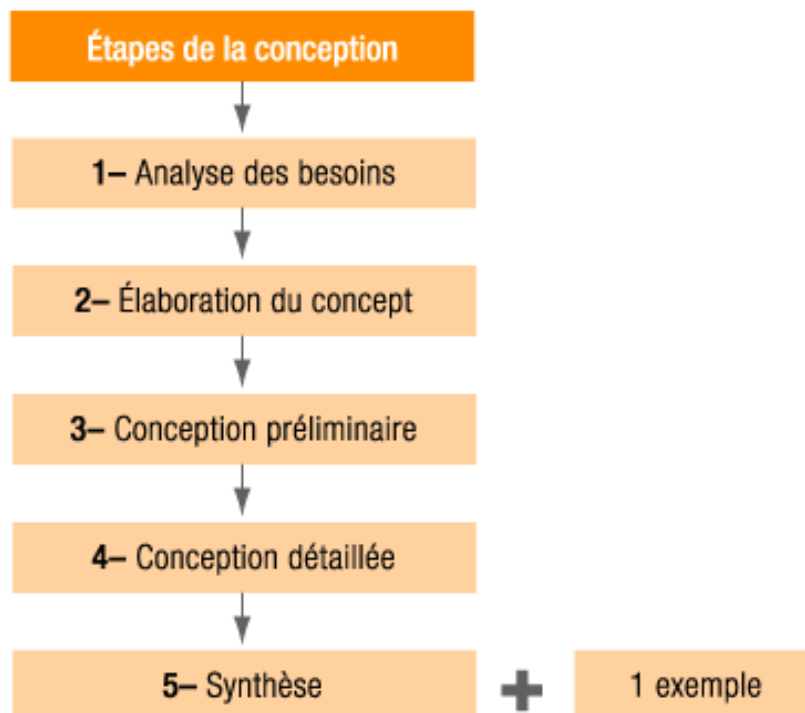


CONCEPTION MECANIQUE1

Chapitre I GENERALITES

I-1 La Conception

La conception est la phase créative d'un projet d'ingénierie. Le but premier de la conception est de permettre de créer un système ou un processus répondant à un besoin en tenant compte des contraintes. Le système doit être suffisamment défini pour pouvoir être installé, fabriqué, construit et être fonctionnel, et pour répondre aux besoins du client.



La conception peut être divisée en cinq étapes séquentielles. En premier lieu, l'analyse des besoins permet d'établir la ou les problématiques et les contraintes. Puis, l'ingénieur est en mesure d'imaginer un premier concept lui permettant de proposer une conception préliminaire, basée sur des calculs plus sophistiqués tenant compte d'un éventail plus large de paramètres. Par la suite, l'ingénieur augmente la précision des détails pour produire la conception détaillée qui mène à la finalité de son travail, notamment la fabrication, la construction, la réalisation ou l'opération.

La finalité de la conception est généralement illustrée par un plan dont certains éléments sont détaillés et spécifiés dans un devis.

L'ingénieur doit aussi documenter de façon exhaustive chacune des étapes de conception afin d'en permettre l'entière compréhension par un tiers, à des fins

CONCEPTION MECANIQUE 1

de révision ou de modifications ultérieures, par exemple. Tout élément (données brutes, calculs, notes, comptes rendus de réunion, fichiers informatiques, etc.) doit être inscrit dans un dossier structuré, de façon à en faciliter la consultation.

Selon la complexité de l'ouvrage, plusieurs plans, dessins et devis peuvent s'avérer nécessaires. Ils peuvent être divisés par éléments physiques, par domaines, par étapes du processus de conception ou même, dans le cas d'un processus, par séquences temporelles. D'autres documents d'ingénierie peuvent être produits, par exemple des schémas d'écoulement, des diagrammes logiques de contrôle, etc.

