



GEL-1001 Design I (méthodologie)

Méthodologie du design - Introduction
Hiver 2020



UNIVERSITÉ
LAVAL

Département de génie électrique
et de génie informatique



Plan de la partie 1

- Design
- Contexte d'ingénierie
- Pourquoi une méthodologie ?
- Projet multi-étapes



Design - Définition

- ❑ Le terme design est couramment utilisé pour décrire l'apparence extérieure ou l'aspect esthétique d'un objet.
- ❑ En ingénierie, ce terme a une définition beaucoup plus étendue qui englobe tous les aspects de la conception d'un produit, à partir de la reconnaissance du besoin jusqu'à sa mise en service.

Design - Les démarches

- ✓ Les démarches **prescriptives** (prédictives)

*La démarche prescriptive permet d'aborder un problème avec méthode et rigueur en adoptant **une approche systématique**.*

*Une telle approche insiste sur la nécessité de **définir de façon exhaustive un problème** avant de s'attarder à proposer des solutions.*

- ✓ Les démarches **descriptives** (adaptatives)

*Ce type de démarche s'apparente à un processus itératif de **conception par essais et erreurs**, l'équipe de concepteurs part souvent **d'un concept de solution envisagé** au lieu de considérer la racine du problème.*

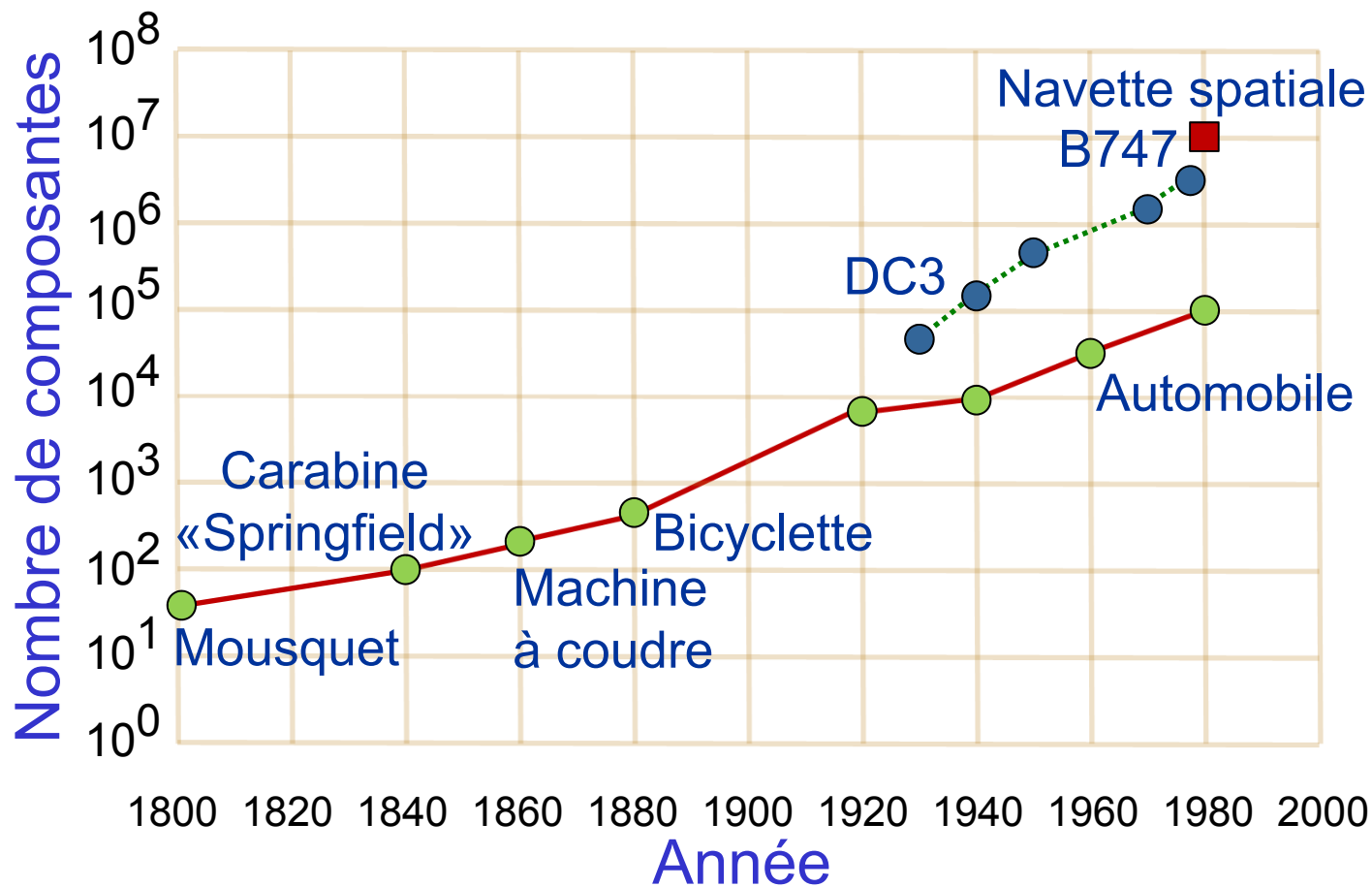


Contexte d'ingénierie...

