

- [contenu](#)
- [menu](#)
- [navigation](#)
- [pied de page](#)

Conception

[↶filement haut](#)

- [Conception](#)
- [Étude de conception](#)
 - [Conception industrielle](#)
 - [Étude de conception](#)
- [Choix des matériaux>](#)
- [L'analyse>](#)
- [Le design industriel](#)

[↷filement bas](#)



[Masquer le plan](#)



[Afficher le plan](#)

Conception industrielle

Objectif

Dans cette partie vous serez familiarisés avec l'évolution du concept de conception industrielle et les phases de la démarche de conception d'un produit. Ils seront abordés aussi des notions comme: la planification de la conception, le cahier de charges, la conception préliminaire et le prototypage.

Définition

Selon NF Loo-007 la CONCEPTION D'UN PRODUIT est l'activité créatrice qui, partant des besoins exprimés, des moyens existants et des possibilités technologiques, aboutit à la définition d'un produit satisfaisant ces besoins et industriellement réalisable.

Historiquement, le processus de conception de produit a pris des formes différentes selon le degré d'innovation des objets et selon les organisations et les stratégies des firmes où ils ont été développés.

Les travaux empiriques et théoriques sur la conception de produit distinguent généralement deux régimes de conception : la conception réglée qui remonte du début du XIXe siècle et la conception innovante de plus en plus à partir des années 1990.

- Conception réglée

La conception réglée est ce que nous connaissons au quotidien, dans la plupart des secteurs de l'ingénierie tout au moins. C'est le cœur de métier : être capable de passer d'une lettre d'intention produit à un produit physique est un exploit industriel réel.

Les raisonnements de la conception réglée sont exprimés dans des langages, qui sont les suivants :

- Design fonctionnel : clarification du produit & spécification
- Design conceptuel : Espace des fonctions et des sous-fonctions, mobilisation de modèles conceptuels (sélection et évaluation)
- Embodiment design : conception physico-morphologique – « mise en organisme »
- Design détaillé



Innovation au sein de la création d'un produit.

- Conception innovante

Un objet ou un service innovant introduit une rupture dans l'identité : l'identité même de l'objet est revisitée. Une cafetière électrique moderne revisite l'identité de la cafetière à percolation en combinant les aspects d'infusion et de percolation. Si l'identité de l'objet est modifiée dans l'innovation, c'est donc qu'elle est, au moment de la conception, incertaine. Cette incertitude se traduit par une incertitude sur l'un des quatre langages de la conception systématique. Et la conséquence directe est que la conception systématique ne permet pas de concevoir l'identité des objets innovants. Comment concevoir ces objets à l'identité instable ? C'est ce que remplit comme fonction le régime de conception innovante.

La théorie de la conception innovante C-K a été inventée et travaillée à l'Ecole des mines. C'est une théorie qui permet de rendre compte de la mobilisation des connaissances existantes, de la création de connaissances nouvelles, des alternatives, des « surprises ». Ce type de raisonnement doit permettre de revisiter l'identité des objets / produits / prestations. Dans la pratique, elle est basée sur une distinction importante entre ce qui est de l'ordre des connaissances (Knowledge), c'est-à-dire ce qui a un statut logique défini, et ce qui est de l'ordre des Concepts (ce qui n'a pas un statut logique défini).