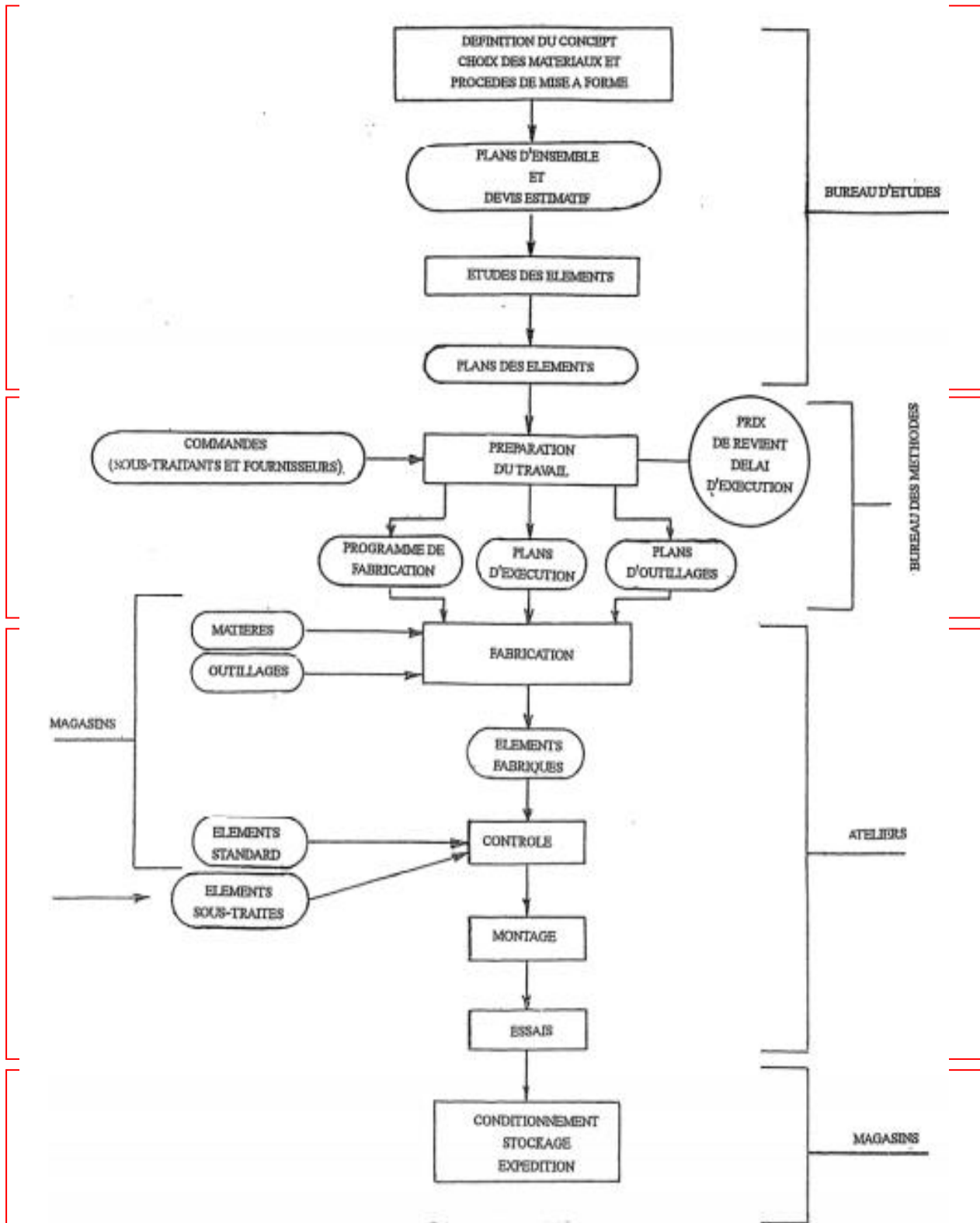
Chaque étape de conception est décrite de façon générale pour couvrir les différentes activités reliées à l'ingénierie. La conception ne se limite pas aux ouvrages d'infrastructures majeurs, mais touche aussi tous les domaines de l'ingénierie : cartes électroniques, procédés pharmaceutiques, génie logiciel, équipements électromécaniques en industrie lourde, etc.

CONCEPTION MECANIQUE 1

I-2 PROCESSUS DE CONCEPTION

I-2-1 CARACTÈRE ITÉRATIF

Le processus de conception est essentiellement de nature itérative, ainsi que l'illustre la figure 1.



CONCEPTION MECANIQUE 1

I-3 Cahier des charges

La conception d'un ensemble mécanique est toujours la réponse à la commande d'un client. Ce mot ne doit pas être entendu dans son sens le plus strict : il peut très bien s'agir d'une autre division de l'entreprise. Le client, c'est la personne qui exprime un certain besoin. Au départ, ce besoin n'est pas toujours clairement explicité, comme nous allons le montrer sur les exemples qui suivent. Il est donc parfois nécessaire d'établir une discussion avec le client pour établir le cahier des charges qui consiste en la description précise et formelle des attentes du client et constitue la partie technique du contrat.

Le besoin du client semble parfois simple à cerner. Par exemple, le client désire un moulin à café. Mais s'agit-il d'un moulin à café domestique ou d'un moulin à café destiné à un débit de boissons ?

- Dans le premier cas, le moulin travaille chaque jour une minute, suite à quoi il se refroidit. On peut alors admettre des échauffements importants, c'est-à-dire un bobinage très fin, peu encombrant et peu coûteux. Bien plus, avant d'être mis au rancart parce que démodé, dans quinze ans pour fixer les idées, combien de temps fonctionnera-t-il ? On calcule :

$$1 \frac{\text{min}}{\text{jour}} \times 365 \frac{\text{jour}}{\text{an}} \times 15 \text{ans} = 5475 \text{ min} = 91,25 \text{h}$$

En d'autres termes, une conception assurant une durée de vie (en fonctionnement, s'entend !) de 100 heures est largement satisfaisante. Ceci se traduit dans les solutions techniques utilisées dans ce genre d'appareil.

- Tout autre est la situation dans le cas d'un moulin à café destiné à un débit de boissons. On peut en effet imaginer que ce moulin tourne quatre heures par jour. On suppose le débit de boissons ouvert 300 jours par an. Enfin, comme une panne du moulin constitue une gêne importante pour le tenancier du café, celui-ci désire un bon fonctionnement pendant 10 ans. Ici, le calcul s'établit comme suit :

$$4 \frac{\text{h}}{\text{jour}} \times 300 \frac{\text{jour}}{\text{an}} \times 10 \text{ans} = 12000 \text{h}$$

CONCEPTION MECANIQUE 1

Comme on peut le voir, ce n'est pas du tout la même chose et la conception de ce moulin sera plus proche de celle des machines de l'industrie. Les bobinages du moteur seront dimensionnés largement pour éviter tout échauffement dangereux, les paliers seront des roulements à billes, etc...

