

Séquence 01 :

Comment analyser le fonctionnement d'un Système Complexe.

Table des matières

Introduction	3
S1A21-Analyse fonctionnelle interne	4
1. Introduction	4
2. Identifier et ordonner les fonctions techniques	4
3. Identifier les flux et l'organisation structurelle	4
S1A21- Description des systèmes pluri-techniques	6
1. Introduction	6
2. Description globale d'un système ou d'un composant	6
3. Description détaillée	6
S1C21- Analyse des résultats	12
1. Introduction	12
2. Attendu vs Mesuré	12
3. Mesuré vs Modélisé	14
4. Modélisé vs Attendu	16
5. Conclusion	17
S1C21M-Utilisation d'un Ampèremètre	18
1. Introduction	18
2. Présentation	18
3. Mesure	18
S1C21M- Utilisation d'un tachymètre	20
1. Introduction	20
2. Présentation	20
Fonction	20
3. Mesures	21
S1C22M-Conduite d'une expérimentation	22
1. Introduction	22
2. Je veux vérifier quoi ?	23
3. Quelles grandeurs je dois mesurer ?	23
4. Comment je mesure ?	23
5. Comment je traite les résultats ?	24
6. Conclusion	25

Introduction

Fiches de connaissance de SII de la séquence 1

Cette succession de pages constitue les bases des Sciences de l'Ingénieur sur la première séquence

Ces fiches doivent être connues pour répondre correctement aux TD, TP...et évaluations.

Méthode : Classification des fiches

Pour s'y retrouver :

- Chaque chapitre qui suit contient une identification Sxxx qui doit être interprétée comme suit :

S"numéro de la séquence"."lettrechiffre=partie du programme"-"numéro de la fiche dans la partie du programme"

Exemple : 1

Exemple : S1A1- Analyse Fonctionnelle

- S1 : fiche abordée lors de la séquence 1
- A1 : partie du programme concernée (cf BO)
- 1 : première fiche de cette partie du programme

Exemple : 2

Exemple : S1C21M-Utilisation d'un Ampèremètre

S1 : fiche abordée lors de la séquence 1

C2 : partie du programme concernée

1 : première fiche de cette partie du programme

M : fiche méthode sur l'utilisation d'un Ampèremètre

S1A21 - Analyse fonctionnelle interne

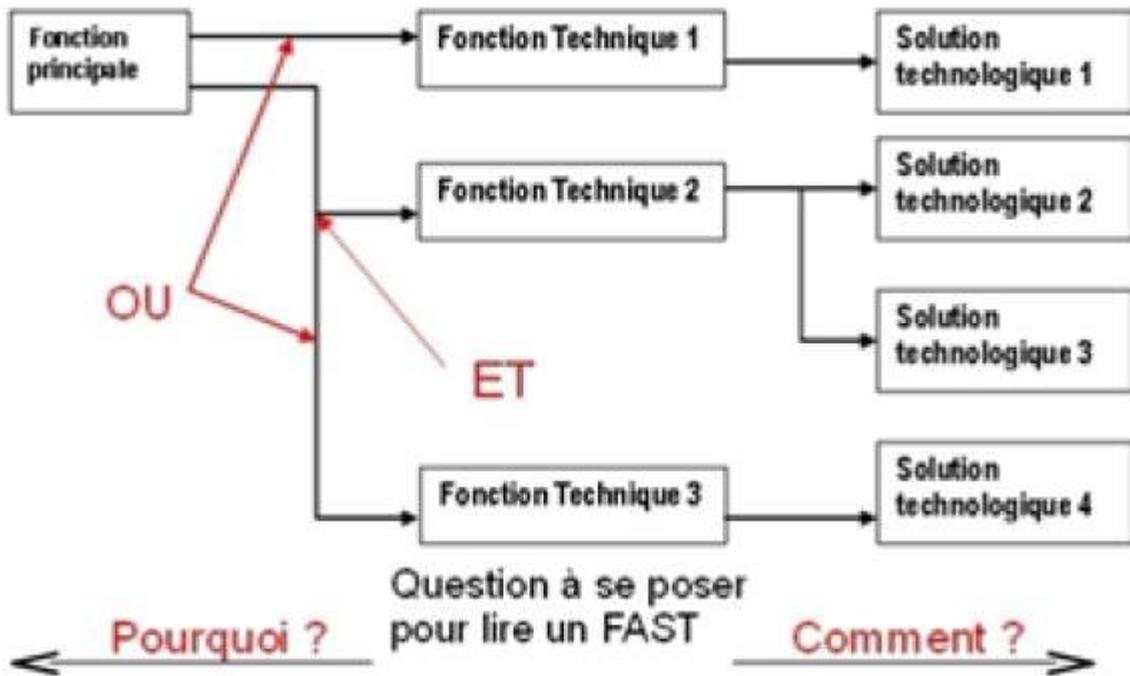
1. Introduction

Elle permet de **comprendre le fonctionnement d'un produit technique** par la décomposition en **fonctions élémentaires** « standard » et leur mise en relation avec les **structures** (solutions techniques) et les **flux** (informations ou énergie échangées). En partant des solutions techniques existantes, on doit se poser la question « **pourquoi ?** » afin de trouver les fonctions réalisées par ces structures.

Cette démarche est également utilisée lors de la **conception d'un produit technique**, en partant des fonctions de service pour aller vers les solutions techniques conventionnelles. Partant alors des fonctions de service, on doit se poser la question « **comment ?** » pour trouver les solutions techniques permettant d'y répondre.

2. Identifier et ordonner les fonctions techniques

Outil utilisé : le diagramme **FAST**



FAST

3. Identifier les flux et l'organisation structurelle

Outil utilisé : le **schéma fonctionnel générique**

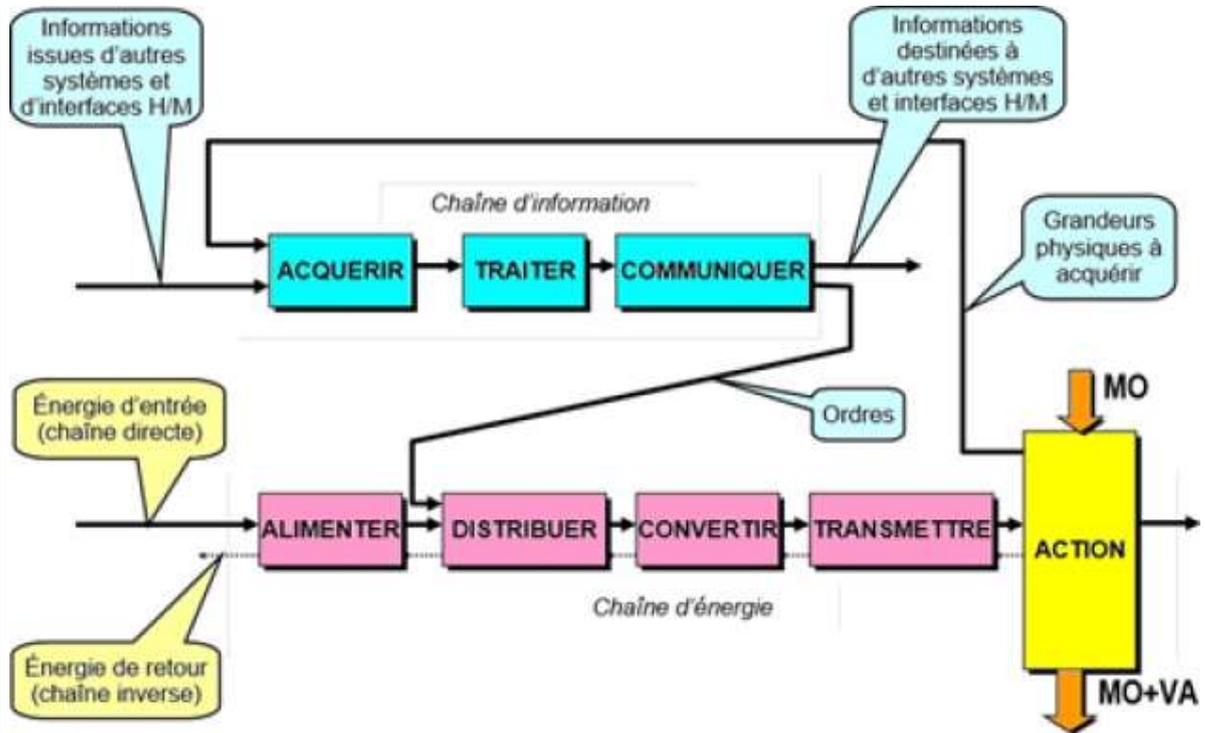


Schéma fonctionnel générique

Ce schéma est nécessaire pour **mener des expérimentations** sur le système (identification des grandeurs à mesurer) ainsi que pour comprendre ou **établir son modèle** (caractéristiques de transfert des structures).

