur $\eta = 95\%$.
- Une chaudière à gaz $\eta = 90\%$
- Un convecteur électrique $\eta = 100\%$



Il faut faire attention à la notion de rendement. Par exemple, du point de vue du consommateur, un convecteur électrique a un rendement de 100%. Par contre, dans la réalité, le rendement réel (global), tenant compte de la fabrication de l'électricité et de son transport est lui $<$ à 30%.

VII Notion d'entropie

La notion d'entropie a été introduite dans le 2^{ème} principe de la thermodynamique : (Selon le premier principe de la thermodynamique, lors de toute transformation, il y a conservation de l'énergie.)

Définition : toute transformation d'un système thermodynamique s'effectue avec augmentation de l'entropie (S) globale incluant l'entropie du système et du milieu extérieur. On dit alors qu'il y a création d'entropie.

Compléments :

- Dans le cas d'une transformation réversible, la création d'entropie est nulle.
- Intuitivement on sait que la chaleur passe d'un corps chaud à un corps plus froid. Le second principe permet de le démontrer.

Conséquences :

Lors d'une transformation de l'énergie (combustion, ...), l'énergie est conservée (1^{er} principe de la thermodynamique) donc on aurait tendance à croire que tout va bien puisque « rien ne se perd » mais ce n'est pas du tout le cas. A chaque transformation on élève le niveau d'entropie de l'énergie et plus le niveau d'entropie augmente, moins l'énergie est utilisable. Au final on arrive à un haut niveau d'entropie où l'énergie est toujours présente mais définitivement inutilisable.

En résumé : le niveau d'entropie représente en quelque sorte l'inverse de la qualité d'une énergie. Plus son niveau est bas, plus elle est utilisable, plus il est haut, plus l'énergie tend vers l'inutile.

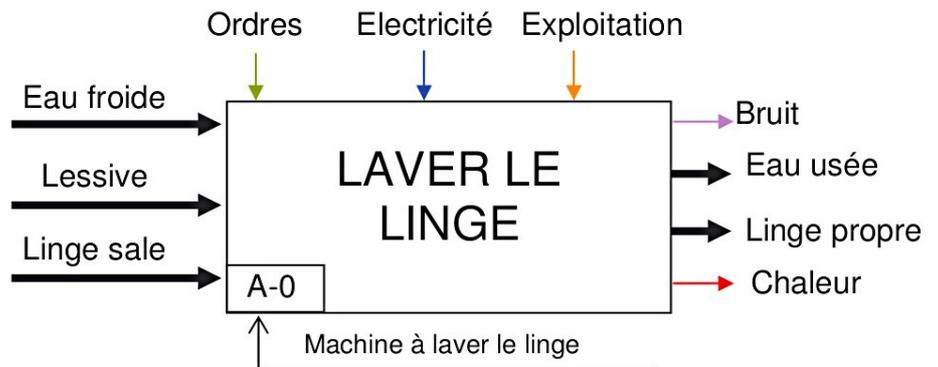
Exemple simple du chauffage au gaz d'une pièce : au départ notre énergie (le gaz) a un bas niveau d'entropie, elle est donc « potentiellement » très utilisable. Dans notre chaudière, on produit de l'eau chaude (à 50°C). L'énergie contenue dans cette eau chaude a un niveau d'entropie plus grand mais encore utilisable puisqu'on va chauffer notre pièce avec. Au final, l'énergie passe dans notre pièce. Toute l'énergie de départ se retrouve dans l'air et les objets de la pièce qui sont à la température de 20 °C. Il y a la même quantité d'énergie dans la pièce à 20°C que dans le gaz du départ mais maintenant le niveau d'entropie est tellement élevé que cette énergie ne peut plus être utile à quoi que ce soit. Notre système de chauffage a transformé l'énergie du gaz en une énergie inutilisable (son entropie est très grande). Pour s'en sortir, il n'y a qu'une solution, il faut réintroduire dans notre système de l'énergie (c'est le cas de la terre qui est alimentée en énergie par le soleil).

Complément : le niveau d'entropie dépend du milieu dans lequel on se trouve. Par exemple notre eau chauffée à 50°C possède une entropie plus faible en hiver chez nous (son énergie est donc utilisable) qu'en plein désert africain où son entropie est alors très élevée (son énergie est inutilisable).