Les exemples de ce genre abondent. Ainsi, les lave-linge domestiques servent par exemple deux fois par semaine, chaque lessive durant une heure. Au bout de quinze ans, durée de vie que les ménages trouveront tout à fait satisfaisante, leur temps de travail aura été de

$$2 \frac{h}{\text{semaine}} \times 52 \frac{\text{semaine}}{\text{an}} \times 15 \text{ans} = 1560h$$

Par contre, dans le cas des salons lavoirs, le temps quotidien de fonctionnement peut être évalué à 8 heures. De nombreux établissements de ce type sont ouverts jour et nuit toute l'année. Si la machine est destinée à fonctionner 10 ans, elle aura, pendant ce temps, travaillé

$$8 \frac{h}{\text{jour}} \times 365 \frac{\text{jour}}{\text{an}} \times 10 \text{ans} = 29200h$$

soit près de 20 fois plus. Il va sans dire que les machines sont, dans chaque cas, conçues en fonction de leur durée de vie respective.

De la même façon, les démarreurs d'automobiles sont à proprement parler de mauvais moteurs électriques, à grande consommation et grand échauffement. C'est seulement la rareté de leur emploi qui les rend durables. Mais cette solution permet d'avoir des moteurs plus compacts et plus légers.

Ces quelques exemples montrent que la définition du cahier des charges doit être très minutieuse et qu'il est toujours nécessaire de préciser les conditions d'utilisation de la machine envisagée. Il est souvent utile que le cahier des charges soit défini lors d'un dialogue entre le client et le concepteur, ce dernier ayant pour rôle d'apporter son expérience pour mieux cerner les problèmes. Insistons sur le fait qu'une incompréhension entre le client et le concepteur au niveau du cahier des charges ne peut

CONCEPTION MECANIQUE 1

mener qu'à de graves mécomptes. Cette étape du travail est donc d'une importance primordiale.

I-4 Définition du concept

Le concept, c'est le principe même du fonctionnement de l'ensemble mécanique considéré. Sa définition, hautement créative, fait appel à :

L'expérience, c'est-à-dire les connaissances acquises lors de réalisations antérieures. On a dit, et cela peut sembler une boutade, que l'expérience est le résultat de tous les échecs passés. Il est vrai, cependant, que si l'on construit un pont et qu'il tient, cela ne signifie pas nécessairement que la méthode de calcul était bonne. Par contre, si le pont s'écroule, on peut affirmer, en dehors du cas des malfaçons, que le calcul était erroné. C'est du reste à la suite de l'écroulement d'un certain nombre de ponts au début des chemins de fer que l'on s'est intéressé à les calculer.

L'état de la question. On ne conçoit jamais à partir de rien. La démarche habituelle consiste à cerner les problèmes, et à les classer en deux catégories, d'une part, ceux dont la solution est connue, et d'autre part, ceux qui restent entiers. Pour ces derniers, on examine les solutions qui ont été données (par soi-même ou par d'autres, y compris les concurrents) à des problèmes voisins (extrapolation). Il est aussi utile d'essayer de formuler le problème autrement, ou de le subdiviser en sous-problèmes. Beaucoup de conceptions nouvelles ne sont en fait que des assemblages inattendus de solutions connues.

Lorsqu'un concept est adopté, il faut le vérifier, c'est-à-dire repasser tous les points du cahier des charges et s'assurer qu'ils sont satisfaits. Dans le cas contraire, deux démarches sont possibles :

- 1) On revoit le concept pour le mettre en concordance avec le cahier des charges.
- 2) On négocie avec le client, exposant ce que l'on sait et ce que l'on ne sait pas (ou ne peut pas) faire. Il arrive que les ambitions du cahier des charges soient revues à la baisse.

A ce niveau, plusieurs itérations sont parfois nécessaires. Il n'est possible de décrire plus précisément le processus de définition du concept qui, dans

CONCEPTION MECANIQUE 1

une certaine mesure, relève de l'art et de la culture du concepteur. Par contre, les problèmes de base peuvent, dans une certaine mesure, faire l'objet d'un processus d'intelligence artificielle.

Le langage de la conception mécanique est le dessin. Mais au niveau de la définition du concept, il s'agit le plus souvent de croquis à main levée : il n'est encore ni nécessaire ni possible d'être précis, mais il faut bien un support écrit à la réflexion. C'est pourquoi on ne peut trop insister sur la nécessité qu'il y a de s'entraîner à représenter les objets de façon correcte, sans instruments.

I-5 Ensembles et sous-ensembles mécaniques, éléments

Un système mécanique peut en général être décomposé à plusieurs niveaux. Considérons par exemple le groupe motopropulseur d'une automobile, considéré comme un tout. On constate qu'il existe un certain nombre de sous-systèmes qui peuvent être conçus et montés séparément. En l'occurrence, on reconnaîtra le moteur, l'embrayage et la boîte de vitesses : c'est ce que l'on appelle les sous-ensembles. Ceux-ci peuvent du reste être décomposés en sous-ensembles de second niveau, par exemple le système comprenant la culasse avec le système de distribution (arbre à cames et soupapes). De décomposition en décomposition, on arrive au stade ultime qui est l'élément. Ainsi, le corps de bielle est un élément, de même que le vilebrequin.

Une des difficultés de la conception mécanique est que la conception des ensembles, celle des sous-ensembles et celle des éléments sont liées. Il en résulte que les solutions correspondantes doivent être affinées et modifiées dans un processus itératif.