Complément :

L'action réalisée par le système agit sur la **matière d'œuvre** pour lui apporter une **valeur ajoutée**.

On distingue 3 types de flux, notés **MEI** :

- De la **Matière** (transformée par l'action)
- De l'**Energie** (pour réaliser l'action)
- De l'**Information** (pour piloter et contrôler l'action)

Ils correspondent aux **flèches** qui font les liaisons entre les **boîtes** (fonctions).

S1A21- Description des systèmes pluri-techniques

1. Introduction

Pour expliquer le principe de fonctionnement d'un système, on peut utiliser des représentations graphiques sous forme de blocs.

Cette fiche se décompose en deux parties :

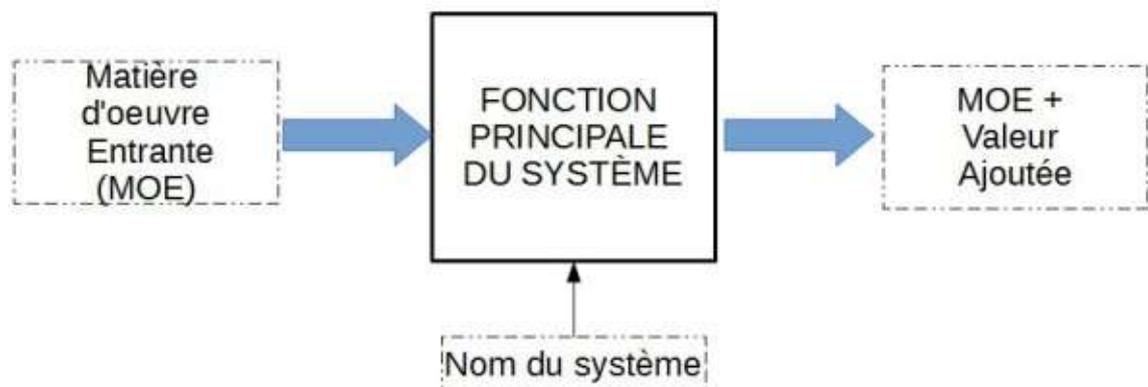
- La présentation "Globale" d'un système ou d'un composant
- La description de la chaîne fonctionnelle d'un système, qui se décompose en une chaîne d'information et une chaîne d'énergie

2. Description globale d'un système ou d'un composant

Elle permet d'expliquer simplement la fonction principale du système ou composant en répondant à la question :

" A quoi sert mon système/composant "

Exemple de description globale



La **matière d'oeuvre entrante** représente le produit, la grandeur physique (température, tension,...) ou le service avant utilisation du système/composant

La **matière d'oeuvre sortante** (MOE + valeur ajoutée) montre l'intérêt du système

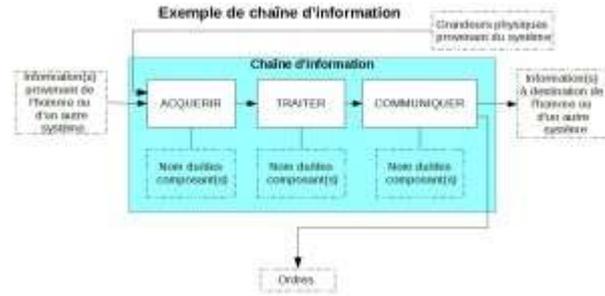
3. Description détaillée

a. Chaîne d'information

Elle est décomposée en 3 fonctions :

- Acquérir
- Traiter
- Communiquer

Complément :



Composants permettant de réaliser la fonction **Acquérir** :

- Capteurs
- Interfaces homme/machine
 - écrans tactiles
 - boutons poussoirs
 - potentiomètres,
 - ...



Composants permettant de réaliser la fonction **Traiter** :

- Micro-contrôleurs,
- Automates programmables
- ,...



Composants permettant de réaliser la fonction **Communiquer** :

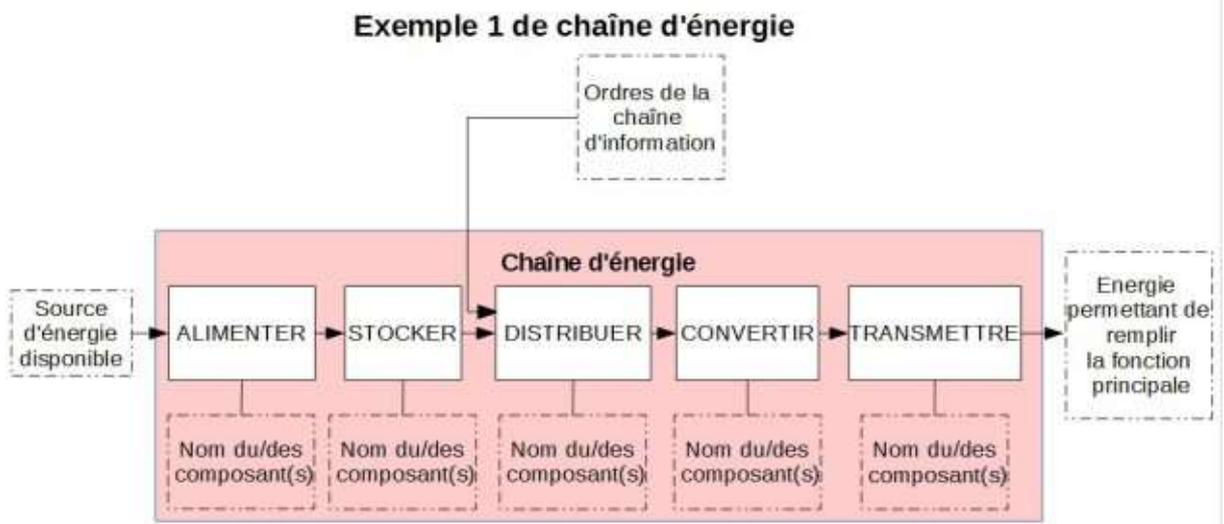
- Ecrans,
- voyants,
- bus de communication
- ,...



b. Chaîne d'énergie

Il existe différentes représentations de la chaîne d'énergie, celle ci utilisera tout ou une partie des blocs suivants :

- **Alimenter** en énergie
- **Stocker** l'énergie
- **Distribuer** l'énergie (en fonction des ordres reçus de la chaîne d'information)
- **Convertir** l'énergie (d'une famille en une autre, exemple électrique en mécanique de rotation,...)
- **Transmettre** l'énergie (avec une modification de la valeur de la grandeur physique mise en jeu)



Complément :

Composants réalisant la fonction **Alimenter** :

- Transformateur
- Redresseur
- Alimentation stabilisée
- Câbles
- ...



Composants réalisant la fonction **Stocker**:

- Batterie
- Volant d'inertie
- Condensateur
- ...

