



Cycle de vie du produit

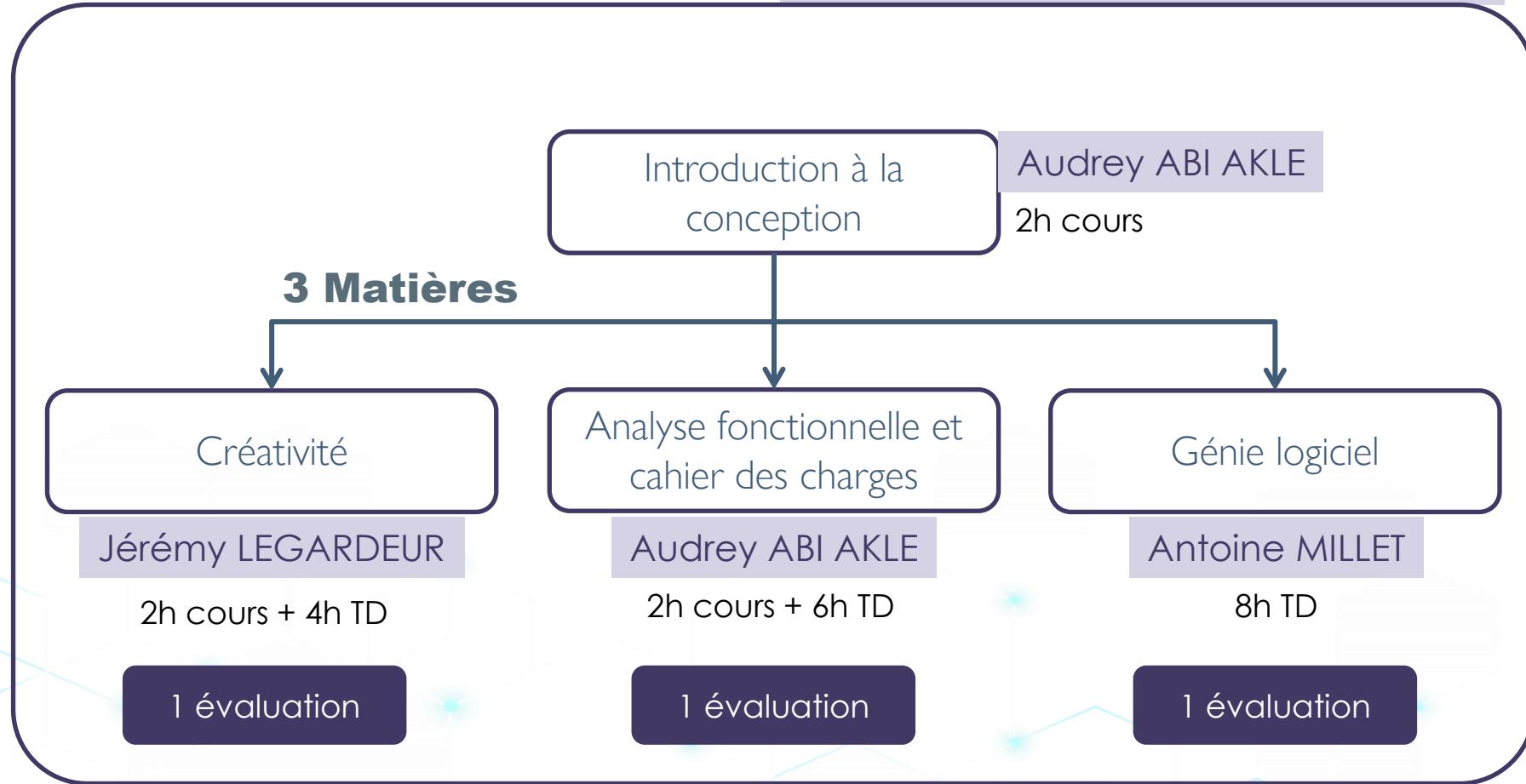
Introduction à la conception

Audrey ABI AKLE

Organisation du module de cours

Cycle de vie du produit

Resp.Module : Audrey ABI AKLE



Objectifs du module de cours

- Acquérir une vision globale centrée sur le produit
 - Être capable de formaliser le cycle de vie d'un produit donné
 - Être capable d'identifier les différents éléments (humains ou non) en interaction avec le produit
- Être capable d'appliquer des méthodes d'ingénierie et de génie logiciel dans les premières phases de conception d'un produit physique ou logiciel
 - Être capable de distinguer différentes étapes de conception
 - Être capable d'appliquer des outils de l'analyse fonctionnelle
 - Être capable de produire un cahier des charges
 - Être capable d'intégrer des techniques de créativité

Plan

Cours « Introduction à la conception »

La conception

Les processus de conception

Le cycle de vie d'un produit

Pour quels résultats ?

Pour qui/quoi?

Par quels moyens?

La conception?

Quoi?

Qui fait la conception?

Par quoi?

Dans quel but ?



THE UNIVERSITY OF
SYDNEY



Imperial College
London



Carnegie
Mellon
University



TAIWAN
TECH
NATIONAL TAIWAN UNIVERSITY
OF SCIENCE AND TECHNOLOGY



Northwestern
University



University of
Strathclyde
Glasgow



AT
TEXAS A&M
UNIVERSITY.



USC University of
Southern California

SUNG KYUN KWAN
UNIVERSITY



Technical
University of
Denmark

University of
BRISTOL

JAI
ST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY
1990

UC San Diego

TEL AVIV
UNIVERSITY
תַּל אֲבִיב
UNIVERSITY

ETH zürich



香港科技大學
THE HONG KONG
UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

TECHNISCHE UNIVERSITÄT
ILMENAU

SUTD
SINGAPORE UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY AND DESIGN

CentraleSupélec



POLITECNICO
DI TORINO

UNIVERSITY OF
CAMBRIDGE

Design Science

Editorial

Design Science: Why, What and How

Panos Y. Papalambros

The *Design Science* journal is a designed product, maybe also a designed product-service system. After all the insights, experiences, data collections and scientific analyses have played their role, bringing a design into existence remains an act of faith. This journal is no exception. It is a collective act of faith by a large number of people who have put themselves forth as authors, readers, editors, reviewers, producers and sponsors. Why do we believe in this journal? What are its scope and purpose? How will we achieve them? We share our thoughts on these questions below.

We start with a discussion of the 'why' as it emerged from my own interactions with the community. Next we address the 'what' question. We asked our Editorial Board to offer an individual statement on the 'what' of design science: what they see as current and future design science research. We include their verbatim responses followed by John Gero's synthesis of the Board's ideas. Finally, we discuss the practicalities of how the journal hopes to support the 'what' vision in the years to come.

The connecting thread throughout the discussion here is the collective desire to build avenues of communication and understanding for an open, inclusive, boundary-crossing design community.

Why

Design as a recognized discipline is a relative newcomer in the research community. An established discipline involves both creation and dissemination of knowledge. In an academic setting, creation of knowledge is supported by research and dissemination of knowledge by education. Design research and education derive strong benefits from a more explicit use of the scientific method. Design is both art and science. Approaching design knowledge with the scientific method does not and should not negate art's presence in design; it is simply a matter of focus.

Design science studies the creation of artifacts and their embedding in our physical, psychological, economic, social and virtual environments. Good design improves our lives through innovative, sustainable products and services, creates value, and reduces or eliminates the negative unintended consequences of technology deployment. Bad design ruins our lives. In design science, product and system design is addressed by combining analysis and synthesis, and drawing from many scientific disciplines.

While this combination has become a discipline in its own right, the need to bring many diverse disciplines to bear on design is a critical element of good design and of good design science research. Thus, design *happens* in a diversity

Corresponding author
Panos Y. Papalambros
editor@descj.org

Published by Cambridge University Press
© The Author(s) 2015
Distributed as Open Access under a CC-BY 4.0 license
(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Des. Sci., vol. 1, e1

journals.cambridge.org/dsj
DOI: 10.1017/dsj.2015.1



CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS

Intro. Conception

Quelques réponses inspirantes

« **Phénomène merveilleux** par lequel les êtres humains sont en mesure d'envoyer certains de leurs semblables pour marcher sur la Lune ou pour voyager à la vitesse du son, mais aussi pour résoudre des problèmes simples du quotidien. »

Jean-Francois Boujut



Audrey ABI AKLE



Intro. Conception



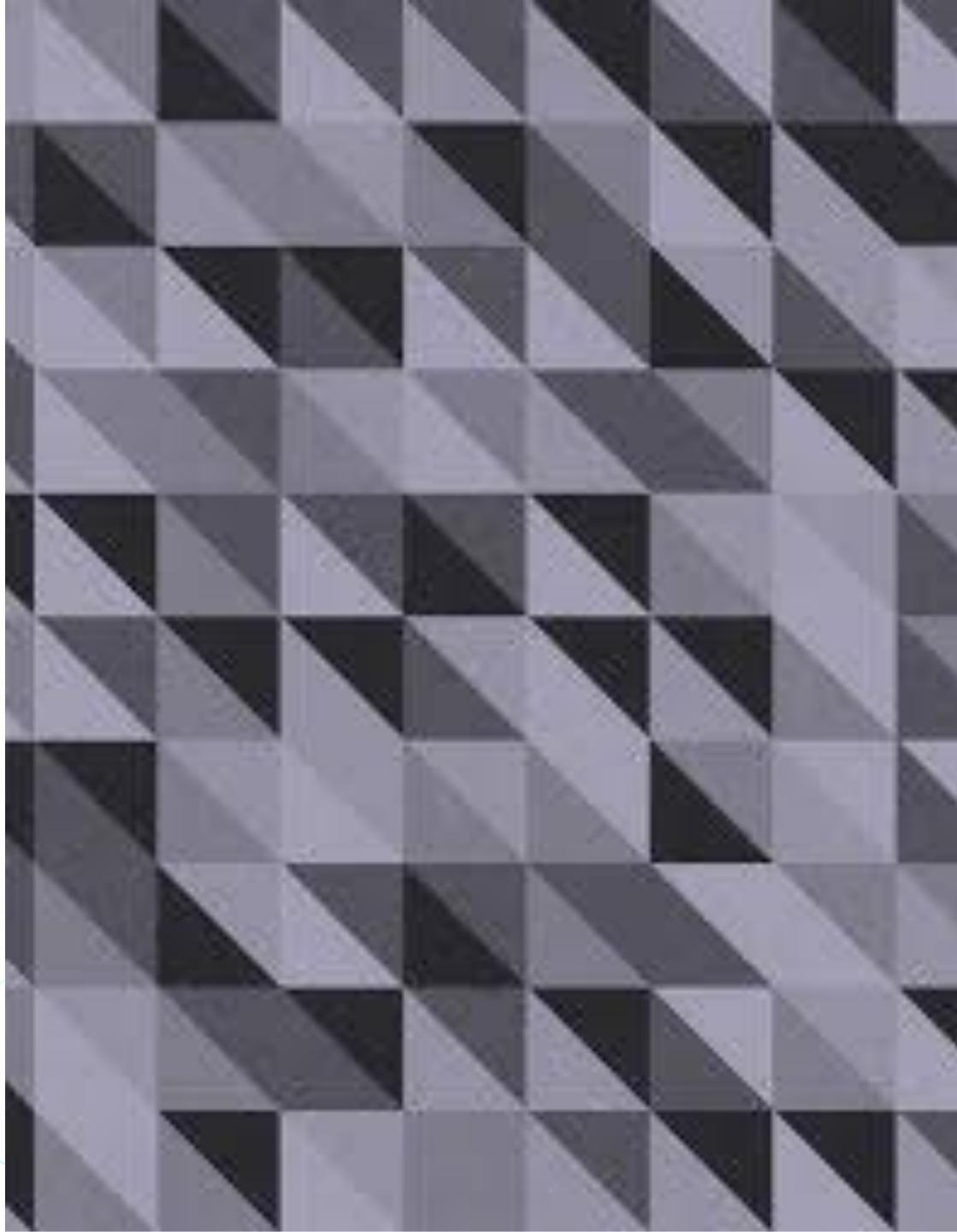
La conception... c'est quoi?

Le design est une **activité humaine** d'identification et d'élaboration de **concepts** et de réalisations **d'artefacts** qui permettent d'atteindre les **objectifs** dans diverses situations environnementales.

[Yan Jin]

La conception désigne le **résultat** ainsi que le **processus de création** de biens, services et tout **système socio-technique artificiel**.

[Bernard Yannou]



Définition “Artefact”

- Structure ou phénomène d'origine artificielle ou accidentelle qui altère une expérience ou un examen portant sur un phénomène naturel [Larousse]
- Les artefacts sont des produits de l'action humaine. [Pawel Garbacz]
- **Qui a été produit par l'humain pour rendre un service**



Audrey ABI AKLE

© Mediartivista 2014



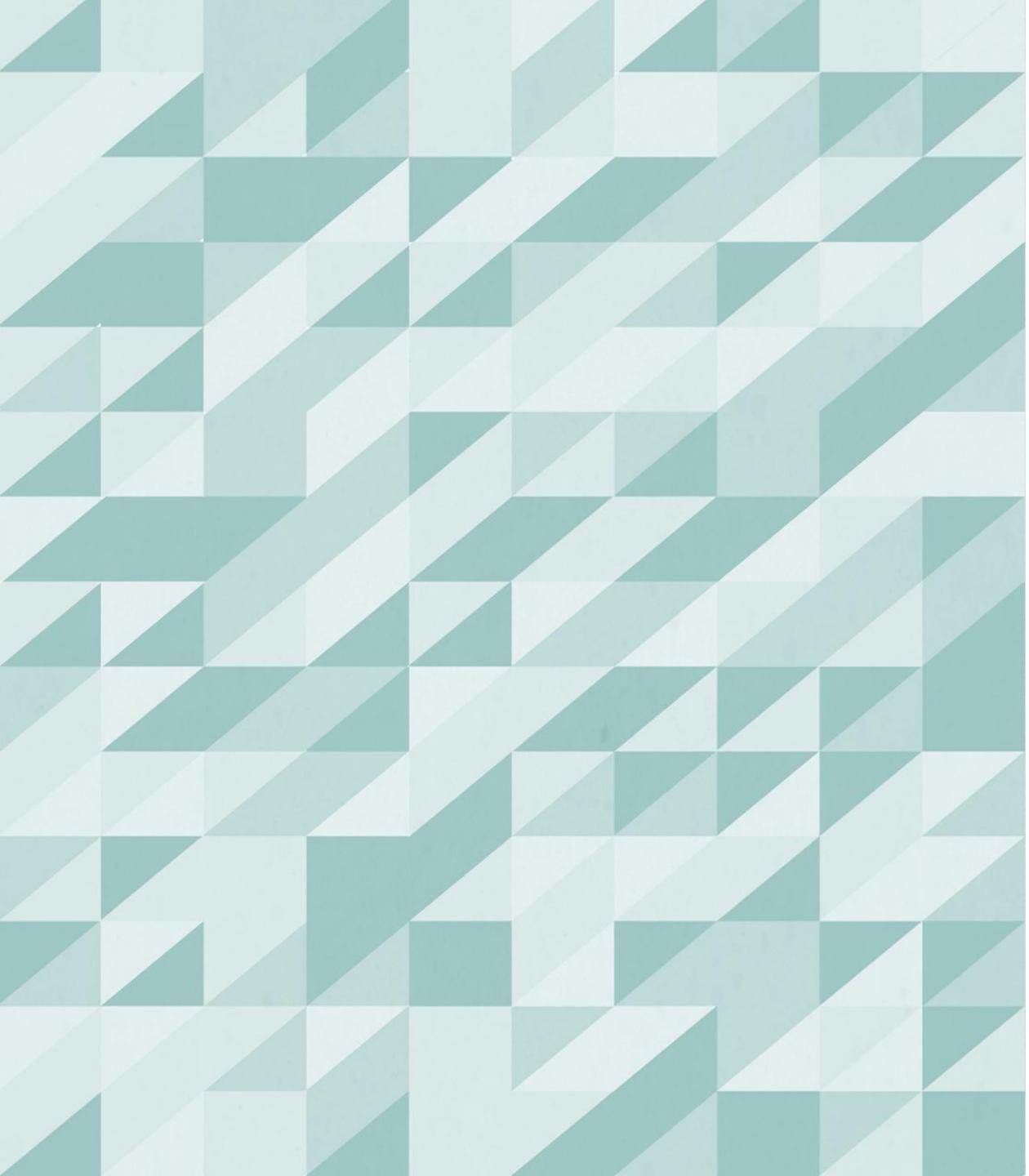
Intro. Conception

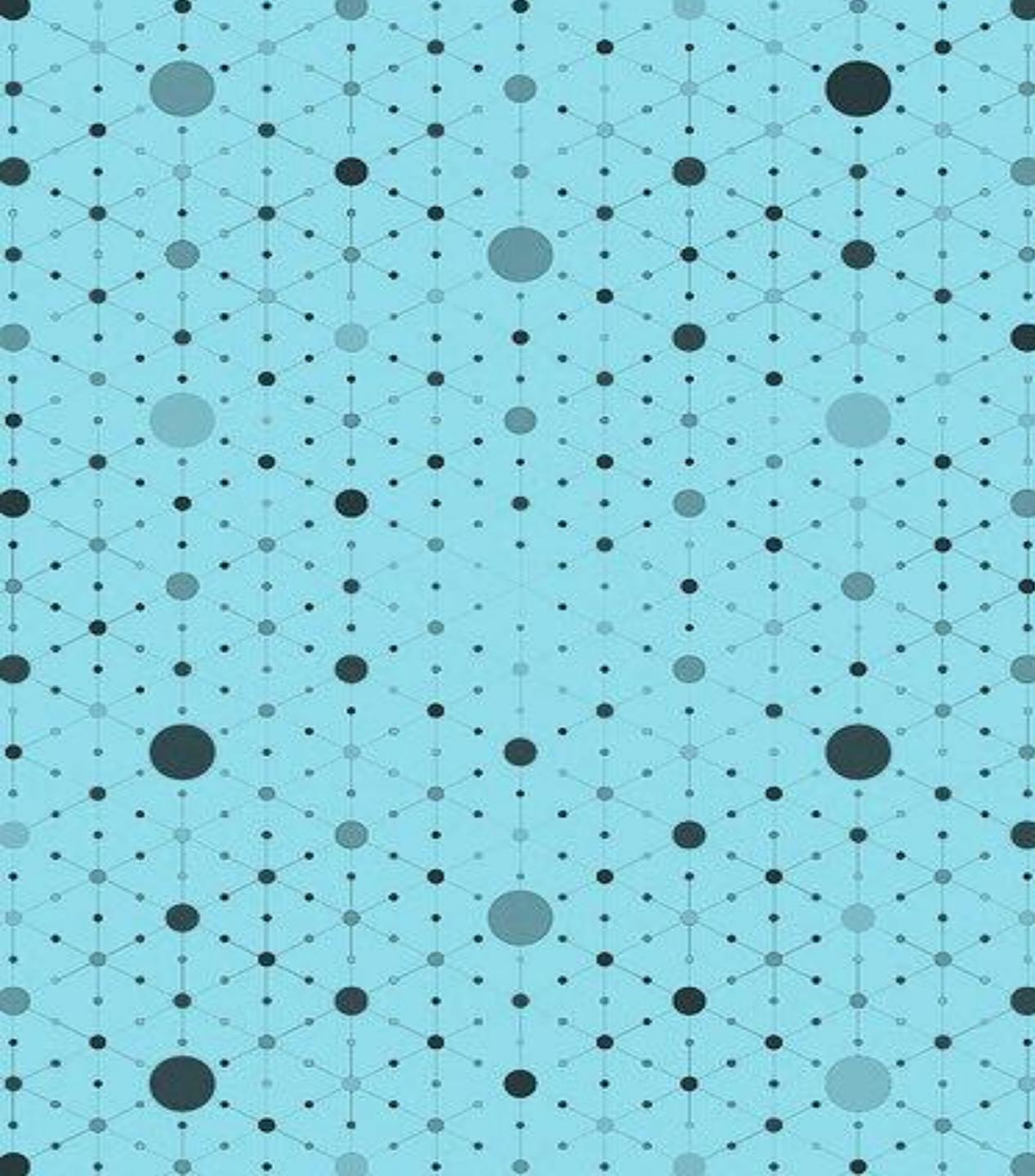
14

Qui réalise la conception?

La conception est de plus en plus identifiée comme une activité qui fait partie intégrante du travail dans diverses disciplines, de la gestion à l'ingénierie aux sciences humaines, à l'architecture, aux arts médiatiques et aux sciences et plus encore.

[Terry Knight]





Pour qui, quoi, quels résultats?

Le design est de concevoir et de fabriquer des artefacts dans les **Contraintes** de la nature, de l'homme et de la société. Les objets de la conception d'artefacts peuvent être sous la forme de produits ayant des **propriétés physiques** ou sous forme de **services** avec des activités humaines, ainsi que sous la forme de produits et de services intégrés.

[Yong Se Kim]

Les produits deviennent / sont devenus **plus que des produits physiques**, y compris des systèmes, des technologies et des services numériques ... Concevoir à la fois les produits et leur expérience à l'utilisateur.

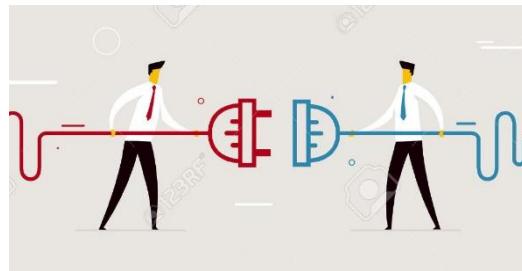
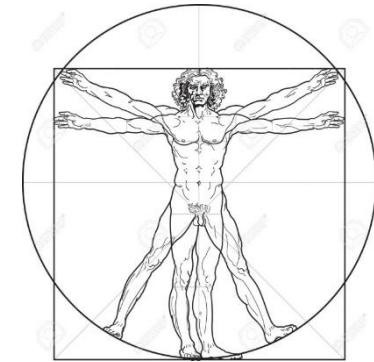
[Saeema Ahmed-Kristensen]

Par quoi? Dans quel but ? Par quels moyens?

Le design ne se limite plus aux artefacts tels que les produits manufacturés, les machines ou les bâtiments. la conception est aujourd'hui considérée comme un outil essentiel pour résoudre de manière créative les problèmes dans les entreprises et la société, ainsi qu'une compétence clé pour les gestionnaires modernes. [Marco Cantamessa]

La conception commence avec les utilisateurs en trouvant leurs besoins et se termine avec les utilisateurs en livrant une réponse à leurs besoins [...] La conception réussie des produits dépend beaucoup de la clarté et de l'intégralité de la compréhension des besoins d'un client intégré dans l'expérience des utilisateurs.

