

CI-1 : ANALYSER ET DÉCRIRE LES SYSTÈMES INDUSTRIELS

CI-1-2 : ANALYSER ET DÉCRIRE LES CHÂÎNES FONCTIONNELLES

Objectifs

REPRESENTER-ANALYSER-MODELISER

A l'issue de la séquence, l'élève doit être capable :

- **A2** Définir les frontières de l'analyse
 - Identifier la nature des flux échangés traversant la frontière d'étude.
- **A3** Analyser l'organisation fonctionnelle et structurelle
 - Associer les fonctions aux constituants.
 - Identifier et décrire les chaînes fonctionnelles du système.
 - Identifier et décrire les liens entre les chaînes fonctionnelles.
 - Caractériser un constituant de la chaîne de puissance.
 - Caractériser un constituant de la chaîne d'information.
- **D1** Mettre en œuvre un système
 - Repérer les constituants réalisant les principales fonctions des chaînes fonctionnelles.

Table des matières

1	Structure des chaînes fonctionnelles	2
1.1	Partie opérative et partie commande	2
1.2	Les différentes parties d'une chaîne fonctionnelle	2
1.3	Représentation d'une chaîne fonctionnelle	3
2	Composants de la chaîne d'information	3
2.1	Acquérir/Capteur	4
2.2	Coder	5
2.3	Traiter	5
2.4	Mémoriser	6
2.5	Restituer	6
2.6	Communiquer	6
3	Composants de la chaîne d'énergie	6
3.1	Stocker	6
3.2	Alimenter	6
3.3	Moduler (distribuer)/pré-actionneur	7
3.4	Convertir/actionneur	7
3.5	Transmettre	7
3.6	Agir	8
4	Annexes	8

1 Structure des chaînes fonctionnelles

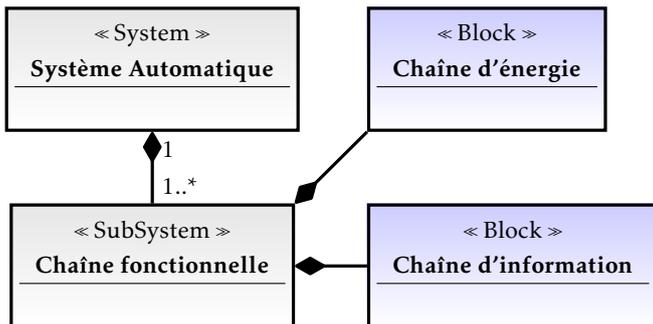
1.1 Partie opérative et partie commande

Une chaîne fonctionnelle constitue l'unité élémentaire de conception et d'étude du fonctionnement d'un système automatisé. Un système automatisé est constitué d'une :

- **partie opérative (PO)**: elle est la partie du système automatisé qui agit directement sur la matière d'œuvre. Elle regroupe l'ensemble des moyens techniques permettant d'apporter la valeur ajoutée en effectuant le processus de transformation. Les énergies manipulées sont souvent élevées (380V en électricité, 250 bars en hydraulique,...). La partie opérative utilise souvent plusieurs types de technologies.
- **partie commande (PC)**: elle assure la coordination des tâches nécessaires pour effectuer le processus souhaité (modèle construit), le pilotage (ordres envoyés) de la PO et l'échange d'informations vers l'utilisateur ou d'autres systèmes automatisés. Les énergies manipulées sont faibles (5V en électrique, 15 bars en hydraulique,...)

1.2 Les différentes parties d'une chaîne fonctionnelle

Une **chaîne fonctionnelle** est constituée au moins d'un ensemble **chaîne d'information + une chaîne d'énergie** :



- **La chaîne d'énergie** : elle est constituée de l'ensemble des composants qui permettent la transformation de l'énergie nécessaire à l'apport de la valeur ajoutée sur la matière d'œuvre.
- **La chaîne d'information** : elle est constituée de l'ensemble des composants qui permettent la gestion des informations relatives au bon déroulement de la transformation de l'énergie, et à l'environnement extérieur à la chaîne fonctionnelle considérée (autres chaînes fonctionnelles, opérateurs).