Composants réalisant la fonction **Distribuer** :

- Relais
- Transistor
- Variateur
- Shield
- ...

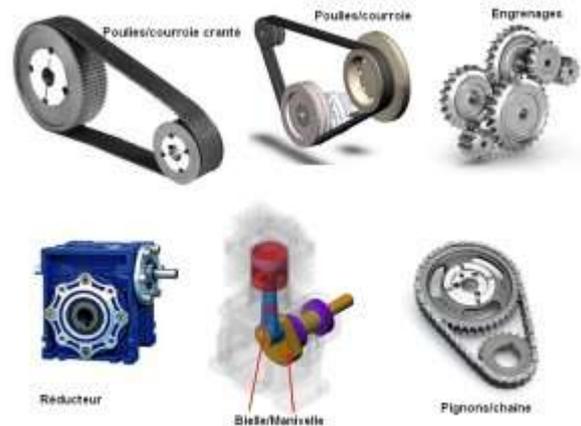


Composants réalisant la fonction **Convertir**:

- Moteur
- Vérin
- Pompe
- Compresseur
- Résistance
-

Composants réalisant la fonction **Transmettre** :

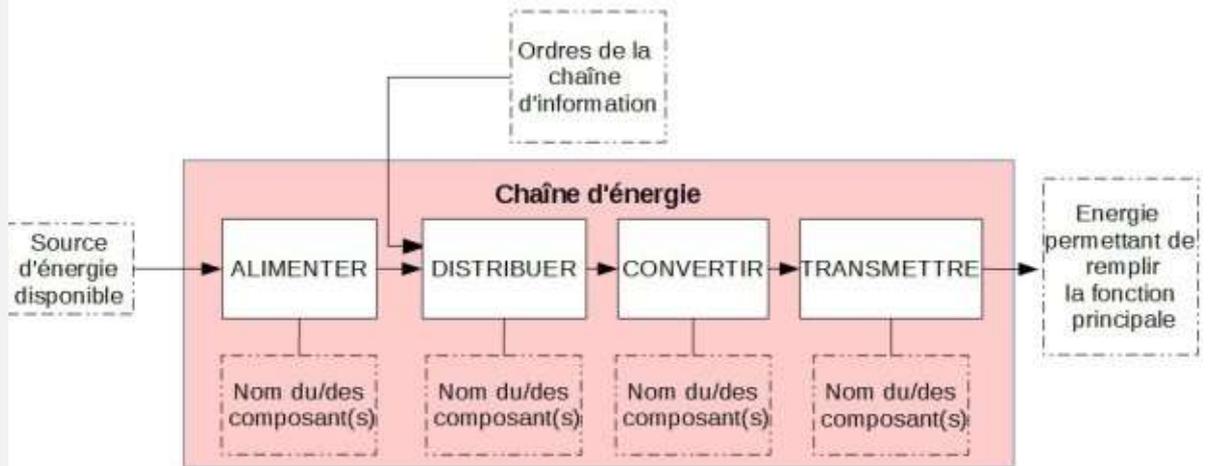
- Réducteur
- Système d'engrenages
- Système bielle/manivelle
- Système poulie/courroie
- Système à chaîne-cardan
- ...



c. Quelques exemples de différentes chaînes d'énergie

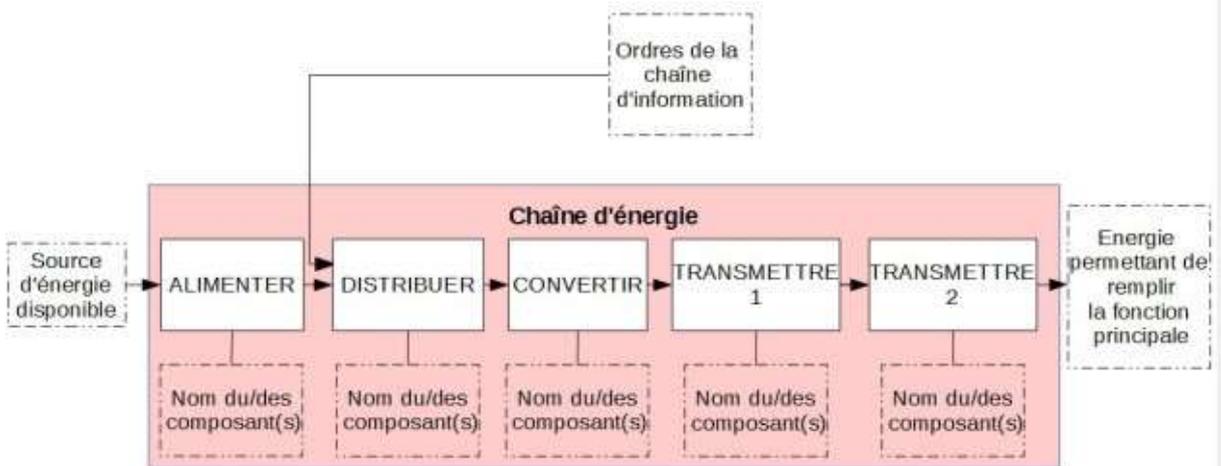
Sans stockage d'énergie

Exemple 2 de chaîne d'énergie



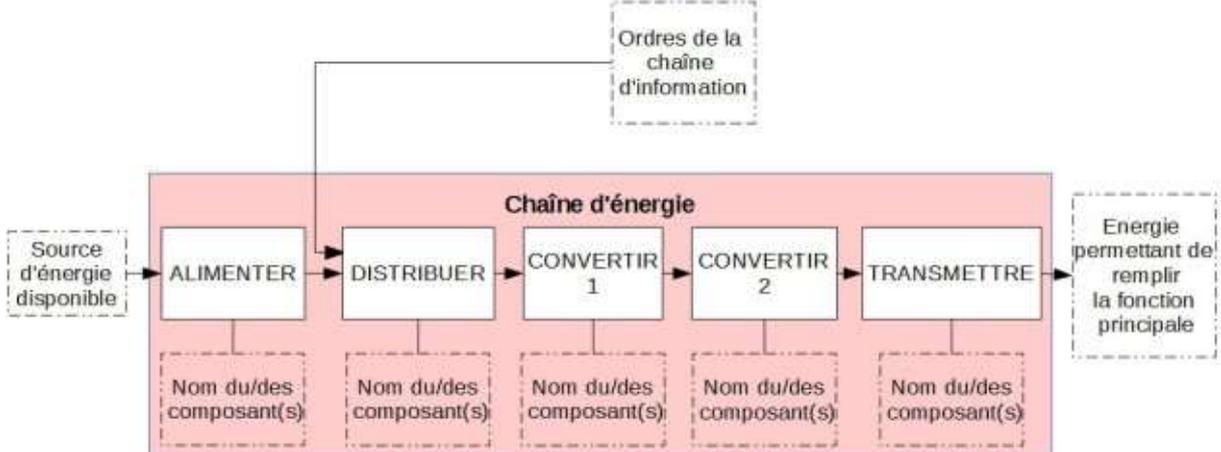
Avec plusieurs étages de transmission de l'énergie

