**CHAPITRE I :**

**NOTIONS SUR LES PROCEDES TECHNOLOGIQUES DE FABRICATION DES MATERIAUX.**

***1.1 Introduction:***

On recherchera en général un couplage de propriétés, pour répondre à la demande établie par un intégrateur final, en vue d'obtenir une ou plusieurs fonctions, chacune avec un niveau donné de performance. Tous les types de matériaux sont concernés, y compris les matériaux adaptatifs et leur combinaison. On visera en particulier **[1-2]** :

➢ Des matériaux allégés, entraînant une diminution significative du poids capable d'induire des gains énergétiques importants dans l'automobile, l'aéronautique, le naval, l'éolien..., qu'ils soient utilisés pour produire des pièces de structure ou des pièces mobiles,

➢ Des matériaux pour des constructions économiques et écologiques (visant à terme la maison à énergie positive) : matériaux pour l'isolation thermique plus écologiques et moins encombrants, conduisant à une diminution du coût énergétique d'usage (chauffage ou climatisation), matériaux pour l'isolation phonique, efficaces et de mise en œuvre facile, matériaux moins consommateurs d'énergie pour leur réalisation industrielle,

➢ Des matériaux pour l'éclairage ou la visualisation, à faible consommation: dispositifs électroluminescents organiques ou polymères pour l'affichage souple ou les diodes organiques, céramiques transparentes, matériaux électro-optiques.

➢ Des matériaux pour le stockage ou le transport de l'énergie : conducteurs électroniques ou ioniques, inorganiques ou organiques, pour électrodes et électrolytes de batteries ou de piles à combustible, matériaux conducteurs de l'électricité, nouveaux thermoélectriques...

***1.2 Définition d'un procédé industriel***

Génie des procédés, désigne l'application de la chimie à l'échelle industrielle. Elle a pour but la transformation de la matière dans un cadre industriel et consiste en la conception, le dimensionnement et le fonctionnement d'un procédé comportant une ou plusieurs transformations chimiques et/ou physiques. Les méthodes utilisées dans un laboratoire ne sont souvent pas adaptées à la production industrielle d'un point de vue économique et technique. Le génie chimique permet ainsi le passage d'une synthèse de laboratoire à un procédé industriel de même que son fonctionnement dans le respect des contraintes économiques, techniques, environnementales et de sécurité. Le génie chimique se situe à la convergence de plusieurs disciplines et étudie les transformations, les transports et les transferts de la matière, de l'énergie et de la quantité de mouvement pour établir des lois et des corrélations utilisables lors de la transposition ou de l'extrapolation à l'échelle industrielle **[3]**.

***1.3 Notions sur l'optimisation des procédés***

Un procédé de mise en forme consiste à conférer à une pièce, une géométrie donnée, décrite par une forme et des directions spécifiées par le bureau d'étude. On met en œuvre généralement un outillage (outil + matrice), permettant de transformer la matière en pièce finale.



**Figure 1.1** un outillage (outil + matrice)

L'optimisation des procèdes de mise en forme est une tâche quotidienne pour les ingénieurs compte tenu de l'évolution rapide du marché qui entraîne une concurrence de plus en plus forte. Pour donner suite à cette évolution, les méthodes d'optimisation des procèdes de formage ont, elles aussi évoluées au fil du temps. Parmi les fonctions objectives recensées lors du processus d'optimisation on peut citer d'abord la forme de l'outil de formage qui a été abordée par différents auteur dans la littérature qui ont proposé différentes méthodes d'optimisation telles que : analyse de sensibilité, algorithmes de Simplex, quasi-Newton, méthode du gradient, algorithmes génétiques, réseaux de neurones ou autres **[1-2]**.

***1.4 Paramètres d'influence du procédé***

Le formage des métaux est la production de pièces par modification plastique de la forme d'un corps solide. Pendant ce processus, la masse et la cohésion du matériau (pas de rupture) sont maintenues.

- Pour la mise en forme à chaud de structure massives (filage, laminage, estampage ou forgeage libre) les principaux paramètres influents sont :

1. Température

2. Matériaux et ses caractéristiques

3. Géométrie des outils

4. Vitesse et pression de frappe

Par exemple, les gradients de température entre la pièce chaude et l'outil plus froid induisent un refroidissement superficiel de la pièce, des écarts de contrainte d'écoulement qui tendent à modifier l'écoulement plastique avec des conséquences parfois néfastes :

➢ Géométriques (dimensions, écarts de forme) ;

➢ Mécaniques (contraintes résiduelles) ;

➢ Métallurgiques (structure, taille des grains, fissures).

- Pour la mise en forme des structures minces (emboutissage, poinçonnage, hydroformage, aqua formage) la réussite de la mise en forme des tôles dépend des paramètres suivants :

1. Caractéristiques mécaniques de la tôle ;

2. Forme des outils ;

3. Vitesse de mise en forme ;

4. Lubrification des pièces et des outils.

- Pour les procédés d'enlèvement de matière (perçage, fraisage, tournage), les

principaux paramètres sont :

1. Conditions de coupe (angle de coupe, pas, vitesse, ductilité

matériau) ;

2. Efforts de coupe et la puissance consommée par la coupe ;

3. Fractionnement du copeau ;

***1.5 Passage de la méthode à la technique vers le procédé***

Les techniques de mise en forme des matériaux ont pour objectif de donner une forme déterminée au matériau tout en lui imposant une certaine géométrie, afin d'obtenir un objet ayant les propriétés souhaitées. Les techniques de mise en forme diffèrent selon les matériaux.