- Environnement dynamique
 - ✓ Évolution des besoins
 - ✓ Progrès scientifiques et technologiques rapides
 - ✓ Contexte économique et environnemental
 - ✓ Progrès de la concurrence
- Engagement et responsabilité
 - ✓ Sécurité, atteinte des performances, etc.
- Éthique

Contexte d'ingénierie...

Des projets de plus en plus complexes





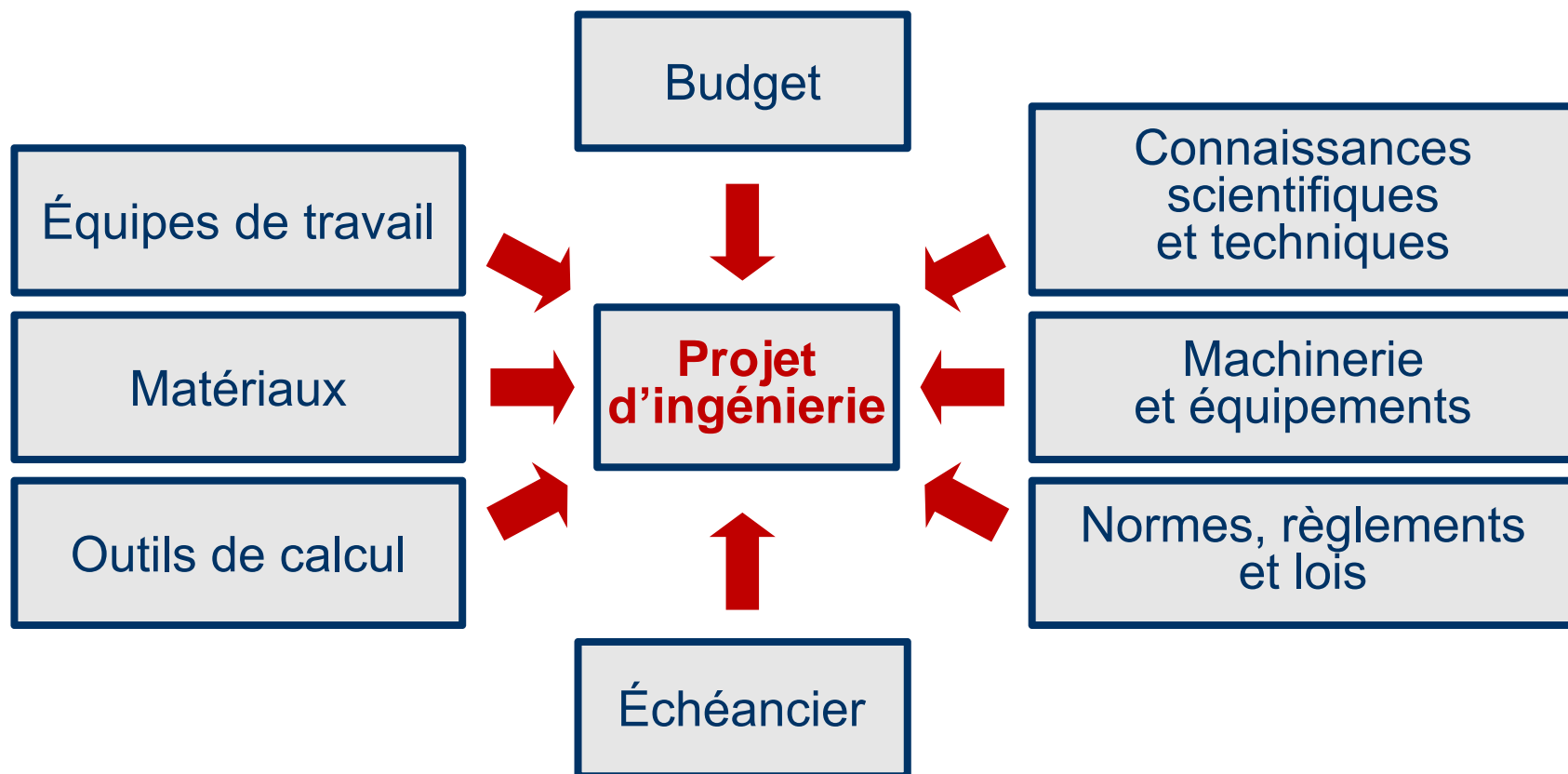
Contexte d'ingénierie...