[Mitchell M. Tseng]

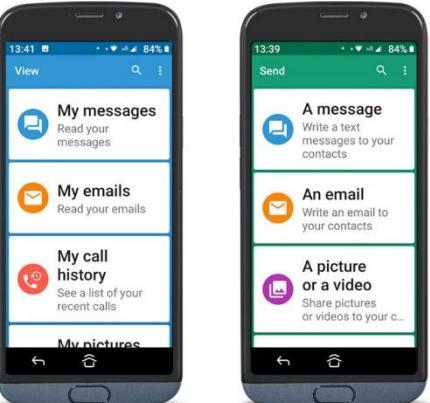


LES QUESTIONS À SE POSER

selon Kristi Bauerly de Apple Inc.

Les questions à se poser selon Kristi Bauerly de Apple Inc.

- Le design s'adapte-t-il aux utilisateurs de tous les âges?



Doro 8100le – Smartphone pour Séniors



Samsung S24 ultra

Intro. Conception

Audrey ABI AKLE

Les questions à se poser selon Kristi Bauerly de Apple Inc.

- Quel est son impact sur les personnes de différentes cultures?

OP
T
201



Cocacola.fr

Audrey ABI AKLE



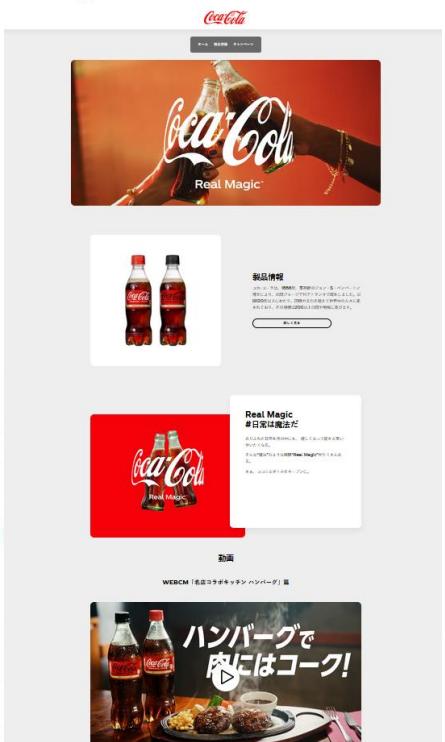
cocacola.co.jp

Intro. Conception

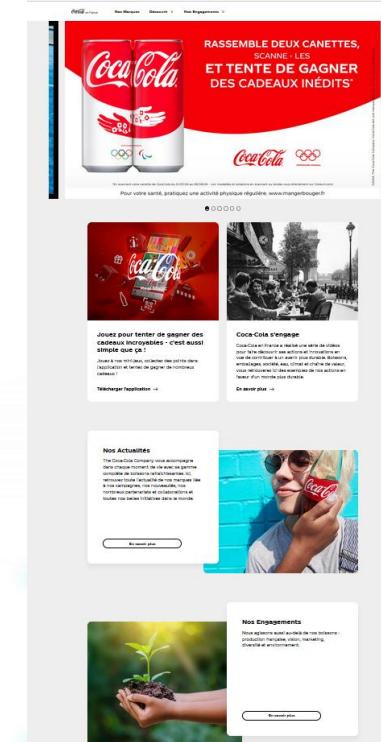
Les questions à se poser selon Kristi Bauerly de Apple Inc.

- Quel est son impact sur les personnes de différentes cultures?

2024



Cocacola.fr

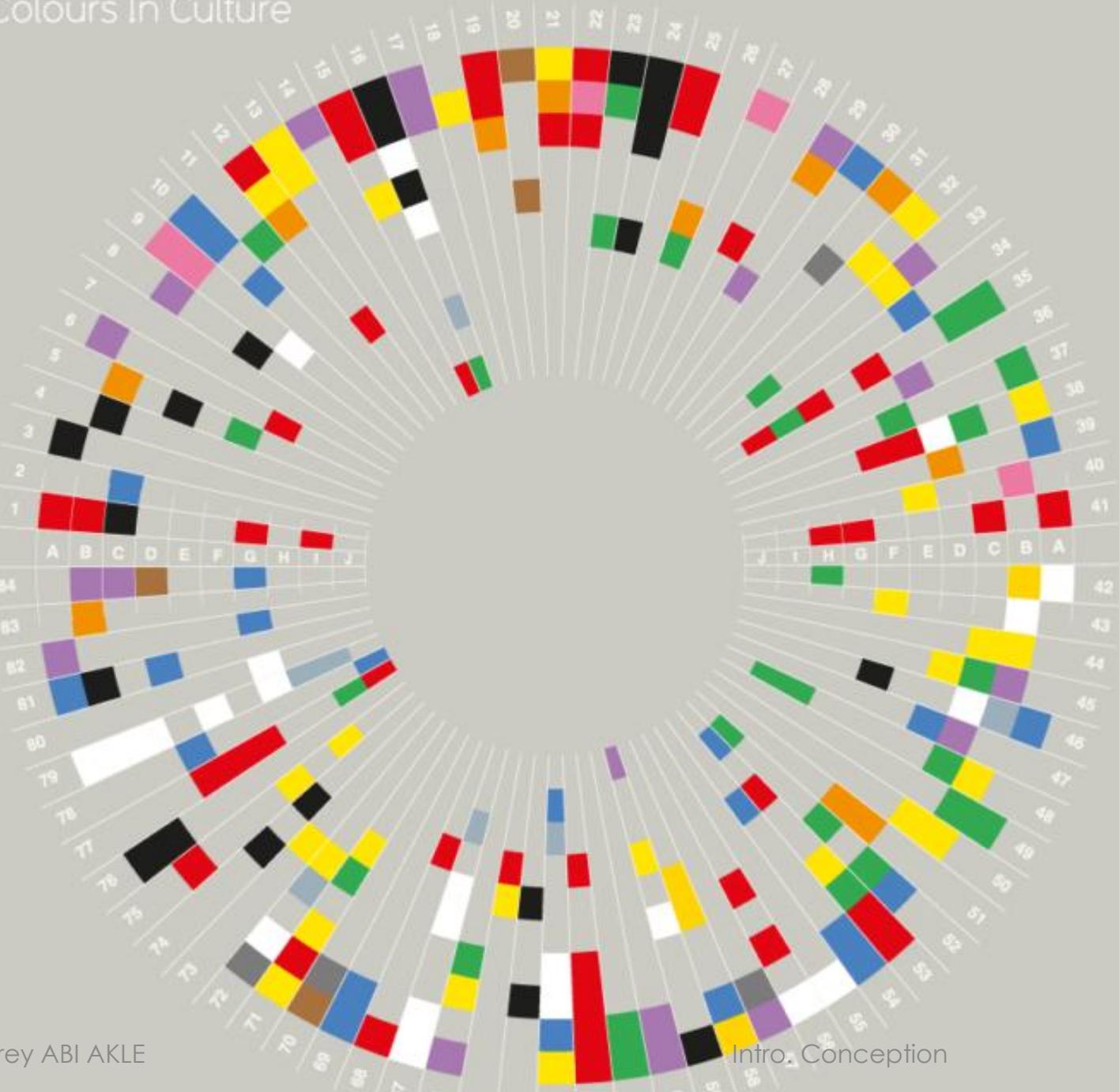


cocacola.co.jp

Intro. Conception

Audrey ABI AKLE

Colours In Culture



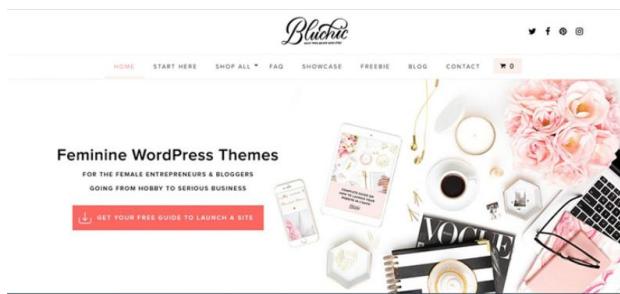
- | | | |
|----------------------|--------------------|----------------|
| A Western / American | 1 Anger | 19 Desire |
| B Japanese | 2 Art / Creativity | 20 Earthy |
| C Hindu | 3 Authority | 21 Energy |
| D Native American | 4 Bad Luck | 22 Erotic |
| E Chinese | 5 Balance | 23 Eternity |
| F Asian | 6 Beauty | 24 Evil |
| G Eastern European | 7 Calm | 25 Excitement |
| H Muslim | 8 Celebration | 26 Family |
| I African | 9 Children | 27 Femininity |
| J South American | 10 Cold | 28 Fertility |
| | 11 Compassion | 29 Flamboyance |
| | 12 Courage | 30 Freedom |
| | 13 Cowardice | 31 Friendly |
| | 14 Cruelty | 32 Fun |
| | 15 Danger | 33 God |
| | 16 Death | 34 Gods |
| | 17 Decadence | 35 Good Luck |
| | 18 Deceit | 36 Gratitude |

- | | | |
|-----------------|-------------------|---------------------|
| 37 Growth | 55 Luxury | 73 Royalty |
| 38 Happiness | 56 Marriage | 74 Self-cultivation |
| 39 Healing | 57 Modesty | 75 Strength |
| 40 Healthy | 58 Money | 76 Style |
| 41 Head | 59 Mourning | 77 Success |
| 42 Heaven | 60 Mystery | 78 Trouble |
| 43 Holiness | 61 Nature | 79 Truce |
| 44 Illness | 62 Passion | 80 Trust |
| 45 Insight | 63 Peace | 81 Unhappiness |
| 46 Intelligence | 64 Penance | 82 Virtue |
| 47 Intuition | 65 Power | 83 Warmth |
| 48 Religion | 66 Personal power | 84 Wisdom |
| 49 Jealousy | 67 Purity | |
| 50 Joy | 68 Radicalism | |
| 51 Learning | 69 Rational | |
| 52 Life | 70 Reliable | |
| 53 Love | 71 Repels Evil | |
| 54 Loyalty | 72 Respect | |

Intro. Conception

Les questions à se poser selon Kristi Bauerly de Apple Inc.

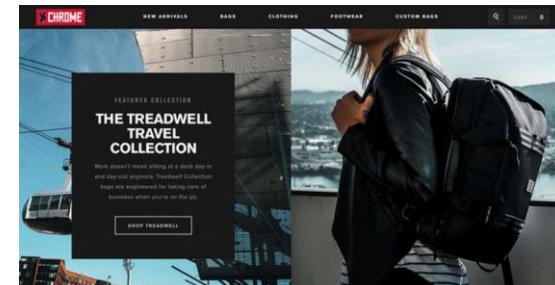
- Comment l'**ethnicité**, l'**éducation** et le **sexe** ont-ils une incidence sur un design?



Site web féminin



Site web neutre



Site web masculin

FEMININE FONTS

tend to be smooth, curved, flowing and rounded.

Atlanta

Chicago

Denver

Boston

MASCULINE FONTS

tend to have straight lines, strong serifs, geometric spacing and thick strokes.

PHOENIX

Jackson**AUSTIN**

Albany

GENDER NEUTRAL FONTS

include "classic" fonts that are considered readable and safe for web use.

Roboto

Bookman

Garamond

ITC Bauhaus

Pourquoi est-ce ridicule ?



Audrey ABI AKLE

Intro. Conception

28

Pourquoi est-ce ridicule ?

- L'exemple du Coca Zéro
 - Paradoxe mis en lumière par cette étude:
 - les hommes semblent bien plus intéressés que les femmes par les produits genrés, alors que les lancements semblent généralement cibler ces dernières.
 - Pourtant, celles-ci semblent bien plus surprenantes que ce que les publicitaires peuvent imaginer:
 - l'exemple type est celui du Coca Zéro, lancé à grand renfort de millions afin de viser la cible masculine, en opposition au Coca light.



Pourquoi est-ce ridicule ?

Lessives pour
tous



Lessives pour
homme



Les questions à se poser selon Kristi Bauerly de Apple Inc.

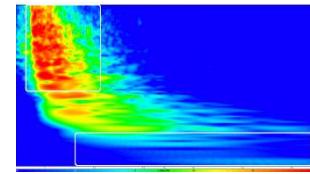
- Comment concevons-nous des « capacités » variées pour la **vue**, l'**ouïe**, le **goût**, l'**odorat**, le **toucher**, la **douleur**, l'**équilibre**, les **vibrations** et la **température**?

the new BMW 4 Series Gran Coupe is “a sporty car, so the door isn’t supposed to sound too heavy. It can’t sound too light, because a light door wouldn’t convey the right aspects of quality and safety. But it’s not supposed to sound too heavy, either. It should have a precise sound.”

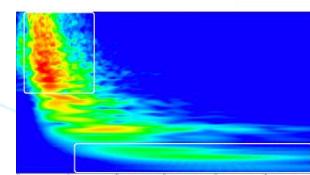
By contrast, “the BMW 7 Series would be a bit softer maybe, a bit darker in the sound as it’s our flagship sedan.”



product sound design chez bmw



Prototype série 4



Corrigé

Les questions à se poser selon Kristi Bauerly de Apple Inc.

- The sound of a Lexus UX car door closing was designed in a way that appeals to the human mind. Lexus acoustic engineers worked with neurologists to create the ultimate car door sound, one that produces a solid, satisfying, reassuring tone.



Les questions à se poser selon Kristi Bauerly de Apple Inc.

- Le design est-il **intuitif**? Est-ce **sûr**? Est-ce **adapté** au corps humain? Est-ce **confortable**? Est-ce **perceptible**?



Benjamin Eisenstadt



DYSON Airblade
Wash&Dry



Intro. Conception

Audrey ABI AKLE

Les questions à se poser selon Kristi Bauerly de Apple Inc.

- Est-ce qu'il s'intègre avec d'autres produits et interfaces pour optimiser l'**attention, la concentration et l'effort**?



Attirer l'attention



S'intégrer dans l'environnement

Les questions à se poser selon Kristi Bauerly de Apple Inc.

- Est-ce qu'il s'intègre avec d'autres produits et interfaces pour optimiser l'**attention, la concentration et l'effort**?



S'intégrer dans l'environnement ou attirer l'attention ?

Les questions à se poser selon Kristi Bauerly de Apple Inc.

- Est-ce qu'il s'intègre avec d'autres produits et interfaces pour optimiser l'**attention, la concentration et l'effort?**

2013 : voiture silencieuse



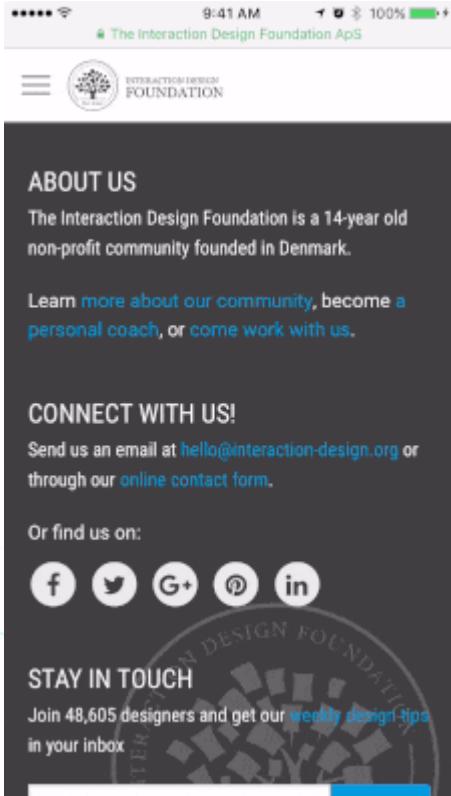
Norme européenne : 1er juillet 2019, les voitures électriques sont obligées de faire du bruit



Bruiteurs à faible vitesse des véhicules électriques

Les questions à se poser selon Kristi Bauerly de Apple Inc.

- Les utilisateurs peuvent-ils **effectivement et efficacement interagir avec eux et fonctionner de manière optimale?**



Audrey ABI AKLE

L'une des inventions les plus populaires d'Apple dans leur système d'exploitation mobile, est la création du défilement élastique, où dans certaines situations (comme à la fin d'une page Web), le défilement devient de plus en plus difficile.

La friction a été ajoutée pour indiquer les situations où le défilement n'est plus autorisé: l'effet est une expérience interactive intuitive.

Intro. Conception

Les questions à se poser selon Kristi Bauerly de Apple Inc.

- Le design répond-il à un **besoin**? Est-ce que cela **améliore la vie** de l'utilisateur et des humains en général?



Aspirateur Dyson

L'aspirateur Dyson est conçu à partir de matériaux solides et légers à la fois, tels que la céramique qui est durcie à une température de 1600°C, ce qui la rend plus légère que le plastique standard.

Les questions à se poser selon Kristi Bauerly de Apple Inc.

- Est-ce **attrayant**? Les utilisateurs sont-ils **intrigués** par cela? Cela rend les gens **heureux**?



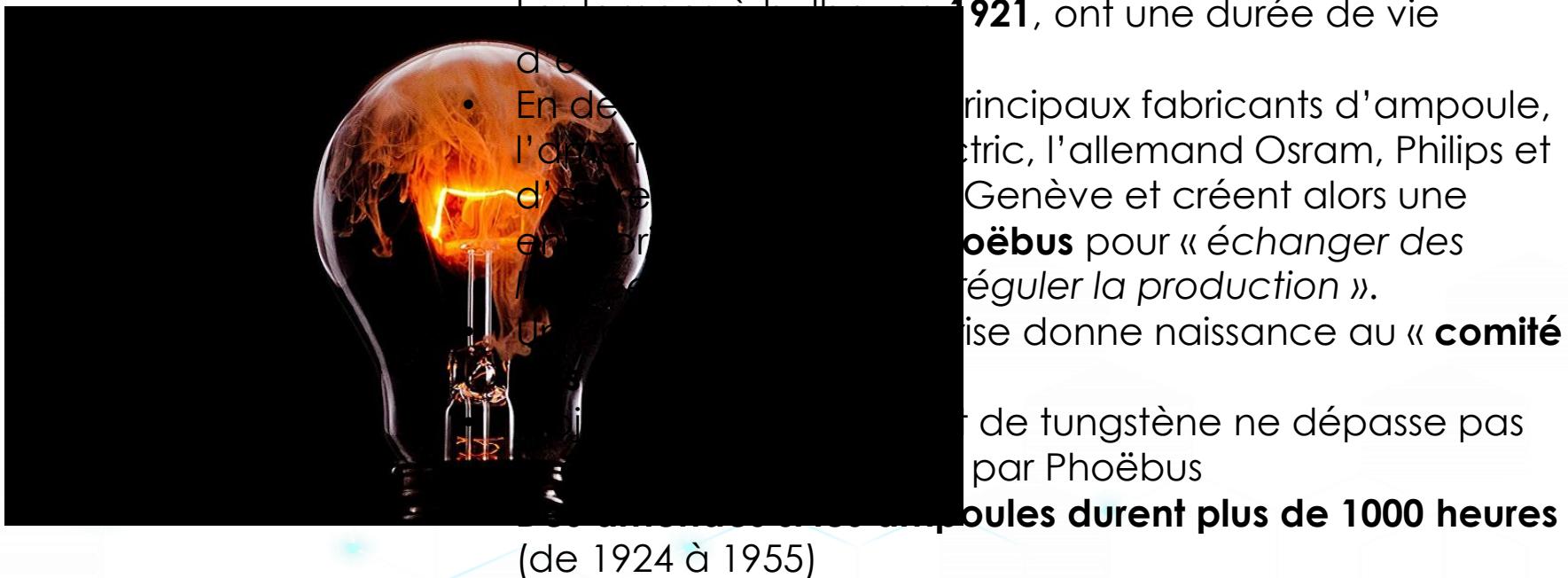
Crocs

Intro. Conception

Audrey ABI AKLE

Les questions à se poser selon Kristi Bauerly de Apple Inc.

- Est-ce la **qualité appropriée**? Est-ce **fiable**? A-t-il une **durée de vie** appropriée?

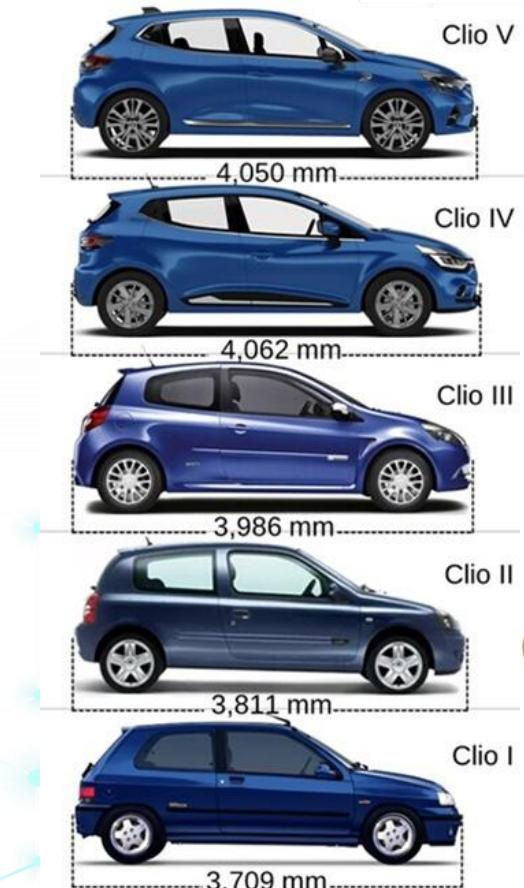


Les types de conception

- **Original Design**, appelé aussi « innovative design »
 - Cette forme de conception se situe au sommet de la hiérarchie. Il utilise un **concept original et innovant** pour répondre à un besoin. Parfois, mais rarement, le besoin lui-même peut être original. Un concept vraiment original implique l'invention.
- **Adaptive Design**
 - Cette forme de conception se produit lorsque l'équipe de conception **adapte une solution connue pour satisfaire un besoin différent** de produire une nouvelle application.
- **Redesign**
 - Beaucoup plus fréquemment, l'ingénierie de la conception est utilisée pour **améliorer un design existant**. La tâche peut être de remanier un composant afin de réduire son coût de fabrication. Souvent, la refonte est réalisée sans modification du principe de fonctionnement ou du concept originale. Lorsque la refonte est réalisée en **modifiant certains des paramètres de conception**, on l'appelle souvent le *variant design*.
- **Selection Design.**
 - La plupart des produits utilisent des composants standard tels que les roulements, les petits moteurs ou les pompes qui sont fournis par des vendeurs spécialisés dans leur fabrication et leur vente. Par conséquent, dans ce cas, la tâche de conception consiste à **sélectionner les composants avec la performance, la qualité et le coût nécessaires** dans les catalogues des fournisseurs potentiels
- **Industrial design**
 - Cette forme de conception vise à améliorer l'attrait d'un produit aux sens humains, en particulier **son attrait visuel**. Bien que ce type de conception soit plus artistique que l'ingénierie, c'est un aspect essentiel de nombreux types de conception.