Exemple 3 de chaîne d'énergie



Avec plusieurs conversions de l'énergie

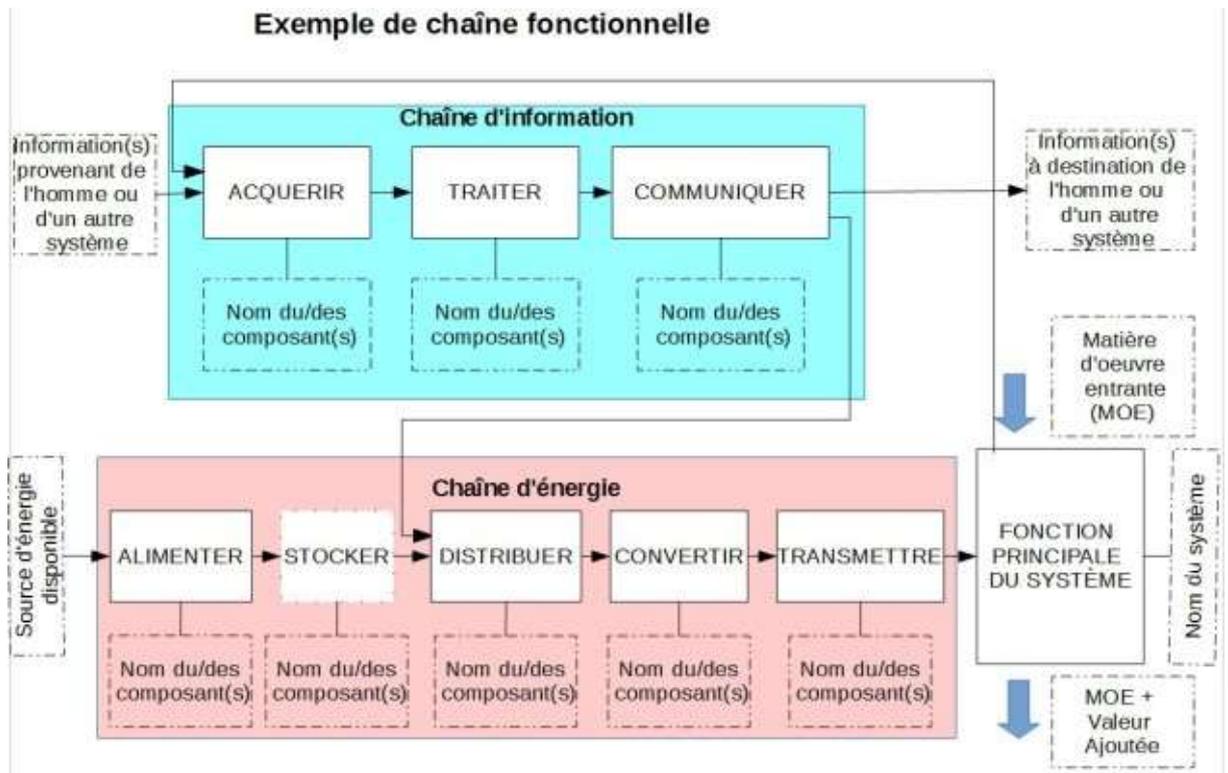
Exemple 4 de chaîne d'énergie



Etc..

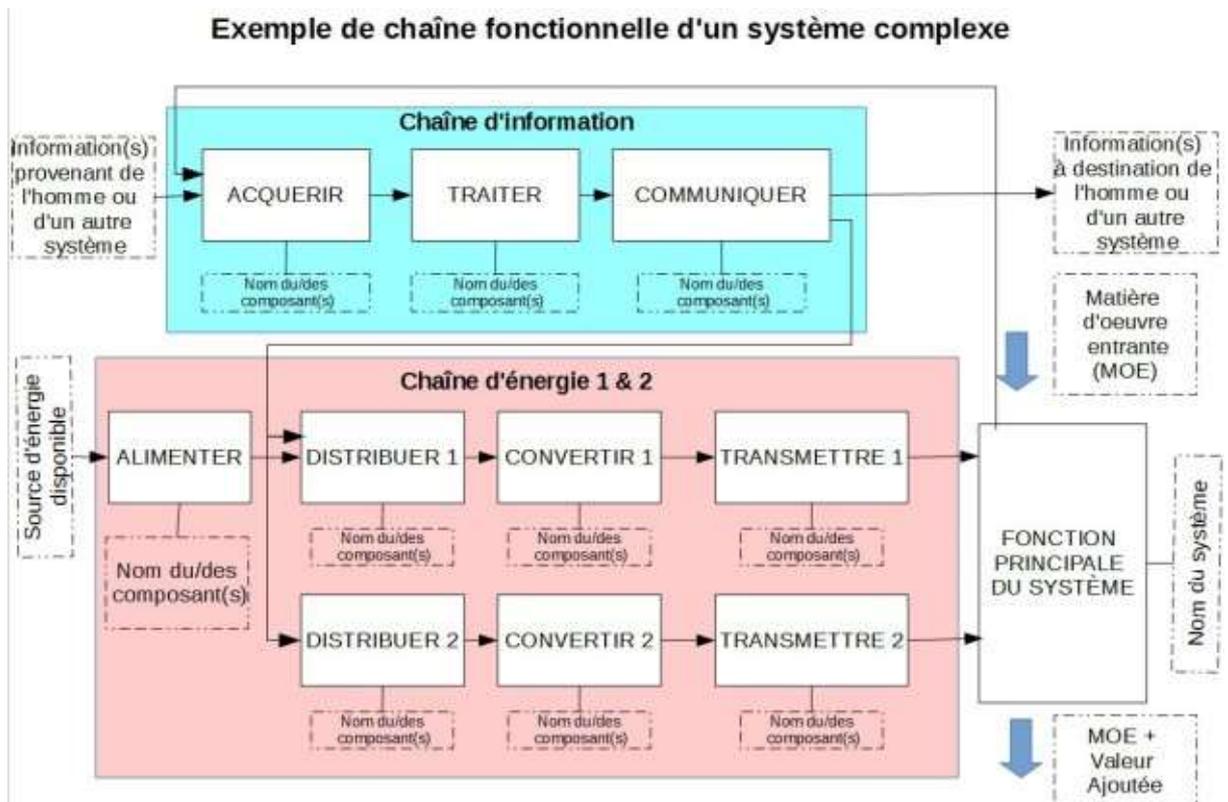
d. Les chaînes fonctionnelles

Voici dans la représentation complète d'un système pluri-technologique, où vous retrouvez les différentes chaînes précédemment décrites.



Remarque :

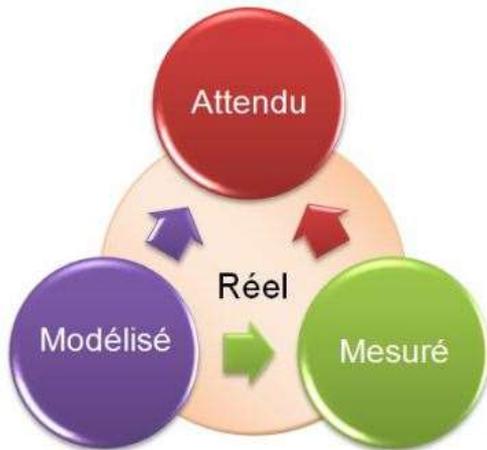
Certains systèmes emploient plusieurs chaînes d'énergies en parallèle pour obtenir un fonctionnement donné, la chaîne fonctionnelle pourra ressembler à cet exemple



S1C21-Analyse des résultats

1. Introduction

Vérifier les performances d'un système, qu'elles soient **attendues**, **réelles** ou **simulées** nécessite d'analyser des résultats. Ces résultats sont obtenus après investigations sur le système réel.