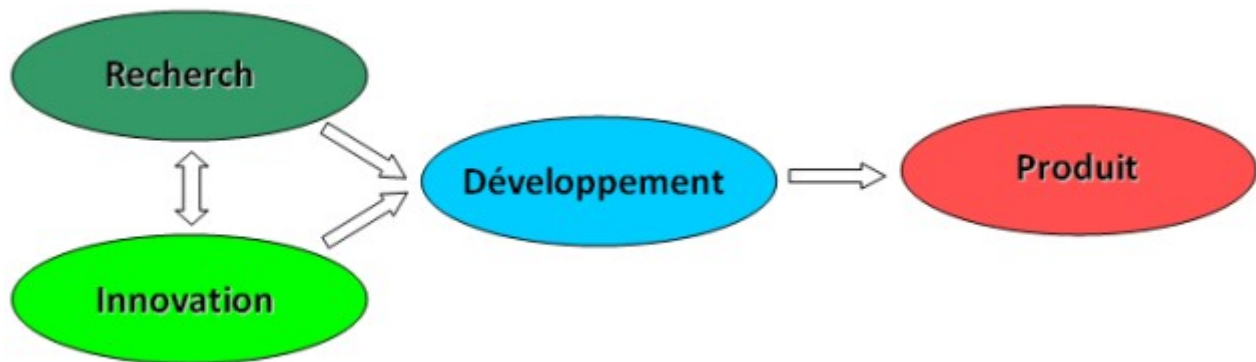


Cafetière à percolation



Cafetière électrique

La nécessité d'innover a apparu dû à l'évolution de la structure industrielle concurrentielle. Il a fallu donc intégrer une fonction de transition entre la recherche et le développement, la fonction I (pour innovation) pour former un système RID. Elle correspond à la phase de conception innovante tout en amont du développement de produit sur la base d'un concept technique ou par rapport à un espace d'usage.



Innovation au sein de la création d'un produit.

Quelques définitions utiles :

Définition

La Recherche est un processus contrôlé de production de connaissance.

Définition

Le Développement est un processus contrôlé, activant les compétences existantes pour spécifier un système en accord avec le cahier des charges prédéfini.

Définition

L'Innovation définit la valeur, et est un processus de construction des compétences.

L'avantage concurrentiel n'est plus durablement défendable, sauf à être sans cesse renouvelé par l'innovation. L'entreprise doit se mettre, en agissant sur son environnement (Hamel & Prahalad, <http://www.economie.gouv.fr/files/anticiper-le-futur-a-de-l-avenir.pdf> (<http://www.economie.gouv.fr/files/anticiper-le-futur-a-de-l-avenir.pdf>))

De plus en plus la conception est basée sur la reconnaissance du fait que tout produit ou processus a un impact environnemental, qu'il s'agisse de production de biens ou de service, donc la conception innovante a évolué vers l'éco-conception (voir boîte "éco-conception")

Les processus de conception varient d'un secteur à l'autre, ou d'une entreprise à une autre. Nous proposons de définir une approche globale, souple, où certaines phases sont plus ou moins développées.

D'après Michel Tollenaere, l'approche de conception de produit comporte quatre phases, contenant chacune plusieurs étapes :

- Phase 1: identifier et traduire la nécessité (identifier le besoin, la nécessité d'une traduction dans l'entreprise, la rédaction d'un cahier des charges fonctionnel);

- Phase 2: interprétation de besoin grâce à des concepts de recherche (définition du produit, trouver répertoires concepts disponibles, préparation des spécifications pour conception);
- Phase 3: définir les besoins (définition du produit, documentation du produit);
- Phase 4: Validation de la nécessité (validation du produit, test de prototype par l'utilisateur, fabrication du produit).

Ces quatre phases peuvent être résumées en quatre questions de base :

Pourquoi ?	Identification du besoin	• études de marche et l'analyse de la concurrence
		• innovation produit ou amélioration produit ?
		• planification de la conception et du développement : logigramme
		• interfaces organisationnelles et techniques
Quoi et combien ?	Conception préliminaire	• données d'entrée = cahier des charges fonctionnel (besoins, exigences légales et réglementaires)
		• création de la maquette et du prototype (maquette accepte)
Avec quoi ?	Développement	• matières premières
		• moyens techniques
		• contraintes
Comment ?	Industrialisation	essais industriels, en vue de :
		• dossier de fabrication
		• qualification des postes et matériels
		• spécification produit
		• analyse des coûts

	Validation	données de sortir : résultats obtenus (étude de faisabilité industrielle, analyse des risques)
	Production	revue de conception :
		• validation de conformité spécifications
		• écarts
		• solutions
		• vérification des preuves documentaires

Repères

PLANIFICATION

En général, toute action visant à la réalisation d'un objectif doit être planifiée.

Définition

La planification de projet c'est l'activité qui consiste à déterminer et à ordonnancer les tâches du projet, à estimer leurs charges et à déterminer les profils nécessaires à leur réalisation.

En principe, un plan de projet reflète comment est prévue la réalisation d'un produit, de la conception initiale jusqu'à la fin.