I-5-1 Plans d'ensemble

Généralement, on commence par exécuter un plan d'ensemble, de manière à implanter chaque élément ou sous-ensemble dans l'ensemble mécanique. C'est ici que se poseront notamment les questions d'encombrement des pièces, des interactions éventuelles entre pièces, etc... Un point essentiel est d'assurer la possibilité de monter les éléments dans l'ensemble. Ceci demande un examen sérieux et peut avoir une influence non négligeable sur la forme même des éléments.

Un certain nombre d'éléments s'achèteront sur catalogue : boulons, roulements, poulies, courroies, chaînes, ... D'autres feront l'objet de fabrications spéciales et vont donc nécessiter des plans de détail partiels spécifiant au moins les cotes

CONCEPTION MECANIQUE 1

d'encombrement. A ce stade, les calculs sont encore très limités et, pour la plupart, forfaitaires. En effet, une pièce mécanique ne peut être calculée de façon définitive que lorsqu'elle est dessinée dans ses moindres détails. Ainsi, la résistance à la fatigue d'un arbre ne peut être vérifiée que lorsque l'on connaît tous ses accidents de forme (concentrations de contrainte).

En conséquence, il est rare que le premier plan d'ensemble donne d'emblée satisfaction. Ici encore, des itérations seront nécessaires.

I-5-2 Plans d'éléments

Chaque élément doit être dessiné en détail. Dans une première étape, ce dessin se fait à partir

- De calculs forfaitaires de résistance et de raideur
- De considérations technologiques : on ne dessine pas de la même manière une pièce destinée à être moulée et une pièce obtenue par mécano-soudure. En outre, il faut assurer les liaisons (clavettes, épaulements, ...)

Ce n'est qu'alors qu'il est possible de faire un calcul de vérification. Ce dernier mènera à un résultat sous forme d'un coefficient de sécurité, que l'on jugera acceptable, inacceptable ou exagéré. Dans ces deux derniers cas, il faudra corriger les plans, y compris parfois les plans d'ensemble.

I-5-3 Plans de fabrication

Les plans établis par le bureau d'études passent alors dans un autre bureau appelé bureau des méthodes. Celui-ci est composé de spécialistes de la fabrication, qui examineront les différentes étapes du processus de mise à forme et établiront pour chacune d'elles les plans et les spécifications nécessaires. Bien que cette étape déborde quelque peu du processus de conception mécanique proprement dite, il est utile de préciser que la fabrication a ses exigences, parfois mal perçues par les ingénieurs de conception. Il arrive fréquemment que le bureau des méthodes demande au bureau d'études des modifications, dans le but de simplifier la fabrication et par là même, de diminuer le prix de revient. Là encore, il faudra peut-être revoir les plans.

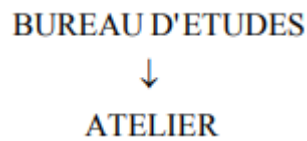
La conclusion de ceci est qu'il est utile, pour ne pas dire nécessaire, que le concepteur s'intéresse à la façon dont seront fabriquées les pièces qu'il dessine.

Chapitre II ORGANISATION ET EXIGENCES DE LA CONCEPTION

II-1 ORGANISATION DES BUREAUX D'ÉTUDES ET DE MÉTHODES

II-1-1 Organisation préaylorienne

Au XIXe siècle, l'organisation des entreprises pouvait être schématisée comme suit :



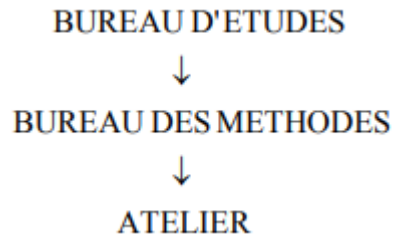
C'est à l'atelier que se décidaient le mode de fabrication, les conditions de coupe, le mode d'affûtage des outils, etc... et souvent, la décision était prise par l'ouvrier lui-même. Il en résultait une variation de qualité et d'efficacité importante d'un ouvrier à l'autre.

II-1-2 Organisation taylorienne

L'organisation que nous venons de décrire a été mise en cause par F.W. TAYLOR, un des plus grands noms de la technologie mécanique. (Par technologie, nous entendons ici la science des techniques et non une technique particulière comme c'est souvent le cas dans le langage actuel.) Disons deux mots de sa carrière remarquable. Passé en six ans de manœuvre à ingénieur en chef au sein de la Midvale Steel Company, Taylor s'est rapidement rendu compte de l'importance de faire affûter les outils par un ouvrier unique, suivant des règles bien précises et il a conçu pour la cause une affûteuse. C'est lui qui a introduit l'arrosage des outils. En 1900, en collaboration avec WHITE, il a introduit les aciers rapides. En 1906, comme président de l'A.S.M.E., il a fait un énorme mémoire intitulé *On the art of cutting metals*, où il relate les résultats de ses vingt-cinq années de recherche sur la coupe.