Des projets multi-disciplinaires

- Complexe hydro électrique de la Baie James
 - ✓ 1700 m³/s – 548 m de dénivelée – 176 000 km²
 - ✓ 9 000 MW de potentiel
 - ✓ 1000 km de routes – 200 M\$
 - ✓ 5 villes – 5 aéroports – 215 digues – 3 centrales
 - ✓ Échéancier 20 ans

- Équipes d'ingénieurs et d'autres professionnels
 - ✓ Géologues, miniers
 - ✓ Hydrologues, civils
 - ✓ Chimistes
 - ✓ Électriciens, mécaniciens, informaticiens

Contexte d'ingénierie



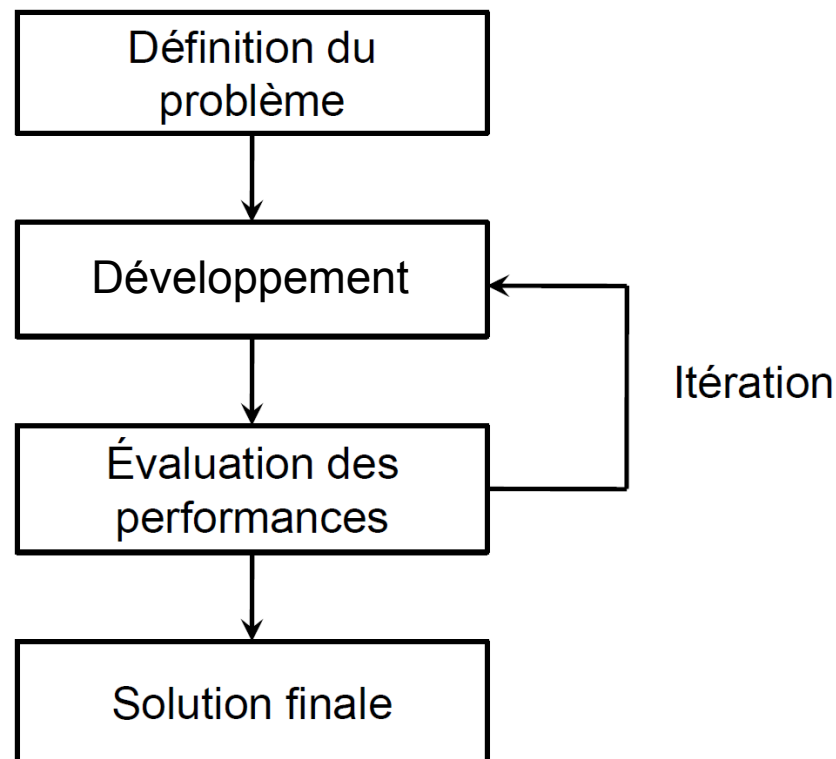


Pourquoi une méthodologie ?

- Pour maximiser les chances de réussite du projet
 - ❑ en encadrant la **créativité**
 - ❑ en gérant
 - ✓ la complexité
 - ✓ l'incertitude et les risques
 - ✓ la multitude de solutions
 - ✓ les ressources
 - ❑ en assurant
 - ✓ la rigueur
 - ✓ la **documentation**