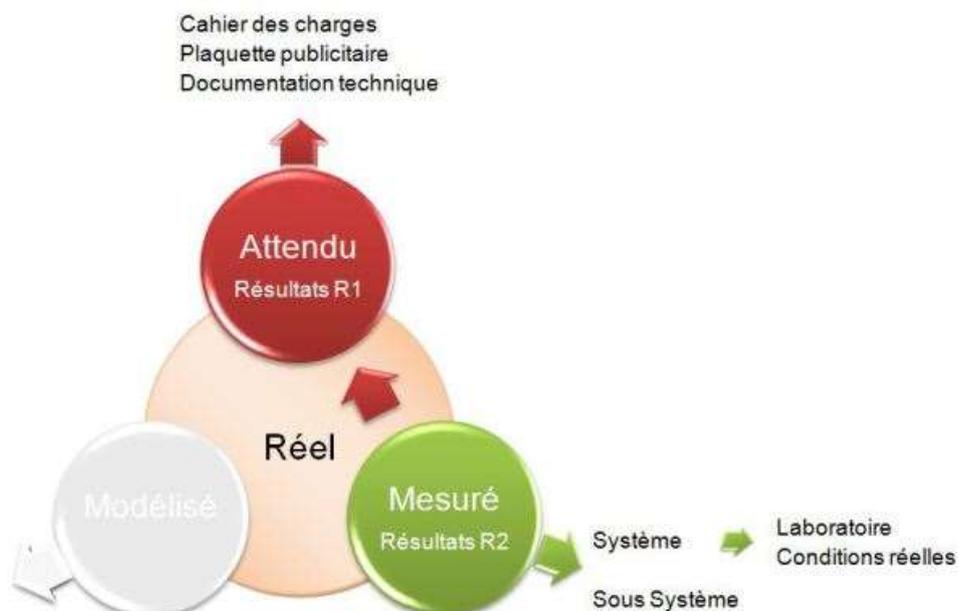


Différents domaines du système réel

2. Attendu vs Mesuré

a. Les résultats

La première des analyses que l'on doit réaliser est d'identifier d'où proviennent les résultats.



b. Provenances des résultats

Les résultats obtenus peuvent provenir de **mesures** sur le système ou de **documentation**.

Remarque : **Grandeurs analysées**

Les résultats peuvent être des résultats de grandeurs réelles :

- Exemple, une vitesse de rotation **N** obtenue par mesure d'un tachymètre ;

Les résultats peuvent être images de la grandeur à analysées :

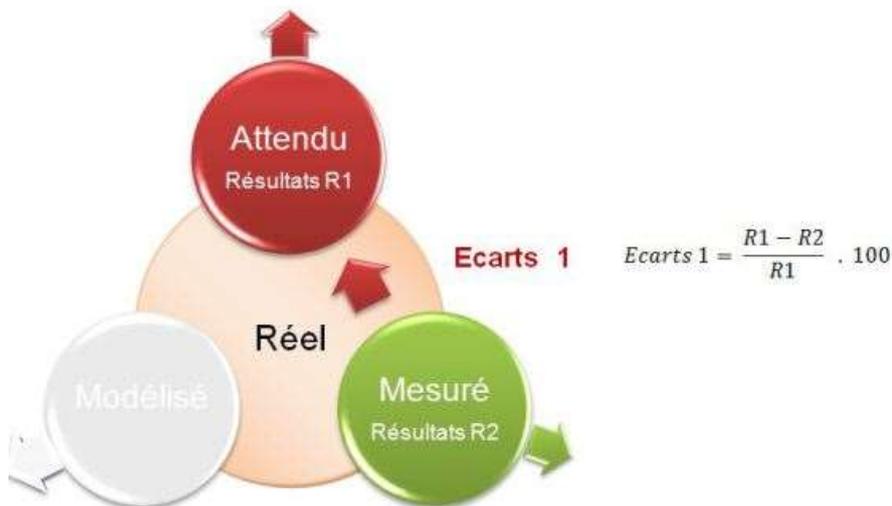
- Exemple, un nombre de tours **Nt** et un temps **t** permettrons d'obtenir une vitesse de rotation **N = Nt / t** .

Conseil : Les outils numériques

Le traitement et la présentation des résultats doivent mobiliser le plus souvent les outils numériques.

c. Les écarts

Les investigations sur le système, qu'il soit **Attendu** ou **Mesuré** génèrent des écarts notés **Écarts 1**.



Écarts 1 entre les performances attendues et les performances mesurées exprimés en %

d. Analyses

La valeur de l'écart mérite d'être analysée avec certaines précautions.

Si, en règle générale, un écart inférieur à 5% donne entière satisfaction, il est **essentiel** de prendre en compte le contexte dans lequel évolue le système.

Prenons deux exemples différents :

Exemple :

Exemple 1 : Le chariot de Golf

Le constructeur indique une vitesse de déplacement maximale de 8 km/h.

La mesure de cette vitesse de déplacement est 7.6 km/h.

L'écart est donc de **-5 %** ce qui est tout à fait **acceptable** pour l'utilisation de cet objet technique.



Chariot de golf TroleM

Exemple 2 : Le pilote automatique

La consigne de navigation est de 270° .

Le cap de navigation est en réalité de 267° .

L'écart de cap est donc d'environ **1%**, pourtant l'équipage va arriver à environ 350km de la destination choisie ce qui est **inacceptable**. Dans le cas du pilote automatique la correction de cap est réalisée en temps réel pour éviter ce genre d'infortune.



Navigation pilote automatique

e. Interprétations

Pour analyser les résultats et notamment les écarts plusieurs pistes sont à envisager :

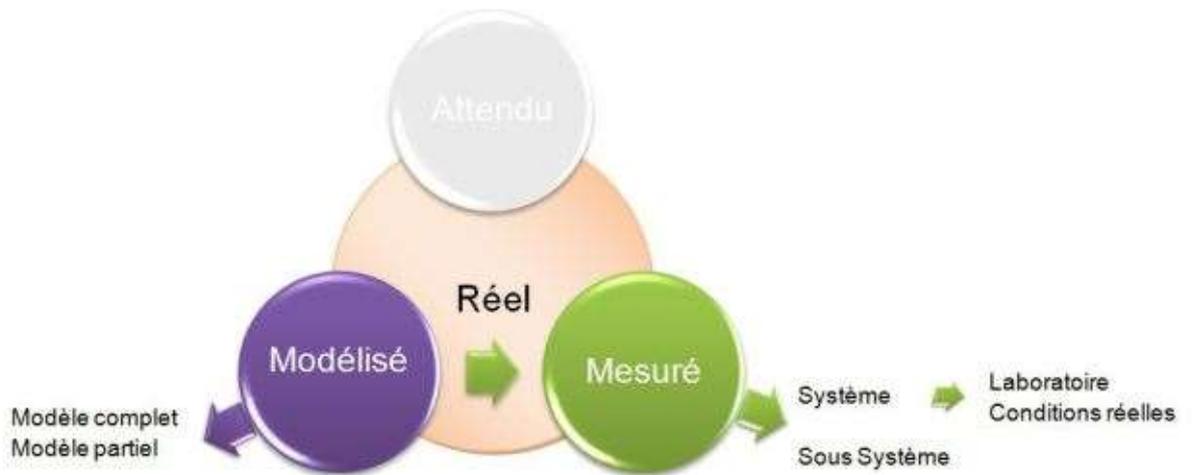


- les performances attendues sont peut-être optimistes, surtout si les résultats proviennent d'un document publicitaire ;
- les conditions de mesures ne sont pas optimales, si les résultats sont instables, il est nécessaire d'effectuer plusieurs mesures pour faire une moyenne ;
- la température agit sur les matériaux (les pièces en mouvement s'échauffent et modifient ainsi les rendements) ;
- les appareils de mesures ne sont pas appropriés (échelle de mesures, précision,etc);
- les conditions de mesures ne correspondent pas aux conditions réelles d'utilisation du système ;
- les résultats de mesures ne correspondent pas aux grandeurs réelles mais à des grandeurs images.
- ...

3. Mesuré vs Modélisé

a. Les résultats

La première des analyses que l'on doit réaliser est d'identifier d'où proviennent les résultats.