L'idée de base de Taylor est que la fabrication doit être préparée par un bureau de spécialistes de ce domaine. C'est le bureau des méthodes, qui a pour mission d'organiser scientifiquement le travail. Le schéma précédent est donc remplacé par

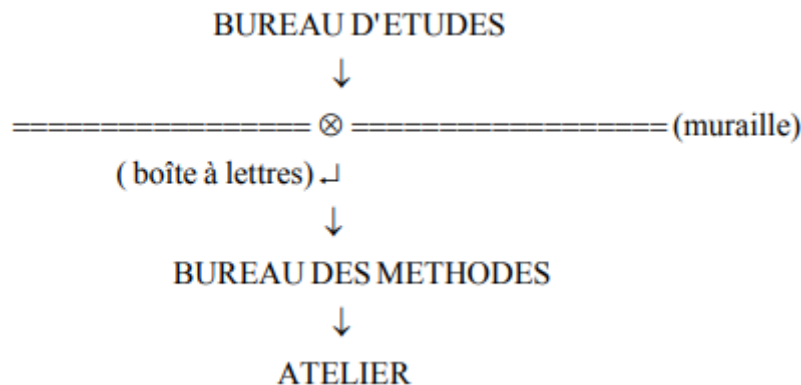
CONCEPTION MECANIQUE 1



Cette organisation a fait faire de considérables progrès de productivité et de qualité des pièces, même si les chronométrages qui faisaient partie de l'organisation taylorienne des temps ont créé des problèmes avec le monde ouvrier.

II-1-3 Organisation post-taylorienne

La tendance naturelle des travailleurs à se spécialiser avait progressivement mené, dans de nombreuses entreprises à un schéma de fonctionnement pervers que l'on peut caricaturer comme suit :

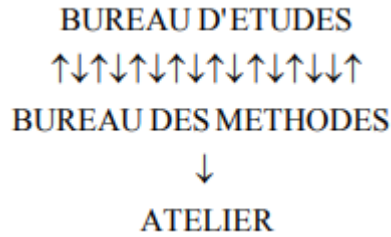


Il résulte d'une telle structure

- Incompréhension entre les deux bureaux ;
- Inefficacité ;
- Coûts inutiles.

C'est pourquoi on tend à l'heure actuelle à une structure où la communication entre les deux bureaux est favorisée, ce que l'on pourrait schématiser ainsi :

CONCEPTION MECANIQUE 1



En particulier, on tend de plus en plus à introduire dès la première conception certaines notions issues des méthodes (ingénierie concurrente). C'est dans le même ordre d'idées que l'on parle de toutes disciplines tendant à rendre le concepteur conscient des implications de ses choix au niveau de la fabrication. Il ne faut pas perdre de vue qu'en dehors de l'utilité incontestable de systèmes experts dans ces domaines, ces concepts n'ont rien de fondamentalement nouveaux, dans la mesure où la conception d'une machine a depuis toujours dû déboucher sur sa fabrication et son montage.

II-2 EXIGENCES DE LA CONCEPTION

II-2-1 Fonctionnalité

La première qualité que l'on exige d'un ensemble mécanique est sa fonctionnalité, c'est-à-dire sa capacité de fonctionner au moins une fois. Dans certains ouvrages, on donne à cette qualité le nom de viabilité, que nous ne retiendrons pas, car il ressemble trop au mot fiabilité que nous introduirons plus loin.

La fonctionnalité se traduit d'abord par des conditions géométriques. Ainsi, le passage d'une pièce à l'intérieur d'une autre, par exemple, d'un piston dans un cylindre, suppose que la pièce intérieure ait une cote inférieure à celle de la pièce contenant. Il doit exister un jeu qui, du reste, ne doit être ni trop petit ni trop grand. Il faudra en outre que le piston soit suffisamment cylindrique et non en banane, ce qui ferait le faire coincer dans le cylindre.

Moins évidentes a priori sont les conditions de raideur. Ainsi, un arbre ne peut pas avoir une trop grande souplesse en torsion, sous peine de perdre toute précision dans la commande qu'il transmet : les deux extrémités ont un décalage angulaire se traduisant par un retard du côté récepteur. De même, la flexion d'un arbre entraîne des inclinaisons des tourillons dans les paliers, ce qui peut entraîner coincement ou usure prématurée des coussinets. Il faut noter qu'en

CONCEPTION MECANIQUE 1

construction mécanique, les exigences de raideur sont souvent plus sévères que les conditions de résistance, ce qui est rarement le cas en génie civil.

Le frottement est l'ennemi du mouvement. Il peut entraîner l'arc-boutement, le broutement, l'usure, l'échauffement. D'un autre côté, il peut être mis à profit pour transmettre des efforts. Dans tous les phénomènes de frottement intervient une variable géométrique dont nous n'avons pas encore parlé, la rugosité.

Enfin, il existe des conditions techniques qui induisent des exigences géométriques particulières. Par exemple, l'assemblage boulonné de deux pièces suppose que les vis aient une tige suffisamment longue, sans excès cependant. Il faudra du reste prévoir autour de l'écrou un dégagement suffisant pour pouvoir faire passer la clef.

II-2-2 Fiabilité

Mais même si la machine est fonctionnelle, elle ne donnera pas nécessairement satisfaction. Il faut encore qu'elle ait une durée de vie compatible avec son usage. C'est ici qu'intervient le calcul de vérification. Contrairement à la fonctionnalité, la fiabilité ne se vérifie pas en cours de conception, mais au terme de celle-ci, avec le risque évident de devoir réviser la conception.

Les questions de fiabilité relèvent essentiellement de la résistance des matériaux ou du calcul d'usure. En matière de résistance des matériaux, on rencontre en construction mécanique des problèmes de fatigue et de contacts hertziens, problèmes qui dépassent le cadre standard des cours généraux destinés aux constructions civiles.