Audrey ABI AKLE

Intro. Conception



PROCESSUS DE CONCEPTION

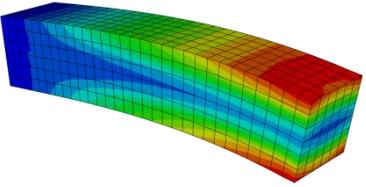
Audrey ABI AKLE

Intro. Conception

43

Comment choisir le bon processus?

Les phases de développement



Comment choisir le bon processus ?

La complexité du produit



Comment choisir le bon processus?

Le type de produit



Les deux



Le niveau de guidance

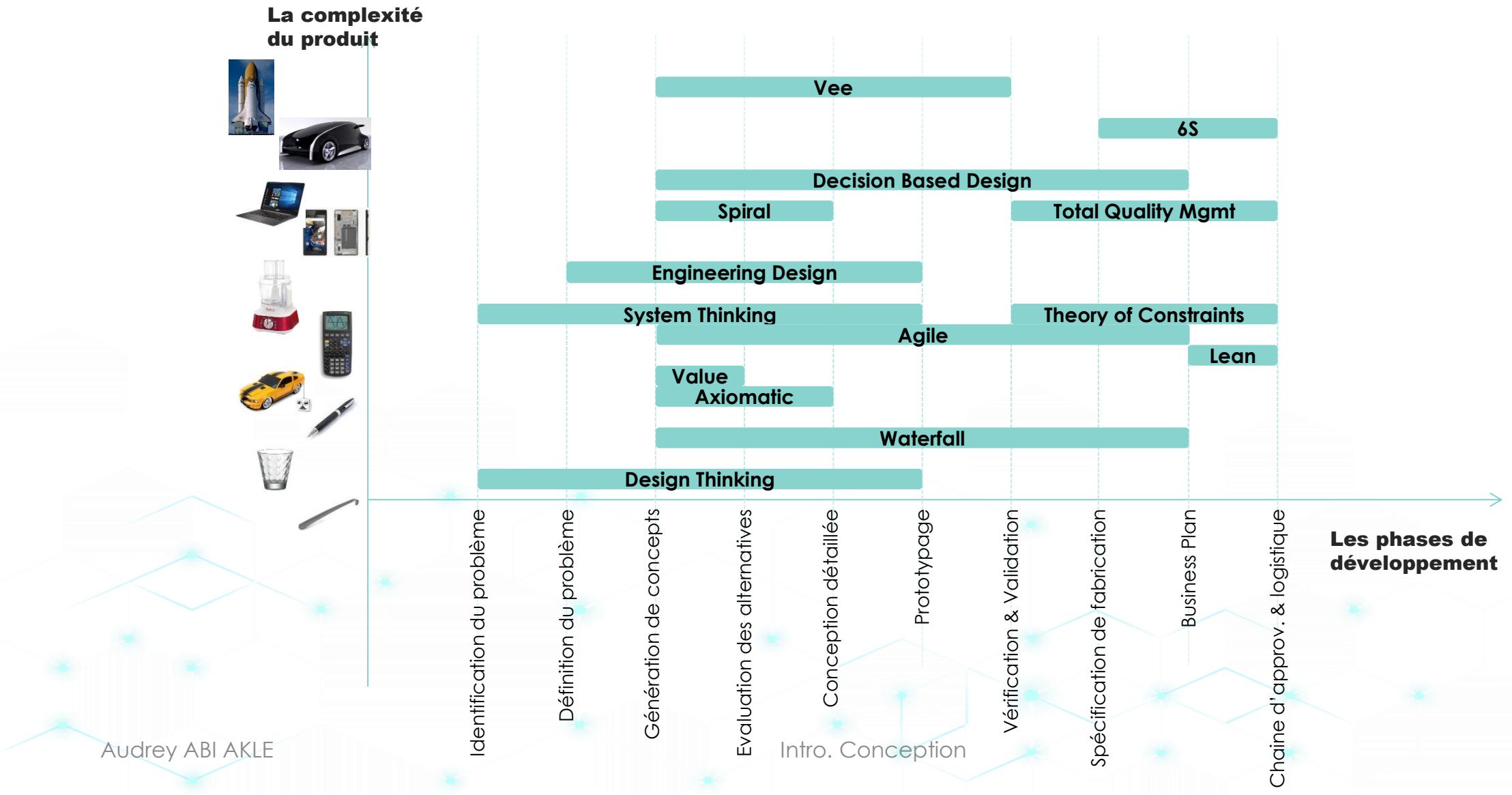
Maximum de structuration



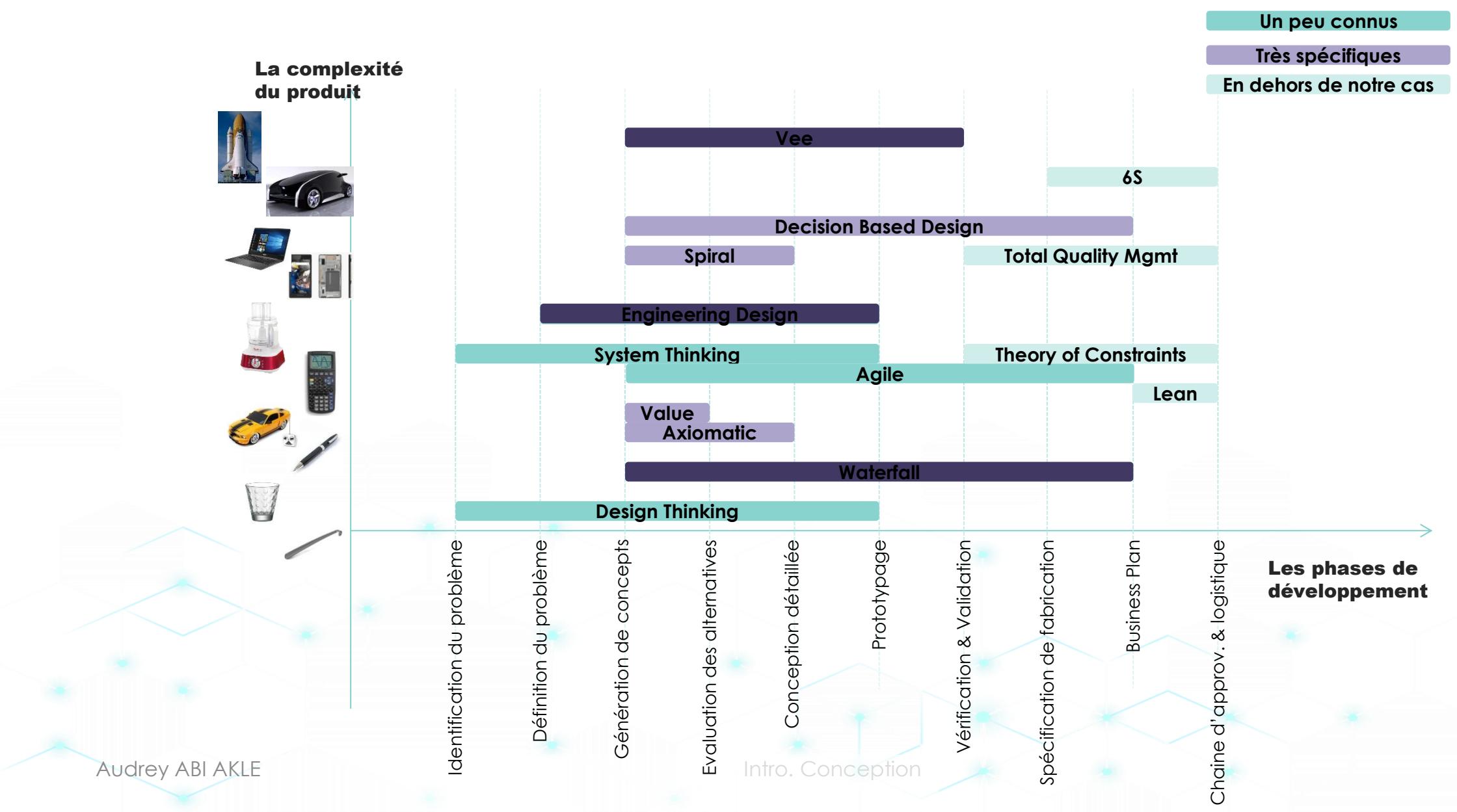
Maximum de flexibilité



Comment choisir le bon processus?



Comment choisir le bon processus?



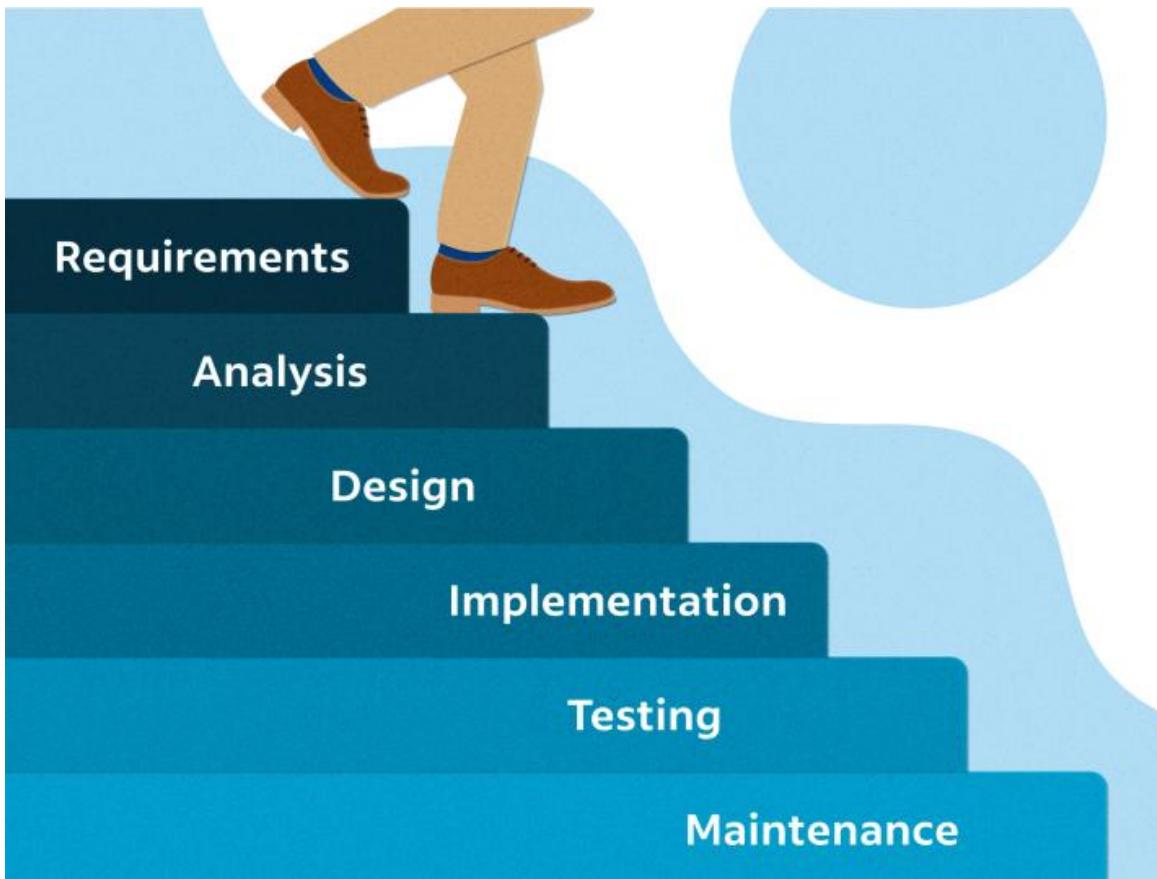
Choix du processus

LES APPROCHES CLASSIQUES

Audrey ABI AKLE

Intro. Conception

49



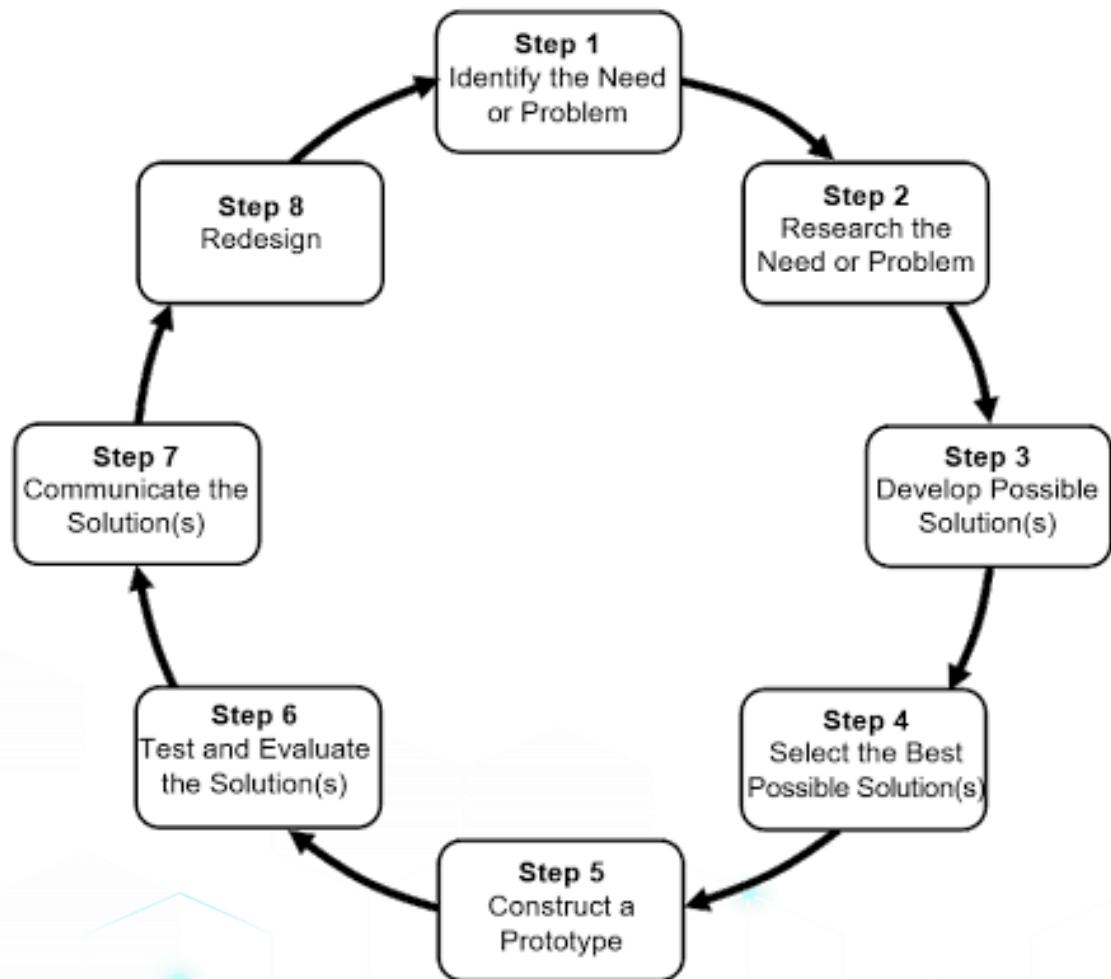
Waterfall approach (Feher, 2013)

Audrey ABI AKLE

Waterfall Model

- Peut-être le **formalisme de conception le plus simple** est le modèle de cascade, qui est souvent appliqué au développement de logiciels. Ce processus a été introduit en 1970 et a été défini comme ayant six ou sept phases séquentielles, comme indiqué ici, en commençant par l'établissement d'exigences et aboutissant à un plan d'opérations.
- Bien que le modèle de cascade ait évolué au cours des dernières décennies, la décomposition en phase initiale reste le cadre principal du processus.
- En raison de la nature bien définie de ce processus et de sa facilité de mise en œuvre avec des étapes claires, il a souvent été utilisé dans l'industrie.
- Cependant, l'application de cette approche pourrait s'avérer désavantageuse, car elle ne prescrit aucune boucle de rétroaction et favorise la conception compartimentée, ce qui ne permet pas d'effectuer d'itérations au cours du processus de développement.

Intro. Conception



Engineering design process (Massachusetts Dept. of Education, 2006)

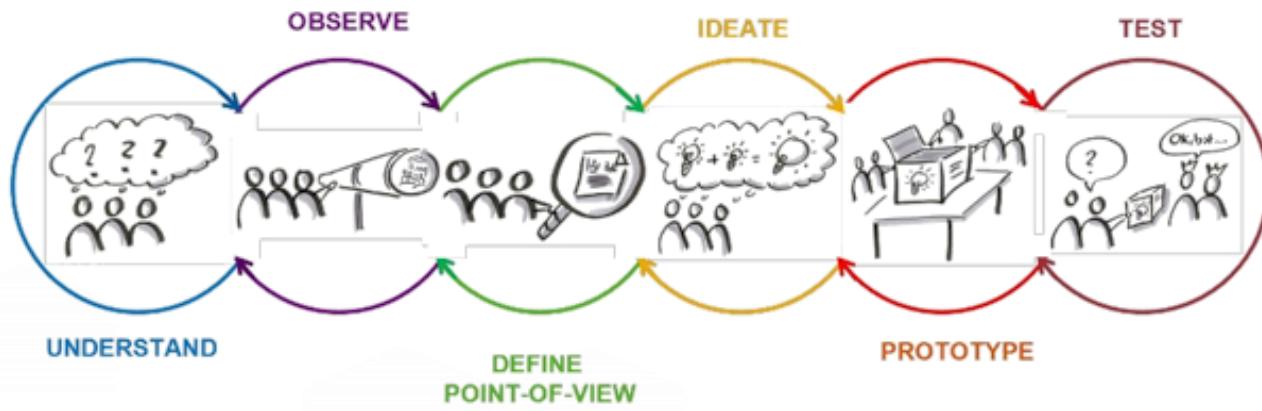
Audrey ABI AKLE

Intro. Conception

Ingénierie de la conception

- L'ingénierie de la conception est l'une des méthodologies de conception en ingénierie mécanique les plus enseignées. Il existe de nombreuses représentations différentes du processus de conception technique et, dans sa forme la plus simple, elle peut être représentée par le cycle itératif "**design-build-test**".
- Ce processus a été développé afin de fournir une méthode structurée et facilement réplicable pour résoudre une grande variété de problèmes d'ingénierie. Bien que des variations de définition existent, des phases de base similaires existent généralement dans une méthode de conception d'ingénierie plus détaillée, comme celle présentée ici: identification du besoin, recherche, synthèse des alternatives, analyse, assemblage, test, communication des résultats et de refonte.
- En outre, cette approche est **hautement itérative** et, dans de nombreux cas, certaines phases doivent être répétées plusieurs fois avant qu'elles ne soient jugées complètes. Cette approche particulière peut être appliquée à une grande variété de projets d'ingénierie. Cependant, en raison de sa nature universelle, ce n'est pas toujours la meilleure approche pour de nombreux projets spécialisés.

Design Thinking

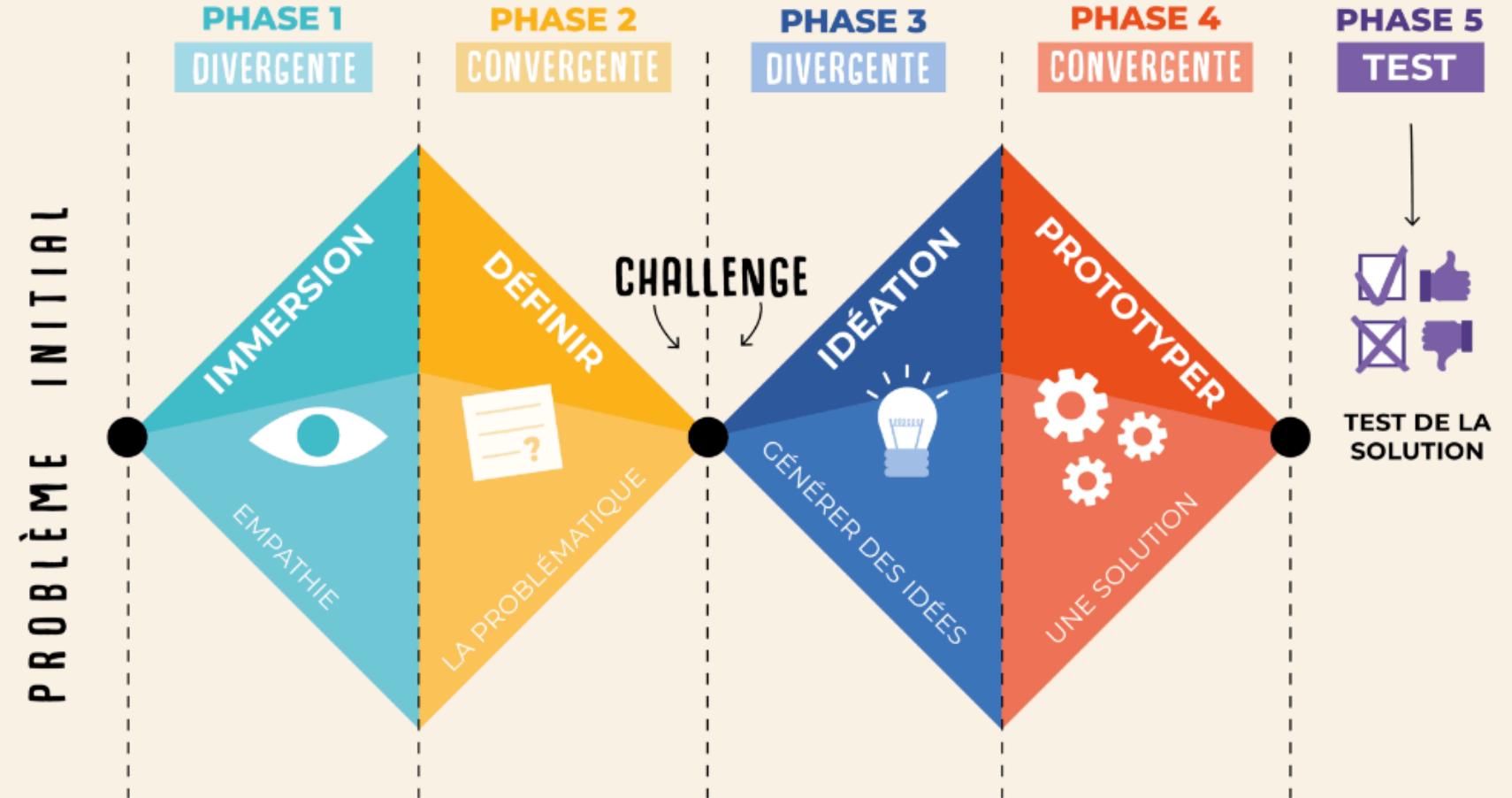


Design thinking framework (Hildenbrand & Wiele, 2013)

- Design Thinking est un **environnement de résolution de problèmes** qui a été développé par l'Institut de Design de l'Université de Stanford et IDEO au début des années 1990 dans le but de **mettre en évidence l'élément humain** présent dans la conception (Brown & Wyatt, 2010). Cet environnement a été développé sur la base d'une analyse de **la façon dont les produits** sont utilisés et des déchets qui résultent de la sur-conception.
- L'approche générale décompose le processus de conception en trois phases de haut niveau: «**inspiration**», qui implique l'identification des problèmes, «**l'idéation**», qui implique la génération de solutions étendues et la «**mise en œuvre**», dans laquelle un produit est fabriqué et diffusé (Brown , 2009).
- En outre, le design thinking suggère que le processus de pensée qui se produit au cours d'un processus de conception est divisé entre la pensée «divergente» et la «convergence» pendant la génération et la sélection de concepts.
- Cet environnement ajoute de la valeur en intégrant un **élément émotionnel** à la conception, et génère ainsi un produit qui est plus favorable aux consommateurs et moins «**gaspillant** ». Cependant, le design thinking est limitée car il est relativement ouverte/illimité/libre et fournit une quantité relativement petite de conseils aux concepteurs.