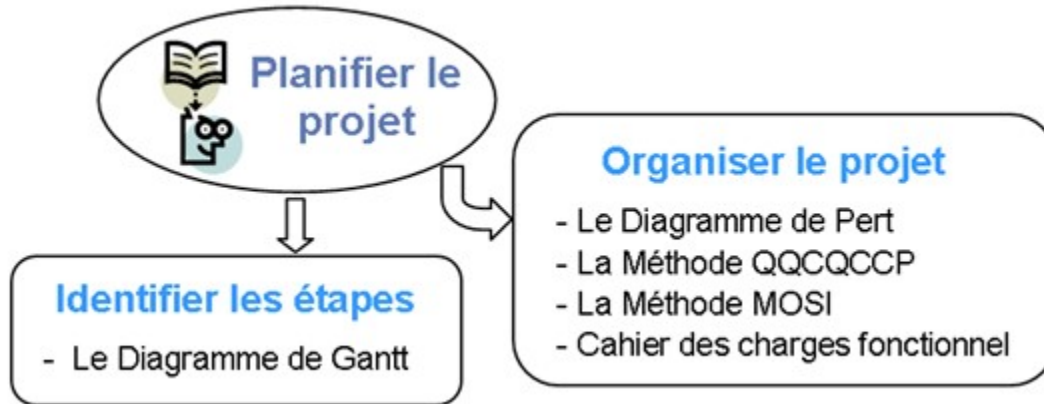
Elle permet de :

- fixer des objectifs et l'ordre des objectifs,
- définir les activités à réaliser, qui sont les conditionnements d'entre eux,
- coordonner les actions, rendre compte de l'état d'avancement du projet de le début jusqu'à la fin,
- établir les coûts et les ressources nécessaires pour les différentes actions envisagées,
- définir les niveaux d'exigences et les critères de qualité,
- établir le budget du projet et un calendrier pour l'approvisionnement des ressources nécessaires,
- établir la structure de travail et la répartition des responsabilités décomposé en

phases

de développement du projet.

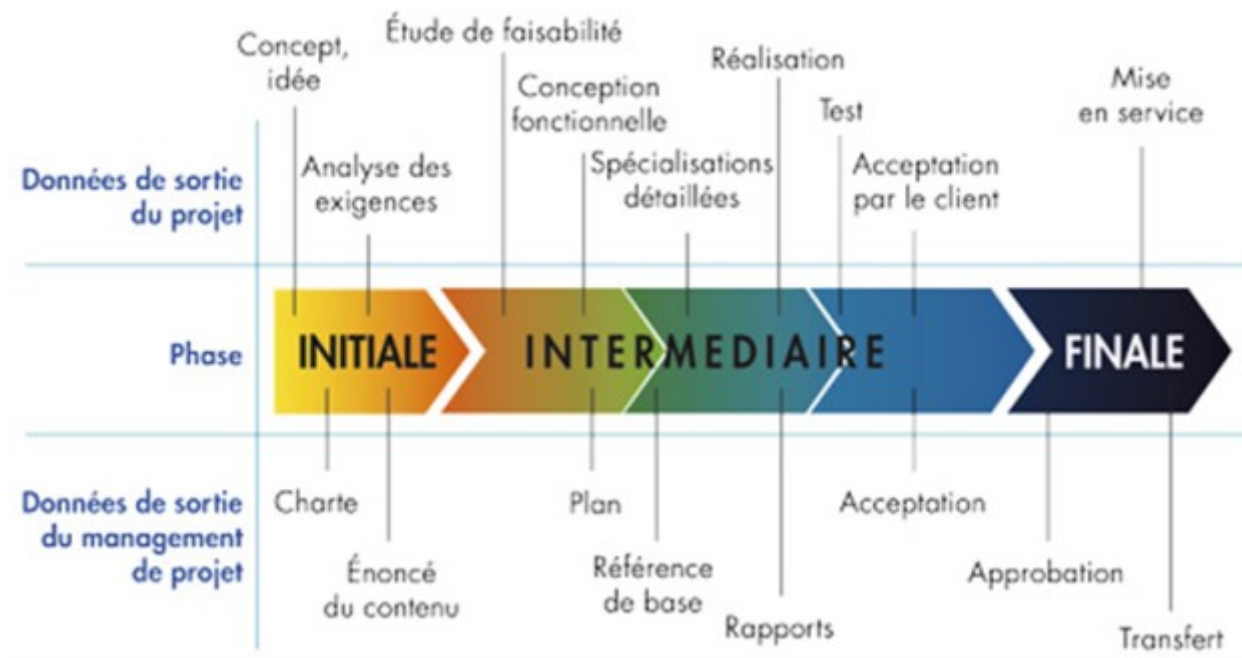
De manière générale dans le cadre de la planification d'un projet nous devons identifier les étapes et organiser le projet tout en utilisant des outils spécifiques.