II-2-3 Coût

Le client potentiel cherche naturellement à obtenir le plus possible pour son argent. Cela signifie qu'à qualité égale, il choisira normalement le produit le moins cher. C'est dire que la maîtrise des coûts revêt une importance capitale. Le maître-mot en terme de coûts est : faire simple, facile à fabriquer, éviter les matériaux exotiques ou peu usinables. Un autre outil de réduction des coûts est la normalisation, qui permet de réduire le nombre de types d'objets semblables. Enfin, l'interchangeabilité est un facteur important de réduction des coûts. C'est au niveau des coûts que se justifie l'ingénierie concurrente.

CONCEPTION MECANIQUE 1

II-3 La Normalisation

La normalisation est un outil développé par les industriels pour limiter le nombre de types d'objets semblables. C'est ainsi qu'il existe un petit nombre de pneus différents pour les centaines de voitures du marché. Simplement, les jantes sont construites dans un petit nombre de tailles, parmi lesquelles les constructeurs font leur choix. Grâce à cela, quand on doit remplacer un pneu, on peut choisir indifféremment un Michelin, un Pirelli, un Good Year, etc... Les avantages de cet ordre des choses sont multiples :

- peu de produits différents à fabriquer, donc moins d'outillages pour le fabricant : réduction des coûts ;
- le marchand a moins de produits différents à stocker, donc son entrepôt peut être plus petit et sa gestion des stocks est simplifiée : là encore, réduction des coûts ;
- le client trouve plus facilement ce qu'il cherche : satisfaction du consommateur.

Il existe un très grand nombre de produits normalisés. Ainsi, les dimensions extérieures des roulements sont normalisées, ce qui permet de remplacer un roulement SKF par un roulement FAG par exemple. De même, toute la boulonnerie est normalisée. Citons encore les courroies, les bougies d'autos, les dimensions extérieures des tambours de serrures, les CD, etc... La normalisation est une des clefs de l'interchangeabilité.

Il est important de s'en tenir le plus possible aux dimensions normalisées pour des raisons de coût. Ainsi par exemple, les vis de diamètre nominal 8 mm ont normalement une tête dont le diamètre sur pans est de 13 mm. Si l'on désire, par exception, un diamètre sur pans de 12 mm, il faut demander une fabrication spéciale et donc plus chère (alors qu'il y a moins de matière !). L'interchangeabilité est alors problématique. Des fantaisies de ce genre – et on en a vu dans le domaine de l'automobile – sont à proscrire absolument, car elles sont anti-économiques. Il est bien rare que l'on ne puisse pas s'en sortir autrement.

A l'heure actuelle, chaque pays a son comité de normalisation :

FRANCE : AFNOR (Association Française de NORmalisation)

CONCEPTION MECANIQUE 1

BELGIQUE : NBN (Normes Belges/Belgische Normen)

ALLEMAGNE : DIN (Deutsche Industrie Normen)

USA : - ANSI (American National Standard Institute)

- Normes établies par les sociétés d'ingénieurs,

SAE (Society of Automotive Engineers)

ASME (American Society of Mechanical Engineers)

Il existe en outre un comité international de normalisation, l'ISO (International Standardization Organization) qui les chapeaute tous et s'occupe de l'harmonisation des normes. Plus récemment, une harmonisation plus forte des normes européennes a été réalisée, sous le nom EURONORM et le symbole EN.

Chapitre III **DESSIN INDUSTRIEL**

III-1 Dessin industriel : langage universel et outil pour concevoir et inventer

Le "dessin industriel" ou "dessin technique", manuel ou assisté par ordinateur (DAO, CAO...), est avant tout un langage ou un outil de communication graphique avec des règles précises. Ce langage, en grande partie normalisé internationalement (ISO : International Standard Organization), peut être considéré comme un langage universel employé de la même façon partout dans le monde. Le dessin industriel est utilisé par les techniciens, les ingénieurs et les concepteurs pour passer de l'idée d'un produit à sa conception et à sa réalisation. Tous les produits, machines et systèmes divers sont d'abord conçus et définis graphiquement avant d'envisager leur fabrication.

III-2 Dessin industriel : base de données et document évolutif

Le dessin industriel est un élément fondamental de la documentation technique des produits. Il est parfois destiné à présenter des informations techniques à des dizaines ou à des centaines de personnes : ingénieurs, responsables, fournisseurs, techniciens de fabrication, installateurs, chargés de maintenance, etc. De ce fait, il doit être aussi précis que possible et parfaitement conforme à la normalisation en vigueur, autant pour sa compréhension que pour son exécution. Les dessins techniques sont des documents non figés mais évolutifs qui changent avec la conception (amélioration, simplification..), les matériaux, les fournisseurs et les utilisations.

III-3 Aspect et apport pédagogique du dessin industriel

Par l'étude du dessin industriel, un étudiant apprend comment l'industrie communique une grande partie de ses informations techniques. Le dessin industriel apporte aussi des principes de précision et de clarté dans la présentation des informations nécessaires à la réalisation des produits. De plus, en conjonction avec la connaissance de la technologie des éléments de construction de base, il permet le développement de l'imagination créatrice, celle nécessaire au succès d'une conception. L'apprentissage du dessin industriel permet aussi de développer "la vision dans l'espace", c'est-à-dire la capacité à voir ou imaginer par la pensée un objet dans les trois dimensions. Cette aptitude est une formidable aide à la création pour l'esprit et le cerveau humain.