DESIGN
THINKING

PROCESS DESIGN DOUBLE DIAMANT



Exemples Design Thinking 1/2

- **Airbnb**
- L'histoire d'Airbnb est un exemple classique de l'application du Design Thinking et un formidable Storytelling. Au départ, les fondateurs Brian Chesky et Joe Gebbia avaient du mal à payer leur loyer à San Francisco.
- Ils ont alors identifié un besoin commun : les voyageurs qui cherchent des logements abordables et authentiques et des propriétaires qui cherchent à louer leurs espaces inutilisés. De cette convergence est née **Airbnb**. Une plateforme conviviale qui connecte les voyageurs avec des hôtes offrant une expérience unique et personnelle.

Exemples Design Thinking 2/2

- **Chariot d'hypermarché Plastimark**
 - Répondre aux problématiques de maniabilité dans les petites allées d'hypermarché



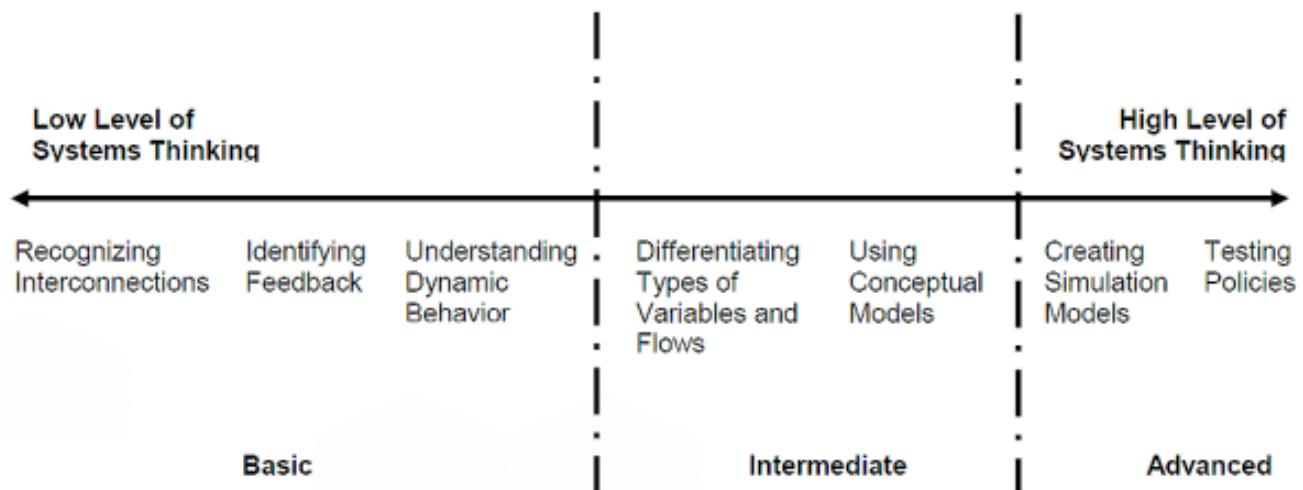
Audrey ABI AKLE



Intro. Conception



Systems Thinking



Systems thinking continuum (Stave & Hopper, 2007)

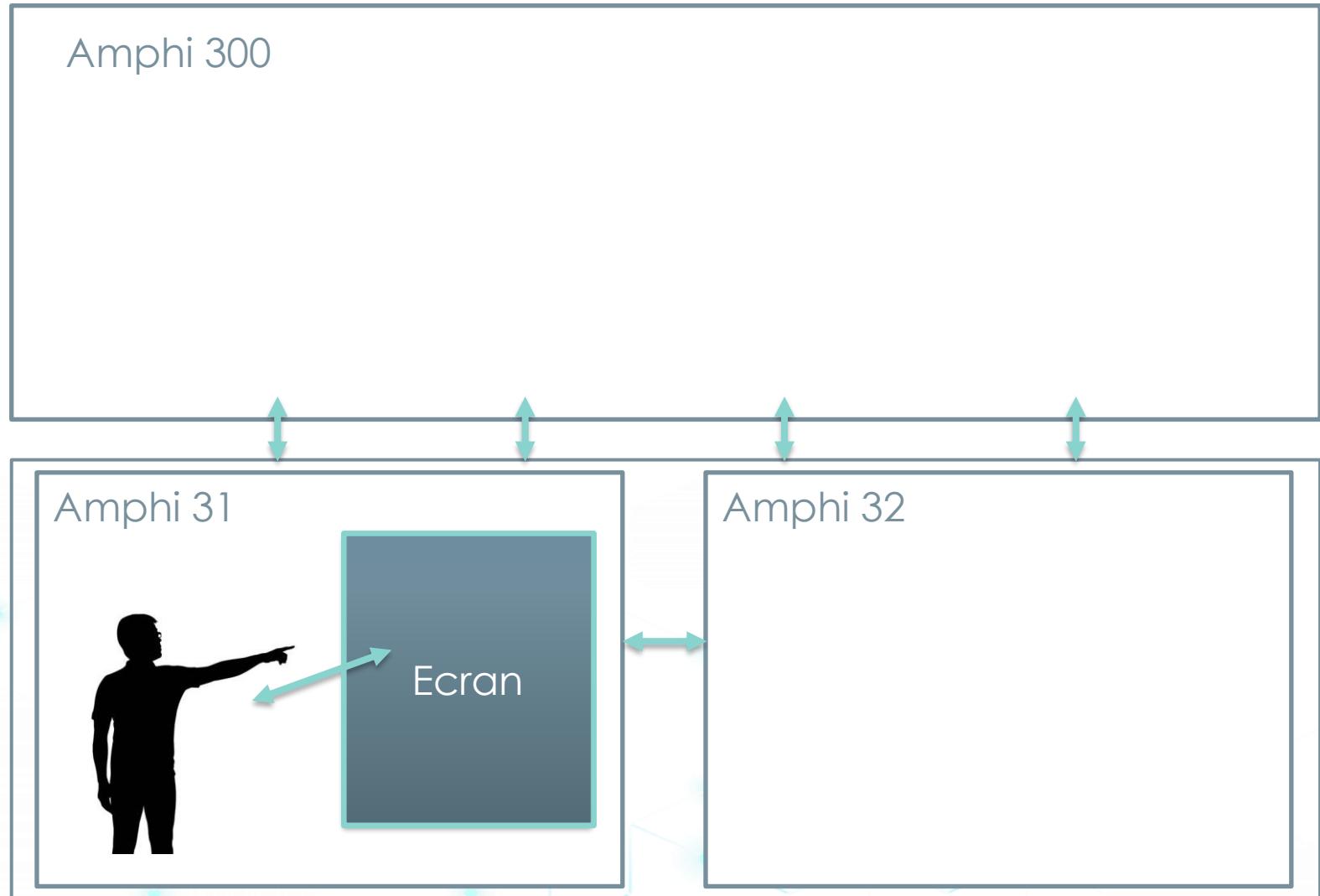
Audrey ABI AKLE

Intro. Conception

- Le systems thinking est un environnement de conception qui a été développé à l'origine au MIT en 1956 et qui a depuis été développé par une variété de figures académiques et industrielles (Checkland, 1981). Tout comme le design thinking, la **réflexion systémique** encourage les concepteurs à aborder un problème donné d'un point de vue holistique. Cette approche a été promu comme un moyen pour les concepteurs d'encadrer un projet dans une perspective qui tient compte principalement des interactions du produit donné avec d'autres systèmes extérieurs, tels que l'environnement et les éléments périphériques.
- Contrairement à l'idéologie du processus de conception typique, qui analyse les constituants individuels d'un produit, la réflexion systémique encourage l'analyse du produit d'un point de vue élargi aux systèmes primaire et secondaire affectés par celui-ci (avec plusieurs strates).
- Cet environnement contribue ainsi à la prise de décision pour des **projets complexes** qui contiennent de multiples acteurs ou à des projets qui n'ont pas réussi à être résolus efficacement par des méthodes traditionnelles.
- Comme le design thinking, la réflexion systémique offre **peu de conseils/guidances** aux concepteurs et, par conséquent, elle est moins appropriée lorsqu'elle est appliquée à des scénarios de projets plus établis.

Systems Thinking

Exemple: solution de projection dans l'amphi 31 = solution « systémique »



Choix du processus

LES APPROCHES SPÉCIFIQUES

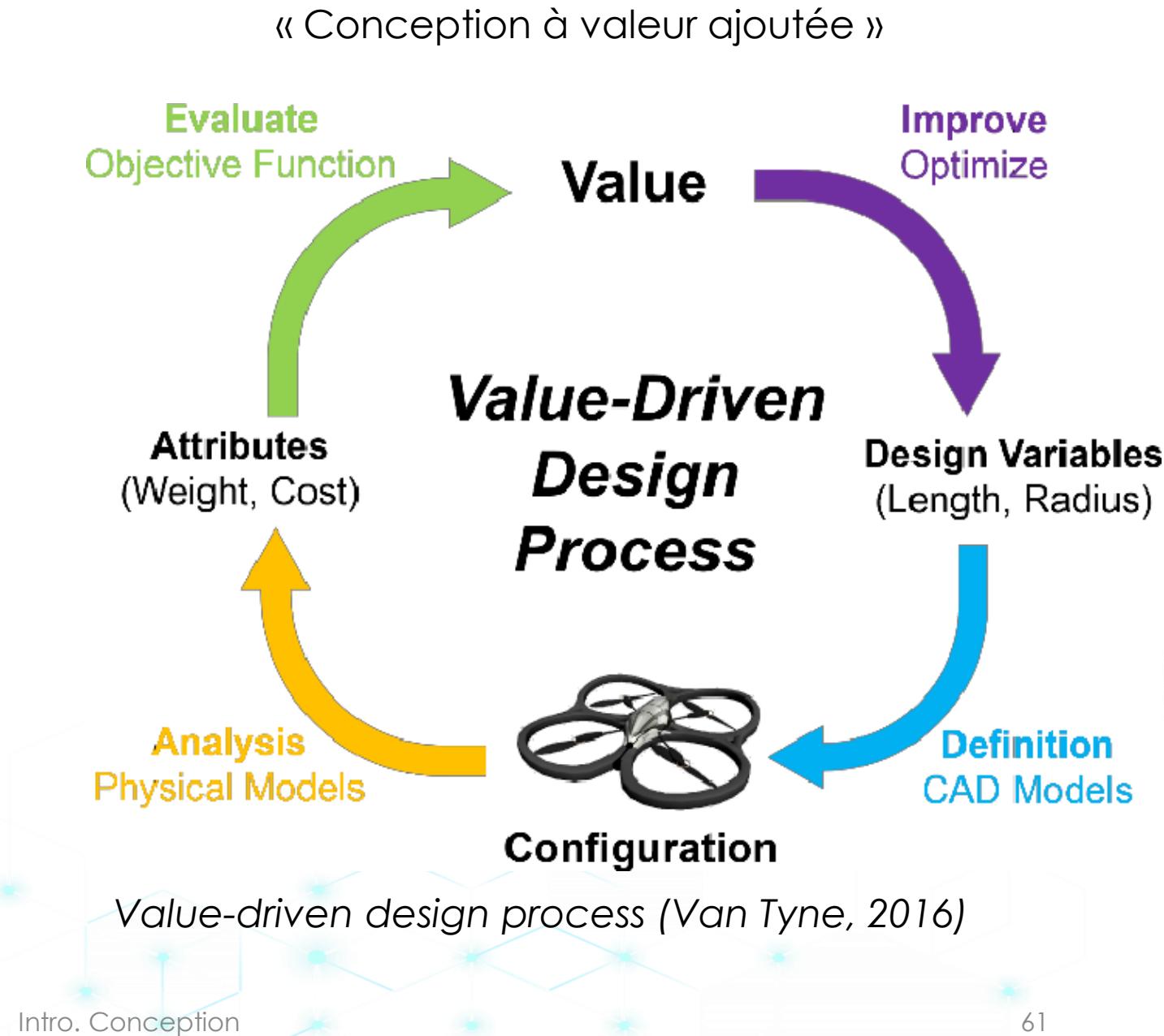
Audrey ABI AKLE

Intro. Conception

60

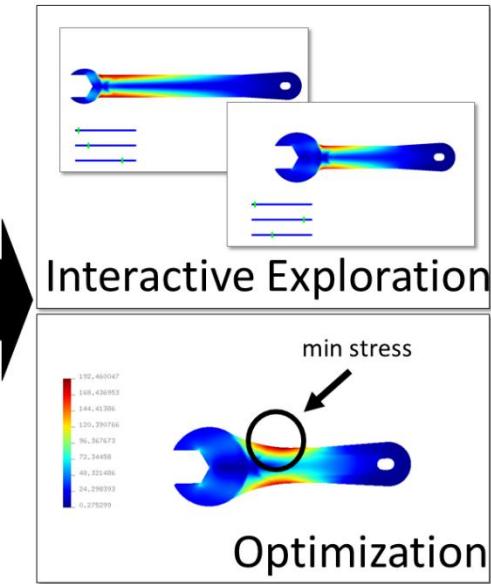
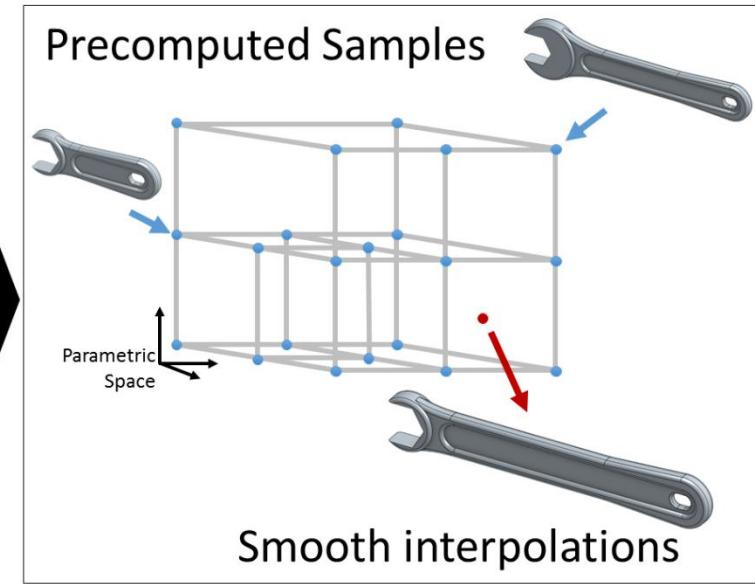
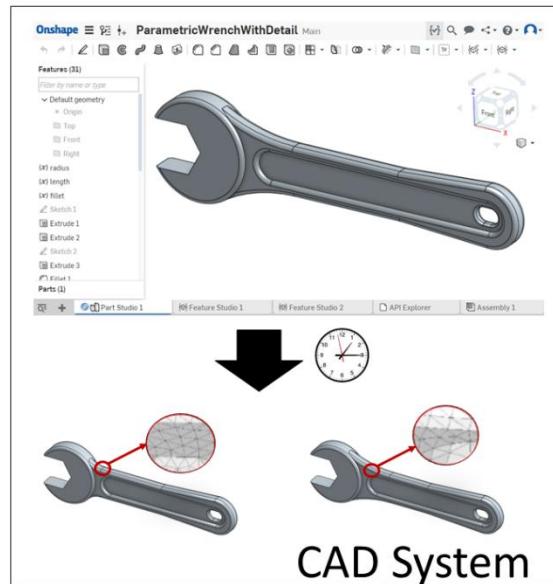
Value-Driven Design

- La conception axée sur la valeur (VDD) est une approche de conception créée par l'American Institute for Aeronautics (AIAA) qui s'appuie sur **la valeur d'un projet et de ses composants** (Collopy, 2001). Cette perspective vise à optimiser les attributs d'un système pour atteindre la plus haute valeur possible pour les parties prenantes. Généralement, cette approche considère principalement les fonctions objectifs d'un système dans une analyse mathématique, qui contient généralement moins de paramètres et de dimensionnement que les fonctions de conception. L'application des fonctions de conception dans une telle analyse risque de compliquer le résultat, ce qui entraîne une corrélation médiocre entre les objectifs de conception et un produit final optimisé.
- Cette approche simplifiée donne un «score» unique à une conception analysée, ce qui s'avère utile dans certaines applications industrielles. Il existe des inconvénients à l'égard de cette approche, car l'omission des exigences de performance dans ce modèle peut conduire à une conception incomplète.



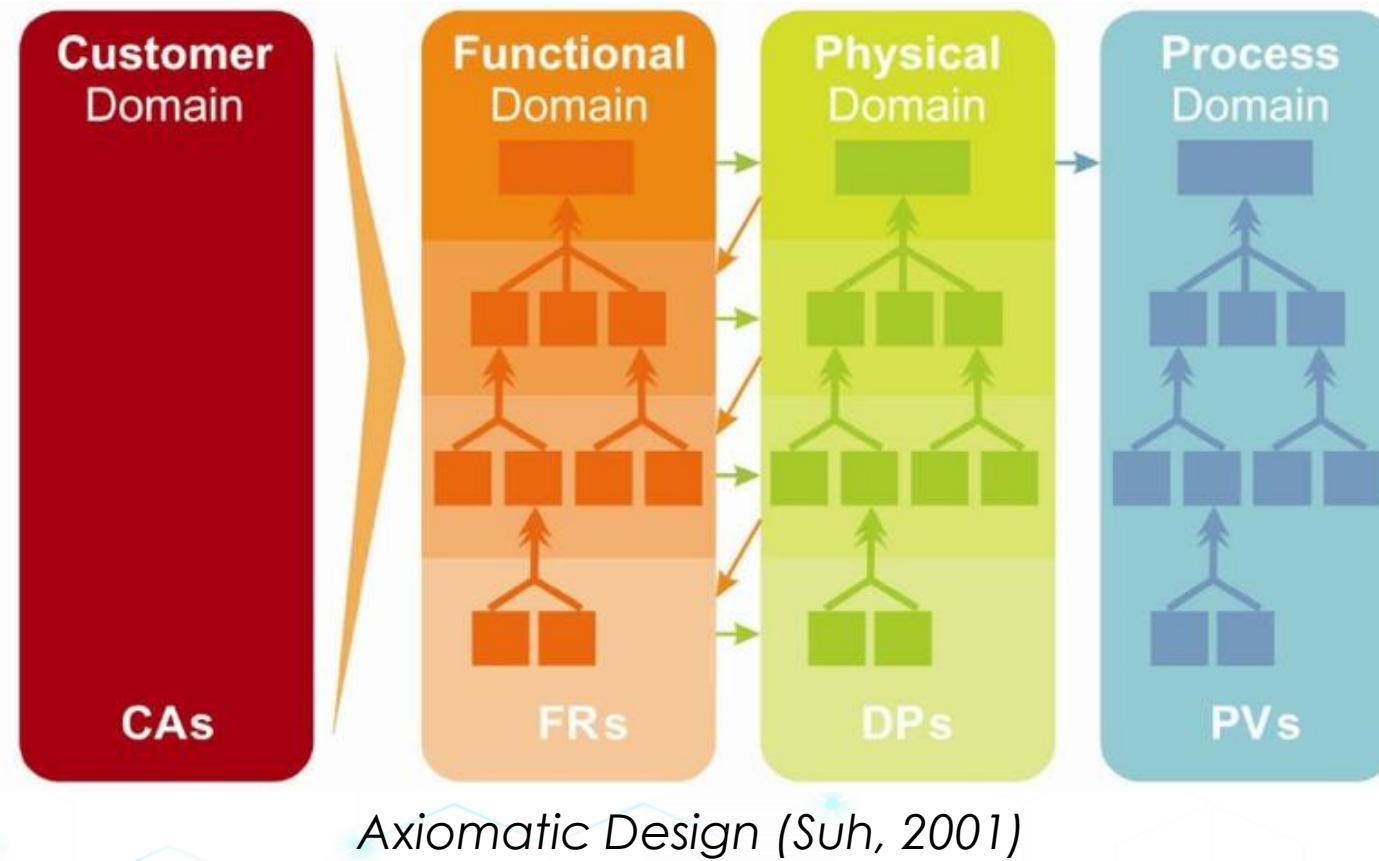
Value-Driven Design

Exemple



Axiomatic Design

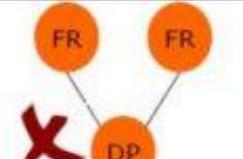
- Le design axiomatique est une méthodologie **d'ingénierie de systèmes** qui permet d'aider les concepteurs à comprendre comment les besoins des clients sont correctement transformés en exigences fonctionnelles. Cette approche est généralement suivie à l'aide de **matrices mathématiques**. Dans l'ensemble, le processus suit des entités contenues dans quatre domaines de conception: client, fonctionnel, physique et processus (Martin & Kar, 2002).
- Ces quatre domaines sont intrinsèquement connectés, car toute considération effectuée dans un domaine mappe/se projette directement vers le domaine suivant.
- En raison de la **nature très calculée** de cette approche, elle fournit des réponses absolues et est donc utile pour éliminer les considérations de conception inutiles.



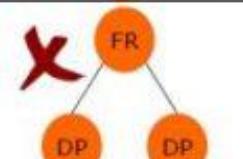
Axiomatic Design

Exemple

Axiom 1. The Independence Axiom: The designer should seek to prevent introducing design parameters (DPs) that are linked to multiple functional requirements (FRs) and thus coupling them.



