

# INGÉNIERIE DES EXIGENCES

## Prolégomènes à l'ingénierie des exigences

IE000  
v230c

2015-01-07

Christina KHNAISSER et Luc LAVOIE  
Département d'informatique  
Faculté des sciences



Christina.Khnaisser@usherbrooke.ca  
Luc.Lavoie@usherbrooke.ca  
<http://info.usherbrooke.ca/llavoie>

# PLAN

- Aperçu
- Qu'est-ce qu'une exigence?
- *Catégorisation des exigences*
- *Utilisation des exigences*
- Survol du processus d'ingénierie des exigences
- Vocabulaire
- Références
- À suivre



# PROLÉGOMÈNES À L'INGÉNIERIE DES EXIGENCES

## Aperçu

Qu'est-ce qu'une exigence?  
Catégorisation des exigences  
Utilisation des exigences  
Survol du processus  
Vocabulaire  
Références  
À suivre

- Objectifs de l'IE
- Nature de la solution ciblée
- Développement de la solution
- Origines de l'IE
- Importance de l'IE
- Facteurs de succès
- Facteurs de risques
- Facteurs d'échec
- Difficultés rencontrées
- Classification des problèmes
- Contexte

# APERÇU

## NATURE DE L'INGÉNIERIE DES EXIGENCES (IE)

- Définir le problème à résoudre
  - Définir le modèle du problème
- Caractériser les solutions acceptables
  - Spécifier les exigences du logiciel
- Définir les critères d'évaluation des solutions
  - Établir les critères d'évaluation du logiciel

### Attention

- La conception de la solution ne fait pas partie de l'ingénierie des exigences.
- La frontière entre l'IE et la conception n'est pas toujours bien délimitée tant au niveau des procédés, des méthodes que des projets.

# APERÇU

## NATURE DE LA SOLUTION

- Nous nous intéressons cependant à un type particulier de solution : le système.
- Qu'est-ce qu'un système?
  - Voir le plan de cours.
  - Voir le chapitre 1 de Hull.
  - Voir la partie 1 de Printz.
  - Voir l'exemple de Jackson.
  - Nous considérerons encore d'autres définitions un peu plus avant dans le cours.

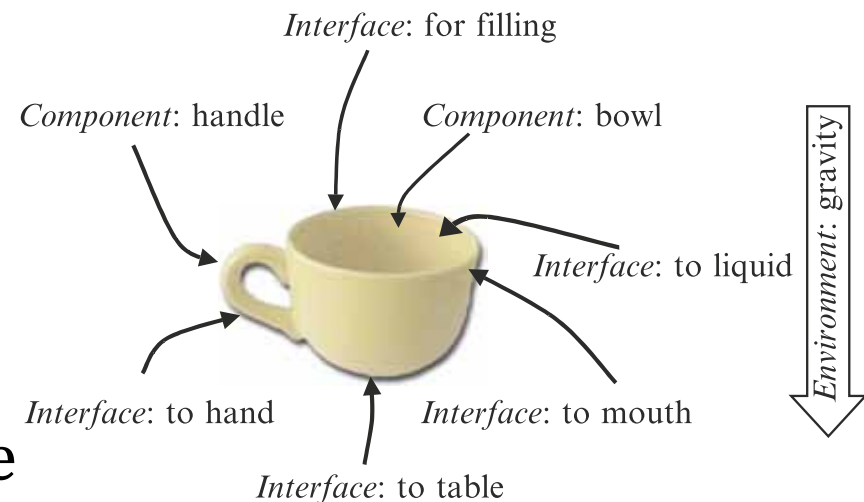


Figure extraite de Hull, page 5

# APERÇU

## ORIGINES DE L'INGÉNIERIE DES EXIGENCES

L'ingénierie des exigences est issue du regroupement systématisé de plusieurs activités normalement réalisées au cours du développement d'un système :

- Élaboration des exigences
  - exploration
  - analyse
  - modélisation
  - spécification
- Vérification des exigences
- Validation des exigences
- Sélection des exigences

# APERÇU

## IMPORTANCE DE L'INGÉNIERIE DES EXIGENCES

### L'ingénierie des exigences (IE)

- détermine
  - la majorité des activités de développement
  - l'essentiel des qualités des produits
- permet et encadre la communication
  - au sein de l'équipe du client
  - au sein de l'équipe du fournisseur
  - entre les équipes

### Attention

- L'importance de l'IE augmente avec la taille du problème à résoudre.
- Plus une erreur est introduite tôt et détectée tard, plus elle coûte cher!

# MISE EN CONTEXTE

## LA 3<sup>E</sup> CRISE DU LOGICIEL SELON STANDISH

**Table 1**

### **Standish project benchmarks over the years**

<b>Year</b>	<b>Successful (%)</b>	<b>Challenged (%)</b>	<b>Failed (%)</b>
1994	16	53	31
1996	27	33	40
1998	26	46	28
2000	28	49	23
2004	29	53	18
2006	35	46	19
2009	32	44	24

Source Standish Group, CHAOS Report, [www.standishgroup.com](http://www.standishgroup.com), figure provenant de IEEE Software, janvier 2010



# MISE EN CONTEXTE

## DES SOLUTIONS À LA CRISE DU LOGICIEL (STANDISH)

**Table 11-3: Information Technology Success Potential Scoring Sheet**

Success Criterion	Relative Importance
User Involvement	19
Executive Management Support	16
Clear Statement of Requirements	15
Proper Planning	11
Realistic Expectations	10
Smaller Project Milestones	9
Competent Staff	8
Ownership	6
Clear Visions and Objectives	3
Hardworking, Focused Staff	3
<b>Total</b>	<b>100</b>

Source Standish Group « Unifished Voyages », [www.standishgroup.com](http://www.standishgroup.com); tableau provenant de Schwalbe

# APERÇU

## FACTEURS DE SUCCÈS SELON CHAOS REPORT

The three major reasons that a project will succeed are user involvement, executive management support, and a clear statement of requirements. There are other success criteria, but with these three elements in place, the chances of success are much greater. Without them, chance of failure increases dramatically.

Project Success Factors	% of Responses
1. User Involvement	15.9%
2. Executive Management Support	13.9%
3. Clear Statement of Requirements	13.0%
4. Proper Planning	9.6%
5. Realistic Expectations	8.2%
6. Smaller Project Milestones	7.7%
7. Competent Staff	7.2%
8. Ownership	5.3%
9. Clear Vision & Objectives	2.9%
10. Hard-Working, Focused Staff	2.4%
Other	13.9%

source : Chaos Report, The Standish Group, 1995

# APERÇU

## FACTEURS DE RISQUE SELON CHAOS REPORT

The survey participants were also asked about the factors that cause projects to be challenged.

Project Challenged Factors	% of Responses
1. Lack of User Input	12.8%
2. Incomplete Requirements & Specifications	12.3%
3. Changing Requirements & Specifications	11.8%
4. Lack of Executive Support	7.5%
5. Technology Incompetence	7.0%
6. Lack of Resources	6.4%
7. Unrealistic Expectations	5.9%
8. Unclear Objectives	5.3%
9. Unrealistic Time Frames	4.3%
10. New Technology	3.7%
Other	23.0%

source : *Chaos Report, The Standish Group, 1995*

# APERÇU

## FACTEURS D'ÉCHEC SELON CHAOS REPORT

Opinions about why projects are impaired and ultimately cancelled ranked incomplete requirements and lack of user involvement at the top of the list.