A l'intérieur de ces parties, on retrouve généralement différents constituants :

• CHAÎNE D'INFORMATION

NOM	FONCTION	DESCRIPTION	EXEMPLES
IHM d'entrée Capteurs	Acquérir	Permet l'acquisition de grandeurs physiques	Clavier, Pupitre, boutons poussoirs
Convertisseur	Coder	Convertit l'information pour la rendre exploitable par la commande du système	CAN/CNA
Unité de traitement	Traiter Mémoriser	Exploite les données pour générer des ordres et des informations	Processeur, microcontrôleur
IHM de sortie	Restituer	Restitue des informations à destination de l'utilisateur	Voyants, écran
Interface de communication	Communiquer	Communique les informations vers d'autres systèmes si nécessaire ainsi que les ordres envoyés à la chaîne d'énergie	Ports USB, carte de sortie, bus

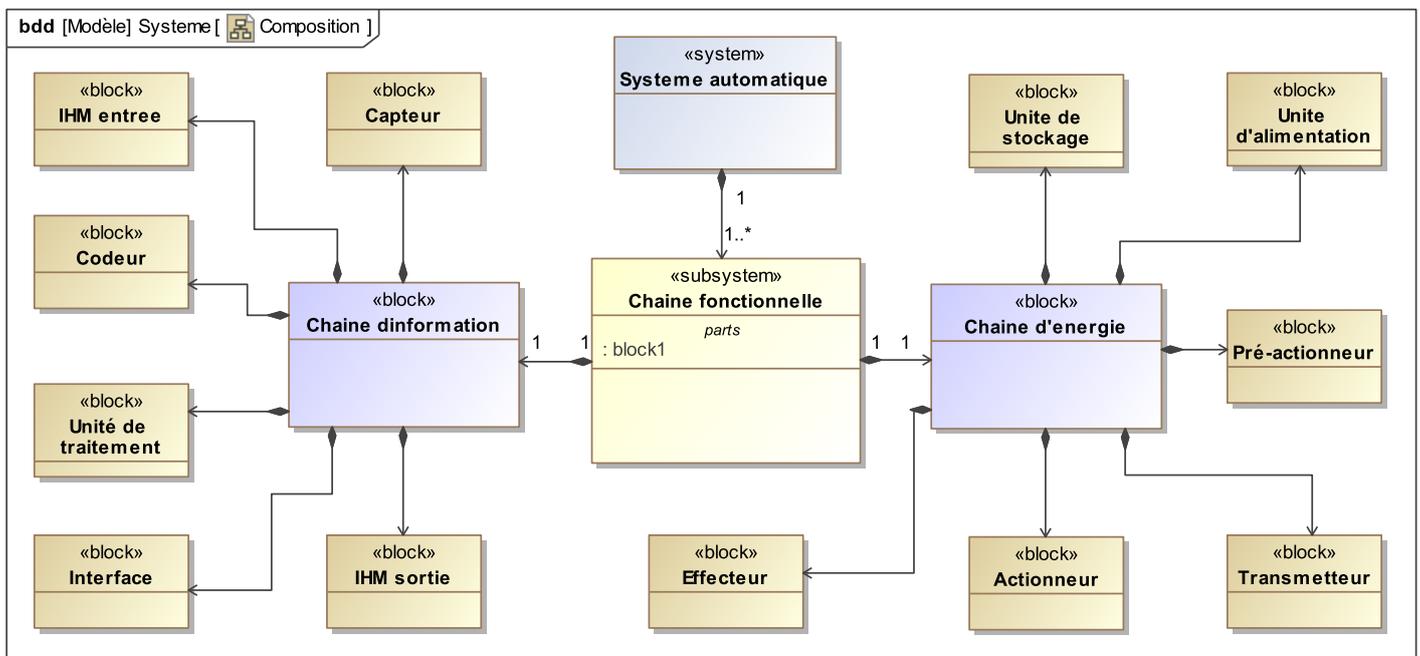
• CHAÎNE D'ÉNERGIE

NOM	FONCTION	DESCRIPTION	EXEMPLES
Unité de stockage	Stocker	Stocke l'énergie d'entrée du système	Batteries, condensateurs, volant d'inertie
Alimentation	Alimenter	Adapte sans en changer la nature l'énergie d'entrée	Transformateurs, redresseur de courant, détendeur
Pré-actionneur	Moduler	Module globalement l'énergie en fonction des ordres reçus de l'interface de communication	Distributeurs, hacheurs
Actionneur	Convertir	Convertit l'énergie disponible en énergie utilisable par l'effecteur	moteurs, vérins
Transmetteur	Transmettre	Adapte sans en changer la nature l'énergie en sortie de l'actionneur à destination de l'effecteur	engrenages, systèmes articulés
Effecteur	Agir	Agit directement sur la matière d'œuvre.	pince, foret

REMARQUE : Ces constituants se retrouvent sur la majorité des systèmes automatisés. Les éléments permettant de stocker ou d'alimenter en énergie le système ne sont pas systématiquement présents. Tout dépend de l'exemple traité.

1.3 Représentation d'une chaîne fonctionnelle

Afin de représenter une chaîne fonctionnelle d'un système, on peut utiliser soit une représentation à l'aide d'un diagramme de définition de blocs (**bdd**) ou d'un diagramme de blocs internes (**ibd**), comme sur la figure suivante et celle du document annexe (Fig 1 page 9).



2 Composants de la chaîne d'information

2.1 Acquérir/Capteur