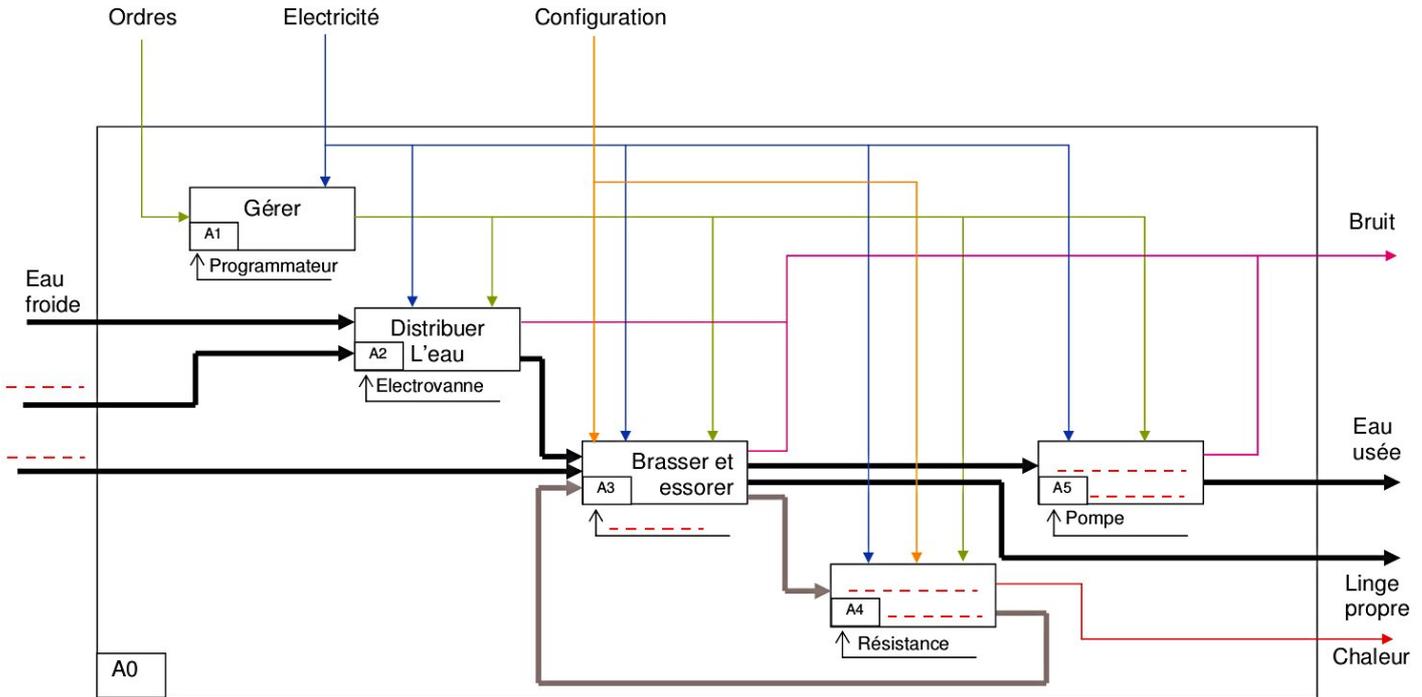
VIII Exercices

Exercice 1 : le SADT d'une machine à laver

Soit le niveau A-0 :



Complétez le niveau A0 :



Exercice 2 :

Un écran d'ordinateur LCD-LED de 24 pouces a consommé 72,5 W.h en 2h30min de fonctionnement.

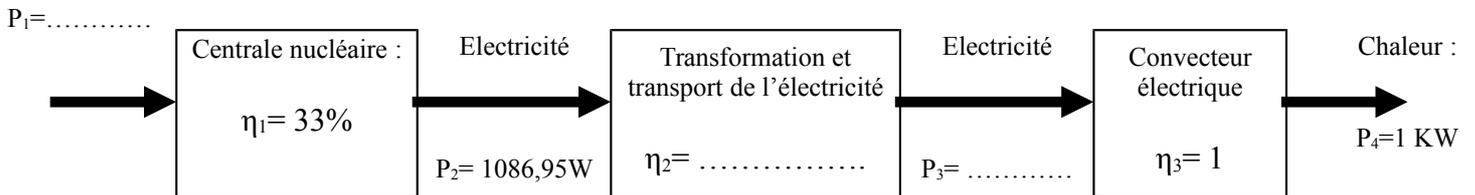
1. Calculer la puissance P de cet écran.
2. Le constructeur indique une puissance de 1,3 W en veille. Calculer l'énergie consommée par cet écran laissé en veille pendant 20 h 30 min chaque jour. En déduire la consommation annuelle de l'écran en veille.
3. Le coût du KWH est de 0,0964 €. Calculer le coût annuel de la consommation en veille.
4. Il y a, grosso modo, 40 millions d'écran en veille en France. Calculer la puissance totale nécessaire pour la veille de ces écrans. Calculer l'énergie annuelle totale consommée par ces écrans en mode veille.

Exercice 3 : rendements

On va partir du principe que la centrale nucléaire fournit de l'électricité qui va servir à chauffer une pièce. On cherche à calculer le rendement total.

Uranium

Chaîne énergétique :



<p>STI2D</p>	<p style="text-align: center;">Chapitre 1 : Rappels et compléments sur l'énergie</p>	
		

1. Calculer la puissance P_3 nécessaire pour que le convecteur fournisse sa puissance nominale P_4 . Compléter la chaîne énergétique avec la valeur calculée.
2. Calculer le rendement η_2 du transport de l'électricité. Compléter la chaîne énergétique avec la valeur calculée.
3. Calculer la puissance P_1 nécessaire pour que le convecteur fournisse sa puissance nominale P_4 . Compléter la chaîne énergétique avec la valeur calculée.
4. Calculer le rendement global de la chaîne énergétique par 2 méthodes différentes.
5. Il manque un élément en début de chaîne énergétique. Quel est-il ? (pour info son rendement est de 86%, c'est-à-dire 14% de pertes). Calculer le nouveau rendement global du chauffage électrique.
6. Conclure.

Exercice 4 : unités

Notre machine a une puissance de 750W. On l'utilise 3h30 par jour.

1. Calculer l'énergie consommée quotidiennement par la machine en kWh
2. Calculer l'énergie annuelle consommée par la machine (elle fonctionne 6 jours par semaine, toute l'année) en kWh
3. Convertir cette énergie annuelle en Joules.
4. Convertir cette énergie annuelle en Tep.