Project Impaired Factors	% of Responses
1. Incomplete Requirements	13.1%
2. Lack of User Involvement	12.4%
3. Lack of Resources	10.6%
4. Unrealistic Expectations	9.9%
5. Lack of Executive Support	9.3%
6. Changing Requirements & Specifications	8.7%
7. Lack of Planning	8.1%
8. Didn't Need It Any Longer	7.5%
9. Lack of IT Management	6.2%
10. Technology Illiteracy	4.3%
Other	9.9%

source : *Chaos Report, The Standish Group, 1995*

# APERÇU

## CHAOS REPORT CONTESTÉ

- « Our research shows that the Standish definitions of successful and challenged projects have four major problems: they're misleading, one-sided, pervert the estimation practice, and result in meaningless figures. »
  - Laurenz Eveleens and Chris Verhoef,  
*The Rise and Fall of the Chaos Report Figures*  
IEEE Software magazine, janvier 2010.
    - <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=05232804>
    - <http://www.cs.vu.nl/~x/chaos/chaos.pdf>
- Notes
  - définitions incohérentes et incomplètes, donc trompeuses
  - biais systémiques non pris en compte
  - protocole de cueillette non fourni
  - données non publiquement disponibles
  - perversion inductive
  - interprétation douteuse, voire dénuée de sens, de certains résultats

# APERÇU

## CHAOS REPORT EST-IL NÉANMOINS PERTINENT?

- Toutefois ce n'est pas parce qu'une démonstration est fausse que la conclusion l'est pour autant!
- On pourrait croire qu'en raison des enjeux économiques importants (plusieurs milliers de milliards de CAD), la question du choix des procédés, des méthodes et des techniques du génie logiciel donne lieu à de solides validations expérimentales.
- Or, il n'en est rien!

# APERÇU

## QUELQUES-UNES DES DIFFICULTÉS RENCONTRÉES

- **Établir les limites du domaine**
  - Explorer un nouveau domaine peut être passionnant, mais il faut limiter ce que l'on doit connaître du domaine à la seule information nécessaire pour résoudre le problème.
  - Se poser la question : la compréhension de cette partie du domaine va-t-elle m'aider à comprendre le problème?
- **Découvrir les sources d'informations**
  - Rechercher et recenser toutes les sources d'information pertinentes.
    - experts, utilisateurs, clients et autres parties prenantes;
    - documentation existante;
    - système existant;
    - ...
- **Exprimer adéquatement les exigences**
  - Une exigence doit porter sur un élément nécessaire et important du domaine.
  - Une exigence doit être énoncée dans un langage précis, concis et facile à comprendre.

# APERÇU

## QUELQUES-UNES DES DIFFICULTÉS RENCONTRÉES (BIS)

- Il est **vraiment très difficile** de rédiger (spécifier) correctement une exigence.
- L'énoncé d'une exigence doit être :
  - **clair** offrir une seule interprétation possible;
  - **exact** être conforme à la vérité (formelle) et à la réalité (pratique);
  - **complet** former un tout et ne pas laisser de questions ouvertes;
  - **cohérent** ne pas contredire une autre exigence;
  - **vérifiable** permettre de déterminer si l'exigence a été atteinte ou non;
  - **traçable** en conserver l'origine et l'histoire de son évolution.



# APERÇU

## UNE CATÉGORISATION PEUT-ELLE AIDER ?

- Selon le domaine général d'application
  - *commercial, scientifique, ingénierie, etc.*
- Selon le mode d'interaction (de la solution)
  - *en différé, interactif, concurrent, distribué, etc.*
- Selon le domaine spécifique d'application
  - *assurances, aluminerie, arts de la scène, etc.*
- Selon la complexité
  - *des données*
  - *des algorithmes*
  - *des interactions avec l'environnement*

# APERÇU

## CONTEXTE DU PROBLÈME (1/3)

- En fait, l'intégration du **contexte** du problème s'avère une meilleure approche à l'analyse que toutes les tentatives de catégorisation tentées jusqu'à présent.

# APERÇU

## CONTEXTE DU PROBLÈME (2/3)

- Identification du problème **et de son contexte**
- Description du problème **et de son contexte**
- Caractérisation des solutions acceptables **dans le contexte**
- Établissement de critères d'évaluation **en relation avec le contexte**

Domaine d'application  
+  
Environnement  
=  
Contexte

Domaine d'application  
≡  
Domaine métier

# APERÇU

## CONTEXTE DU PROBLÈME (3/3)

- L'ingénierie des exigences ne peut donc faire l'économie de l'étude préalable du contexte du problème.
- Environnement : les éléments du monde tangible qui interagissent avec le système ou influent sur lui.
- Domaine d'application : l'ensemble des connaissances (concepts, théories, règles de pratique, usages, etc.) applicables à l'environnement du système ou au traitement qui en est attendu.

# PROLÉGOMÈNES À L'INGÉNIERIE DES EXIGENCES

Aperçu

**Qu'est-ce qu'une exigence?**

Catégorisation des exigences

Utilisation des exigences

Survol du processus

Vocabulaire

Références

À suivre

- Introduction
- Propriétés et services
  - Exemples de service
  - Exemples de propriété
- Exigence et fait
- Autres concepts apparentés
- Définitions
- Caractérisation
- Spécification

# QU'EST-CE QU'UNE EXIGENCE?

## INTRODUCTION

- Un système **offre** des **services**
- Exemples :
  - Le système doit afficher la position de chaque ascenseur sur l'afficheur de chaque palier.
  - La composition d'un numéro invalide doit conduire à l'émission d'un message et ne doit pas conduire à l'établissement d'une communication avec un abonné.
- Le terme **fonction** est souvent utilisé comme synonyme de service.
  
- Un système **garantit** des **propriétés**
- Exemples
  - Un ascenseur ne peut changer de direction qu'après s'être immobilisé à un étage.
  - Un appel téléphonique doit être desservi en moins de 12 ms.
- Le terme **caractéristique** est souvent utilisé comme synonyme de propriété.

# QU'EST-CE QU'UNE EXIGENCE?

## PROPRIÉTÉS ET SERVICES

---

### Propriété

---

- Prédicats dont les valeurs des variables sont puisées dans l'environnement du système (en particulier des données traitées par celui-ci) et dont la satisfaction met en cause un ou plusieurs services.

### Service

---

- Action par laquelle le système change l'état de son environnement (et, le plus souvent, son propre état).
- Fonction que l'utilisateur peut appeler (directement ou indirectement) et dont il peut percevoir les effets.

# QU'EST-CE QU'UNE EXIGENCE?

## EXEMPLES DE SERVICES

Un membre de la bibliothèque doit pouvoir

- emprunter
- renouveler
- retourner

des livres



Y a-t-il un ou trois services?



# QU'EST-CE QU'UNE EXIGENCE?

## EXEMPLES DE PROPRIÉTÉS

- On ne peut supprimer un livre prêté.
- Un membre ne peut avoir plus de cinq emprunts en même temps.
- Un livre réservé ne peut être prêté, sauf au premier membre de la liste des réservations.

Chacune de ces propriétés porte-t-elle sur plus d'un service?

# QU'EST-CE QU'UNE EXIGENCE?

## EXIGENCE ET FAIT – UNE DÉFINITION

---

### Exigence

---

- Énoncé caractéristique du système-solution
- résultant normalement d'un choix approuvé par l'utilisateur

### Fait

---

- Énoncé caractéristique du contexte du problème
- et qui normalement ne peut pas être changé

# QU'EST-CE QU'UNE EXIGENCE?

## EXIGENCE ET FAIT – UN EXEMPLE

---

### Exigence

---

- Le matin, maximiser l'offre de service au rez-de-chaussée.