Axiom 2. The Information Axiom: The designer should seek to prevent introducing multiple design parameters (DPs) influencing a single functional requirement (FR).

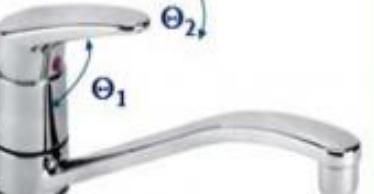


Coupled design!



Functional Requirements

Temperature		Flow
Design Parameters	θ1	X
θ2	X	X



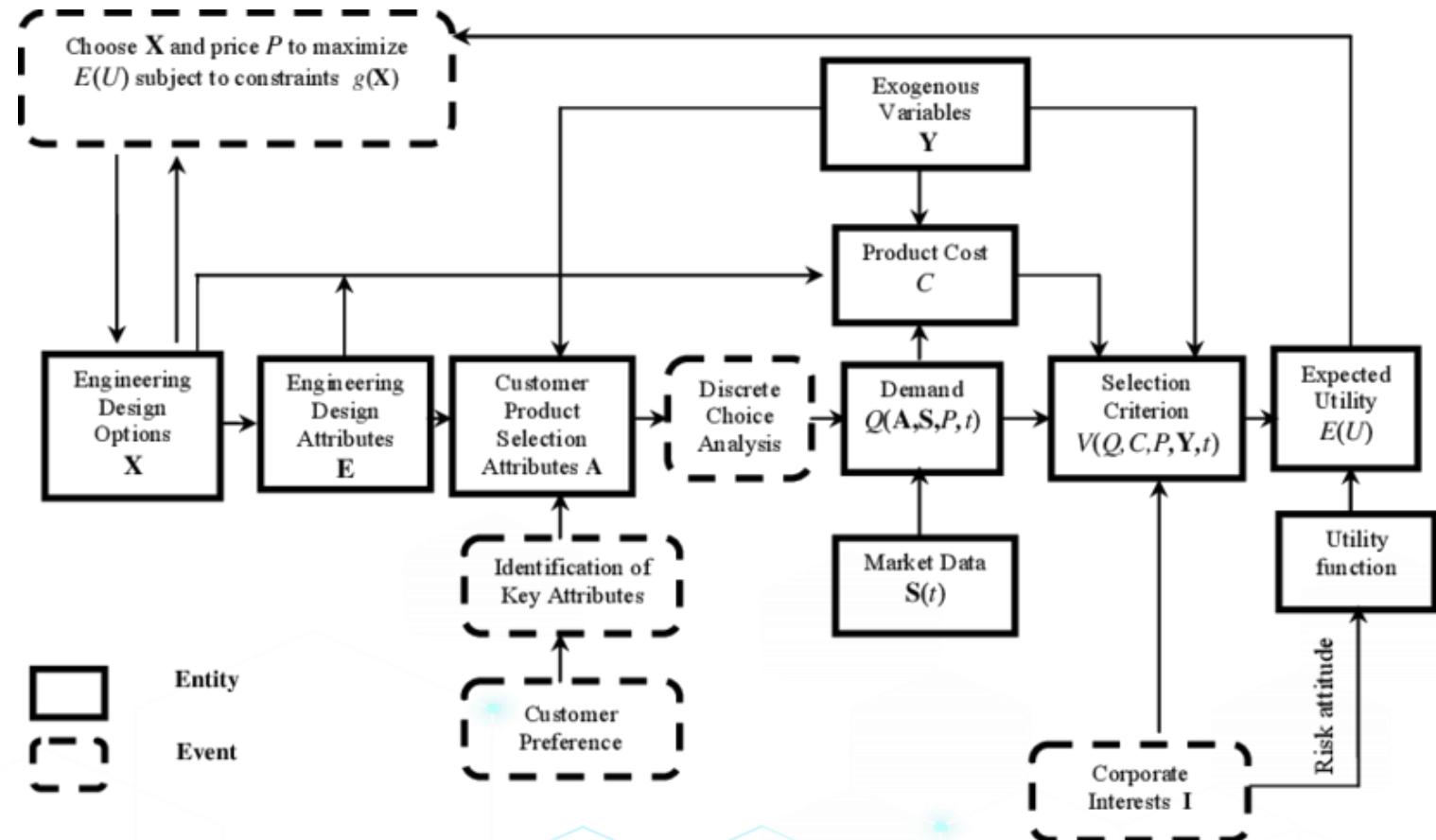
Uncoupled design

Functional Requirements

Temperature		Flow
Design Parameters	θ1	X
θ2		X

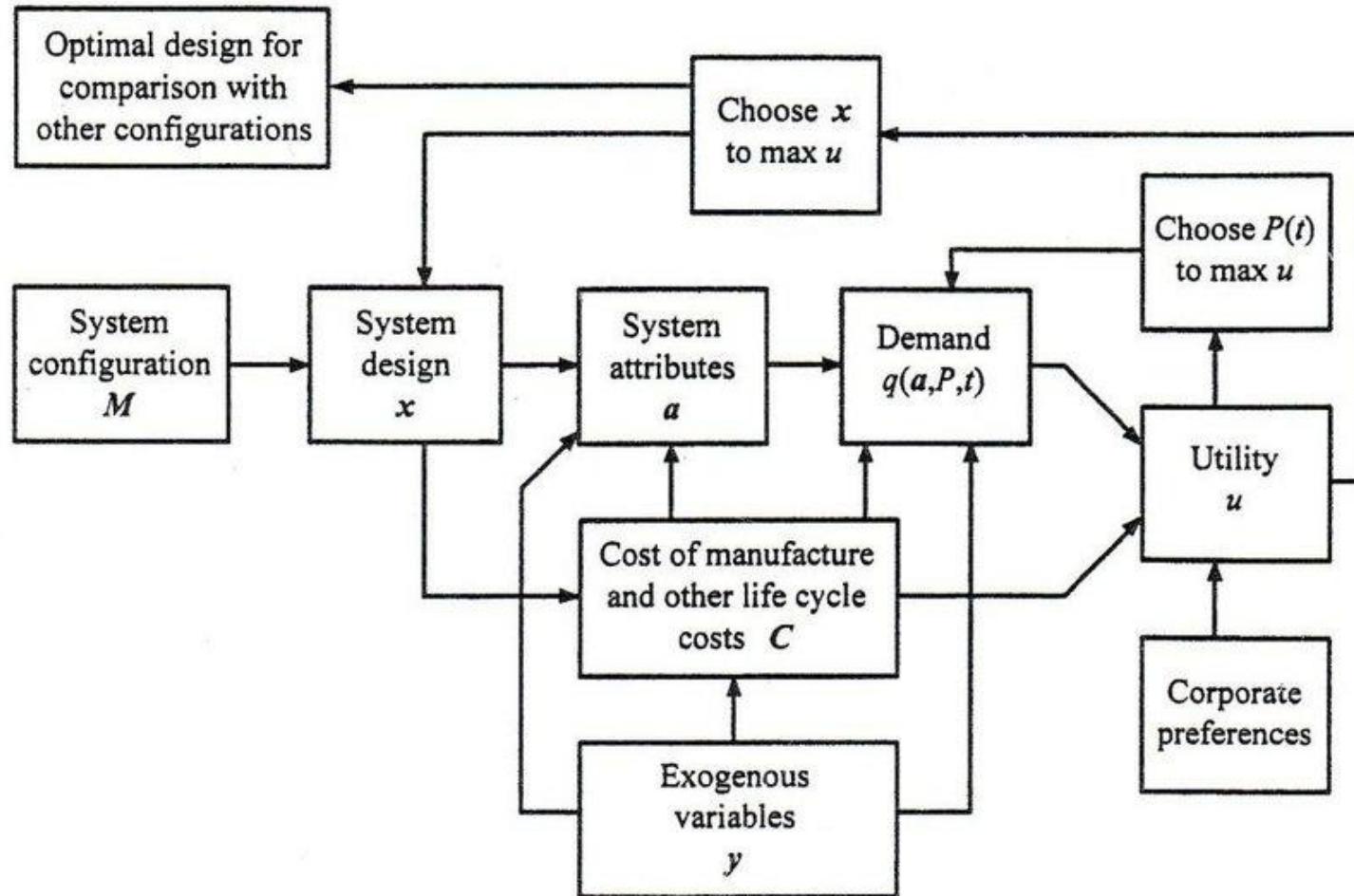
Decision-Based Design

- La conception basée sur la décision (DBD) est une approche relativement récente qui met l'accent sur le **processus décisionnel humain** et son application au processus de conception. Cette perspective met l'accent sur les préférences des clients et l'analyse de rentabilisation lors de la prise de décisions en conception. Cette perspective considère le **bénéfice** comme principal facteur de conduite pour tout projet de développement et, par conséquent, toute décision prise en tout point du processus de conception doit tenir compte de l'impact relatif sur le bénéfice total.
- Il n'est pas largement utilisé dans l'industrie en raison de sa nature trop multidisciplinaire et de ses difficultés de mise en œuvre pratique.



Decision-based design framework (Wassenaar & Chen, 2003)

Decision-Based Design



Choix du processus

LES APPROCHES « LOGICIELS »

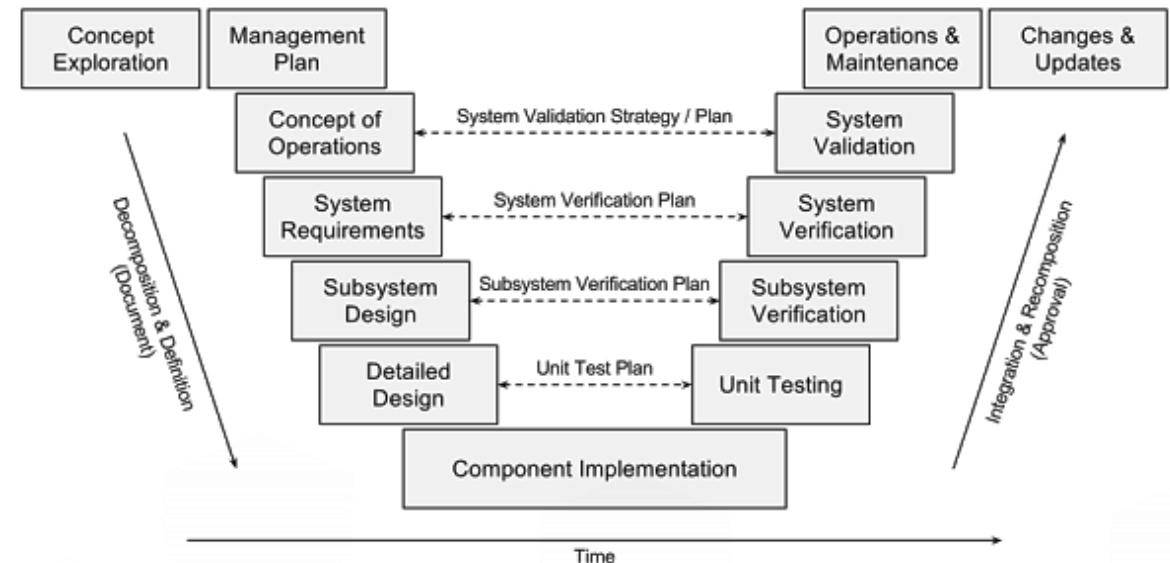
Audrey ABI AKLE

Intro. Conception

67

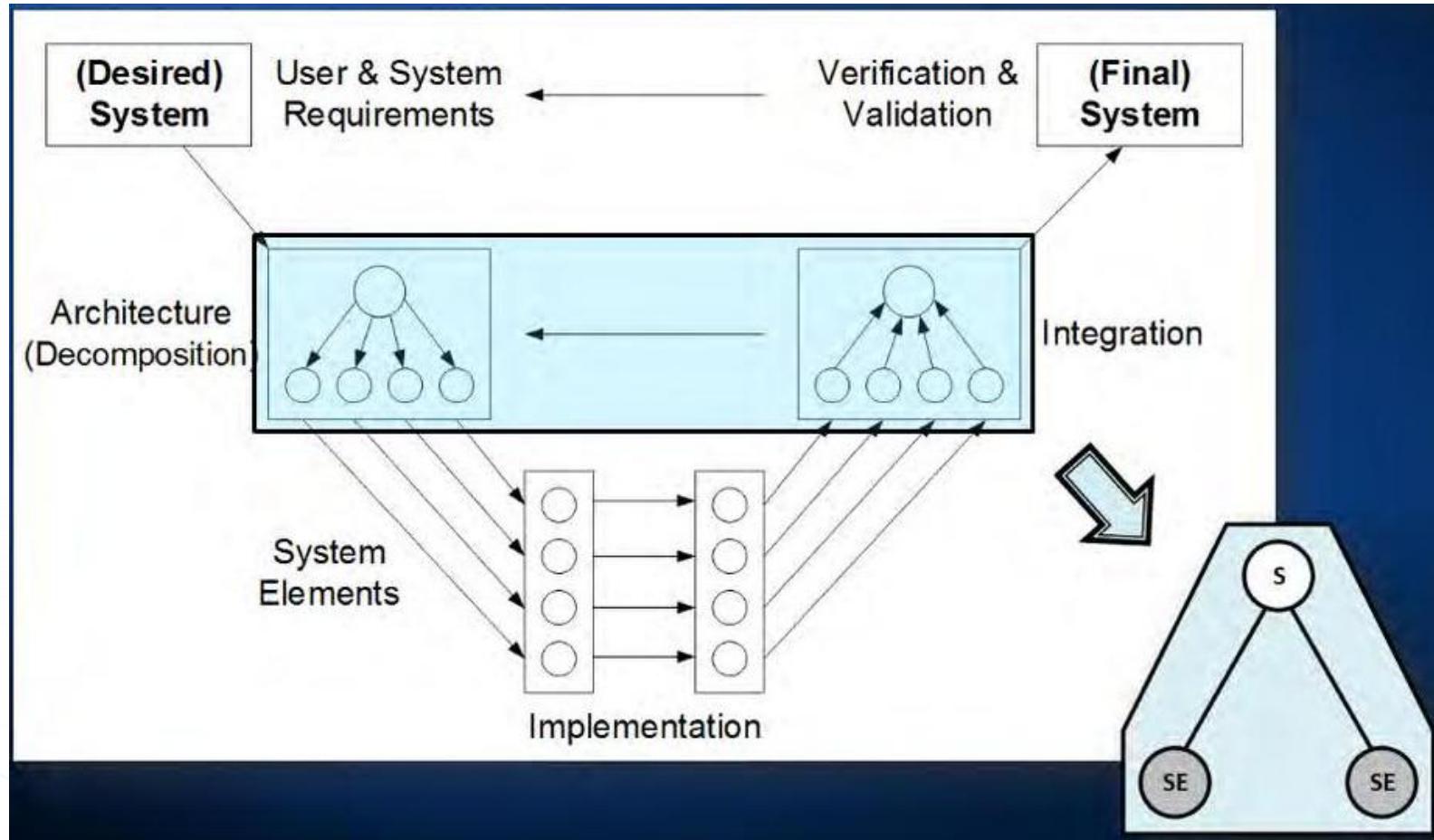
"Vee" Model

- Le modèle en "V" est une approche **d'ingénierie de systèmes** généralement utilisée pour la conception de **produits complexes**.
- Le modèle est représenté comme ayant deux broches distinctes, qui peuvent être appelées flux de "décomposition et définition" et flux "intégration et vérification".
- Bien que le modèle en V ne soit pas développé pour être entièrement itératif, **chacune des étapes présentes dans le flux de décomposition et de définition doit vérifier ou valider de manière croisée les étapes correspondantes dans le flux d'intégration et de vérification** avant que le processus ne soit considéré comme complet.



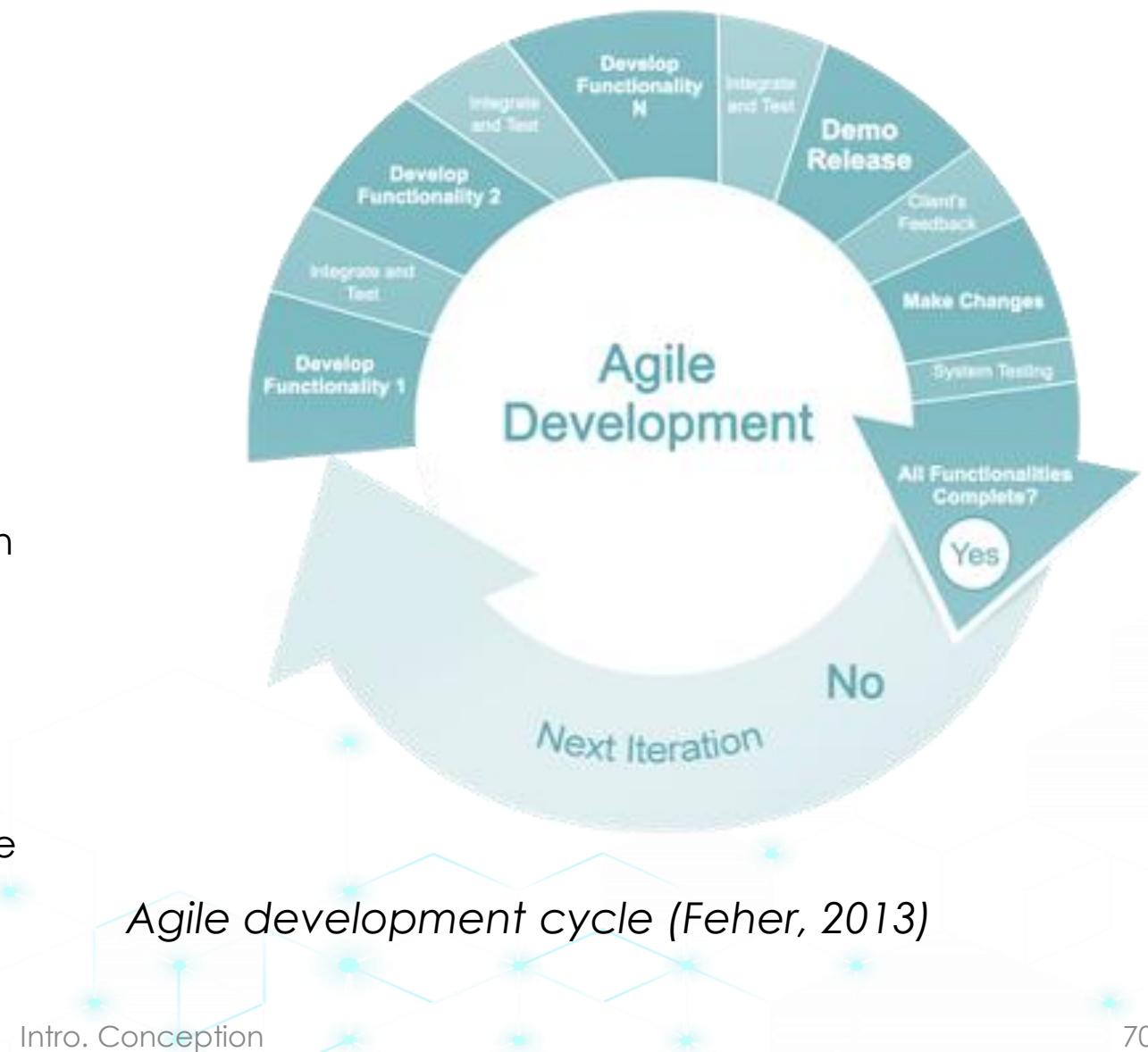
Systems engineering "Vee" model (Esfahbod, 2013)

"Vee" Model

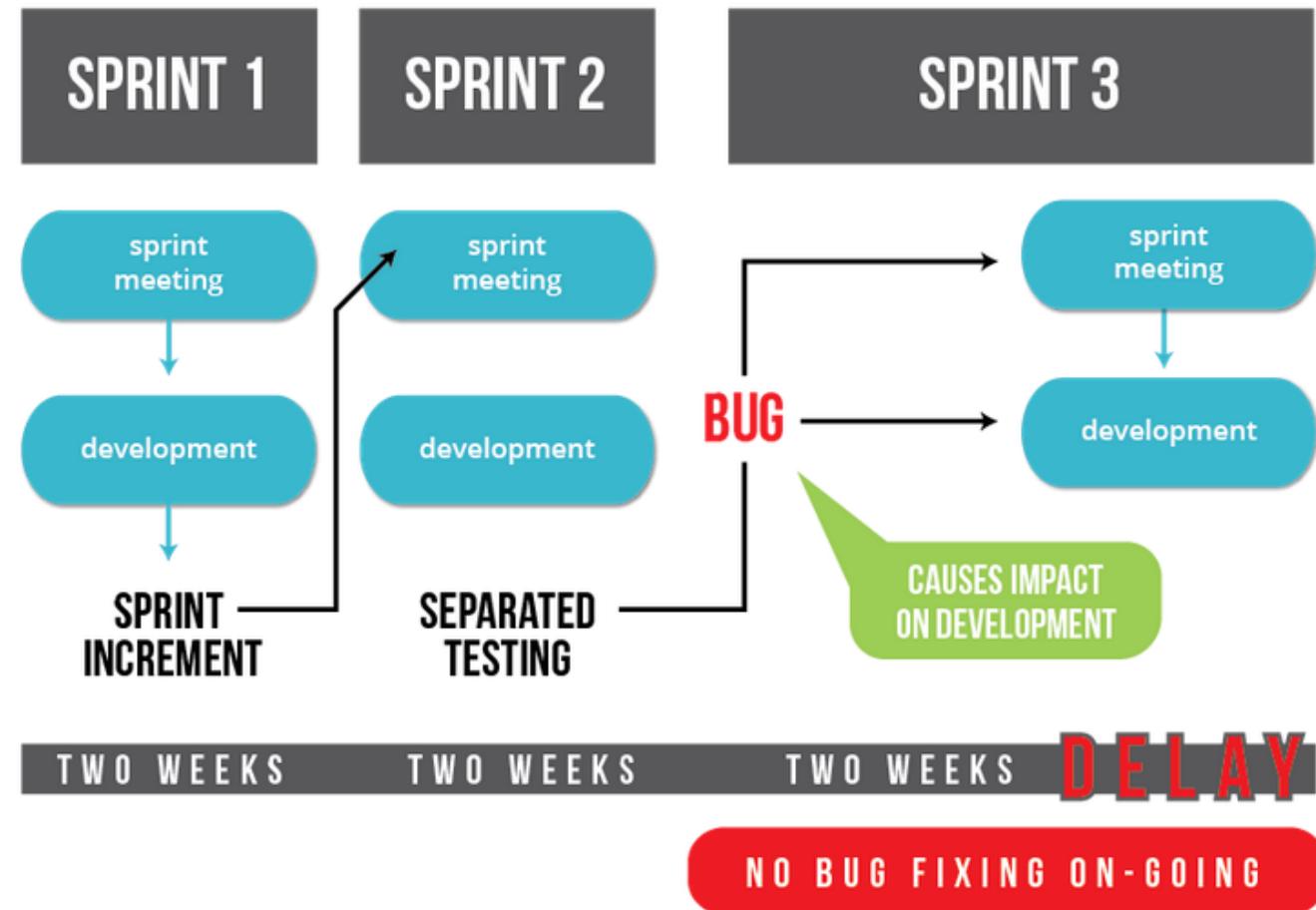


Agile Development

- Le développement agile est une **méthodologie plus légère pour un développement et un déploiement rapides**. Il comporte quatre valeurs principales dans le processus de conception: collaboration continue, livraison cohérente de prototypes de travail, collaboration suffisante avec les clients et réponse rapide aux changements ou aux défis.
- Cette approche encourage un processus de **conception flexible et itératif**, afin de permettre l'adaptabilité au différents moment où une décision doit être prise.
- En outre, contrairement à d'autres processus, la conception agile favorise les tests intégrés tout au long de la phase de développement, par opposition à la méthode traditionnelle d'effectuer des tests séparément. La conception agile s'avère bénéfique dans les industries à fort potentiel car elle permet une **création ou une modification rapide** d'un projet.