Méthodologie de design

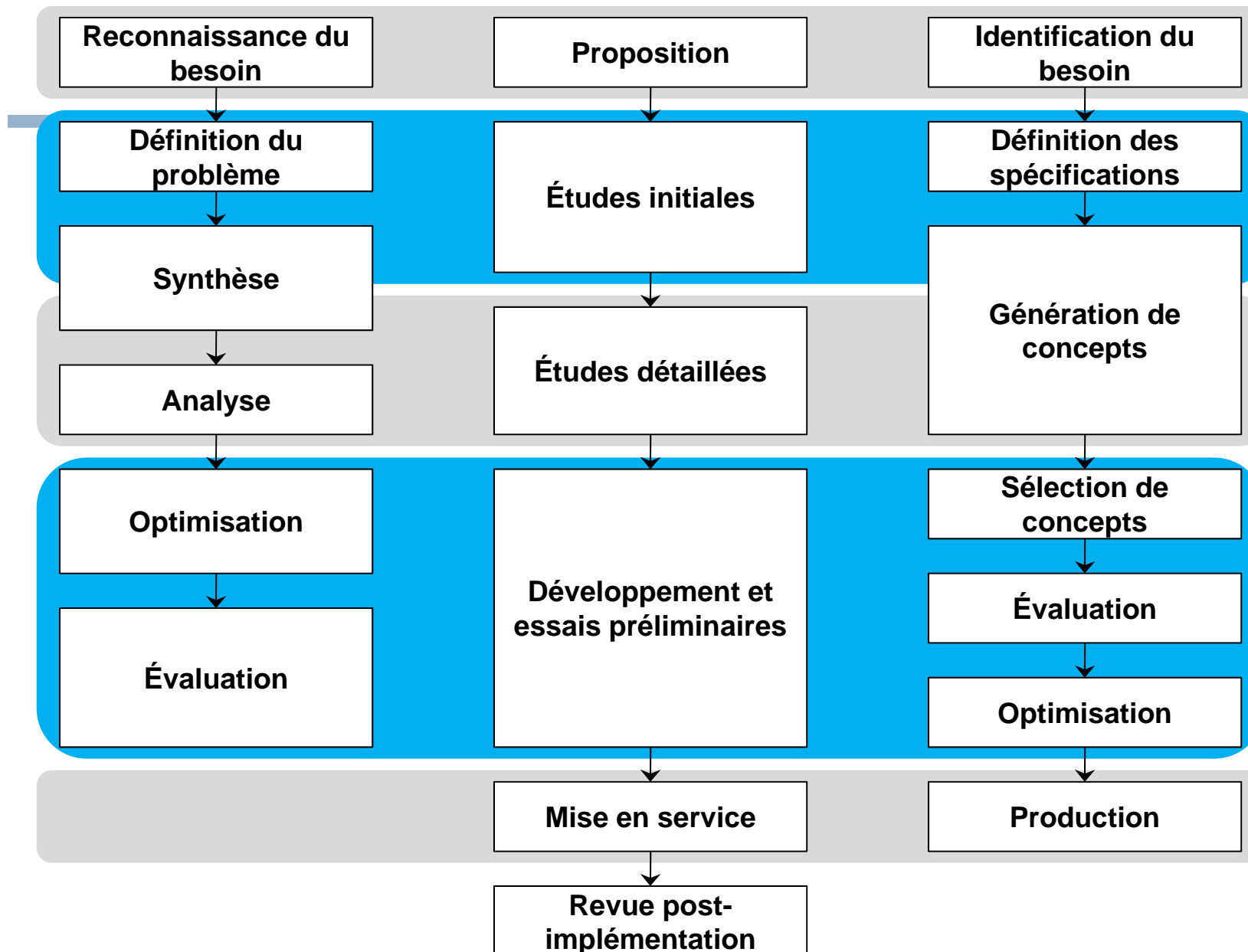
- Il n'existe pas une méthodologie unique de conception de produit



Childs [1]

Buttrick [2]

Ulrich & Eppinger [3]





Projet multi-étapes...

Dans un cadre général

- ❑ Réalisation d'étapes successives et indépendantes dont les objectifs sont clairement définis en tout début de parcours.
- ❑ Chaque étape est complétée par une phase d'évaluation, qui porte l'appellation de portail.
- ❑ L'utilisation d'une telle approche permet de réduire les risques de faire fausse route en cours de projet.



Projet multi-étapes...

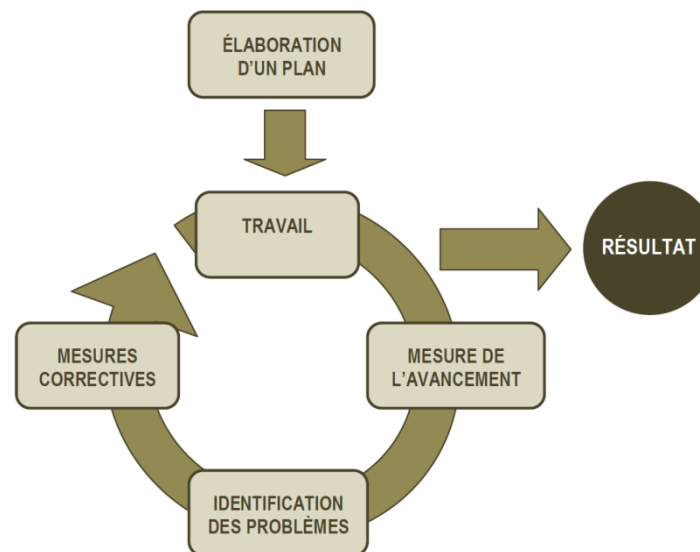
Dans le cadre de Design I (méthodologie)

- ❑ Les étapes sur lesquelles le processus utilisé dans le cours insiste s'étendent de la **définition des caractéristiques du produit** à l'obtention d'une **solution optimale**, en passant par la proposition de **plusieurs idées de solutions**.
- ❑ Ces étapes ne **reflètent qu'une fraction (moitié)** de la structure de gestion d'un projet multi-étapes.