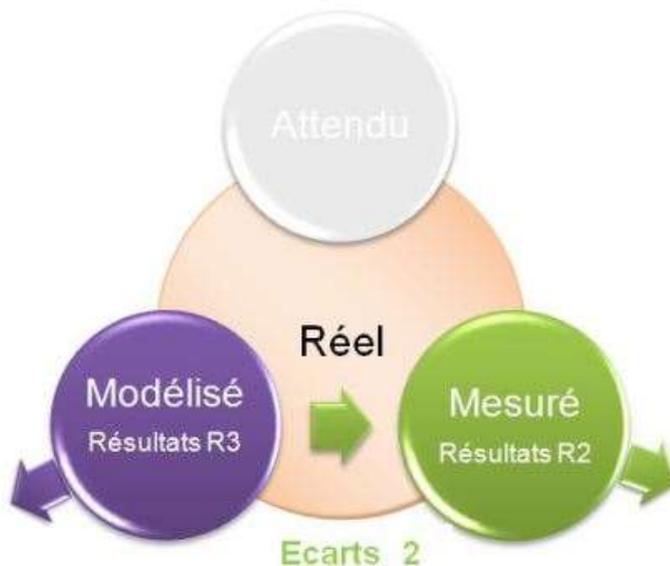


b. Provenances des résultats

Les résultats obtenus peuvent provenir de **mesures** sur le système ou de **la modélisation**.

c. Les écarts

Les investigations sur le système, qu'il soit **Modélisé** ou **Mesuré** génèrent des écarts notés **Écarts 2**.



$$\text{Écarts 2} = \frac{R2 - R3}{R2} \cdot 100$$

Écarts 2 entre les performances modélisées et les performances mesurées exprimés en %

d. Interprétations

Pour analyser les résultats et notamment les écarts plusieurs pistes sont à envisager :



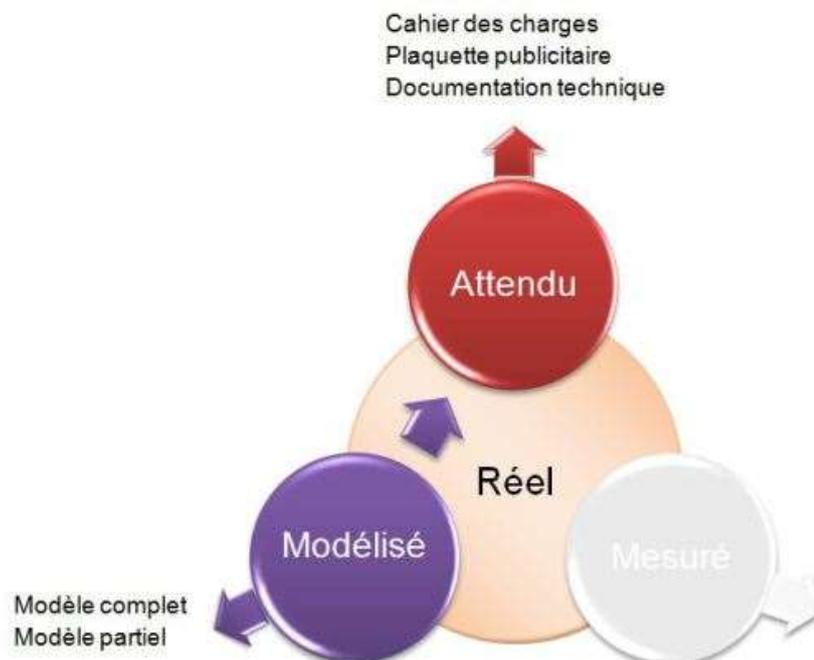
- le modèle est mal renseigné (les paramètres influents ne sont pas maîtrisés, les grandeurs d'entrée ne sont pas pertinentes) ;

- le modèle est partiel et ne peut correspondre au système dans son ensemble ;
- les limites du modèle sont dépassées ;
- les hypothèses qui ont conduit à l'élaboration du modèle ne sont pas vérifiées ;
- les conditions de mesures ne sont pas optimales, si les résultats sont instables, il est nécessaire d'effectuer plusieurs mesures pour faire une moyenne ;
- la température agit sur les matériaux (les pièces en mouvement s'échauffent et modifient ainsi les rendements) ;
- les appareils de mesures ne sont pas appropriés (échelle de mesures, précision,etc);
- les conditions de mesures ne correspondent pas aux conditions réelles d'utilisation du système ;
- les résultats de mesures ne correspondent pas aux grandeurs réelles mais à des grandeurs images ;
- ...

4. Modélisé vs Attendu

a. Les résultats

La première des analyses que l'on doit réaliser est d'identifier d'où proviennent les résultats.

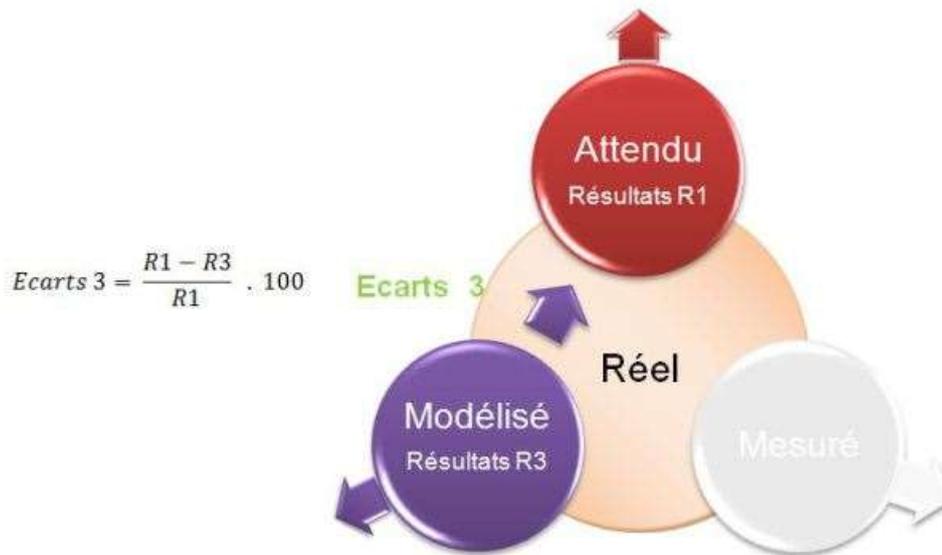


b. Provenances des résultats

Les résultats obtenus peuvent provenir de la **modélisation** du système ou de **documentation**.

c. Les écarts

Les investigations sur le système, qu'il soit **Attendu** ou **Modélisé** génèrent des écarts notés **Écarts 3**.



Écart 3 entre les performances attendues et les performances modélisées exprimés en %

d. Interprétations

Pour analyser les résultats et notamment les écarts plusieurs pistes sont à envisager :



- les performances attendues sont peut-être optimistes, surtout si les résultats proviennent d'un document publicitaire ;
- le modèle est mal renseigné (les paramètres influents ne sont pas maîtrisés, les grandeurs d'entrée ne sont pas pertinentes) ;
- le modèle est partiel et ne peut correspondre au système dans son ensemble ;
- les hypothèses qui ont conduit à l'élaboration du modèle ne sont pas vérifiées ;
- ...

5. Conclusion

Un système technique est conçu pour répondre au besoin énoncé dans le cahier des charges. Ce besoin est amené à évoluer par amélioration des performances et des fonctionnalités. Ces améliorations font suites à l'analyse des résultats de mesures et de modélisation. L'**Attendu**, le **Mesuré**, le **Modélisé** gravite autour du **Réal** qui reste **inaccessible** ...

S1C21M-Utilisation d'un Ampèremètre

- Introduction
- Présentation
- Mesure

1. Introduction

Ce module présente l'utilisation d'un ampèremètre : Câblage, Mesure et calcul d'erreur de mesure

2. Présentation

a. Fonction et composition

Fonction

L'ampèremètre permet de mesurer la valeur instantanée de l'intensité du courant électrique dans un circuit.