### Fait

---

- Le délai maximal entre la réception d'une commande d'arrêt et l'arrêt effectif de l'ascenseur est de trois secondes.

# QU'EST-CE QU'UNE EXIGENCE?

## AUTRES CONCEPTS APPARENTÉS



- **Capacité** : fonction dont la solution est redevable.
- **Critère** : condition mesurable associée à une capacité que doit rencontrer une solution acceptable.
- **Contrainte** : condition sur la façon dont une capacité doit être assurée.

Ce qui amène une nouvelle définition de service :

- **Service** : ensemble des capacités nécessaires à la mise en oeuvre d'un ou plusieurs processus optimisant les critères dans le respect des contraintes.

# QU'EST-CE QU'UNE EXIGENCE?

## DÉFINITIONS DE L'EXIGENCE



- Hull, page 6 :
  - *A statement that identifies a product or process operational, functional, or design characteristic or constraint, which is unambiguous, testable or measurable, and necessary for product or process acceptability (by consumers or internal quality assurance guidelines).*
- IEEE & Lavoie :
  - Énoncé d'une capacité (service, fonction) dont le système est redevable; une exigence doit être contrôlable selon certains critères (exprimés en terme de propriétés) et peut être soumise à certaines contraintes.

# CARACTÉRISATION DE L'EXIGENCE

## NIVEAU D'ABSTRACTION



- Une exigence peut être décrite de façon plus ou moins détaillée, il faut déterminer le niveau d'abstraction adéquat; elle doit être :
  - assez simple pour limiter la complexité du modèle à maîtriser par la conception,
  - assez générale pour ne pas empiéter sur la conception,
  - assez détaillée pour guider la conception,
  - assez précise pour permettre la validation.
- Le compromis « parfait » existe-t-il?

# CARACTÉRISATION DE L'EXIGENCE

## FORMULATION ADÉQUATE



- Une exigence est adéquatement formulée (*well-formed*) si et seulement si elle peut être déduite des besoins et respecte les règles du domaine d'application.

# CARACTÉRISATION DE L'EXIGENCE

## ATTRIBUTS ESSENTIELS



- Une exigence, en regard de la norme IEEE 1233-1998, est décrite par les sept attributs suivants :
  - identification,
  - priorité,
  - criticité,
  - faisabilité,
  - risque,
  - source,
  - type.



# CARACTÉRISATION DE L'EXIGENCE

## QUALITÉS EXIGÉES



- Abstraction
  - pour ne pas imposer une solution particulière.
- Cohérence
  - pour ne pas entrer en contradiction avec une autre.
- Non-ambigüité
  - pour s'assurer d'une seule interprétation possible.
- Traçabilité
  - pour en identifier l'origine et suivre l'évolution.
- Testabilité
  - pour évaluer la satisfaction des critères.

# QU'EST-CE QU'UNE EXIGENCE?

## SPÉCIFICATION D'EXIGENCES



- Une collection d'exigences forme une spécification si et seulement si elle répond aux neuf conditions suivantes :
  - unicité (non-intersection, non-redondance),
  - normalisation,
  - inférabilité,
  - cohérence,
  - complétude,
  - circonscription,
  - modifiabilité,
  - adaptabilité,
  - granularité (un même niveau d'abstraction).

# PROLÉGOMÈNES À L'INGÉNIERIE DES EXIGENCES (LECTURE)

Aperçu

Contexte

Qu'est-ce qu'une exigence?

**Catégorisation des exigences**

Utilisation des exigences

Survol du processus

Vocabulaire

Références

À suivre

- Pourquoi catégoriser?
- Catégories fonctionnelles
- Catégories non fonctionnelles
  - ENF de performance
  - ENF de conception
  - ENF économique
  - ENF d'exploitation
  - ENF d'ergonomie
- Importance de la catégorisation

# CATÉGORISATION DES EXIGENCES

## POURQUOI CATÉGORISER?

- Permettre de localiser le raisonnement sans perdre d'information en cours de route :
  - subdiviser l'analyse (le raisonnement) en parties plus petites et moins complexes;
  - mener chacune des analyses en silo;
  - réunir les résultats pour obtenir l'analyse globale.
- Pour ce faire, les catégories doivent former une partition (au sens mathématique); cette condition est
  - nécessaire pour garantir la rigueur logique des raisonnements en cours d'analyse et de synthèse;
  - non suffisante pour garantir la couverture du problème et la convergence de l'analyse.

# CATÉGORISATION DES EXIGENCES

## DEUX CATÉGORIES MAJEURES

- Fonctionnelles ➔ Services
  - réalisables grâce à certains services.
  - vérifiables par la mise en relation des propriétés.
- Non fonctionnelles ➔ Propriétés
  - mesurables grâce à certaines propriétés.
  - vérifiables par la mise en relation des mesures.
- Les exigences fonctionnelles sont subdivisées en sous-catégories selon des critères issus de l'environnement ou de la méthode d'analyse.
  - Elle facilite l'appréciation de la couverture des services, de leur complémentarité, de leur non-redondance...
- Les exigences non fonctionnelles sont subdivisées en sous-catégories selon la nature des propriétés considérées.
  - Elles permettent d'établir les cibles de performance.
  - Elles facilitent la priorisation des efforts de mise en oeuvre.
  - Elles reflètent les contraintes issues du contexte.

# CATÉGORISATION DES EXIGENCES

## EXEMPLES DE CATÉGORISATION FONCTIONNELLE

- Pratiques environnementales
  - CRUD (create, read, update and delete)
  - SCRUD (search+CRUD)
  - DAAD (définir, authentifier, autoriser, déléguer)
  - ...
- Pratiques méthodologiques :
  - TAA : observateur, constructeur, transformateur
  - SA : traitement des agents, maintien des dépôts, transfert entre processus
  - ...
- Le principal critère devant être satisfait par une catégorisation fonctionnelle est l'efficacité de l'ensemble des catégories de fonctions.
- *Rappel : est efficace ce qui permet d'atteindre entièrement les objectifs fixés.*

# CATÉGORISATION DES EXIGENCES

## EXEMPLES DE CATÉGORISATION NON FONCTIONNELLE

---

### Bray

---

- De performance
  - Vitesse
  - Capacité
  - Fiabilité
  - Ergonomie
- De conception
- Économique
  - cout
  - durée
  - ressources

### IEEE 1233

---

- Entrée
- Sortie
- Fiabilité
- Disponibilité
- Maintenabilité
- Performance
- Accessibilité
- Environnement
- Ergonomie
- Sureté
- Sécurité
- etc. (24 au total...)