Projet multi-étapes...

1. ÉTAPES

- ❑ **Périodes d'une durée prédéterminée** au cours desquelles les tâches sont accomplies par l'équipe de travail.



Étape de travail typique
(Tirée de Buttrick, 2002)

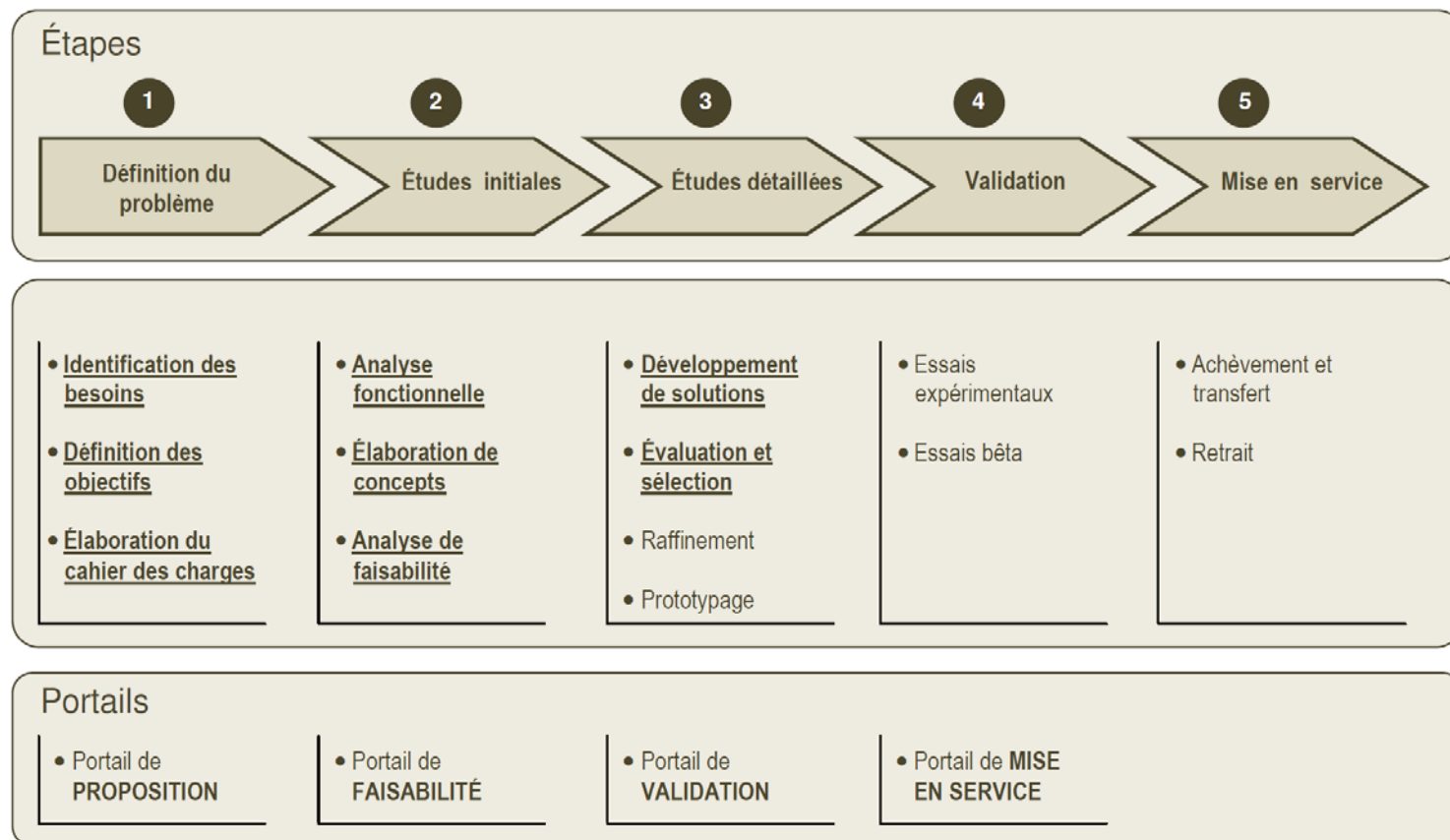
Projet multi-étapes...

