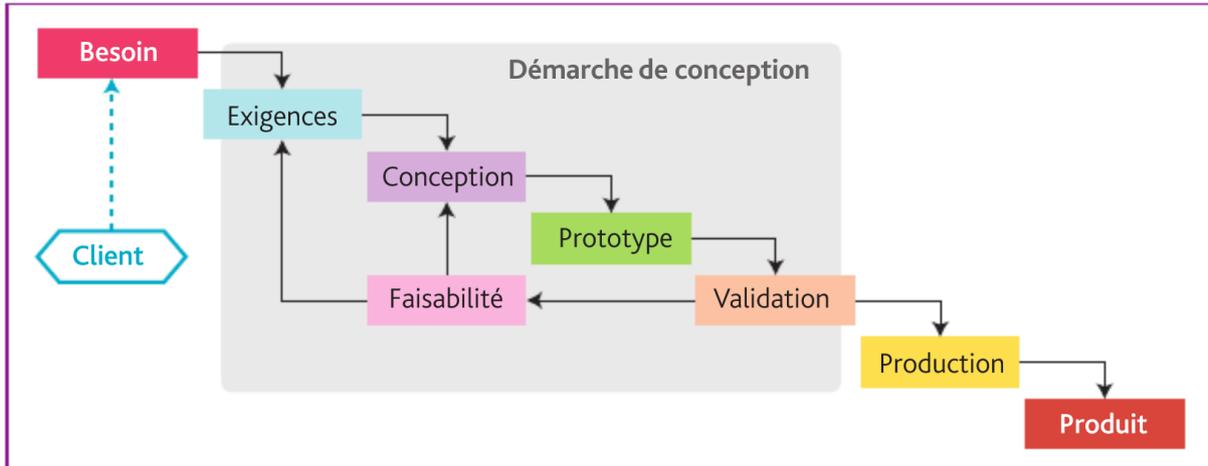


FICHE 6 : Les étapes de la conception industrielle

Concevoir un produit, c'est répondre aux attentes et besoins de futurs clients. Des outils normalisés et des démarches structurées permettent de formaliser et d'organiser la démarche de conception [document 1].



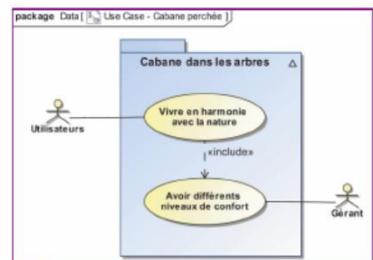
1 Organisation dans la démarche de conception.

I. Le besoin du client dans la démarche de conception

Le **besoin client** est « ce qui est nécessaire à l'utilisateur ou désiré par lui » (norme NF EN 1325-1).

Le concepteur identifie les **besoins du client** après une étude de marché. Ces besoins sont structurés en langage SysML par le **diagramme des cas d'utilisation** [document 2].

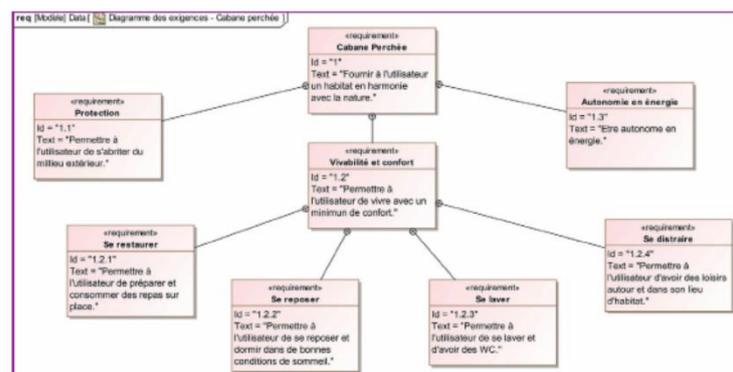
Les besoins sont ensuite **définis sous forme d'exigences**, toujours structurées en langage SysML par le **diagramme des exigences** [document 3]. Dans la démarche de conception, une exigence est la description de ce qu'un système doit faire pour répondre au besoin du client.



2 Identification des besoins : le diagramme des cas d'utilisation.

Les exigences du futur produit sont traduites sous forme de **fonctions de service** (fonctions principales et fonctions contraintes à assurer), sans référence aux solutions techniques. La rédaction est formulée précisément dans un document nommé **cahier des charges fonctionnel (CdCf)** suivant la norme AFNOR NF X50-151 [document 4].