# CATÉGORISATION DES EXIGENCES NON FONCTIONNELLES

## PERFORMANCE

- Se rapportent au
  - Temps de réponse du système
  - Espace mémoire utilisé
  - Nombre de transactions par minute
  - Fiabilité, disponibilité requise
- Exemples
  - Vitesse
    - Temps de réponse à une demande de réservation inférieure à cinq secondes
  - Capacité
    - Espace mémoire utilisé inférieur à 32 Ko par session
  - Fiabilité
    - Moins d'une panne par mois par abonné en moyenne
    - Moyenne des disponibilités annuelles individuelles supérieure à 99,9998 %
  - Facilité d'apprentissage
    - Après une formation d'une heure, un commis peut acquitter 50 factures à l'heure
- *Le principal critère de performance est l'efficience (est efficient ce qui utilise le minimum de ressources pour atteindre un objectif).*



# CATÉGORISATION DES EXIGENCES NON FONCTIONNELLES

## CONCEPTION

- Elles se rapportent à l'environnement technologique dont est redevable le système ou encore à la manière de construire le système.
  - Système d'exploitation.
  - Langage de programmation.
  - Base de données.
  - Normes et standards de programmation, de conception...
- Exemples
  - Le système doit pouvoir être déployé sur un serveur Tomcat version  $x.y.z$ .
  - Tous les modules doivent être développés en Java version  $n$  ou en JavaScript version  $m$ .
  - Tous les accès à la base de données Athena doivent être réalisés par l'entremise des vues du schéma Ulysse 4.8.
  - Le code produit par le générateur de pages doit être conforme à la norme HTML 5.
- *Le principal critère de performance est la minimisation du couplage, attendu le maintien de la cohérence.*

# CATÉGORISATION DES EXIGENCES NON FONCTIONNELLES ÉCONOMIQUE

- Se rapportent
  - au budget
  - au calendrier
- Exemples de sous-catégories
  - Cout et durée de développement
  - Cout et durée de déploiement
  - Cout d'exploitation
  - Disponibilité des ressources requises
- Exemples
  - Le cout de développement doit être inférieur à 350 000 \$.
  - La mise en service doit avoir lieu au plus tard le 15 mai 2014.
- *Le principal critère économique est également l'efficience (est efficient ce qui utilise le minimum de ressources pour atteindre un objectif).*

# CATÉGORISATION DES EXIGENCES NON FONCTIONNELLES

## EXPLOITATION

- Se rapportent à
  - l'exploitabilité (*fitness to use*) du système.
- Exemples
  - Le système doit pouvoir être installé à distance sur le poste des utilisateurs.
  - Le système doit pouvoir être vérifié à distance par un technicien.
  - Les interruptions de service aux fins de mises à niveau doivent durer moins de 10 minutes et ne survenir qu'au plus une fois par mois.
- *Les critères sont le plus souvent relatifs à la continuité de service et aux coûts récurrents d'exploitation.*

# CATÉGORISATION DES EXIGENCES NON FONCTIONNELLES

## ERGONOMIE

- Se rapportent à la capacité et à la facilité avec laquelle une personne peut utiliser les fonctions du système à bon escient.
- Exemples
  - Le système doit pouvoir être utilisé par un visiteur, quelle que soit sa langue.
  - ...
- Distinguer ergonomie, convivialité et facilité d'apprentissage.
- *Les critères sont très variables.*

# CATÉGORISATION DES EXIGENCES

## IMPORTANCE DE LA CATÉGORISATION (BIS)

- Ce qui importe, c'est de bien définir les catégories
  - discriminables aisément (sans intersection);
  - pertinentes (non vides);
  - offrant une bonne couverture (complètes).
- C'est pourquoi une section est consacrée à la catégorisation des exigences dans la SES.
- Voir le modèle proposé par GLOGUS.

# PROLÉGOMÈNES À L'INGÉNIERIE DES EXIGENCES (LECTURE)

Aperçu

Contexte

Qu'est-ce qu'une exigence?

Catégorisation des exigences

**Utilisation des exigences**

Survol du processus

Vocabulaire

Références

À suivre

## **Les exigences sont nécessaires pour :**

- L'organisation elle-même
  - Facteur de changement
  - Produit ou service
  - Élément d'actif
- L'environnement de l'organisation
  - PESTEL
- L'exploitation
  - Critères de mission : FURPSE
  - Critères économiques
- Le développement
  - CQFD

# UTILISATION DES EXIGENCES

## ORGANISATION

- Pour plusieurs organisations, le logiciel est notamment :
  - Une composante essentielle du produit (service) voir le produit ou le service lui-même.
  - Le principal facteur de changement
    - Souplesse (perçue comme) illimitée (tout peut être aménagé, modifié)
    - Portée (perçue comme) illimitée (rien n'est trop complexe)
    - Distribution instantanée et « gratuite »
    - Immense inventaire de composants disponibles (COTS)
  - Une importante source de profit.
  - Un élément d'actif.

# UTILISATION DES EXIGENCES ENVIRONNEMENT

## ○ PESTEL

- politique
- économique
- social
- technologique
- écologique
- légal

## ○ Voir

- Printz
- *International Council on Systems Engineering (INCOSE)*



# UTILISATION DES EXIGENCES EXPLOITATION - FURPSE

- Fonctionnalité (*functionality*)
  - Convivialité et Efficience (*usability*)
  - Fiabilité (*reliability*)
  - Performance (*performance*)
  - Maintenabilité[1] (*sustainability*)
  - Évolutivité (*evolutivity*)
- 
- Voir
    - Printz
    - ISO 9126

[1] *On pourrait aussi dire  
Durabilité, comme dans  
développement durable.*

# UTILISATION DES EXIGENCES EXPLOITATION – CRITÈRES ÉCONOMIQUES

- **Rendement de l'investissement (RDI)**
  - *return on investment (ROI)*
  - à maximiser
- **Cout total de possession (CTP)**
  - *total cost of ownership (TCO)*
  - à minimiser
- **Cout d'exploitation (CE)**
  - *operation cost (OC)*
  - à minimiser

# UTILISATION DES EXIGENCES DÉVELOPPEMENT

- CQFD
  - **C**out (des ressources mobilisées pour le développement)
  - **Q**ualité (du produit)
  - **F**onctionnalité (ou portée du produit)
  - **D**élais (ou temps de réalisation du développement)
- Voir le PMBoK pour plus de détails sur la cible d'un projet.

# UTILISATION DES EXIGENCES

## LE PROBLÈME DE L'INTÉGRATION

- Comment intégrer tous ces points de vue, tous ces facteurs?
  - Pas de formule magique trouvée à ce jour.
  - Peu importe l'équation, les paramètres peuvent être débattus sans fin.
  - En conclusion, les décisions sont souvent le fruit d'un savant mélange entre
    - indicateurs objectifs partiels,
    - intuition,
    - rapports de force.

# PROLÉGOMÈNES À L'INGÉNIERIE DES EXIGENCES

Aperçu

Qu'est-ce qu'une exigence?