**Schématisation du processus**

Le processus est décrit dans un « schéma de Tuyauteries et Instrumentation du processus » ou schéma TI. Ce schéma TI utilise des symboles normalisés représentant sans ambiguïté les différents composants du processus **[4]** :

❖ Les équipements propres au processus lui-même :

➢ Les **équipements statiques** pour les opérations de transport et de stockage (tuyauteries, bacs),

➢ Les **équipements dynamiques** pour les opérations de transformation (fours, tours distillation, séparateurs, échangeurs, etc.).

❖ Les équipements nécessaires au contrôle du processus et constituant **l'instrumentation** :

➢ Des prises de mesure (essentiellement de **pression, débit, niveau, température**) disposées sur les équipements,

➢ Des instruments de mesure (**indicateurs locaux, transmetteurs**),

➢ Des organes de sécurité (**alarmes, systèmes des commandes automatiques**),

➢ Des organes de commande permettant de moduler ou de sectionner les flux de matières (**vannes motorisées de sectionnement, vannes régulatrices, pompes, ventilateurs, etc.**),

➢ Des organes de protection (**soupapes**).

*1.6****1.6 Comparaison entre procédé à l'échelle du Laboratoire et à l'échelle Industrielle***

Le technicien : Son travail consiste à mettre en œuvre les opérations qui permettront l'extrapolation du processus issu de la R&D pour obtenir un processus industrialisable soit pour les aspects purement chimiques, soit en ce qui concerne les caractéristiques technologiques de la future installation **[7]**.

Pour ce qui concerne la chimie, le technicien en génie des procédés ou en génie chimique peut être amené soit à optimiser les données transmises par la R&D, soit à retravailler partiellement ou totalement sur les voies d'accès au produit attendu. Ce produit doit répondre à des critères de qualité précis dont le technicien assurera le suivi tout au long du processus.

***Développement à l'échelle du laboratoire :***

L’ingénieur de recherche : concevoir de nouveaux produits et matériaux pour de nouvelles applications.

**Figure 1.3** Du produit au procédé : du problème à la solution.

***Production à l'échelle du micro-pilote :***

L’ingénieur R&D :

• Développer un procédé de synthèse du produit ou matériau à l'échelle du laboratoire mais envisageable à plus grande échelle.

• Maîtriser la qualité et la reproductibilité du produit.

***1.7 Mise en place du procédé industriel***

**1. Activités dans une entreprise**

Une entreprise industrielle assure une production de biens (produits) selon certaines exigences (réglementations, cahier des charges) susceptibles d'évoluer **[12]**. Ainsi, l'entreprise doit :

❖ Produire: c'est à dire transformer des matières premières et de l'énergie en biens déconsommation.

❖ Maintenir: elle doit assurer la meilleure disponibilité de l'outil de production (maintenance).

❖ Gérer: aussi bien techniquement que financièrement les ressources disponibles.

**2. Procédé industriel**

C'est la méthode à suivre pour obtenir un produit (comme une recette de cuisine...). Le procédé est immatériel et se présente sous la forme d'un texte accompagné de schémas explicatifs formant le « livre du procédé ». On y décrit les ingrédients à utiliser, les moyens matériels à prévoir, les opérations à exécuter et les conditions (pression, débit, température, etc.) à respecter pour obtenir le produit à fabriquer, en quantité (capacité de production) et en qualité. Le procédé doit être matérialisé par une unité de production ou processus.

**3. Processus industriel**

Le terme processus désigne deux aspects d'une installation de production, l'un descriptif, l'autre matériel :

❖ Aspect descriptif: c'est l'ensemble des opérations détaillées d'élaboration d'un produit fini devant posséder des caractéristiques imposées dans les limites de tolérances fixées, selon un procédé déterminé.

❖ Aspect matériel: c'est l'installation proprement dite, comprenant tous les appareils nécessaires à la transformation des matières premières.

***1.8 Etapes du processus de fabrication des matériaux***

***1.8.1. Généralités sur les matériaux***

Les utilisateurs de matériaux doivent en connaître les propriétés et les performances majeures. Celles-ci couvrent aussi bien le domaine économique et environnemental que scientifique. La physique et la chimie décrivent les grands principes qui assurent la très forte cohésion de l'état le plus condensé de la matière. D'où vient cette aptitude qu'ont les atomes à se rassembler, et quelles propriétés pouvons-nous d'emblée prédire ?

***Les différentes sollicitations que supportent les matériaux***

• Les sollicitations subies par une pièce, selon les différentes étapes de sa vie, ont comme effet de la déformer, de modifier la structure et éventuellement de détruire le matériau qui la constitue.

• Les sollicitations mécaniques qui sont prises en compte sont les contraintes extérieures, la pression, les vibrations et les chocs.

• Les sollicitations thermiques concernent la dilatation, la conduction de chaleur, les changements de phases et parfois la fusion ou l'évaporation.

• Les sollicitations physiques sont liées surtout au comportement électromagnétique (comportement magnétique, conduction électrique), mais aussi à l'effet des rayonnements.

• Les sollicitations chimiques concernent le comportement à la corrosion, la réactivité chimique, sans oublier le devenir du matériau abandonné dans l'environnement.

***1.8.2. Les grandes classes des matériaux***

Il existe trois grandes classes de matériaux :

Les métaux et leurs alliages ;

Les polymères organiques ;

Les céramiques.

À ces trois classes, il convient d'en ajouter une quatrième et une cinquième :

Les matériaux composites, qui sont des « mélanges hétérogènes » de matériaux des trois classes précédentes.

Les matériaux organiques comme le coton ou le cuir, produits par le vivant.