CONCEPTION MECANIQUE 1

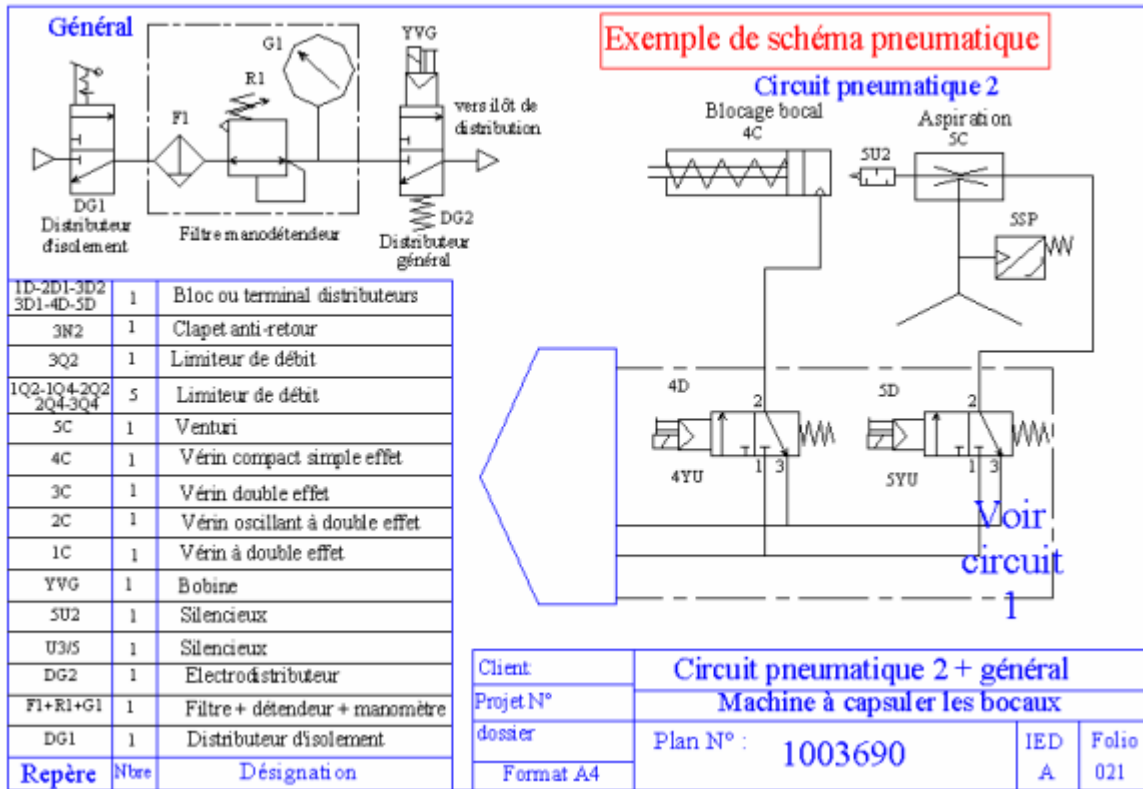
III-4 Principaux types de dessins industriels

Croquis : dessin généralement établi à main levée sans instruments de guidage ou de mesure et sans respect d'une échelle, avec éventuellement une cotation partielle ou totale.

Esquisse : dessin préliminaire des grandes lignes d'un objet.

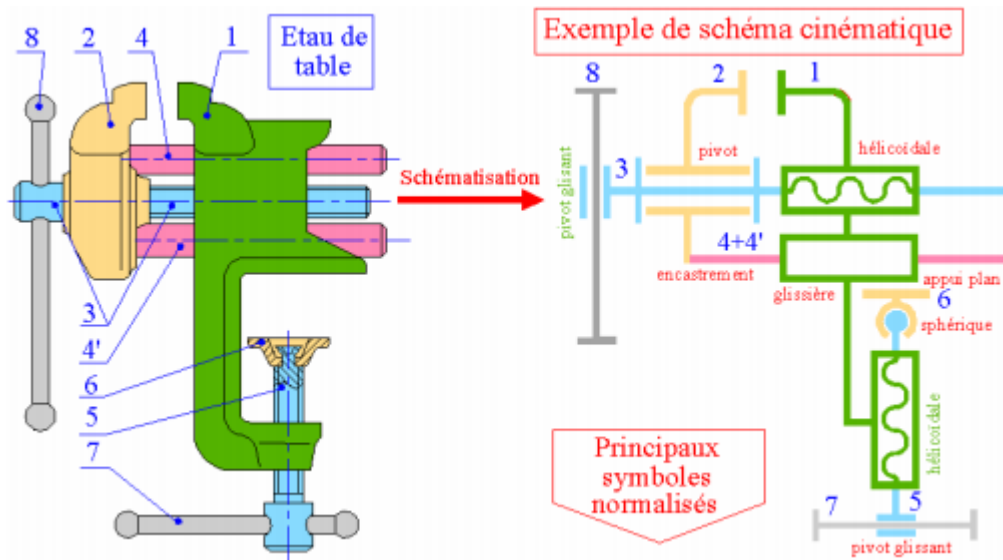
Schémas : dessins représentant des systèmes sous forme simplifiée ou symbolique dans le but d'en décrire la structure, les fonctions et les relations existantes.