Agile Development

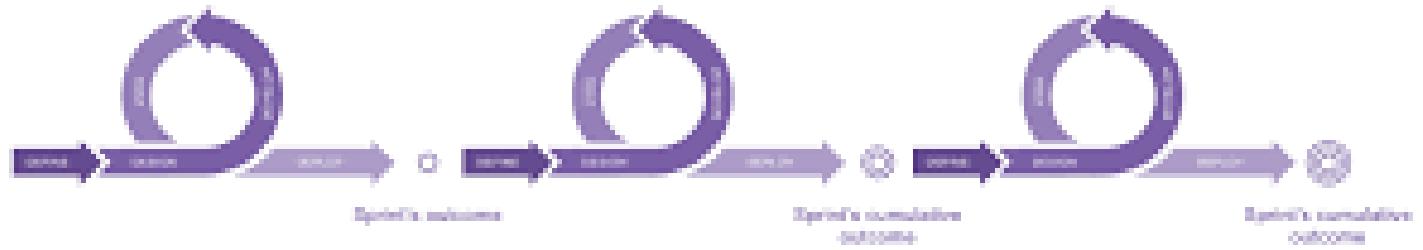


Agile Development

Waterfall project management

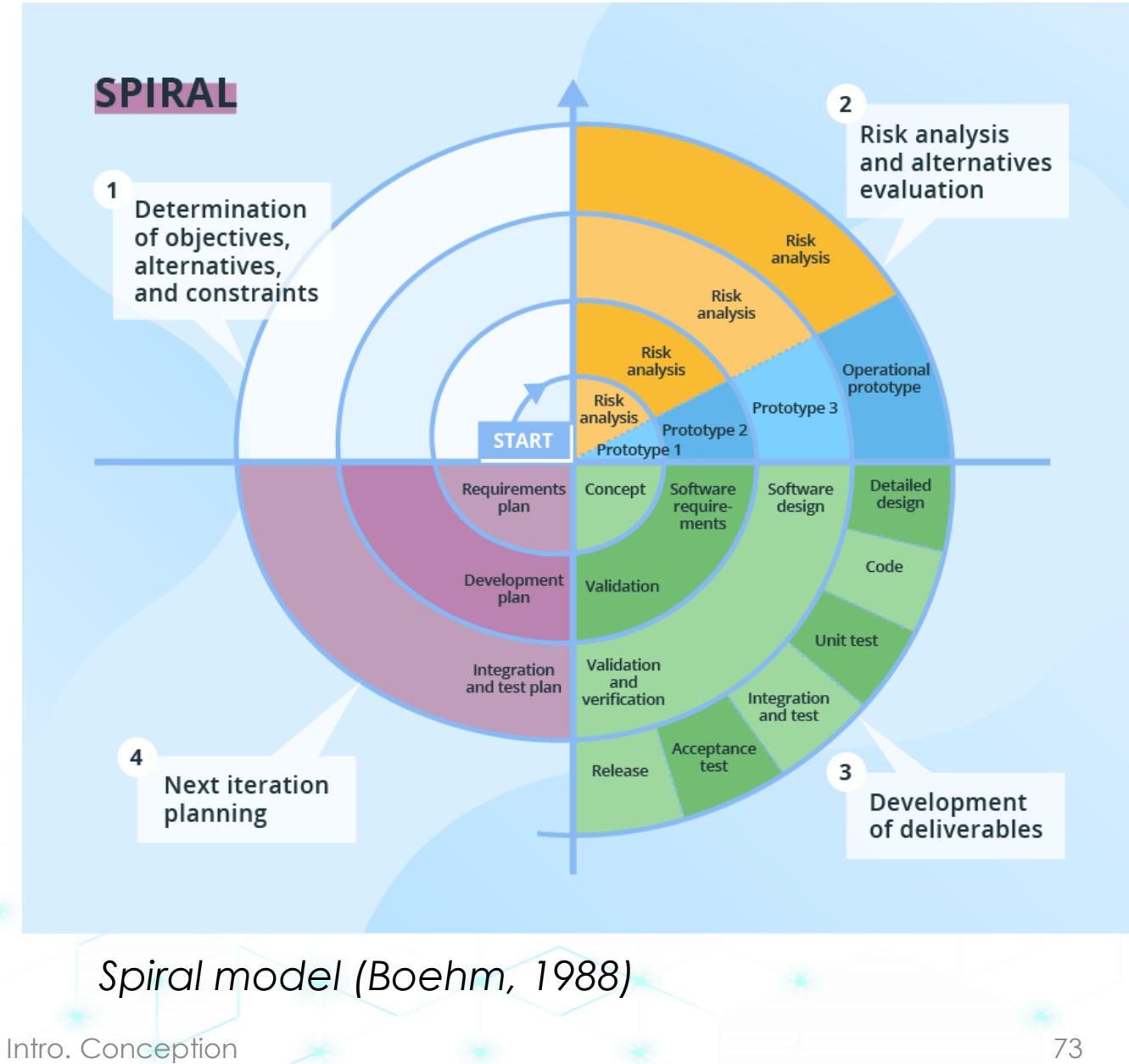


Agile (Scrum) methodology



Spiral Model

- Le modèle en spirale est une autre approche de **conception de systèmes hautement itérative**. Le modèle en spirale diffère des autres approches, mais le risque est la principale considération de conduite pour les décisions de conception. Ce modèle est appliqué à travers une **série d'étapes itératives**, et le processus de développement peut être modifié ou arrêté complètement à la suite de l'évaluation d'un risque et cela en tout point du processus. Bien qu'il soit possible de mettre en œuvre **l'évaluation répétitive** du risque avec d'autres méthodes, cela peut entraîner des retards supplémentaires tout au long du processus de développement.



Choix du processus

LES APPROCHES DÉDIÉES À LA PRODUCTION

Audrey ABI AKLE

Intro. Conception

74

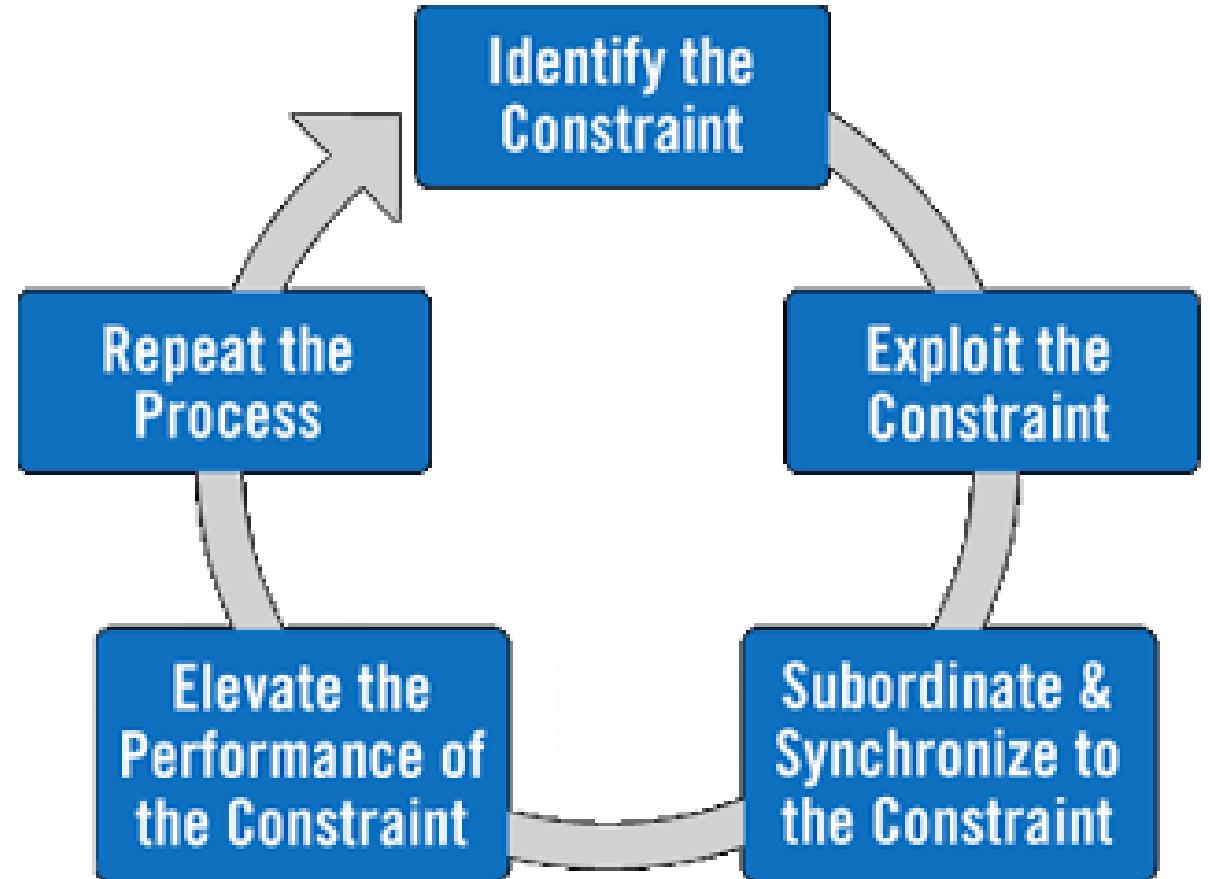
Total Quality Management

- Total Quality Management (TQM) framework (Zekry, 2013)



Theory of Constraints

- Theory of constraints steps (Vorne Industries Inc., 2017)



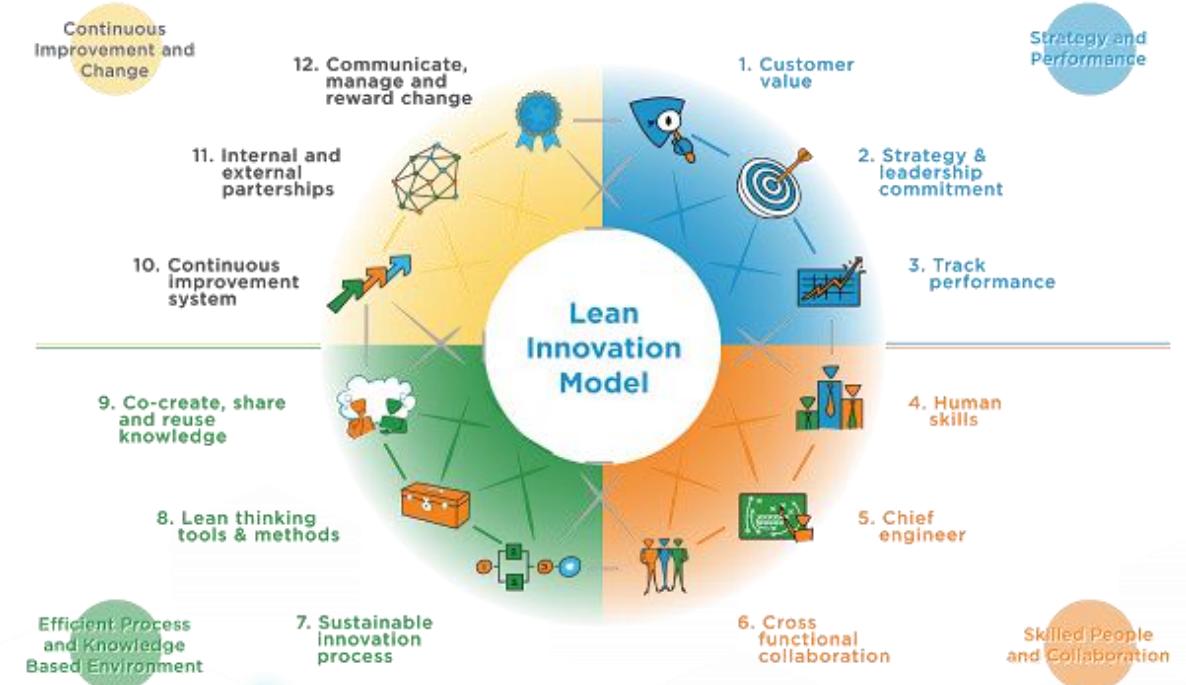
Six Sigma

- Six sigma process (Wesleyan College, 2017)

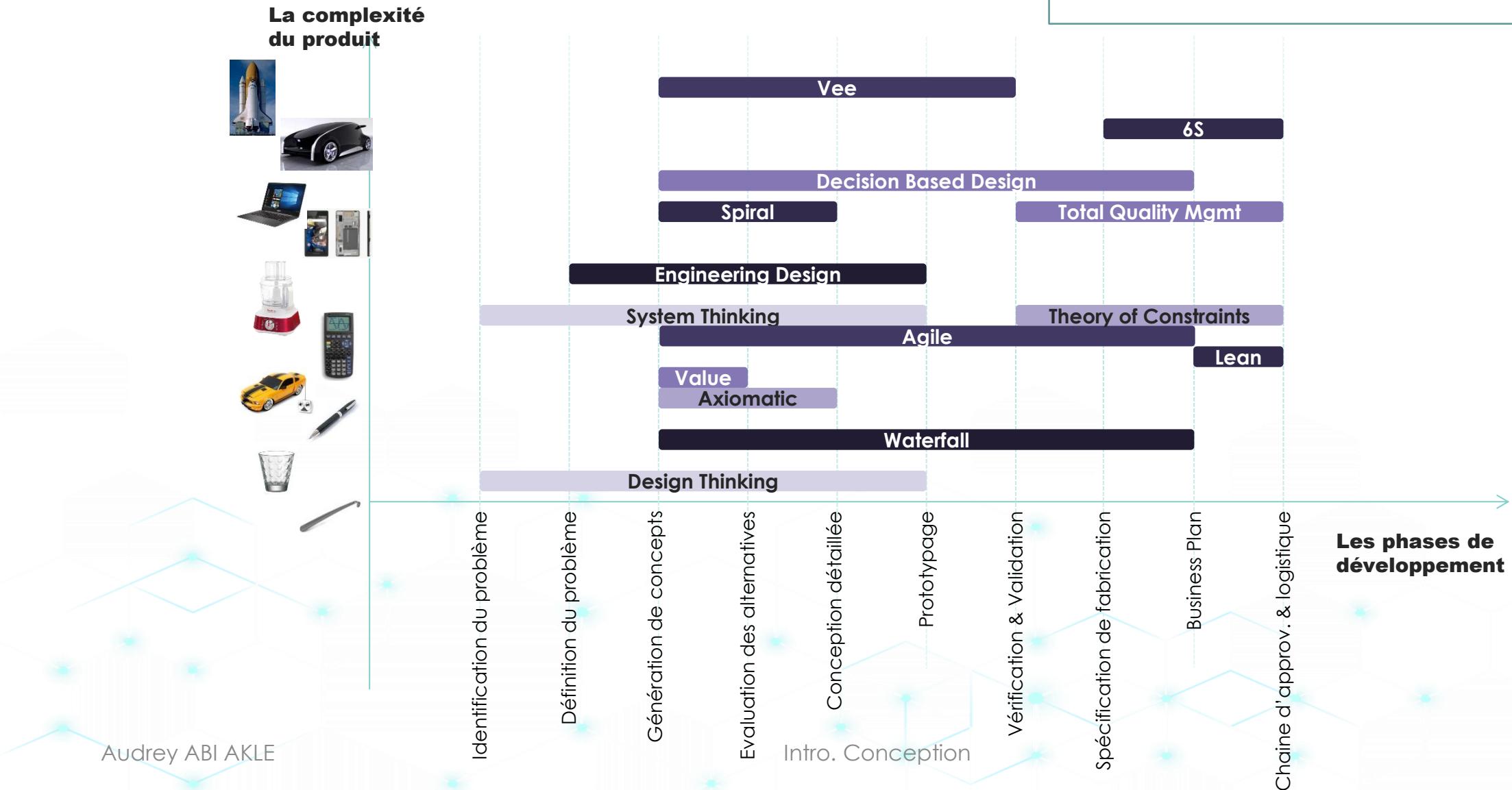


Lean Manufacturing

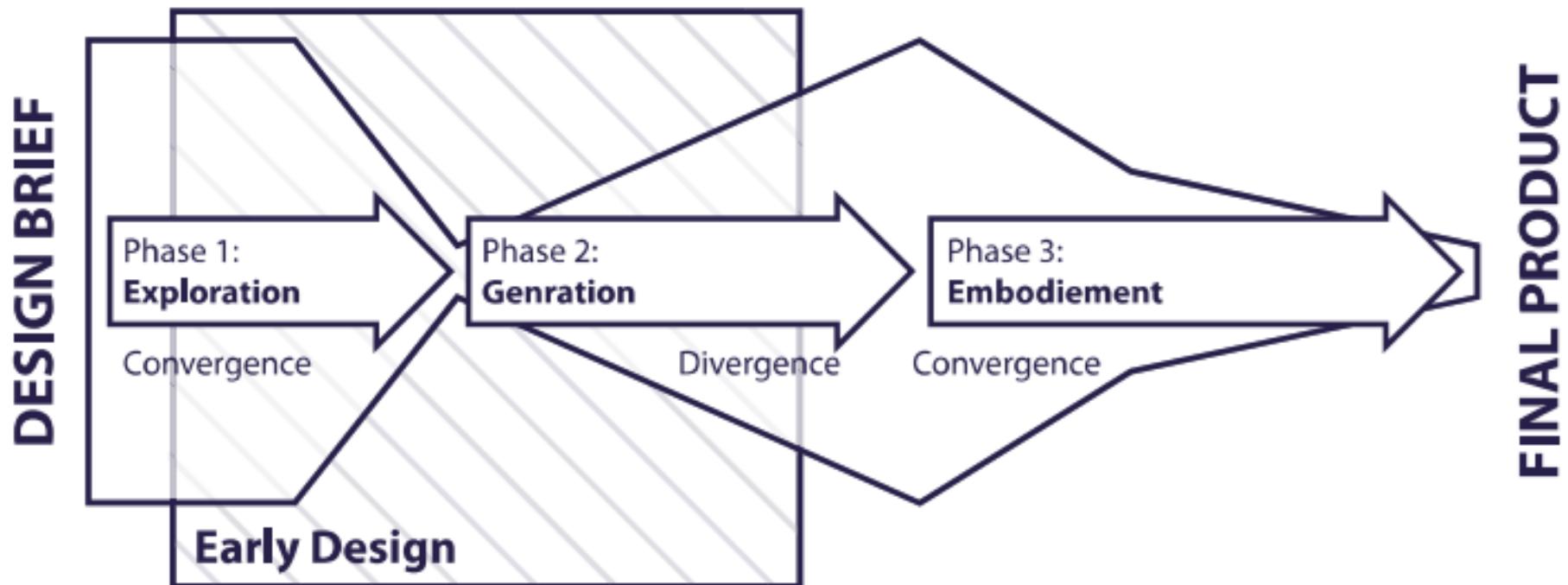
- Lean innovation model (Lean Analytics Association, 2017)



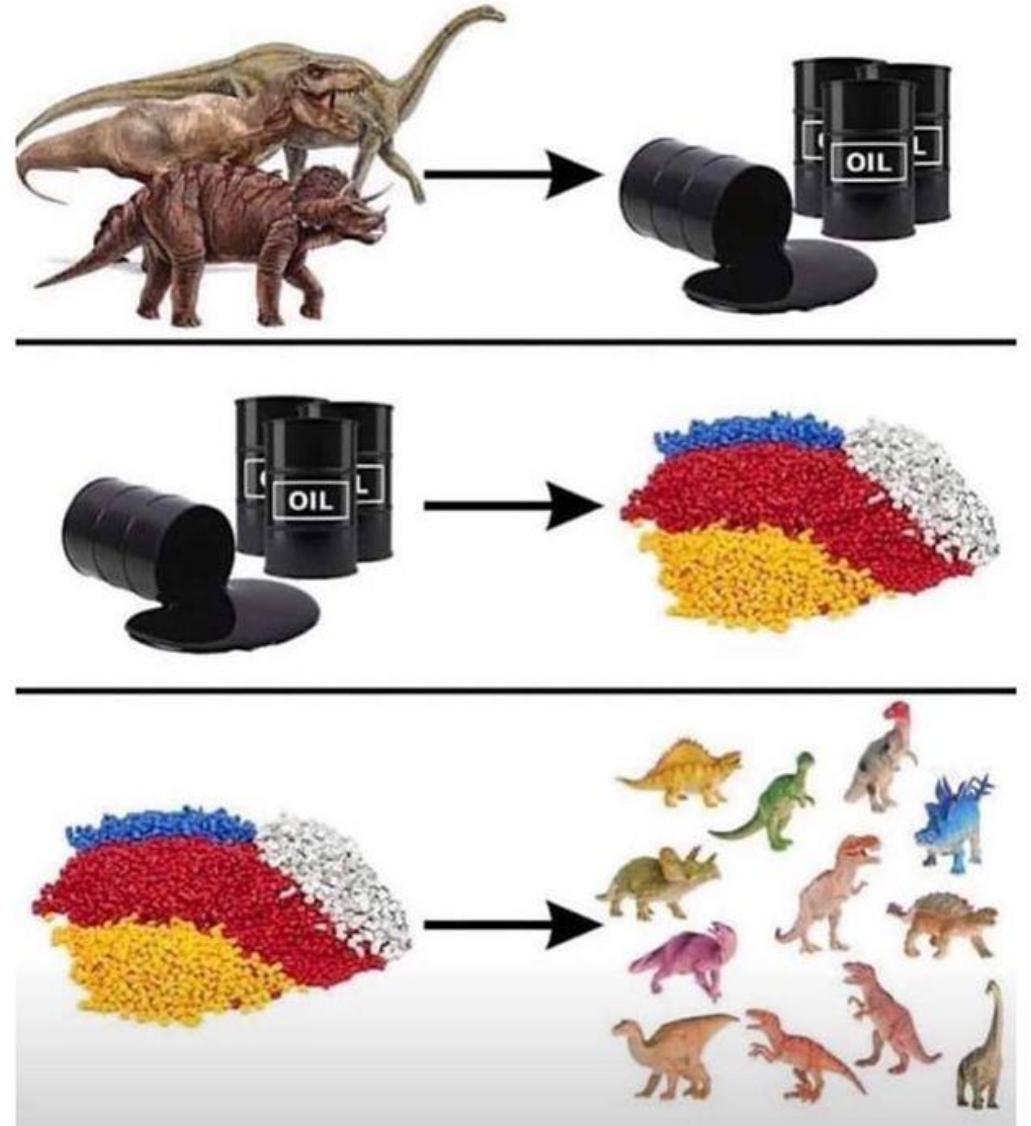
Comment choisir le bon processus?