Planification d'un projet

La planification joue un rôle central et son objectif est triple :

- parvenir à une conception commune du projet pour ses différentes parties prenantes ;
- donner une vue générale des travaux à effectuer, des responsabilités associées et des ressources pour assurer en qualité ce qui est attendu ;
- créer une base de contrôle de manière à détecter et corriger des écarts, et à traiter les changements et évolutions pour assurer la continuité du projet.



Différentes données d'un projet.

Phase par phase, le plan de management de projet indique les livrables ou données de sortie relatives, d'une part, à l'objet du projet et, d'autre part, au management du projet.

CAHIER DES CHARGES

La première phase du processus de conception réside dans la mise en évidence des besoins de l'utilisateur futur du produit.

Une fois que les besoins ont été ciblés, il est important de pouvoir les figer à travers une formalisation universelle que chaque acteur de la conception pourra considérer comme un élément de référence. Cette formalisation est régulièrement appelée Cahier des Charges.

Il est généralement constitué de fonctions qui traduisent les besoins et fixent les objectifs de conception.

Définition

Selon NF L00-007 Le cahier des charges est le document, ou l'ensemble de documents, énonçant les obligations contractuelles, qu'elles soient administratives ou techniques, générales ou particulières.

On pourra noter que la littérature française a tendance à caractériser ce cahier des charges voire

même à en proposer plusieurs : Cahier des Charges Conceptuel, Fonctionnel, Technique, Concepteur, Design.

En tant que base pour n'importe quel type de cahier des charges seront les spécifications des besoins.

Définition

Selon NF L00-007 La Spécification Technique de Besoin (STB) est un Document à caractère contractuel établi par le demandeur d'un produit, à l'intention du concepteur, et par lequel il exprime son besoin (ou celui qu'il est chargé de traduire) en termes d'exigences techniques. La Spécification Technique du Besoin fixe également les conditions de vérification du respect de ces exigences.

Le cahier des charges conceptuel correspond à la phase initiale d'analyse du problème et d'identification du besoin. C'est souvent le « brief » émanant de l'entreprise : de sa direction générale, de sa direction du développement, du marketing ou de la communication.

- Le cahier des charges fonctionnel s'attache aux fonctions : il définit les services, les performances et les qualités que le produit devra assurer. Il s'agit des fonctions d'usage (à quoi servira le produit), des fonctions techniques (les capacités physiques du produit) et d'estime (l'image véhiculée par le produit).
- Le cahier des charges technique concerne les solutions techniques pour la mise en œuvre du projet.

CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL

Le cahier des charges fonctionnel formalise (CDCF) avec précision le besoin du demandeur, en termes fonctionnels, sans superflu, sans faire référence à des solutions techniques. C'est le point de départ d'une conception optimisée (satisfaction des besoins et maîtrise des coûts).

Définition

Selon la norme NF X 50-151 (expression fonctionnelle du besoin et cahier des charges fonctionnel), le cahier des charges fonctionnel est le document par lequel un demandeur exprime ses besoins (ou ceux qu'il est chargé de traduire) en termes de fonctions de service et de contraintes de réalisation. Pour chaque fonction sont définis des critères d'appréciation, ainsi que leurs niveaux ; chacun d'eux est assorti d'un certain degré de flexibilité.

Il existe une norme proposant un plan type de rédaction d'un cahier des charges : la norme AFNOR NF X50-151.

Elle peut s'appliquer à tous les projets de développement industriels ou informatiques.

Elle a été remplacée par la norme NF EN 16271 du 16 fév. 2013.

Quel est le contenu d'un cahier des charges fonctionnel ?

Une présentation bien structurée du cahier des charges fonctionnel contribue à faciliter sa lecture.

Ses principales rubriques sont la présentation du projet, l'identification du produit ou du service concerné, son environnement, les fonctions de service qu'il doit réaliser et les contraintes de réalisation.