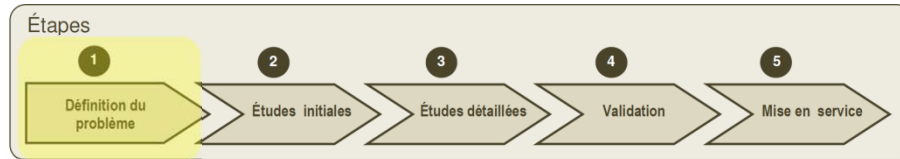
2. PORTAILS

- ❑ Les portails sont des éléments ponctuels qui permettent d'évaluer l'atteinte des objectifs d'une étape et de valider la pertinence de poursuivre le projet.
- ❑ À chaque portail, il est nécessaire de s'interroger sur :
 - ✓ La viabilité du projet
Le projet est-il viable en lui-même? La stratégie de l'entreprise est-elle respectée? Les risques associés sont-ils acceptables?
 - ✓ La priorité du projet
Est-ce que des projets plus importants sont à entreprendre ou à poursuivre au détriment de ce projet? Le projet risque-t-il de mettre en péril des projets prioritaires?
 - ✓ L'état des finances
L'entreprise a-t-elle les ressources financières nécessaires à la poursuite du projet?

Projet multi-étapes...

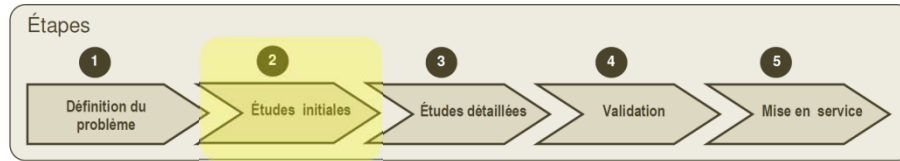
3. STRUCTURE D'UN PROJET DE CONCEPTION EN INGÉNIERIE





Définition du problème

- Pierre angulaire du projet
- Analyse détaillée des besoins du client
- Éléments à définir
 - ✓ **Besoins** : données et contraintes du problème
 - ✓ **Objectifs** : résultats attendus
 - ✓ **Cahier des charges** : critères d'évaluation
- Fin lorsque l'équipe dispose de suffisamment d'information pour la recherche de concepts
- Livrables : **proposition** et **cahier des charges**



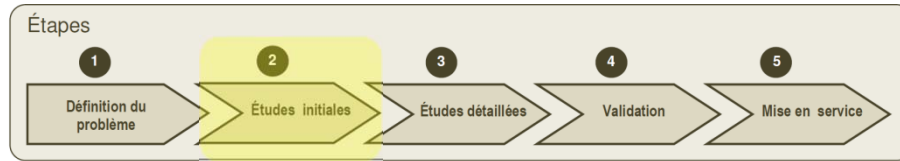
Études initiales...

■ Analyse fonctionnelle

- ✓ Décomposition fonctionnelle du problème en sous-problèmes indépendants
- ✓ **Diagramme fonctionnel** montrant les intrants, les fonctions et les extrants du système

■ Élaboration de concepts

- ✓ Inventaire de toutes les idées susceptibles d'aider à résoudre les sous-problèmes
- ✓ Classification des idées selon les fonctionnalités
- ✓ Proposition de concepts viables, complets et variés
- ✓ Rédaction des **descriptions de concepts**



Études initiales

■ Analyse de faisabilité

✓ Première épuration des concepts

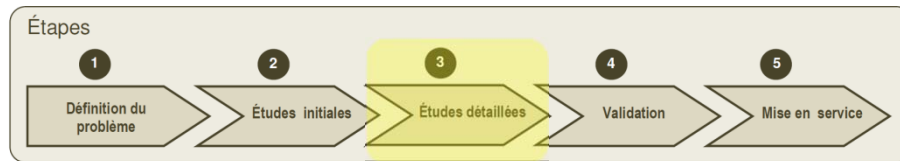
- ▶ Procurer rapidement l'information sur les chances de réussite ou de faillite du projet

✓ Brève étude des concepts

- ▶ Respectent-ils les contraintes ?
- ▶ Atteignent-ils un seuil minimal de performance ?

✓ **Synthèse de faisabilité** sous forme de tableau pour évaluer les aspects :

- ▶ Physiques, économiques, temporels et socio-environnementaux



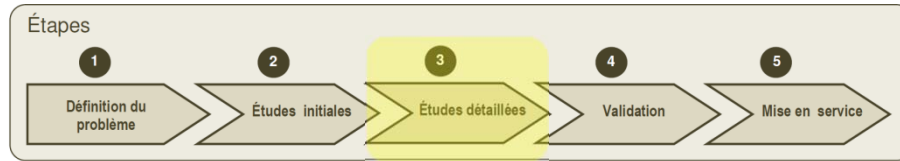
Études détaillées...