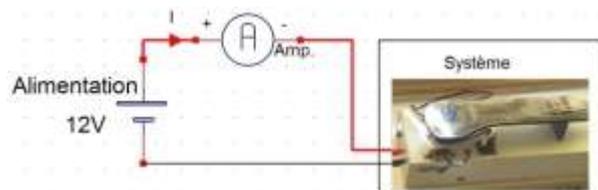
Composition :

1. : afficheur
2. : Sélecteur de type d'énergie
3. : Sélecteur de calibre
4. : Bornes de connexion

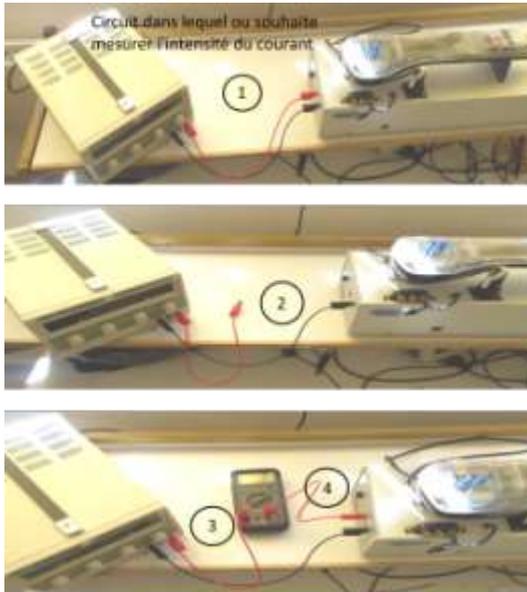
3. Mesure

a. Câblage

L'ampèremètre se câble en série dans un circuit électrique.



Méthode : Mode opératoire de câblage d'un ampèremètre



1. : A partir d'un circuit électrique,
2. : Ouvrir le circuit en débranchant un fil,
3. : Connecter la borne "20A" de l'ampèremètre au fil précédemment débranché,
4. : Finir le câblage en reliant avec un fil, la borne "COM" à la borne du système où à été déconnecté le fil au départ.

b. Mode opératoire



1. Sélectionner le type d'énergie à l'aide du curseur 2 :
 - o AC (Alternative Current) : courant alternatif
 - o DC (Direct Current) : courant continu
2. Placer le sélecteur 3 sur le calibre 20 A,
3. Mettre le système sous tension,
4. Lire la valeur de l'intensité du courant.
5. **Si** la valeur affichée est inférieure à un calibre plus petit,

Alors placer le sélecteur 3 sur le calibre immédiatement supérieur à la valeur lue.

exemple :

SI affichage 0,12 A

alors utiliser le calibre 200 mA

(attention : penser à déplacer le fil de la borne 20 A vers la borne mA repère 4)

c. Incertitude de mesure

Calcul de l'incertitude absolue

La formule suivante permet de calculer l'incertitude sur la mesure effectuée à partir des caractéristiques de l'appareil de mesure.

$$\Delta\text{valeur} = (\% \text{valeur}) + \text{ndigit}$$

- valeur : valeur mesurée avec l'appareil,
- ΔValeur : incertitude absolue
- % : pourcentage d'erreur sur la mesure (donnée sur la documentation constructeur de l'appareil)

- n digit : nombre de plus petite valeur affichable sur l'écran de l'appareil avec le calibre utilisé.

Exemple : Exemple de calcul d'incertitude absolue

SEFRAM		7320
DC VOLTAGE	Range	200 mV-2, 20, 200, 600 V
	Resolution	0.1 mV
	Accuracy	± 0.2% + 3d
	Protection	600 VDC or AC rms
AC VOLTAGE	Range	200 mV-2, 20, 200, 600 V
	Resolution	0.1 mV
	Bandwidth	40 Hz - 500 Hz
	Accuracy	± 1.2% + 5d
DC CURRENT	Range	200 µA-2, 20, 200 mA- 10A
	Resolution	0.1 µA
	Accuracy	± 1.2% + 1d ⁽¹⁾
	Protection with fuses	1A/500V and 10A/500V
AC CURRENT	Range	200 µA-2, 20, 200 mA- 10A
	Resolution	0.1 µA
	Bandwidth	40 Hz - 500 Hz
	Accuracy	± 1.5% + 3d ⁽²⁾
RESISTANCE (Ω)	Range	0 (200 Ω to 20 MΩ)
	Resolution	0.1 Ω
	Basic Accuracy	± 0.8% + 1d ⁽³⁾
	Max. open circuit voltage	0.5 V ⁽⁴⁾
CONTINUITY (with beeper)	Threshold	50 Ω
DIODE TEST	Max. open circuit voltage	3.2V (current < 1.5 mA)
CAPACITANCE	Range	0.02 nF to 200 µF
	Resolution	1 pF
	Basic Accuracy	± 0.7% + 4d
ADAPT	Accuracy	
FREQUENCY	Range	32, 20, 200 kHz
	Resolution	1 Hz
	Accuracy	± 0.2% + 3d

(1) Accuracy in 10A range: ± 0.7% + 3d
(2) Accuracy in 10A range: ± 0.8% + 3d
(3) Accuracy in 10A range: ± 0.8% + 3d
(4) Accuracy in 10A range: ± 0.8% + 3d

Si on mesure une intensité du courant de 2,51 A continu :

On a utilisé le calibre 20 A

La documentation constructeur ci-contre, indique une précision (Accuracy) de :

- ± 1% + 1 digit pour un courant continu (DC current)
- ± 2% + 3 digit pour un courant continu pour le calibre 10A (note4)

$$\Delta I = \frac{2}{100} \times 2,51 + (3 \times 0,01) = 0,08A$$

Donc l'intensité du courant mesurée I = 2,51 ± 0,08 A

S1C21M- Utilisation d'un tachymètre

1. Introduction

Ce module présente l'utilisation d'un tachymètre : Présentation, mesures et calcul d'erreur de mesure

2. Présentation

a. Fonction et composition

Fonction

Un tachymètre permet de mesurer des vitesses de rotation et de translation.



Composition :

- 1 : détecteur photo et source Laser
- 2 : Sélecteur de mesure
- 3 : Bouton de mesure (sur le côté)
- 4 : Embout de mesure de vitesse de translation
- 5 : Embout de mesure de vitesse de rotation par contact
- 6 : Bouton de mémoire.

Précision : ± 0,05% + 1 digit

3. Mesures

a. *Mesure de vitesse de rotation sans contact*

données techniques

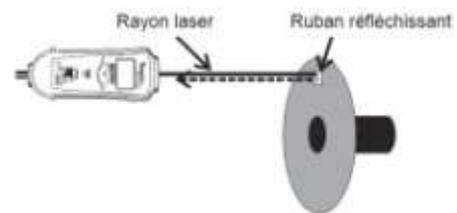
Plage de mesures : 2,5 à 99 999 RPM

Résolution :

- 0,1 RPM de 0,5 à 999,9 RPM
- 1 RPM au delà de 1000 RPM

Protocole de mesure sans contact

- Placer un bout d'adhésif photo réfléchissant sur la pièce en rotation,
- Placer le sélecteur de mesure (repère 2) sur RPM/ DIGITAL LASER
- Maintenir appuyer le bouton mesure (repère 3),
- Viser avec le LASER (point rouge émis par le repère 1) l'adhésif réfléchissant en se positionnant à une distance comprise entre 5 et 15 cm,



b. *Mesure de vitesse de rotation par contact*

données techniques

Plage de mesures : 0,5 à 19 999 RPM

Résolution :

- 0,1 RPM de 0,5 à 999,9 RPM
- 1 RPM au delà de 1000 RPM

Protocole de mesure par contact



- Monter l'embout 5 sur l'arbre du tachymètre,
- Placer le sélecteur de mesure (repère 2) sur RPM/CONTACT
- Appliquer le cône sur l'axe de rotation de la pièce mécanique en mouvement,
- Maintenir appuyer le bouton mesure (repère 3),

c. *Mesure de vitesse de translation*

données techniques

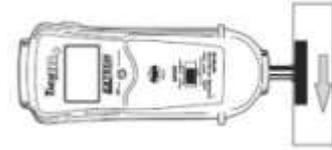
Plage de mesures : 0,05 à 1 999,9m/min

Résolution :