Convergence - Divergence

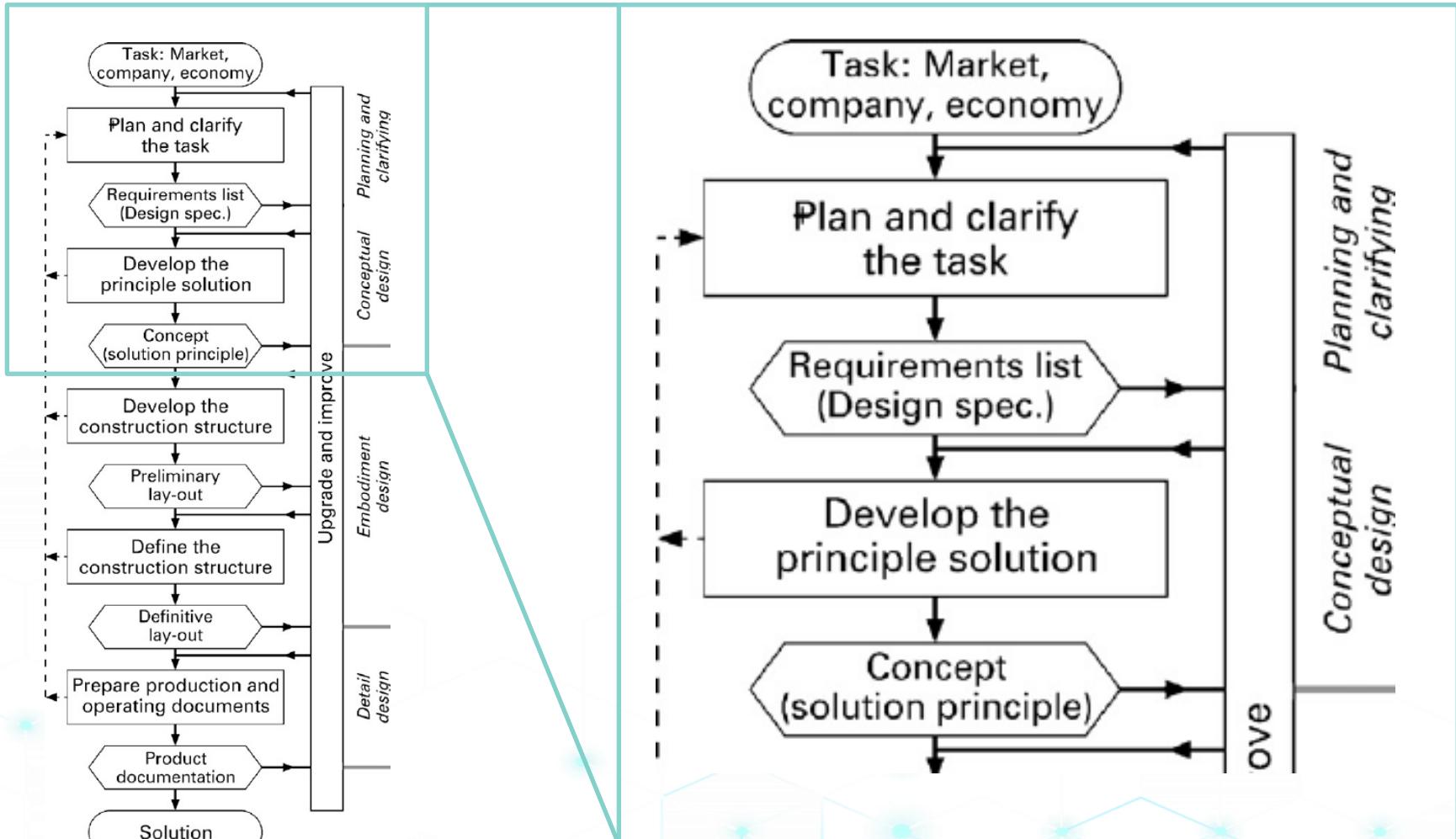


LE CYCLE DE VIE D'UN PRODUIT

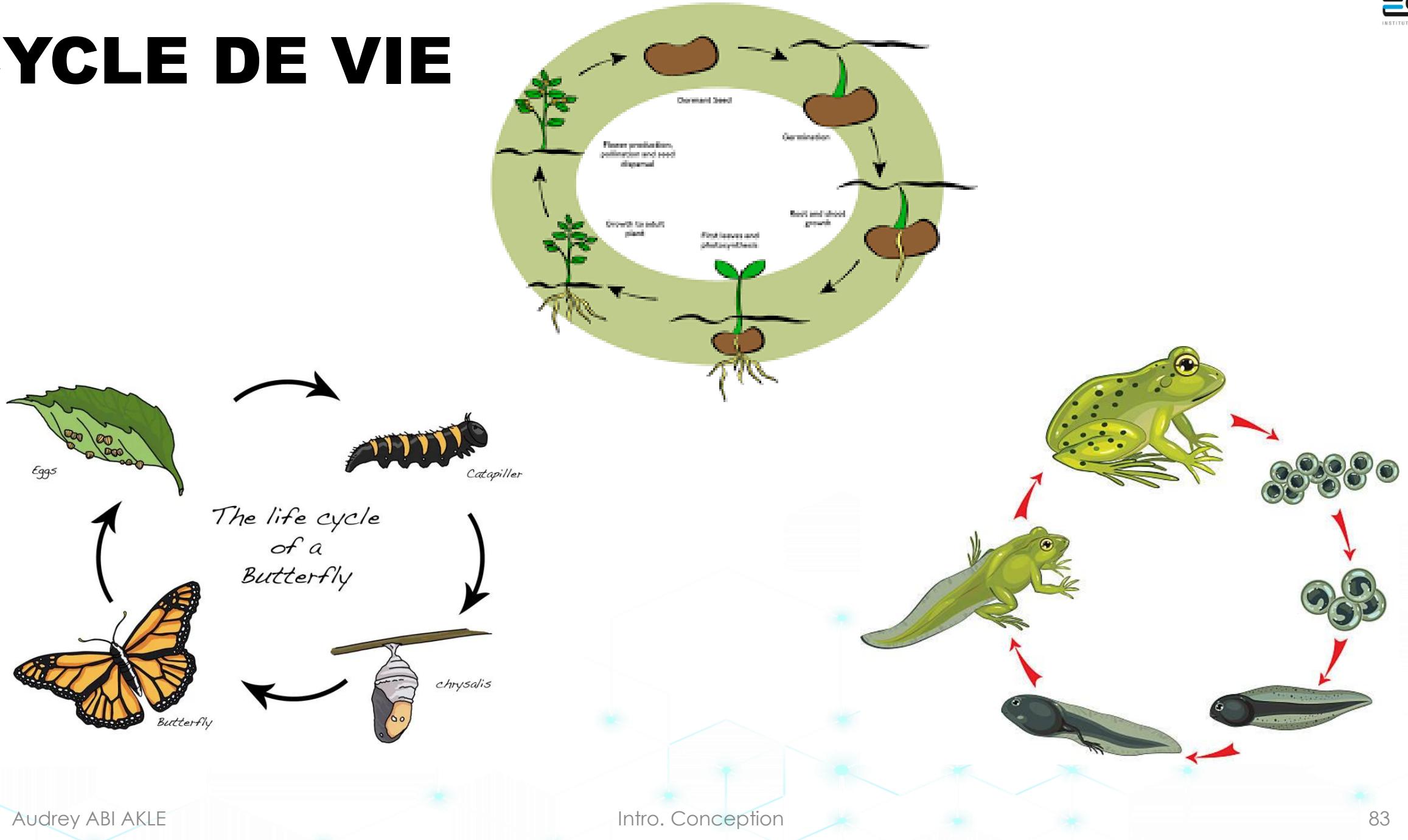


Approche générique

Focus sur les phases amonts pour notre module de cours

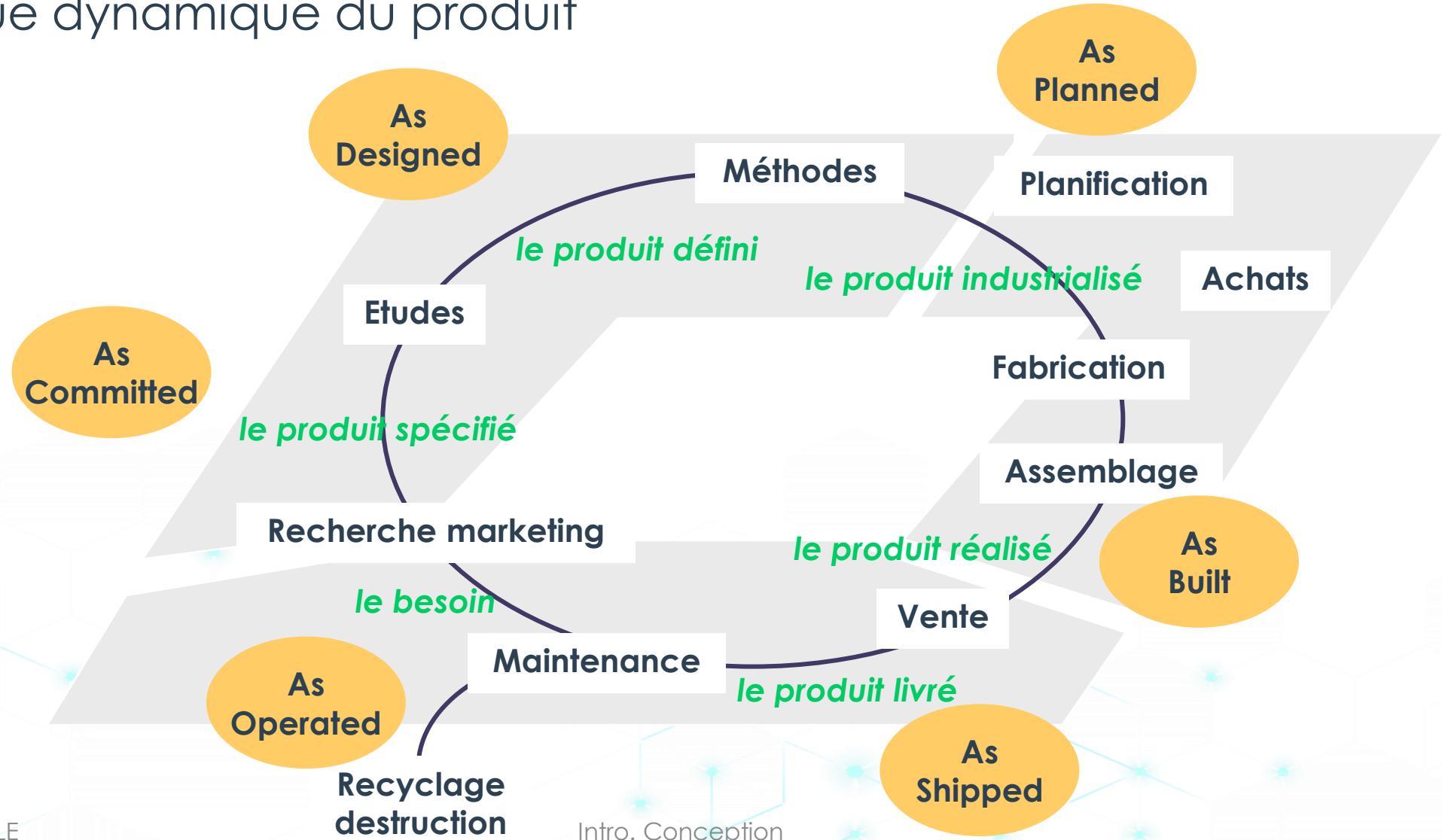


CYCLE DE VIE

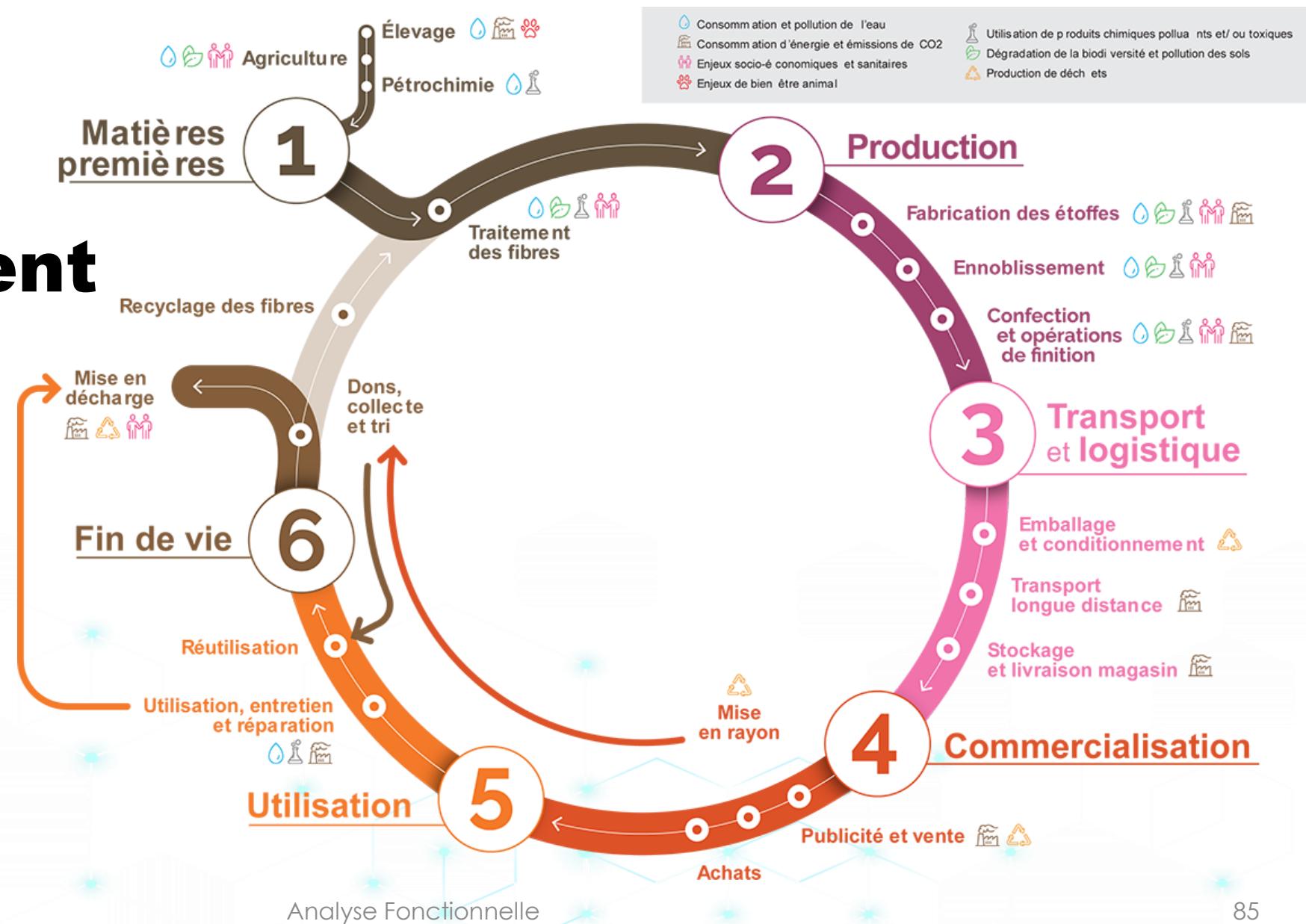


Cycle de vie du produit

Une vue dynamique du produit



Exemple : Deloitte Développement Durable



Durée de cycles de vie de produits

- Quelques temps de développement :

Navires militaires : 10 ans



Automobile : 2 ans



Paquebots : 30 mois

Ferroviaire : 24 mois

Ordinateur : 3 à 7 mois

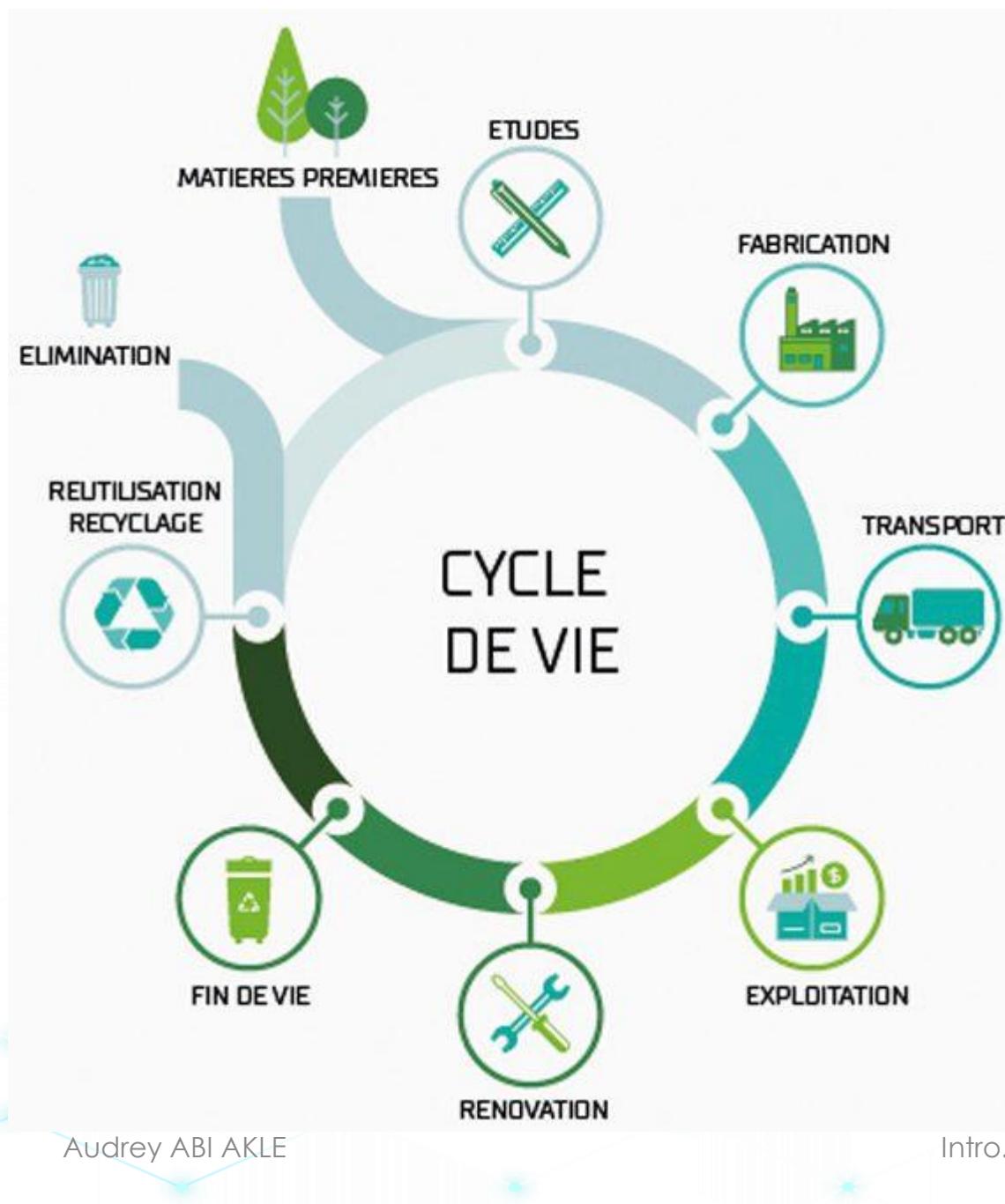
Electroménager : 18 mois



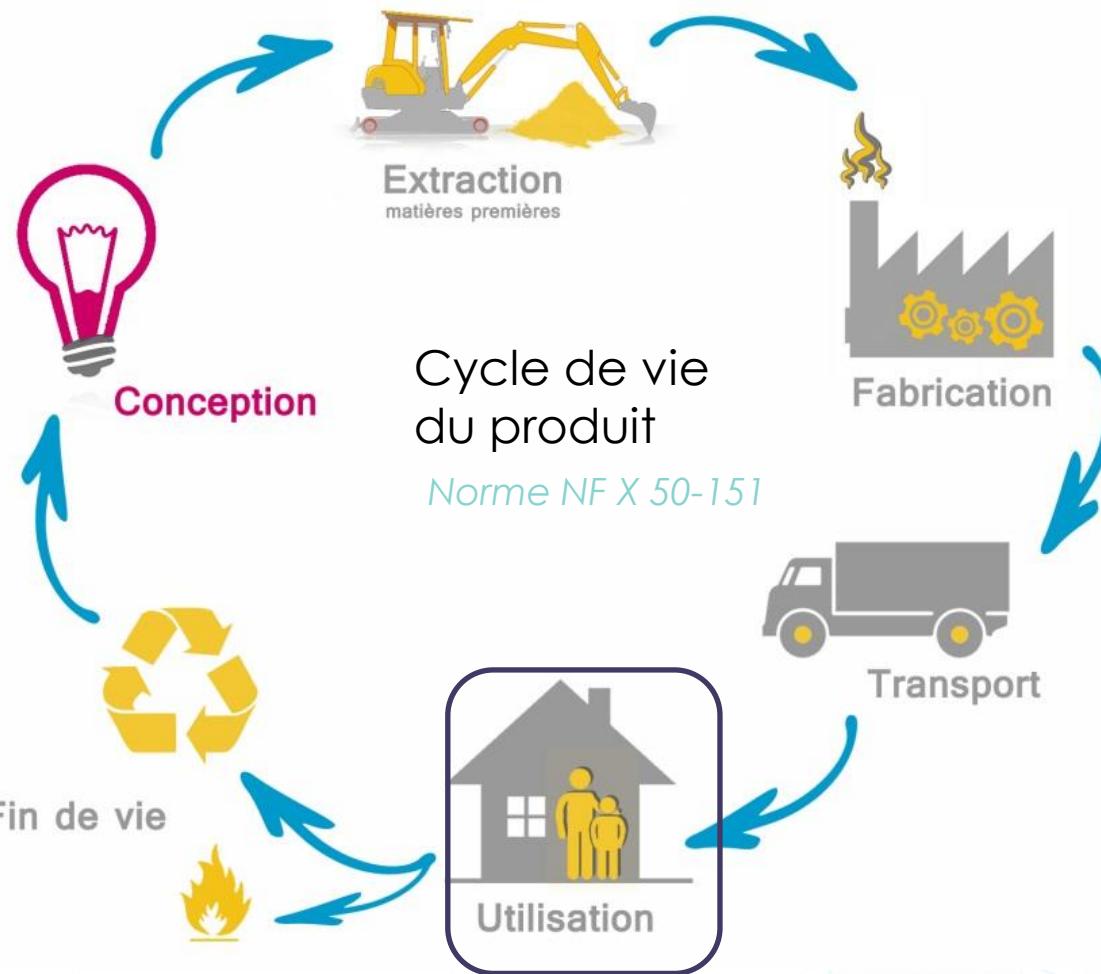
Des enjeux industriels à long terme

- Génie civil : 1 siècle
- Nucléaire : 50 ans
- Navires : 30 à 40 ans
- Ferroviaire : 30 ans
- Aéronautique, spatial : de 20 à 40 ans
- Automobile : environ 20 ans
- Chaudière : 10 ans
- Ordinateur : 3 à 5 ans
- Ampoule : 3 ans