■ Développement de solutions

- ✓ Retour sur la définition du problème
- ✓ Développement de concepts de solution globaux pour quantifier la performance en fonction du cahier des charges
- ✓ **Rapport de développement** présenté sous forme de tableau synthèse

■ Évaluation et sélection

- ✓ Réévaluation de la pertinence des critères d'évaluation en fonction des nouvelles informations obtenues
- ✓ **Rapport d'évaluation** : i) Élaboration d'une matrice décisionnelle pour permettre un choix objectif, ii) Analyse du choix du concept de solution global retenu



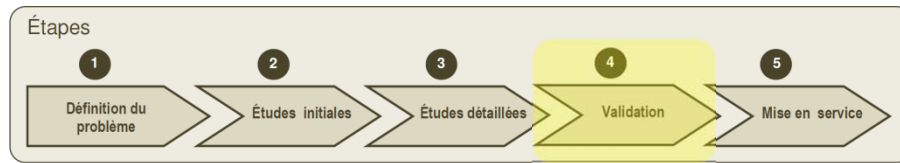
Études détaillées

■ Raffinement et mise en plan

- ✓ La solution retenue ne répond pas nécessairement de façon optimale à l'ensemble des critères de sélection
- ✓ Correction d'éventuels éléments négatifs subsistants
- ✓ **Plan de raffinement** : stratégie proposée pour combler les lacunes

■ Prototypage

- ✓ Premier exemplaire d'un produit construit avant la fabrication en série
- ✓ Validation expérimentale de certaines fonctionnalités du produit dans le cadre d'essais préliminaires
- ✓ Permettent de raffiner le concept



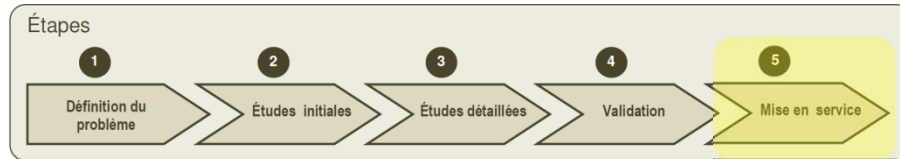
Validation

■ Essais expérimentaux

- ✓ Élaboration d'un plan d'essais
- ✓ Validations effectuées sur les prototypes en **environnement rigoureusement contrôlé**
- ✓ Les résultats des essais expérimentaux sont souvent nécessaires à l'obtention d'un prototype complet

■ Essais bêtas

- ✓ Validations sur des prototypes complets, dans des **conditions d'utilisation réelles**
- ✓ Rapports de validation
- ✓ Rapport d'avancement « prêt pour la mise en service »



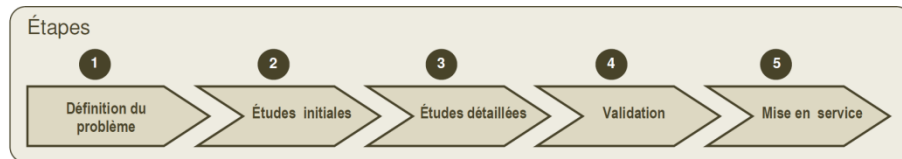
Mise en service

■ Achèvement et transfert

- ✓ Diffusion du produit à l'extérieur de l'entreprise
- ✓ Mise à la disposition du marché et des utilisateurs

■ Retrait

- ✓ **Rapport de clôture de projet** : document interne à l'organisation qui résume toute information associée au projet dans son ensemble
- ✓ Bases qui conditionnent une éventuelle nouvelle collaboration entre les parties



Revue post-implémentation

- ✓ Quelques mois après la fin du projet, la **revue post-implémentation** vérifie si le projet a atteint ses objectifs et si ses résultats sont conformes aux attentes initiales.
- ✓ La revue post-implémentation n'a pas lieu immédiatement après la mise en service pour que les résultats du projet puissent être évalués.