Le cahier des charges fonctionnel d'un produit est un document (le **contrat**) établi entre le client (le **demandeur**) et l'entreprise (le **concepteur**). Le CdCf est donc un document contractuel qui engage la responsabilité des deux parties.



3 Traduction du besoin sous forme d'exigences : le diagramme des exigences.

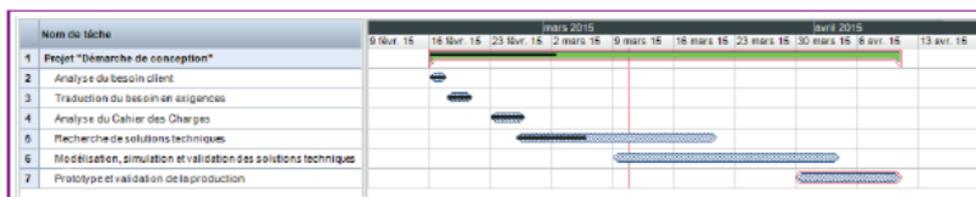
II. La planification des exigences :

L'objectif de cette étape est de recenser les différents acteurs et les exigences du projet pour mettre en évidence le chemin critique, les voies d'améliorations possibles et les stratégies de conception. Par exemple, cette étape permet de définir les moyens mis en œuvre (financiers, humains, techniques...). On utilise souvent un diagramme temporel, dit diagramme de Gantt [document 5].



Exigences	Critères d'appréciation	Niveaux d'appréciation requis	Degré de flexibilité
Redécouvrir la nature	Accueillir les utilisateurs dans un ou plusieurs arbres Offrir à ses utilisateurs des points de vue sur l'environnement naturel	Pas d'autres habitations en vue directe depuis chaque cabane	Intangible
Être perchée dans les arbres	Hauteur par rapport au sol	Entre 3 et 30 m	+/- 2 m
Garantir la sécurité	Résistance des matériaux utilisés Résistance des liaisons entre les différents éléments constructifs Protéger les utilisateurs des chutes	Respect des normes Eurocodes en rapport avec le matériau utilisé pour la structure	Intangible

4 Traduction de fonctions de service : le cahier des charges fonctionnel.



5 Planification des étapes de conception et de réalisation.

III. Les différentes étapes clés de la démarche de conception

a) Étude de faisabilité ou conception préliminaire

Avant la phase de conception préliminaire, l'étude de faisabilité définit l'architecture du produit (matériaux, énergies, informations).

Pendant la phase de conception préliminaire, l'étude de faisabilité sert à évaluer si l'entreprise est capable de réaliser techniquement le produit et chacune des solutions envisagées, tout en respectant les coûts et délais prévus dans le CdCf et la planification.

b) Étude de conception détaillée

En utilisant toutes les ressources humaines et techniques de l'entreprise, c'est-à-dire tous les corps de métiers intervenant sur le projet pluritechnique, cette étape permet de :

- Rechercher des solutions, des modélisations et simulations (virtuelles et multiphysiques) ;
- Réaliser des notices de calcul, expérimentation, analyse, comparaison et choix de solutions.

Tout ceci dans le respect absolu du cahier des charges et du critère économique [Fiche 5]. C'est aussi lors de cette étape importante du projet que l'analyse du cycle de vie (ACV) du produit doit optimiser son impact environnemental.

c) Réalisation de prototype(s)

Le modèle numérique permet de réduire les temps d'étude et de validation des solutions sans passer obligatoirement par la réalisation d'un prototype, bien que cette étape reste obligatoire pour certains produits devant passer une certification (par exemple en aéronautique).

Le prototypage est la fabrication unitaire d'une pièce ou d'un système complet servant à valider les modèles et les solutions retenus.

Un prototype permet de tester le fonctionnement de tout ou partie du produit, vérifier la résistance, la fiabilité, la longévité... ou encore de vérifier l'intégration d'un sous-ensemble dans le produit complet.



d) Phase de validation ou de qualification

La **phase de validation ou de qualification** est la **validation des solutions** retenues après corrections et tests exhaustifs sur des prototypes réussis **en conformité avec les besoins exprimés** dans le cahier des charges fonctionnel.