Catégorisation des exigences

Utilisation des exigences

**Survol du processus**

Vocabulaire

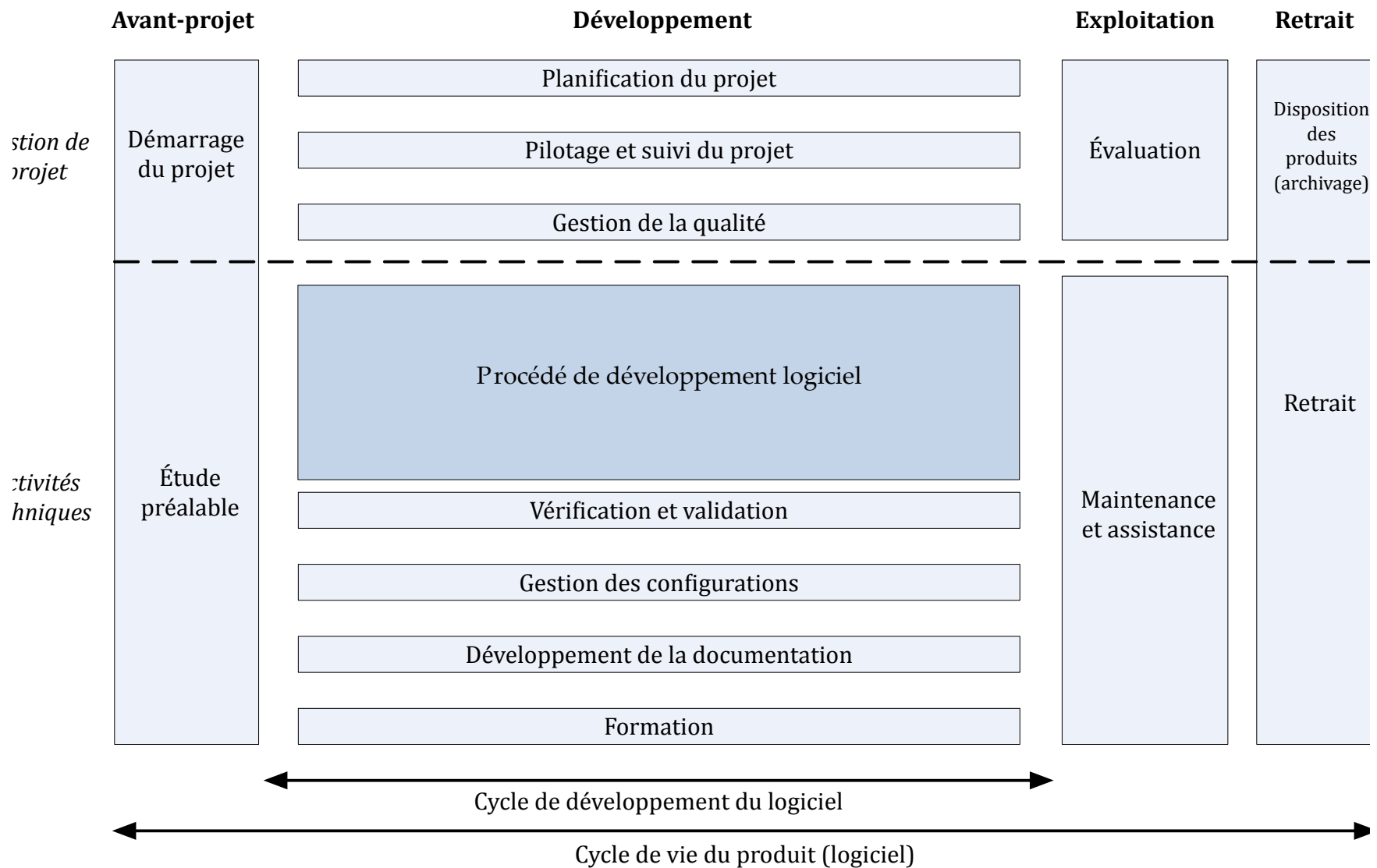
Références

À suivre

- Cycles de vie
- Processus de développement
- Qu'est-ce que la conception?
- Processus d'ingénierie des exigences