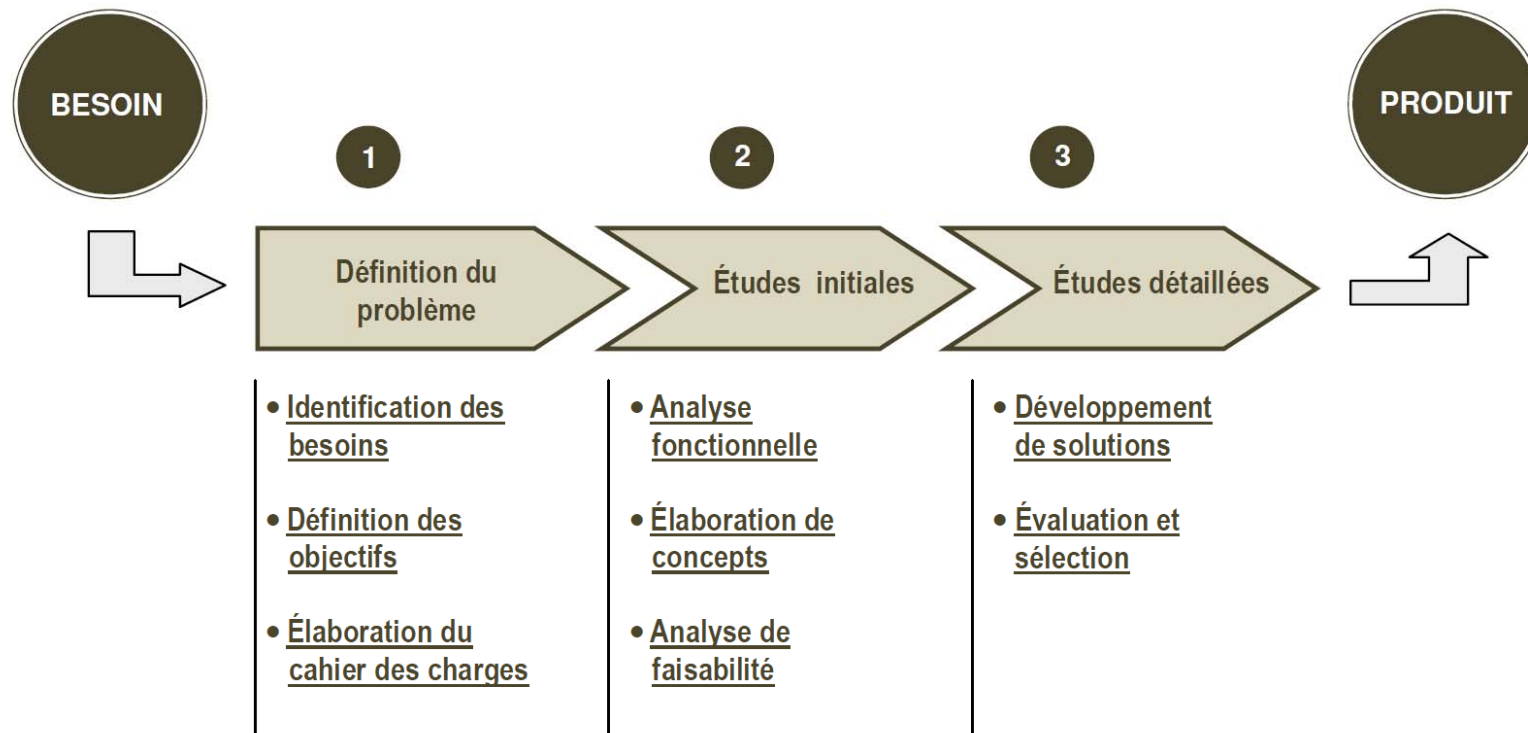


Plan de la partie 2

- Méthodologie préconisée
- Liens avec le rapport à livrer

Méthodologie préconisée...

Processus de conception de produit proposé dans le cadre du cours.



Méthodologie préconisée

Aspect itératif du processus de design

ÉTAPE	SOUS-ÉTAPE	PHASE (I = ITÉRATION)
Définition du problème	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identification des besoins ▪ Définition des objectifs ▪ Élaboration du cahier des charges 	Définition
Études initiales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analyse fonctionnelle ▪ Élaboration de concepts 	Développement (i = 1)
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analyse de faisabilité 	Évaluation (i = 1)
Études détaillées	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Développement des solutions 	Développement (i = 2)
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Évaluation et sélection 	Évaluation (i = 2)

Chapitres du rapport à livrer

<i>chapitre</i>	<i>longueur maximale</i>
Introduction	1 page
Description	1 page
Besoins et objectifs	3 4 pages
Cahier des charges	9 10 pages
Conceptualisation et analyse de faisabilité	23 26 pages
Étude préliminaire	18 23 pages
Concept retenu	5 pages

Lien entre les étapes de la méthodologie préconisée et les chapitres du rapport à livrer



Méthodologie préconisée	Chapitre du rapport	Version
	Introduction Description	0
Définition du problème	Besoins et objectifs Cahier des charges	1
Études initiales	Conceptualisation et analyse de faisabilité	2
Études détaillées	Étude préliminaire	Finale
	Concept retenu	Finale



Références

- [1] **Childs, P.R.N. (2004).** « Mechanical Design », Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford, UK, 358 p.
- [2] **Buttrick, R. (2002).** « Gestion de projet en action », Éditions Village Mondial, Paris/Pearson Education, France, 459 p.
- [3] **Ulrich, K.T. and Eppinger, S.D. (2000).** « Product Design and Development », Irwin McGraw-Hill, USA, 358 p.