- 0,01 m/min en dessous de 100 m/min
- 0,1 m/min au dessus de 100 m/min

Protocole de mesure de vitesse de translation

- La mesure se fait par contact,
- Monter l'embout 4 sur l'arbre du tachymètre,
- Placer le sélecteur de mesure (repère 2) sur surface speed/ m/min (mètres/minutes)
- Appliquer la roulette sur la pièce mécanique en mouvement,
- Maintenir appuyer le bouton mesure (repère 3).



d. Incertitude de mesure

Calcul de l'incertitude absolue

La formule suivante permet de calculer l'incertitude sur la mesure effectuée à partir des caractéristiques de l'appareil de mesure.

$$\Delta \text{valeur} = (\% \text{valeur}) + 1 \text{digit}$$

- valeur : valeur mesurée avec l'appareil,
- ΔValeur : incertitude absolue
- % : pourcentage d'erreur sur la mesure (donnée sur la documentation constructeur de l'appareil)
- digit : plus petite valeur affichable sur l'écran de l'appareil avec le calibre utilisé.

Exemple : Exemple de calcul d'incertitude absolue

La documentation indique une précision : $\pm 0,05\% + 1$ digit

Pour une mesure de vitesse de 95,4 RPM

$$\Delta N = \frac{0,05}{100} \times 95,4 + 0,1 = 0,15 \text{RPM}$$

Donc la vitesse mesurée $N = 95,4 \pm 0,15$ RPM

S1C22M-Conduite d'une expérimentation

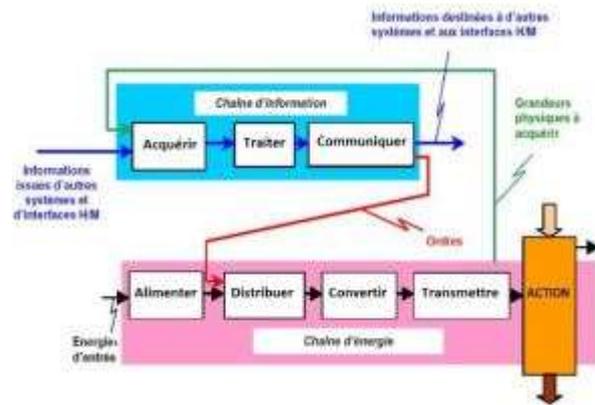
1. Introduction

Conduire une expérimentation, c'est avant tout répondre à un certain nombre de questions...



2. Je veux vérifier quoi ?

Identifier avec précision la caractéristique que l'on souhaite vérifier. Situer cette caractéristique sur une représentation fonctionnelle du système.



Exemple :

Exemple 1

Vérifier la vitesse de rotation du moteur.

Cette grandeur se situe entre la fonction **Convertir** et la fonction **Transmettre**.

Exemple 2

Vérifier la consommation d'énergie électrique du système.

Cette grandeur se situe entre la fonction **Alimenter** et la fonction **Distribuer**.

3. Quelles grandeurs je dois mesurer ?

Deux situations peuvent se présenter :

- La caractéristique à vérifier correspond à une grandeur physique. Mesurer cette grandeur avec le matériel approprié.
- La caractéristique à vérifier dépend de plusieurs grandeurs physiques. Établir la relation qui lie la caractéristique avec les différentes grandeurs physiques.

Exemple :

Exemple 1

Vérifier la vitesse de rotation d'un moteur :

Mesurer directement cette grandeur à l'aide d'un tachymètre.

Exemple 2

Vérifier la consommation énergétique d'un système :

L'énergie électrique est définie par la relation $W = U \cdot I \cdot t$, mesurer les trois grandeurs avec le matériel approprié.

4. Comment je mesure ?

Matériel :

- Choisir les appareils de mesures appropriés ;
- Régler les différents calibres des appareils (il est souhaitable de connaître l'ordre de grandeur du résultat) ;
- Effectuer les branchements en respectant les règles de sécurité.

Procédure :

- Mettre en œuvre le système ;
- Relever les différents résultats sur un document préalablement préparé, bien noter les calibres ;
- Très souvent les valeurs affichées par les appareils ne sont pas stables, dans ce cas effectuer plusieurs fois la mesure puis réaliser une moyenne ;
- Prendre une photo des différents branchements.

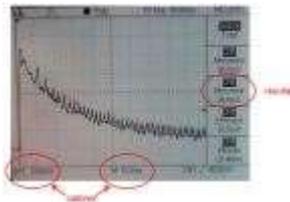
Exemple :

Exemple 1



Câblage de l'oscilloscope

Exemple 2



Relevé de mesures à l'oscilloscope

5. Comment je traite les résultats ?

Les mesures étant terminées, il est temps de les exploiter.

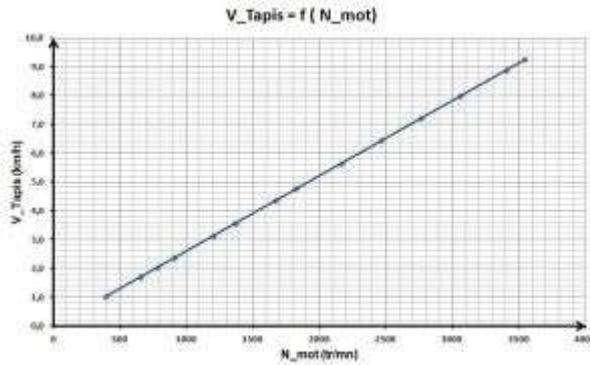
N_mot (tr/min)	3540	3398	3095	2756	2483	2160	18
N_poulie (tr/min)	1929.2	1121.3	1066.2	910.1	812.8	712.8	602
V_Tapis (m/min)	154.1	948.0	133.0	120.1	107.2	94.1	79
V_Tapis (km/h)	0.2	0.9	0.0	7.7	6.4	0.6	4

Mettre au propre les différents relevés en utilisant un **tableur** par exemple. Ne pas oublier d'identifier chacune des **grandeurs** en indiquant également les **unités** utilisées.



Réducteur poulie/courroie du tapis de course

Utiliser les caractéristiques du système pour renseigner les **calculs automatiques** du tableur.



Caractéristique issue du tableur

Préferer présenter les résultats de mesures sous forme de **courbe** plutôt que sous forme de tableau. Indiquer le **nom** des grandeurs en **abscisses** et en **ordonnées** ainsi que les **unités**.

Exemple : Le tapis de course

	A	B	C
1			
2		N_mot (tr/mn)	3540
3		N_poulie (tr/mn)	= C2 * 0.33
4		V_Tapis (m/mn)	154
5		V_Tapis (km/h)	9

Calcul de la vitesse de rotation de la poulie **N_poulie** en fonction de la vitesse de rotation du moteur **N_mot** .

	A	B	C	D
1				
2		N_mot (tr/mn)	3540	
3		N_poulie (tr/mn)	1168	
4		V_Tapis (m/mn)	= 2*PI()* 0.021 *C3	
5		V_Tapis (km/h)	9	

Calcul de la vitesse du tapis **V_Tapis** en fonction de la vitesse de rotation de la poulie **N_poulie** .

	A	B	C
1			
2		N_mot (tr/mn)	3540
3		N_poulie (tr/mn)	1168
4		V_Tapis (m/mn)	154
5		V_Tapis (km/h)	=(C4 / 1000) *60

Calcul de la vitesse de déplacement du tapis en **km/h** à partir de la vitesse en **m/mn**.

6. Conclusion

La conduite d'une expérimentation bien menée est un gage de gain de temps.



En avant toute le temps avance.