Exemple	Image	Description
Potentiomètre rotatif		La tension de sortie est proportionnelle à la rotation du potentiomètre.
Accéléromètre		Renvoie une tension proportionnelle à l'accélération mesurée, suivant les 3 directions de l'espace.
Génératrice tachymétrique		Permet de mesurer la vitesse de rotation d'un composant comme l'axe d'un moteur par exemple. La tension délivrée est proportionnelle à la vitesse mesurée.
Codeur incrémental		Ce capteur permet de mesurer la position angulaire d'un composant. Il nécessite un traitement de l'information pour que la position soit obtenue. Il est également possible d'obtenir la vitesse de rotation à partir de la position, par dérivation numérique, ou en utilisant par exemple un convertisseur fréquence/tension.
Capteur de proximité capacitif		Permet de détecter la présence d'un objet proche au capteur, de tout type (métallique ou non), sans contact.
Capteur de proximité inductif		Permet de détecter la présence d'un objet proche au capteur, sans contact. Le matériau de l'objet à détecter doit être conducteur.
Capteur mécanique		Permet de détecter un objet par contact. Il fonctionne comme un bouton poussoir.
Capteur à ultrason		Permet de mesurer la distance d'un objet au capteur. Ce dernier envoie des ultrasons, qui sont ensuite réfléchis par l'objet, et finalement capter par le récepteur. En mesurant le temps depuis l'émission jusqu'à la réception, et en connaissant la vitesse de propagation des ultrasons dans le milieu, alors il est possible de calculer la distance.
Luxmètre		Permet de mesurer l'intensité lumineuse

Exemple	Image	Description
Capteur d'effort		Mesure un effort à partir de la déformation du corps du capteur.
Capteur de pression		Permet de mesurer la pression d'un fluide.
Clavier, souris		Composants de l'interface homme/machine d'entrée.

2.2 Coder

Exemple	Image	Description
Convertisseur analogique/numérique (CAN)		Permet de convertir une grandeur analogique en une grandeur numérique codée sur plusieurs bits.
Convertisseur numérique/analogique (CNA)		Permet de convertir une grandeur numérique, codée sur plusieurs bits en une grandeur analogique (le plus souvent, une tension).