Exemple 1 : schémas pneumatiques : Circuit pneumatique d'une machine automatique



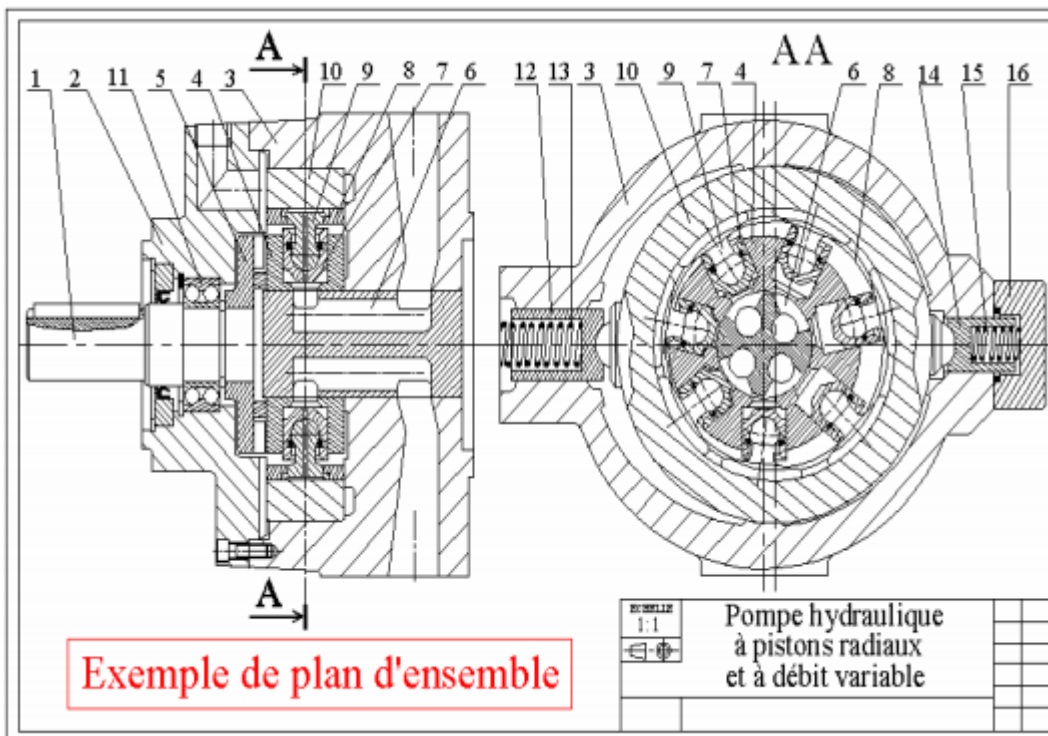
Exemple 2 : schémas cinématiques : Schéma cinématique décrivant les liaisons d'un étai de table.

CONCEPTION MECANIQUE 1



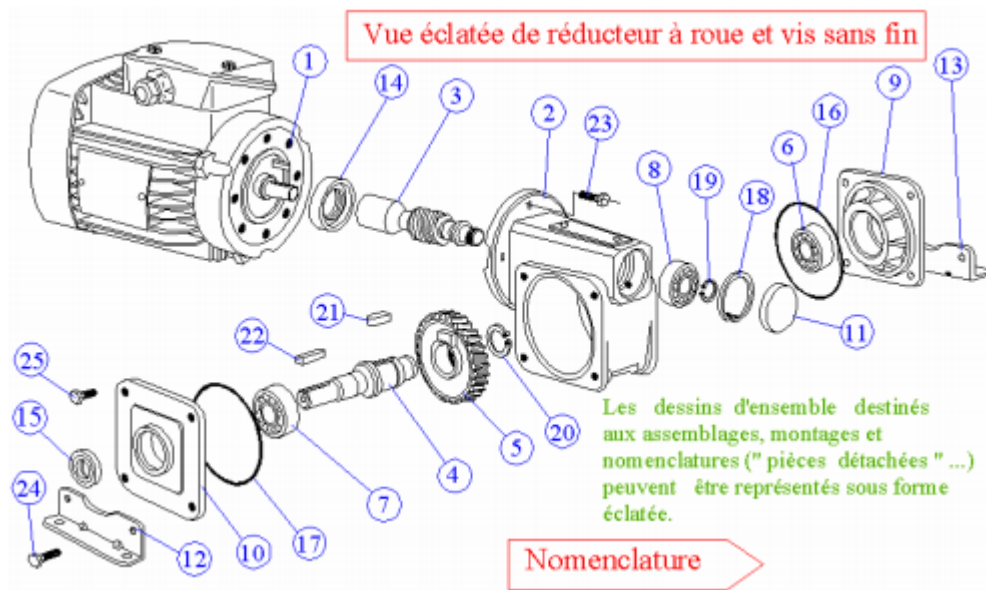
Dessin d'ensemble : dessin donnant la représentation, plus ou moins détaillée, d'une installation, d'un bâtiment, d'un dispositif, d'un système, d'une machine, d'une implantation, etc., ou d'une de leurs parties (sous-ensemble).

Exemple 1 : dessin d'ensemble en coupe d'une pompe hydraulique.



Exemple 2 : dessin d'ensemble d'un motoréducteur à roue et vis sans fin proposé sous forme éclatée avec nomenclature et destinée à la description des pièces détachées en maintenance.

CONCEPTION MECANIQUE 1



Dessin de définition : dessin définissant, complètement et sans ambiguïté, les exigences auxquelles doit satisfaire un produit fini. Ces dessins sont souvent utilisés pour établir des contrats entre concepteurs et réalisateurs (établissement de cahier des charges).

Exemple : dessin de définition d'un écrou avec cotation destiné à l'industrie aérospatiale.