La présentation du projet de conception, reconception ou amélioration d'un produit ou

service

a comme contexte :

- les faits : la situation actuelle, en quoi elle est insatisfaisante, en quoi elle motive le projet ;
- les causes : les raisons des insatisfactions actuelles ;
- les buts : les enjeux recherchés à travers le projet.

L'environnement du produit ou service

Son cycle de vie, de sa « sortie de fabrication » jusqu'à sa fin de vie (par exemple : transport, distribution, commercialisation, installation, mise en service, utilisation, entretien, fin de vie).

Les « interacteurs » de cet environnement : tous les éléments, humains, matériels ou immatériels avec lesquels le produit ou service interagit au cours de son cycle de vie.

Les conditions dans lesquelles il sera utilisé : des scénarios d'utilisation, mettant en scène différents types d'utilisateurs.

Les fonctions de service

Elles sont exprimées sous forme d'une phrase avec un verbe à l'infinitif et un complément (« avoir du café chaud»), sans référence aux moyens de les réaliser.

Elles sont classées en trois catégories :

- les fonctions d'usage qui correspondent à des besoins objectifs ;
- les fonctions d'estime qui correspondent à des besoins subjectifs (par exemple l'esthétique) ;
- les fonctions d'adaptation qui traduisent une réaction, une résistance ou une adaptation à des éléments de l'environnement qui contraignent le produit (« résister aux chocs »).

Chaque fonction est caractérisée par des critères d'appréciation, avec, pour chacun, un niveau à atteindre et la marge de flexibilité possible.

Les fonctions seront enfin, si possible, hiérarchisées par ordre d'importance du point de vue de l'utilisateur.

Les contraintes de réalisation

On indique enfin les contraintes de réalisation avec leur justification (techniques, commerciales, financières, réglementaires, etc.).

LA CONCEPTION PRELIMINAIRE

Le processus de conception préliminaire regroupe l'ensemble des tâches qui concourent à optimiser l'expression du besoin fonctionnel et à faire passer du besoin (CDCF) au besoin

spécifié (STB). Il permet d'affiner encore le CDCF initial par l'utilisation des méthodes d'analyse fonctionnelle et d'élaborer la STB qui, à la fin de ce processus, sera figée dans une configuration applicable dans le processus de conception détaillée. Il consiste donc à affiner le besoin du client depuis sa perception jusqu'à son expression la plus complète.

La phase de conception préliminaire (CP) a pour objectif final la création d'un produit en satisfaisant aux exigences de performances, coûts, délais. Les choix de conception dans la phase de conception préliminaire concernent principalement l'architecture et le dimensionnement fonctionnel des composants.

Une fois le concept défini et choisi, l'ingénieur procède à l'étape de la conception préliminaire, aussi appelée ingénierie préliminaire, au cours de laquelle les paramètres de conception sont optimisés en fonction des objectifs et des besoins du client. Dans des cas complexes, l'ingénierie préliminaire est divisée en étapes à précision progressive. Il est impératif de documenter non seulement les calculs et les résultats eux-mêmes, mais aussi d'explicitier le cheminement logique de la conception.

À cette étape, l'ingénieur doit prendre soin d'exécuter les principales actions suivantes :

- **Conception** : Définition des structures (géométrie, sections, etc.), choix des matériaux, identification des alliages, etc. Les caractéristiques globales (ex. longueur, section, etc.) sont bien définies mais les détails concernant les interfaces, les traitements thermiques, etc. ne sont pas obligatoirement très bien définis.
- **Analyse et dimensionnement** : Des calculs à la main (calculs analytiques permettant d'estimer les forces internes, les températures d'opération, etc.) ont permis de justifier le dimensionnement préliminaire. Dans certains cas, des modèles numériques (MEF ou autres) ont permis de valider des calculs analytiques ou d'étudier plus finement le dimensionnement d'une pièce.
- **Dessins** : Les dessins de détails présentent les principales caractéristiques (ex. longueur, section, positionnement des interfaces, etc.) ainsi que les détails importants de la conception (ex. diamètre d'un arbre et son ajustement pour l'installation d'un roulement). De plus, les dessins de détails présentent les principales tolérances fonctionnelles des pièces assemblées.