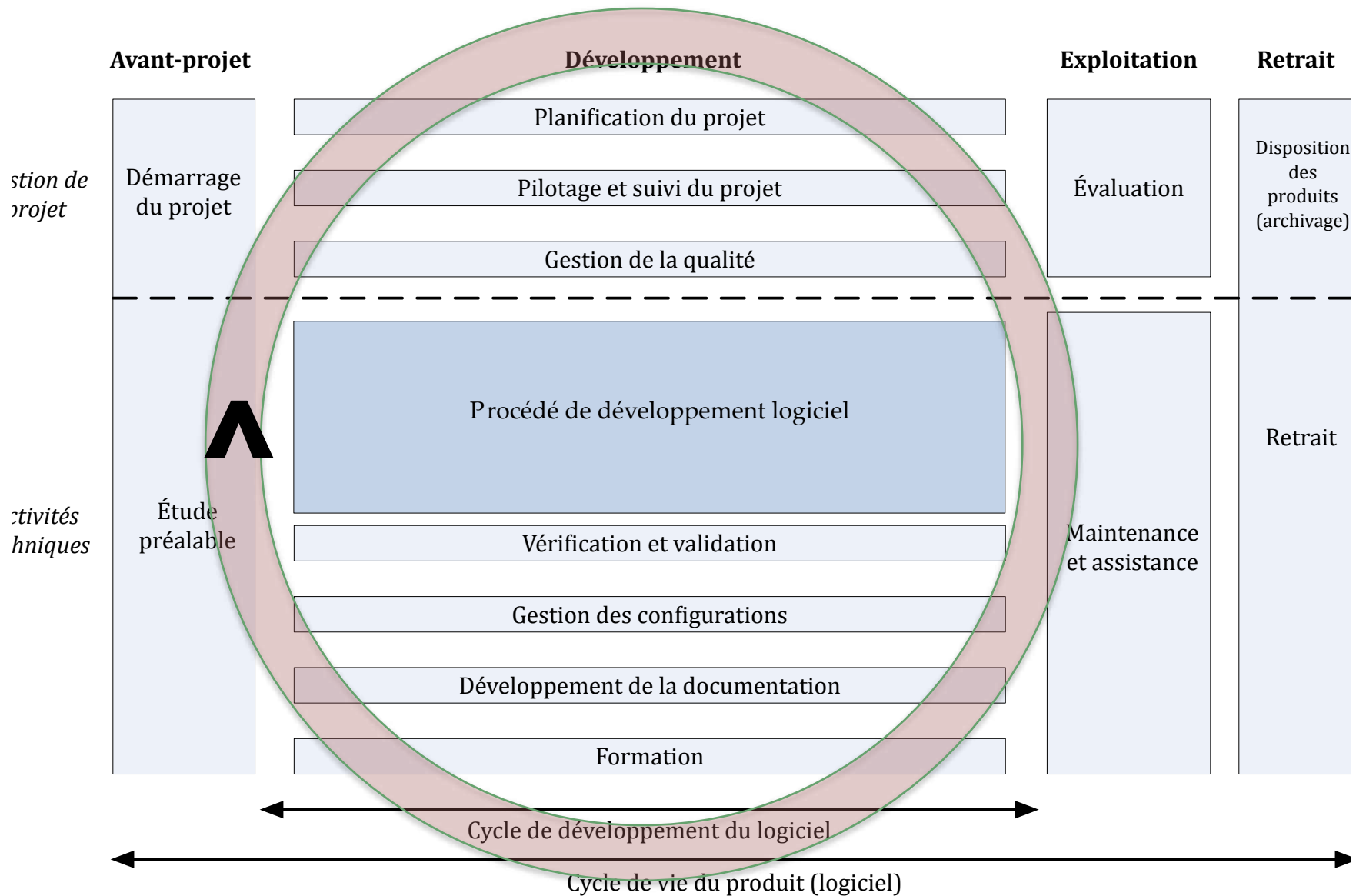
# SURVOL DU PROCESSUS

## CYCLES DE VIE



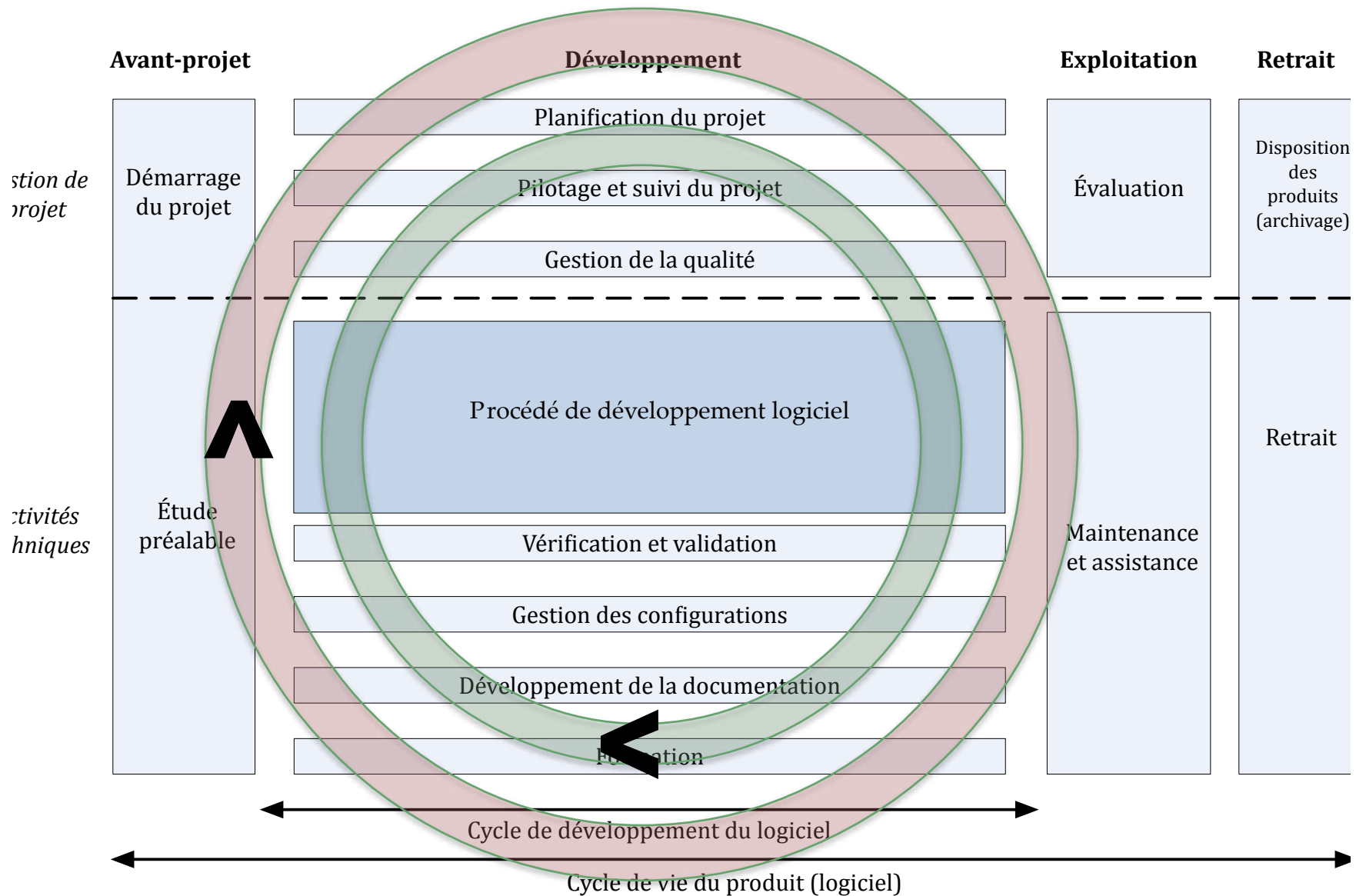
# SURVOL DU PROCESSUS

## CYCLES DE VIE



# SURVOL DU PROCESSUS

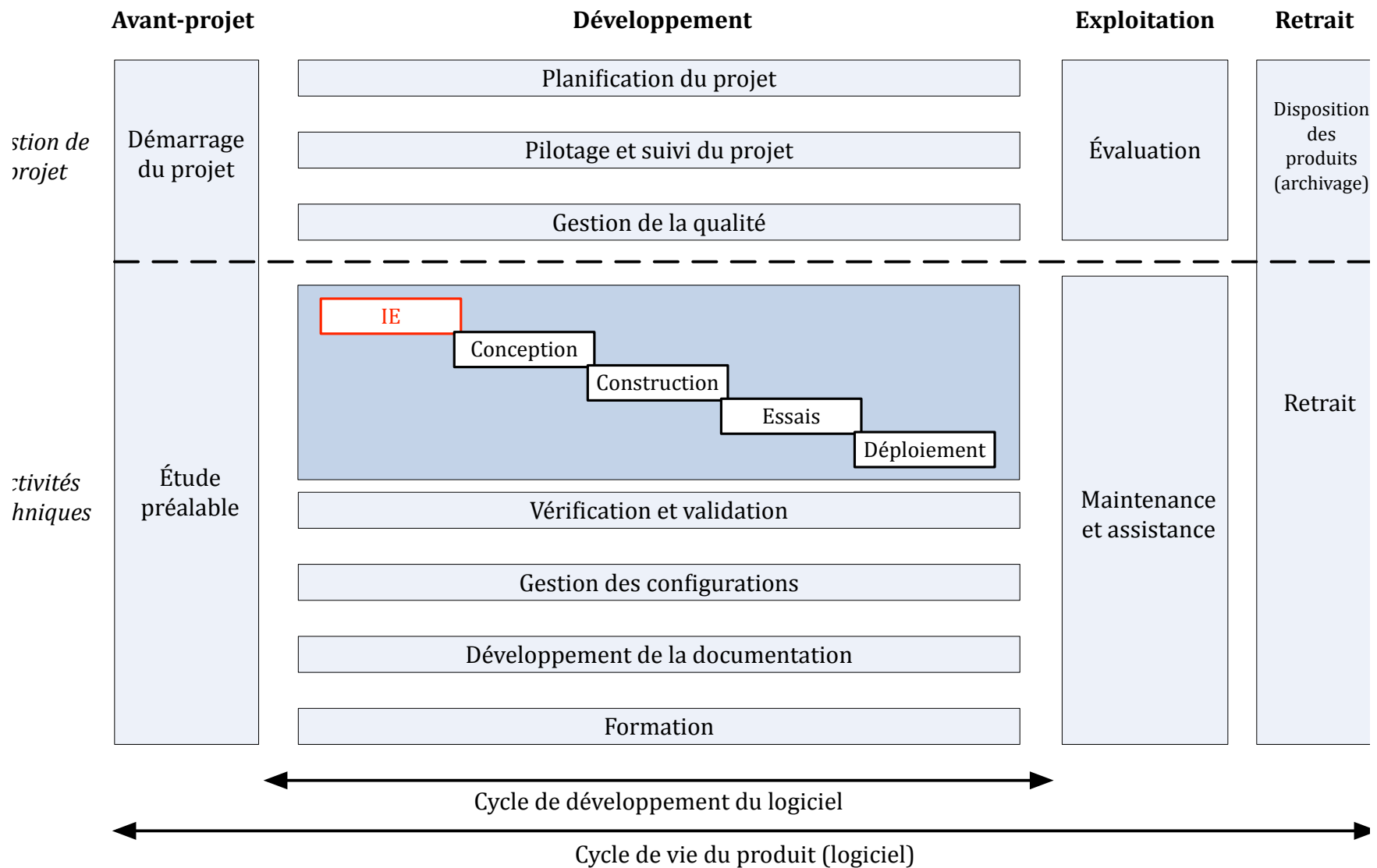
## CYCLES DE VIE





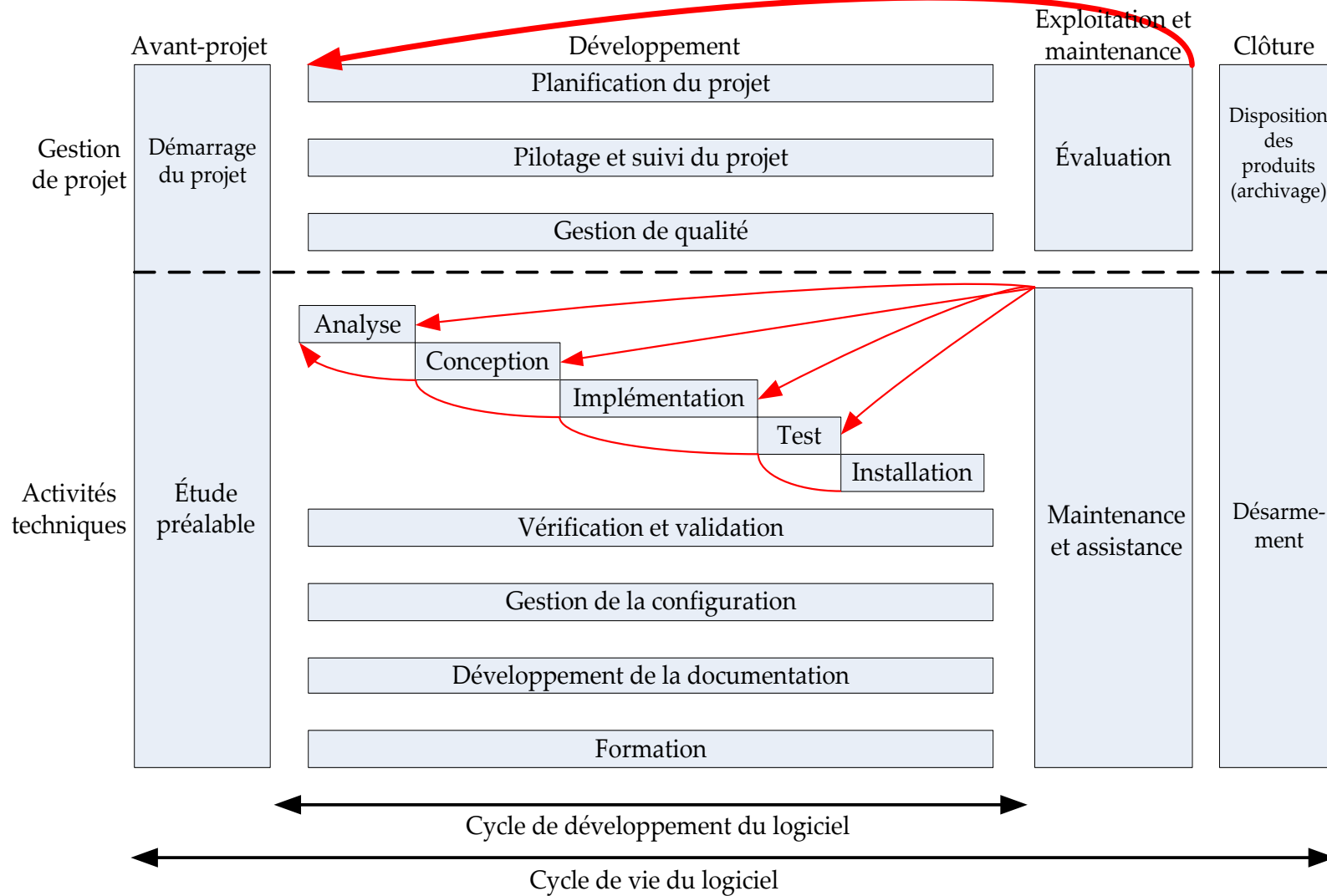
# SURVOL DU PROCESSUS

## LA PLACE DE L'INGÉNIERIE DES EXIGENCES (IE)



# SURVOL DU PROCESSUS

## INTÉGRATION CVL ET PROCESSUS



# SURVOL DU PROCESSUS DE LA PRÉSENTATION DES PROCESSUS

- On découpe en général
  - les processus en phases (ou en vagues)
  - les phases en activités
  - les activités en tâches
- Afin de faciliter le pilotage et le suivi on y insère des jalons
  - majeurs (partagés avec les parties prenantes)
  - mineurs (internes à l'équipe de réalisation)

# SURVOL DU PROCESSUS

## DU NOMBRE DE PHASES CONSTITUTIVES

5 Phases	7 Phases	8 Phases	n Phases
			...
		Analyse	...
Spécification	Spécification	Spécification	...
	Architecture	Architecture	...
Conception	Conception	Conception	...
Construction	Construction	Construction	...
	Intégration	Intégration	...
Essais	Essais	Essais	...
Installation	Installation	Installation	...
			...

Le nombre et les frontières entre les phases sont souvent plus une question de point de vue et d'usage, puisque qu'en définitive on y retrouve, au total, les mêmes activités.