2.3 Traiter

Exemple	Image	Description
Filtres analogiques		Réalisé à l'aide d'un ensemble de composants physiques (résistances, inductances, condensateurs, etc/), il permet de modifier une grandeur analogique en vue d'un traitement ultérieur.
Filtres numériques		Réalisé à l'aide de composants dédiés ou d'un algorithme, il permet de modifier une grandeur numérique en vue d'un traitement ultérieur.
Ordinateur		Permet le traitement automatique de l'information.
Microcontrôleur		Permet de traiter l'information pour un système particulier (contrôle de robots, localisation GPS, etc).

2.4 Mémoriser

Exemple	Image	Description
Mémoire vive (RAM)		Permet l'accès rapide aux données pendant leur traitement. Le contenu est perdu à l'extinction de l'ordinateur.
Mémoire morte (ROM)		Permet de lire des données et les conserve en mémoire, même après extinction de l'ordinateur.
Clé USB Carte SD/CD/DVD...		Stocke l'information.

2.5 Restituer

Exemple	Image	Description
Écran, enceintes, ...		Permet de restituer les informations à destination de l'utilisateur.

2.6 Communiquer

Exemple	Image	Description
Bus, Carte USB ...		Permet de transmettre les informations à destination de la chaîne d'énergie ou d'un autre système.

3 Composants de la chaîne d'énergie

3.1 Stocker

Exemple	Image	Description
Batteries/piles		Stocke l'énergie électrique sous forme chimique.
volant d'inertie		Stocke l'énergie cinétique.

3.2 Alimenter

Exemple	Image	Description
bloc d'alimentation/-transformateur		Alimente le système en énergie électrique.
Onduleur		Permet de convertir une tension continue en une tension alternative.

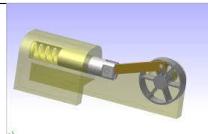
3.3 Moduler (distribuer)/pré-actionneur

Exemple	Image	Description
Hacheur		Distribue l'énergie électrique de la source à l'actionneur, en la modulant, sur ordre du module de traitement.
Distributeur pneumatique/hydraulique		Distribue l'énergie pneumatique/hydraulique de la source à l'actionneur, en la modulant, sur ordre du module de traitement.

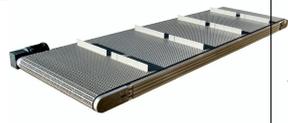
3.4 Convertir/actionneur

Exemple	Image	Description
Moteurs électriques		Converti l'énergie électrique en énergie mécanique (« de rotation »).
Moteur linéaire		Converti l'énergie électrique en énergie mécanique (« de translation »).
Vérin pneumatique/-hydraulique		Converti l'énergie pneumatique/hydraulique en énergie mécanique (« de translation »).
Pompe hydraulique		Converti l'énergie mécanique en énergie hydraulique.
Moteur hydraulique		Converti l'énergie hydraulique en énergie mécanique (« de rotation »).

3.5 Transmettre

Exemple	Image	Description
Réducteur		Transmet l'énergie mécanique de rotation.
Système poulie/courroie		Transmet l'énergie mécanique de rotation.
Transmission par chaîne		Transmet l'énergie mécanique de rotation.
Système vis écrou		Transmet l'énergie mécanique de rotation en énergie mécanique de translation.
Système manivelle bielle-		Transmet l'énergie mécanique de rotation en énergie mécanique de translation alternative (ou inversement suivant les applications).

3.6 Agir

Exemple	Image	Description
Pince de robot		Agit sur la matière d'œuvre pour la saisir.
Tapis roulants		Agit sur la matière d'œuvre pour la convoier.
Foret		Agit sur la matière d'œuvre pour la percer.
Roue		Agit sur la position de la matière d'œuvre.

Il en existe une multitude suivant le type d'application. Merci à J.P Vincent pour ce chapitre.