Les principaux dessins d'assemblage sont faits (montrant les pièces assemblées et permettant d'avoir une vue d'ensemble des principaux systèmes) mais par exemple, les méthodes d'assemblage ne sont pas explicitement présentées.

- **Fabrication** : Les principaux procédés de fabrication sont définis. Cette étape doit tenir compte de nos contraintes de fabrication à l'interne et par le fait même, permettre d'identifier des partenaires externes pour la fabrication de certaines pièces.
- **Validation** : Caractérisation de certains matériaux si nécessaire. Aucune validation lors de la conception préliminaire avec des prototypes préliminaires sauf s'il est impossible de simuler correctement certains phénomènes physiques importants et critiques pour le reste du projet.
- **Revue de conception** : Selon la situation, cette étape a lieu généralement lorsque :

plusieurs domaines ont été mis à contribution dans la conception; le niveau de complexité l'exige; le client le demande; ou les procédures de contrôle qualité de l'entreprise l'exigent.

L'objectif est de permettre la mise en commun des divers avis sur des éléments particuliers et d'en assurer l'intégration.

- Rapport d'ingénierie préliminaire : L'ingénieur s'assure que les changements de la revue de conception ont été pris en compte au moyen d'un système de révisions, lesquelles peuvent prendre la forme de procédures de contrôle qualité.

L'ingénieur produit une version finale du rapport d'ingénierie préliminaire en y joignant les plans et, généralement, une estimation préliminaire des coûts de réalisation et des échéances. Cela permet au client de prendre une décision éclairée concernant la poursuite du projet.

Les plans portent la mention « Version préliminaire – émis pour commentaires ». Il est également recommandé d'inscrire sur les plans que ces derniers ne sont pas destinés ou ne doivent pas servir à la construction, à l'installation ou à la fabrication, selon le cas.

LE PROTOTYPAGE

Le prototypage est la clé de voûte du développement itératif.

Définition

Le prototypage est la démarche qui consiste à réaliser un prototype. Ce prototype est un exemplaire incomplet et non définitif de ce que pourra être le produit ou l'objet final.

Le prototypage rapide regroupe un ensemble d'outils qui, agencés entre eux, permettent d'aboutir à des projets de représentation intermédiaire de la conception de produits : les modèles numériques (au sens géométrie du modèle), les maquettes, les prototypes et les préséries.

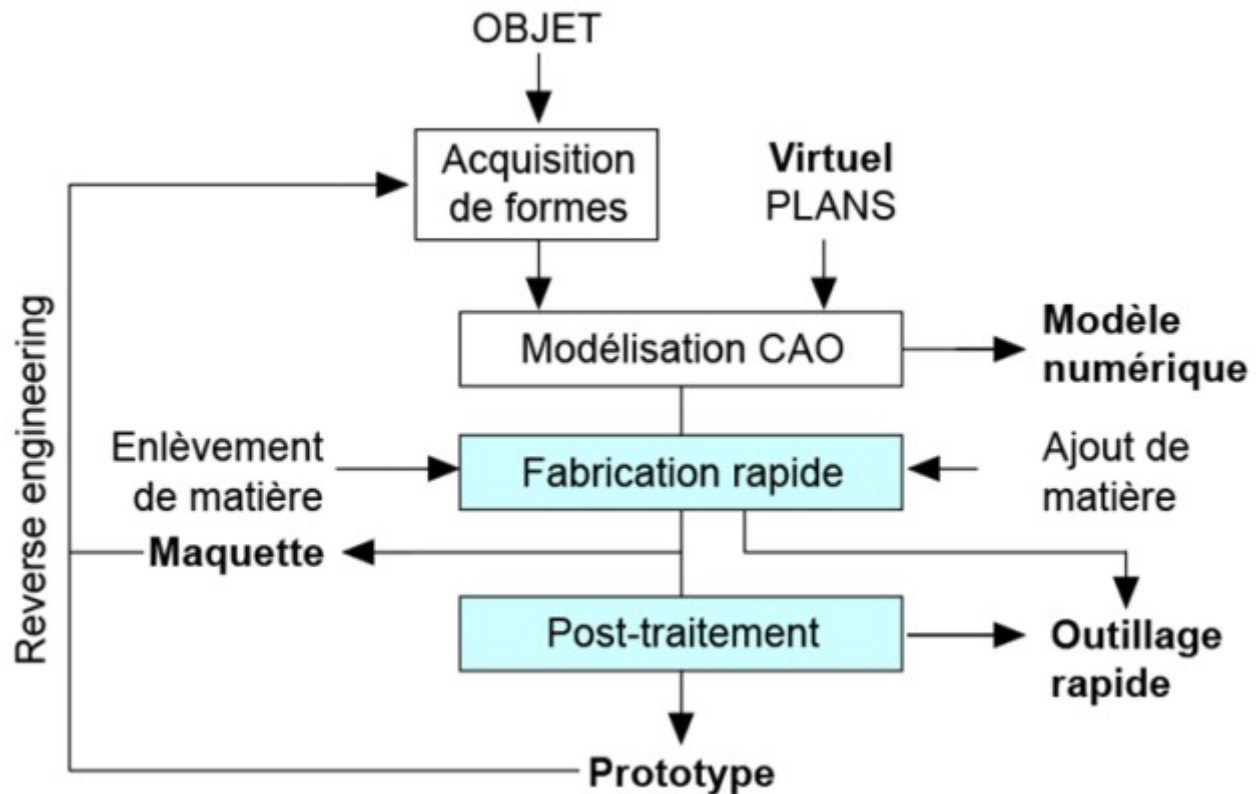
Les moyens informatiques intervenant aujourd'hui dans le prototypage rapide sont :