Nous parlons de **qualification** lorsque **le produit doit être certifié** par rapport à une norme

e) Phase de production

La phase de production est la fabrication en série du produit (les procédés utilisés diffèrent de ceux utilisés en prototypage).

Remarques :

- Le produit industriel n'est pas figé en fin de conception. Il évolue toujours en cours de vie : améliorations, ajout de fonctions, évolutions du design et des matériaux...
- En génie civil, la fabrication en série est rare, hormis quelques maisons préfabriquées (en kit ou modulaires). Chaque construction est différente et constitue donc un prototype. Cela accroît le risque de défauts de fabrication.
- L'expérience, le savoir-faire et l'adaptation des intervenants tout au long de la chaîne limitent les défauts constatés

IV. Les différents cycles de développement

a) Le cycle en cascade

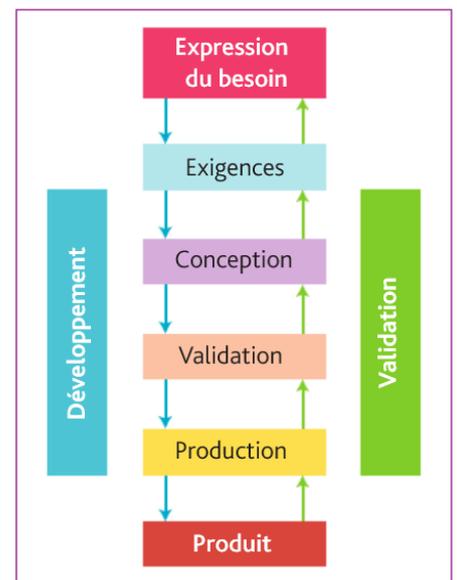
Le **cycle en cascade** est un héritage de **l'industrie du BTP** (son principe : on ne peut pas construire les murs ou la toiture avant les fondations). Les étapes sont réalisées les unes après les autres, **la validation s'effectuant partiellement à chaque étape**. La validation complète est réalisée à la fin de la phase de production [document 6].

Inconvénient : les défauts sont décelés tardivement, peuvent entraîner des modifications plus importantes donc beaucoup plus coûteuses.

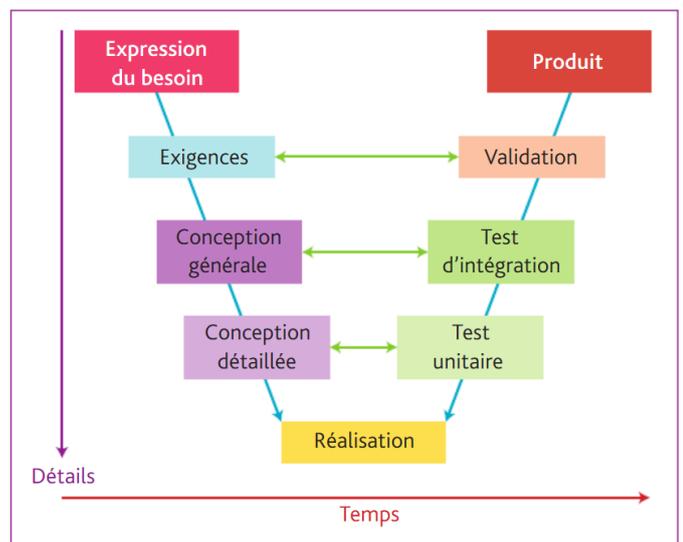
b) Le cycle en V

Le cycle en V a été imaginé pour pallier au manque de réactivité du cycle en cascade. Ce modèle est **une amélioration du modèle en cascade** qui permet, en cas d'anomalie, de limiter le retour aux étapes précédentes [document 7]. Les phases de la partie montante doivent renvoyer de l'information sur les phases en vis-à-vis lorsque des défauts sont détectés afin d'améliorer le produit. De plus, le cycle en V met en évidence la nécessité **d'anticiper et de préparer** dans les étapes descendantes les « attendus » des futures étapes montantes : par exemple, les attendus des tests de validation sont définis lors des exigences.

Le cycle en V est devenu un standard de l'industrie du développement de logiciels et de la gestion de projet depuis les années 1980.



6 Cycle en cascade hérité de l'industrie du BTP.



7 Cycle en V hérité du cycle en cascade.