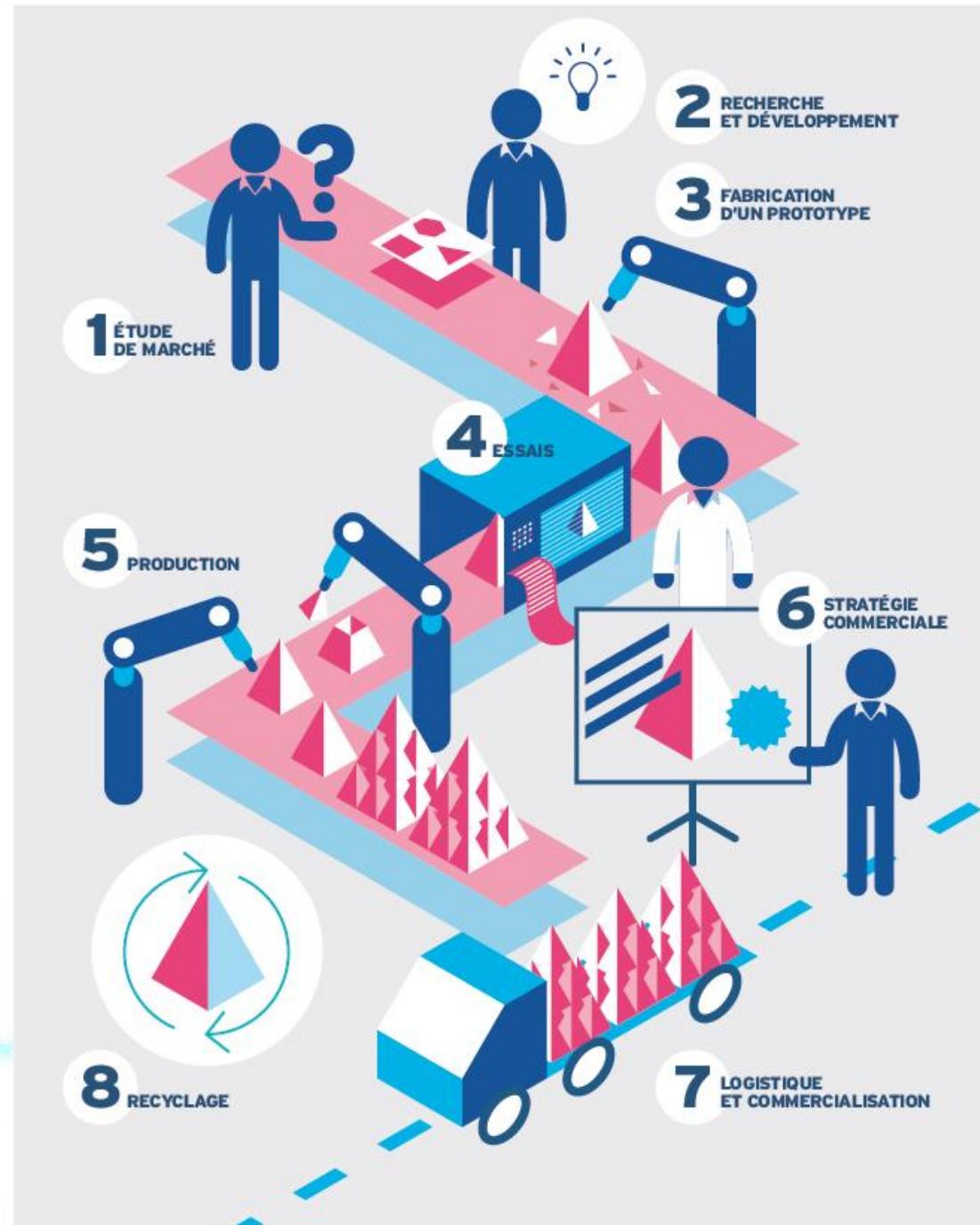
Introduction

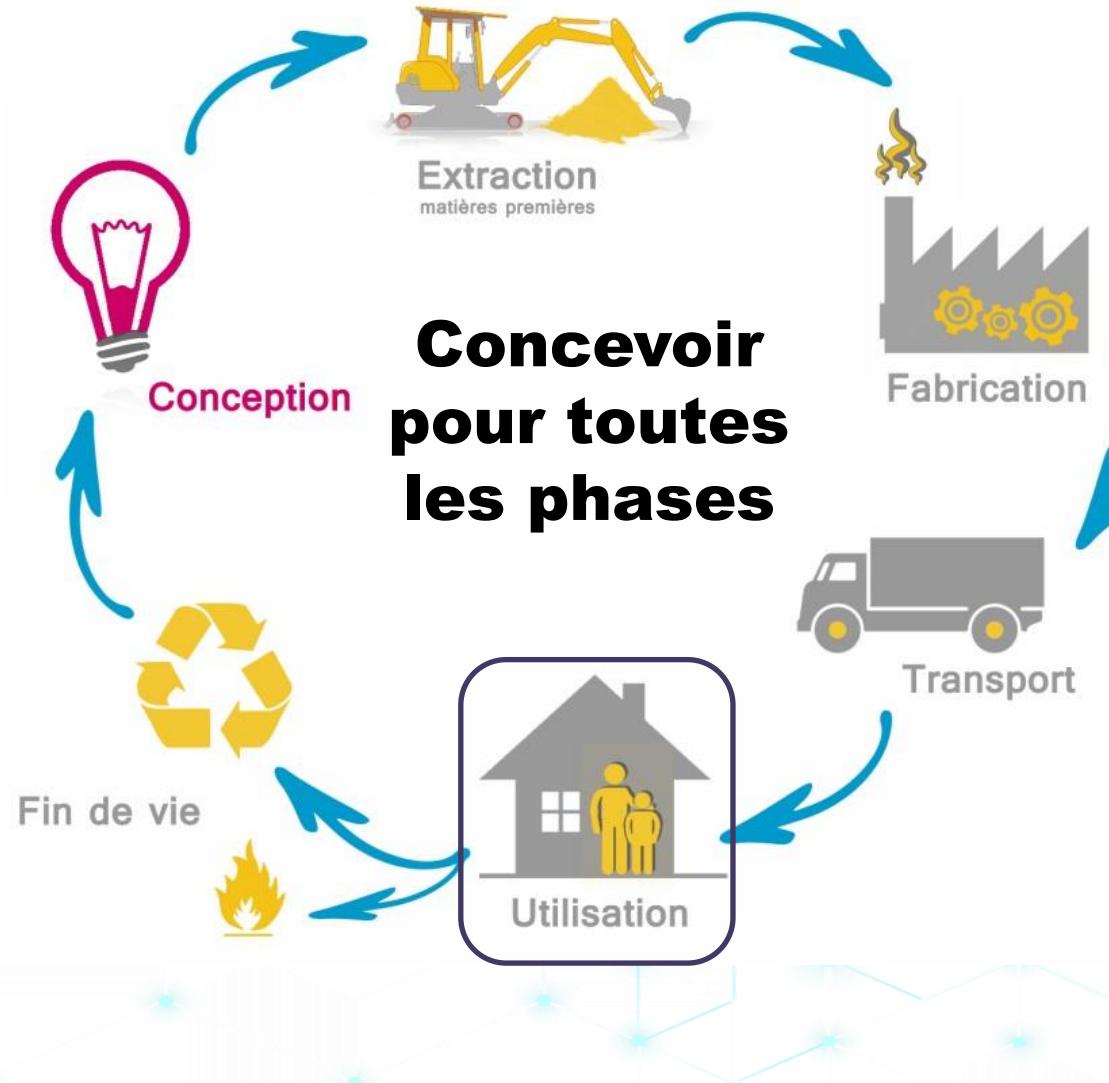
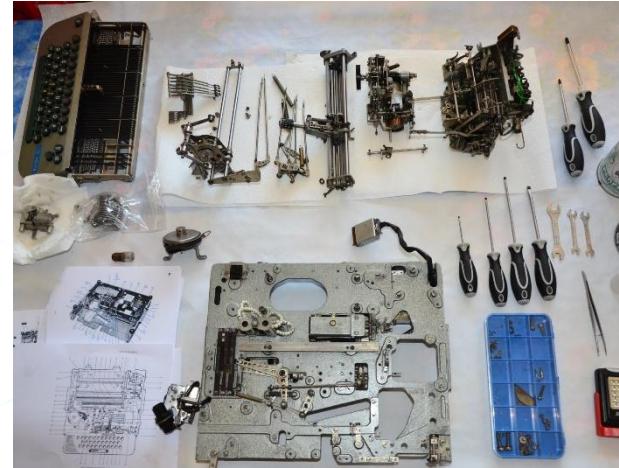
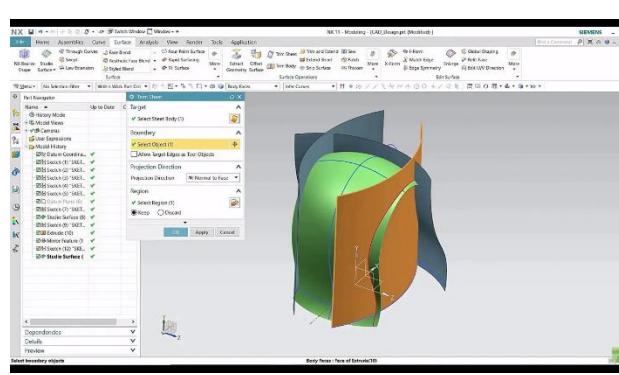


Audrey ABI AKLE

- Dans la pratique, le produit est créé pour satisfaire un besoin correspondant à son utilisation principale.
- Mais chaque phase du cycle de vie du produit ajoute des contraintes, et sa conception prend nécessairement la forme d'un compromis, source d'écart entre le besoin satisfait et le besoin rêvé.

Un produit suit un processus





Phases de vie du produit

Suivant les objectifs de la conception et le niveau de précision recherché, on peut identifier de très nombreuses phases de vie pour un produit.

- Conception
- Fabrication
- métrologie/tests d'intégration
- Conditionnement
- Transport
- Commercialisation
- Montage
- Installation/mise en œuvre
- Validation
- Utilisation normale (principale)
- Utilisation normale (secondaire)
- Utilisation anormale (mode dégradé)
- Maintenance
- Non utilisation
- Stockage
- Reconditionnement
- Mise à jour
- recyclage/destruction

Objectifs de la conception pour le cycle de vie

Anticiper les impacts environnementaux

- Réduire l'empreinte carbone, limiter les déchets, optimiser la consommation d'énergie.

Optimiser les coûts

- En intégrant maintenance, réparabilité et durée de vie dans le design.

Améliorer la qualité d'usage

- Penser l'ergonomie, la sécurité, la facilité de réparation.

Faciliter la fin de vie

- Démontabilité, recyclabilité, circularité.

Méthodes de conception orientées cycle de vie



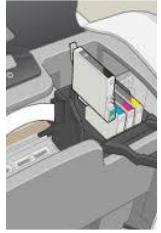
Design for Manufacturing (DFM)



Design for Assembly (DFA)



Design for Reliability (DfR)



Design for Maintainability (DfMtn)



Design for Environment (DfE) / Éco-conception



Design for Disassembly (DfD)



Design for Recycling (DfRcy)



Design for Cost (DfC) / Design to Cost



Design for X (DfX)

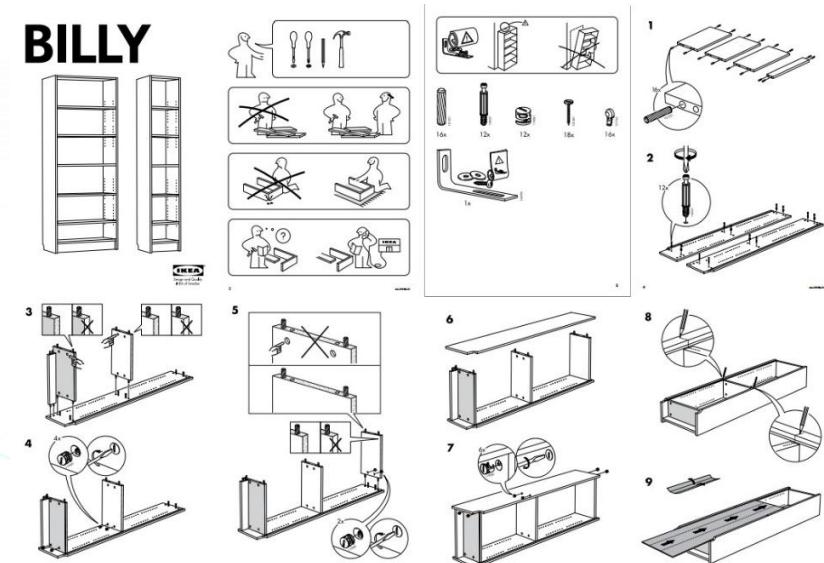
Design for Manufacturing (DFM)

- **Objectif** : simplifier la fabrication du produit.
 - Réduction du nombre de pièces
 - Standardisation des composants
 - Choix de procédés de fabrication adaptés (injection, usinage, impression 3D)
 - Limitation des tolérances complexes
- **Exemple** : Un boîtier de télécommande conçu en deux parties clipsables plutôt qu'avec plusieurs pièces vissées → moins de moules, moins d'opérations, coût de production réduit.
- **Bénéfices** : réduction des coûts de production, fiabilité accrue.



Design for Assembly (DFA)

- **Objectif** : faciliter l'assemblage des produits.
 - Réduire le nombre d'opérations manuelles
 - Utiliser des fixations simples (clips, encliquetage au lieu de vis)
 - Favoriser une symétrie ou une orientation unique pour éviter les erreurs
- **Exemple** : Les meubles IKEA utilisent des systèmes de fixation simples (tourillons, vis auto-perceuses, clips) permettant un assemblage rapide sans outils complexes.
- **Bénéfices** : diminution du temps d'assemblage, réduction des erreurs, automatisation facilitée.



Design for Reliability (DfR)

- **Objectif** : garantir que le produit fonctionne correctement tout au long de sa durée de vie.

- Analyses de fiabilité (MTBF : Mean Time Between Failures).
- Tests de fatigue, simulations de contraintes.
- Redondance de composants critiques.

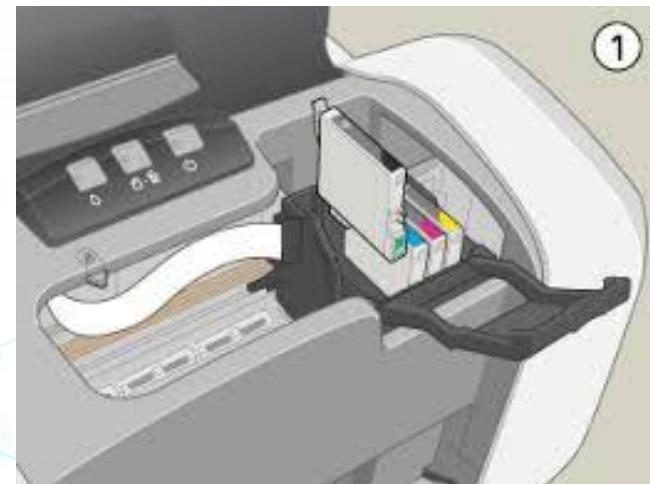
- **Exemple** : Les ordinateurs portables durcis (type Panasonic Toughbook) sont testés pour résister aux chocs, vibrations et températures extrêmes → meilleure durée de vie dans des environnements difficiles.



- **Bénéfices** : réduction des pannes, augmentation de la satisfaction client.

Design for Maintainability (DfMtn)

- **Objectif** : faciliter l'entretien et la réparation.
 - Accès direct aux composants sujets à maintenance
 - Documentation claire et standardisée
 - Modularité des sous-systèmes
- **Exemple** : Dans les imprimantes professionnelles, les cartouches d'encre et les tambours sont facilement accessibles et remplaçables par l'utilisateur → pas besoin d'intervention technique spécialisée.
- **Bénéfices** : baisse des coûts de maintenance, augmentation de la durée de vie.



Design for Environment (DfE) / Éco-conception

- **Objectif** : minimiser l'impact environnemental.
 - Choix de matériaux recyclés ou recyclables
 - Analyse du cycle de vie (*Life Cycle Assessment – LCA*)
 - Réduction de la consommation d'énergie en usage
- **Exemple** : Les bouteilles d'eau Evian 100 % recyclées et recyclables → réduction des déchets plastiques et moindre consommation de ressources vierges.
- **Bénéfices** : conformité réglementaire, image de marque, réduction des déchets.



Design for Disassembly (DfD)

- **Objectif** : prévoir le démontage en fin de vie.
 - Utiliser des fixations démontables.
 - Éviter le collage ou le moulage irréversible.
 - Identifier les matériaux pour le tri.
- **Exemple** : Le **Fairphone** est conçu pour être démonté facilement : l'utilisateur peut remplacer lui-même la batterie, l'écran ou l'appareil photo → réparabilité maximale.
- **Bénéfices** : recyclage facilité, économie circulaire, valorisation des matières premières.



Design for Recycling (DfRcy)

- **Objectif** : permettre la réintégration des matériaux dans de nouveaux cycles.
 - Mono-matériaux ou matériaux facilement séparables
 - Identification claire des plastiques, métaux, etc
- **Bénéfices** : réduction de l'extraction de ressources, meilleure circularité.
- **Exemple** : Les canettes en aluminium standardisées et mono-matériau → recyclage simplifié sans besoin de séparation complexe.



Design for Cost (DfC) / Design to Cost

- **Objectif** : maîtriser les coûts tout au long du cycle de vie.
 - Analyse fonctionnelle vs coûts
 - Arbitrages sur matériaux et procédés
 - Intégration du coût total de possession (*Total Cost of Ownership – TCO*)
- **Exemple** : Dans l'automobile, Dacia a conçu la Sandero en partageant une grande partie des pièces avec d'autres modèles Renault → réduction drastique des coûts de développement et de production.
- **Bénéfices** : meilleure compétitivité, optimisation du rapport valeur/coût.



Design for X (DfX)

- Approche plus large : le "X" peut être *safety*, *ergonomics*, *quality*, *logistics*...
 - *Design for Safety* → intégrer sécurité dès la conception.
 - *Design for Ergonomics* → confort et efficacité de l'utilisateur.
- **Bénéfices** : anticipation des contraintes spécifiques au secteur.



- **Exemples:**

- **Design for Safety** : Les perceuses portatives avec double bouton de sécurité pour éviter les déclenchements accidentels.
- **Design for Ergonomics** : Les poignées de ciseaux Fiskars conçues pour réduire la fatigue de la main et convenir aussi aux gauchers
- **Design for Logistics** : Les bouteilles de lait carrées (au lieu de rondes) permettant d'optimiser le stockage et le transport.

Quels sont les métiers de la conception ?

Pilotage & stratégie de conception

- **Responsable produit / Product manager** : définit la vision et la stratégie du produit, coordonne les équipes de conception et s'assure que le produit correspond aux attentes du marché et des utilisateurs.
- **Chef de projet conception** : organise et suit l'avancement du développement d'un nouveau produit ou service

Industrie & ingénierie

- **Concepteur produit / ingénieur conception mécanique** : imagine et modélise des pièces, machines ou systèmes.
- **Designer industriel** : conçoit des produits du quotidien (électroménager, mobilier, transports...) en alliant ergonomie et esthétique.
- **Ingénieur en conception électronique** : développe des cartes électroniques, circuits, objets connectés.
- **Architecte naval / aéronautique / automobile** : travaille sur la conception structurelle et fonctionnelle des véhicules.
- **Ingénieur en conception de procédés** : imagine et optimise les procédés de fabrication.

Design & innovation

- **Designer UX/UI** : conçoit l'expérience et l'interface des applications ou sites web.
- **Architecte** : conçoit bâtiments et espaces en intégrant contraintes techniques et esthétiques.
- **Designer mobilier** : imagine et développe des meubles innovants et ergonomiques.
- **Concepteur en réalité virtuelle / réalité augmentée** : développe des environnements immersifs pour l'industrie, la santé ou le divertissement.

Recherche & développement

- **Ingénieur R&D** : conçoit de nouveaux produits, matériaux ou technologies.
- **Concepteur en robotique** : développe des systèmes automatisés et robots pour l'industrie, la santé ou les services.
- **Concepteur en biomédical** : imagine des dispositifs médicaux et prothèses.

Transition écologique & conception durable

- **Éco-concepteur** : intègre les critères environnementaux dès la phase de conception.
- **Concepteur en énergies renouvelables** : imagine des systèmes solaires, éoliens ou hydrauliques adaptés aux besoins.
- **Urbaniste / concepteur d'espaces publics** : développe des aménagements durables pour les villes.

La construction de ce cours s'inspire de différents travaux

RESSOURCES DU COURS

- Cours de Christophe Merlo
- Cours de François Cluzel
- Travaux de Steven Hoffenson
- Et d'autres ...