- le reverse engineering (systèmes d'acquisition de formes associés aux logiciels de reconstruction des surfaces) ;
- la conception assistée par ordinateur (CAO), les procédés de fabrication par ajout et par enlèvement de matière ;
- l'impression 3D (développé pour le prototypage rapide), maintenant de plus en plus utilisés pour la fabrication de pièces fonctionnelles. Trois technologies principales coexistent : le FDM (Fuse Deposition Modeling : modelage par dépôt de matière en

fusion), la SLA (Stéréolithographie = une lumière UV solidifie une couche de plastique liquide) et le frittage sélectif par laser (un laser agglomère une couche de poudre).

- des post-traitements, tels que la duplication par moule à la silicone, la fonderie à modèle perdu...

Le processus est représenté sur la figure suivante.



Processus de prototypage

Dans le tableau suivant sont présentés les types de maquettes et de prototypes utilisés au cours du développement d'un produit.

Type	Propriétés	Fonction au cours du développement
Maquette ou modèle de conception (1 pièce)	Tout matériau (peu cher) Qualités d'esthétique	• visualisation du dessin • tests d'ergonomie • étude de marché • définition des options technologiques de base
Prototype géométrique (1 pièce)	Matériau bon marché suffisamment solide Géométrie exacte	• faisabilité • tests d'emballage

		• modèle pour moules et outillages de production
Prototype fonctionnel (2 à 5 pièces)	Proche bonne matière Fonction de base	• tests fonctionnels • optimisation des principes d'assemblage et de fonctionnement • conception des outils et outillages
Prototype technologique (5 à 50 pièces)	Proche bonne matière ou bonne matière Fabrication proche des moyens de séries	• validation et choix des opérations de fabrication et moyens de production • fabrication des outils et des outillages
Préséries (jusqu'à 500 pièces)	Bonne matière Réalisé suivant le procédé de fabrication en série	• détermination et validation des paramètres du procès • β tests (qui correspondent aux dernières pièces prototypes avant la production finale) • mise en place et réglage de l'outil de production

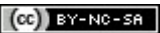
Pour en savoir plus

Tollenaere, M., 1998, Conception de produits mécaniques. Méthodes, modèles et outils. Editions Hermes, ISBN 2-86601-694-7, Paris.

Armand Hatchuel et Benoît Weil, Les nouveaux régimes de la conception : Langages, théories, métiers, Ouvrage collectif, collection Entreprendre, éditions Vuibert, Paris, 2008, 272p. (ISBN 9782711769315)

http://fr.wikipedia.org/wiki/Conception_de_produit
(http://fr.wikipedia.org/wiki/Conception_de_produit)

<http://www.blomig.com/2011/12/20/conception-reglee-et-conception-innovante/>
(<http://www.blomig.com/2011/12/20/conception-reglee-et-conception-innovante/>)

Mircea VODA  Mentions légales - Licence Creative Commons - © 2013 - UVED