4 Annexes

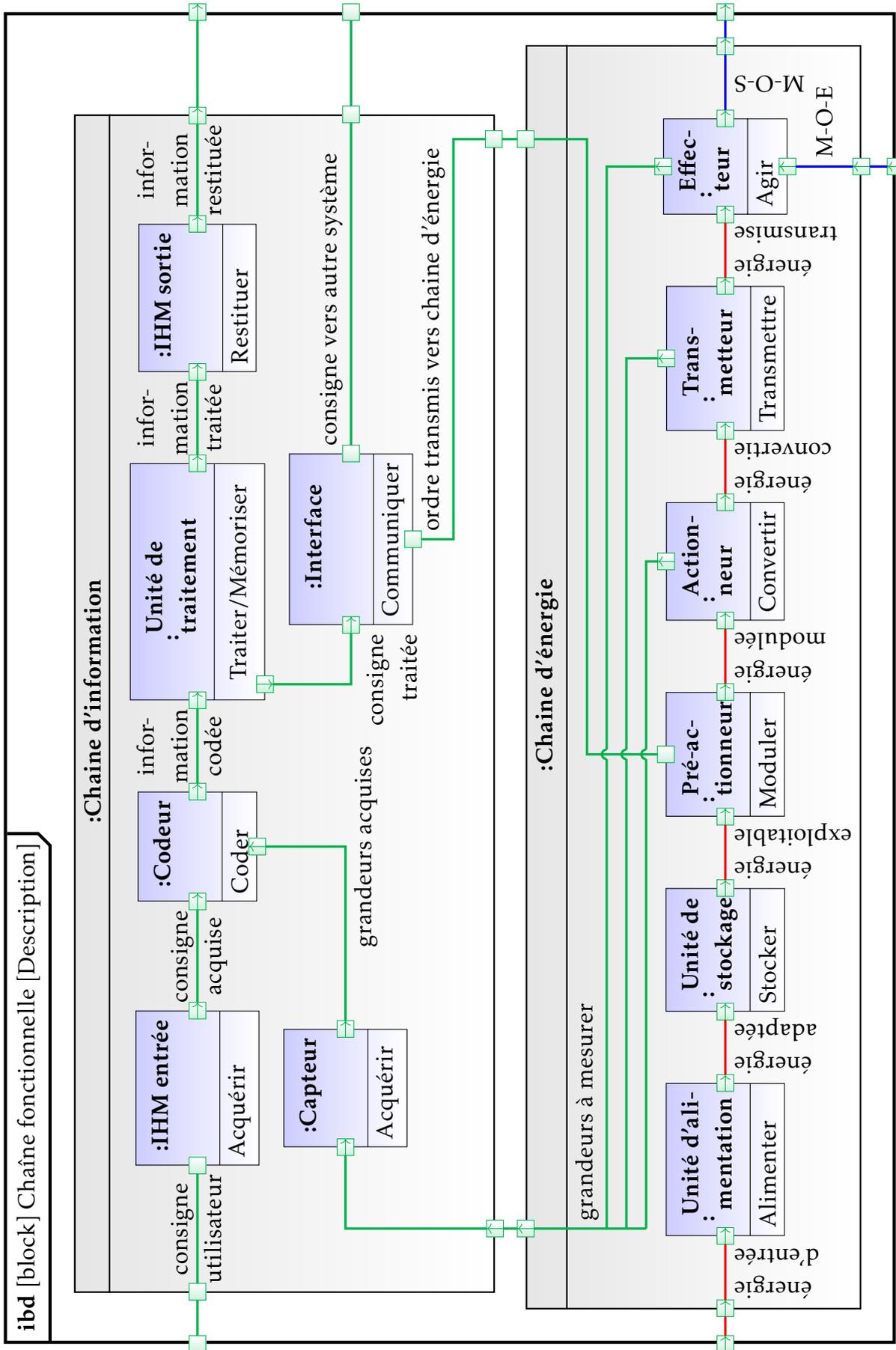


FIGURE 1 – Représentation sous forme de diagramme de blocs internes (ibd) d'une chaîne fonctionnelle