# SURVOL DU PROCESSUS

## UN PARMIS TANT D'AUTRES (SOURCE IEEE)

### Waterfall Model

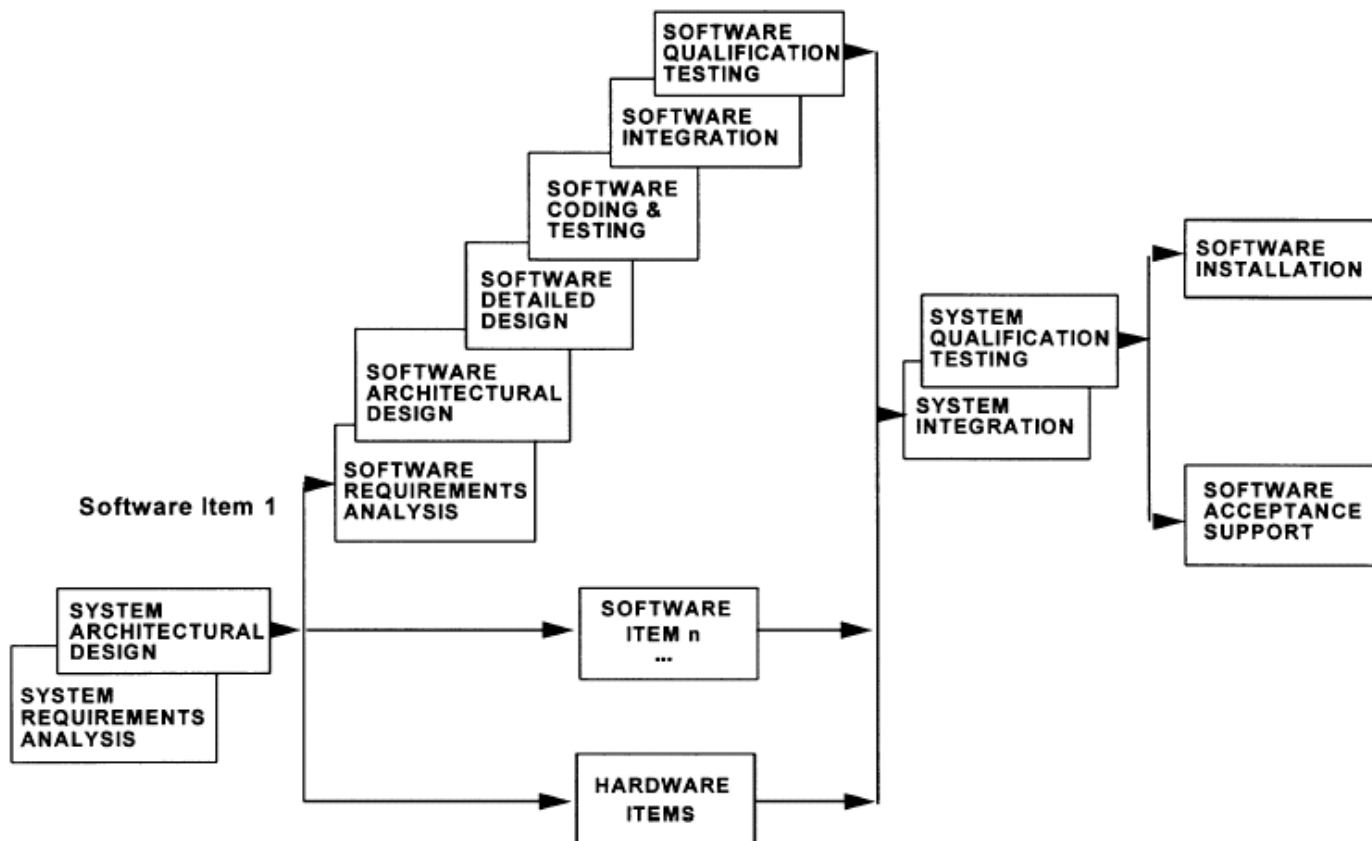
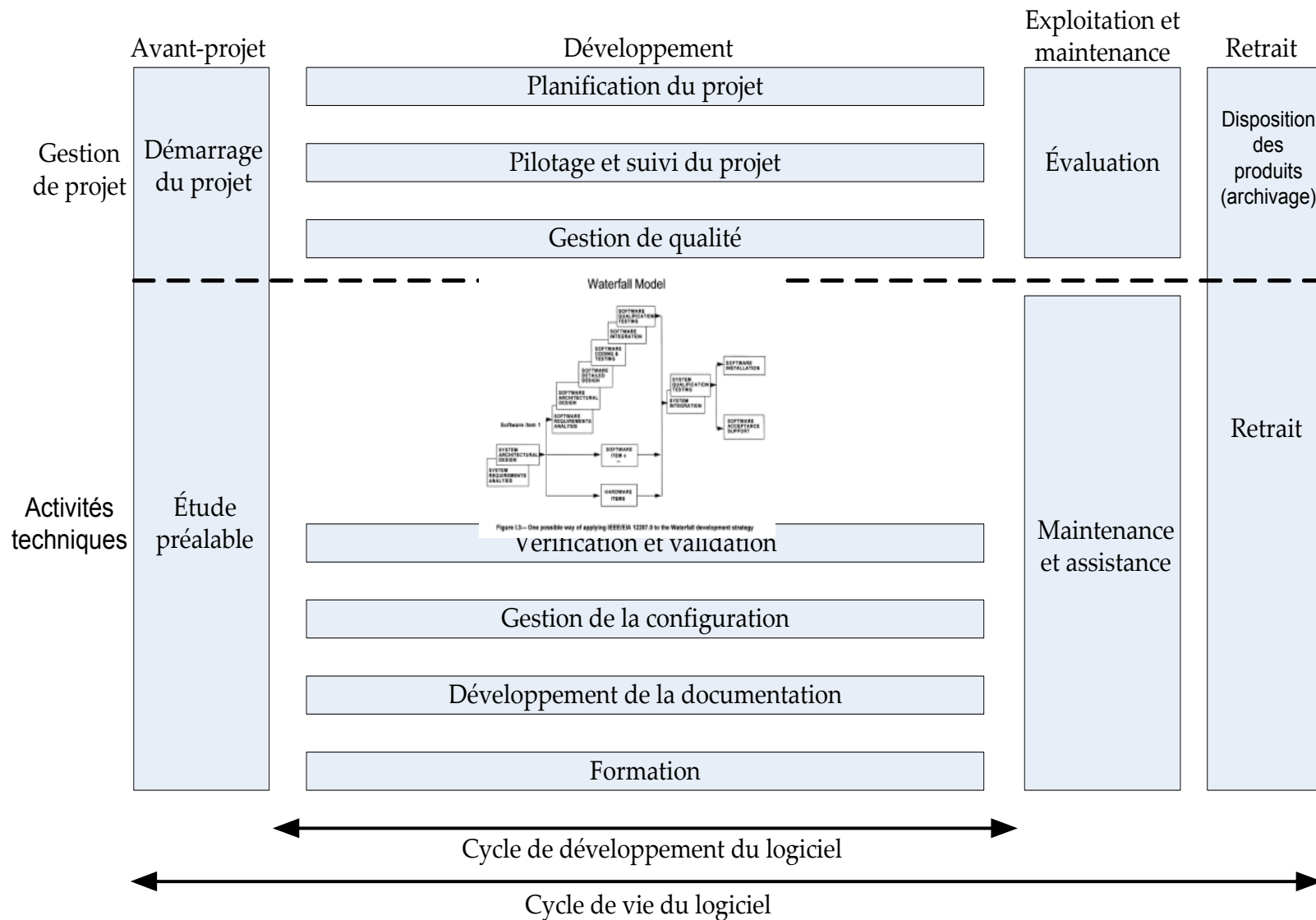


Figure I.3— One possible way of applying IEEE/EIA 12207.0 to the Waterfall development strategy

# SURVOL DU PROCESSUS

## CVL + PROCESSUS DE DÉVELOPPEMENT



# SURVOL DU PROCESSUS INGÉNIERIE DES EXIGENCES, ANALYSE OU SPÉCIFICATION?

- Pour plusieurs, ces termes sont synonymes.
- Pour d'autres, l'analyse et la spécification sont des activités de l'ingénierie des exigences.
- Nous suivrons ce dernier usage!

# SURVOL DU PROCESSUS

## LA PLACE DES ACTIVITÉS D'IE DANS LES 7 PHASES

- Ingénierie des exigences :
  1. exploration
  2. analyse
  3. spécification
  4. vérification
  5. validation
  6. sélection
- Architecture
- Conception
- Construction
- Intégration
- Essais
- Installation



# CONTEXTE DU PROCESSUS D'IE

## QUAND L'ANALYSE SE TERMINE-T-ELLE?

- Avant la conception!
- Vraiment ?
- Quelles est la ligne de démarcation ?

# CONTEXTE DU PROCESSUS D'IE

## *QUELLES SONT LES AUTRES ACTIVITÉS DU DÉVELOPPEMENT?*

- Conception de la solution =
  - Conception (externe + interne + détaillée)
    - Conception externe =
      - Conception IMM + Conception IPM
    - Conception interne =
      - Architecture + Conception globale
    - Conception détaillée
      - Mise en œuvre des composants (programmation)
- ... et plusieurs autres que nous ne présenterons pas ici (programmation, essais...)

# CONTEXTE DU PROCESSUS D'IE

## CONCEPTION OU DÉSIGN?

- **Conception** : Activité créatrice qui consiste à élaborer un projet, ou une partie des éléments le constituant, en partant des besoins exprimés, des moyens existants et des possibilités technologiques dans le but de créer un bien ou un service.
- **Désign** : Activité créatrice se rapportant aux qualités formelles des objets produits industriellement en vue d'un résultat esthétique s'accordant aux impératifs fonctionnels et commerciaux.
- En français, le mot désign est réservé aux activités qui visent une harmonisation esthétique de l'environnement humain à partir des formes données aux productions industrielles. *Il ne faut pas l'étendre à toutes les activités créatrices.*

source : GDT

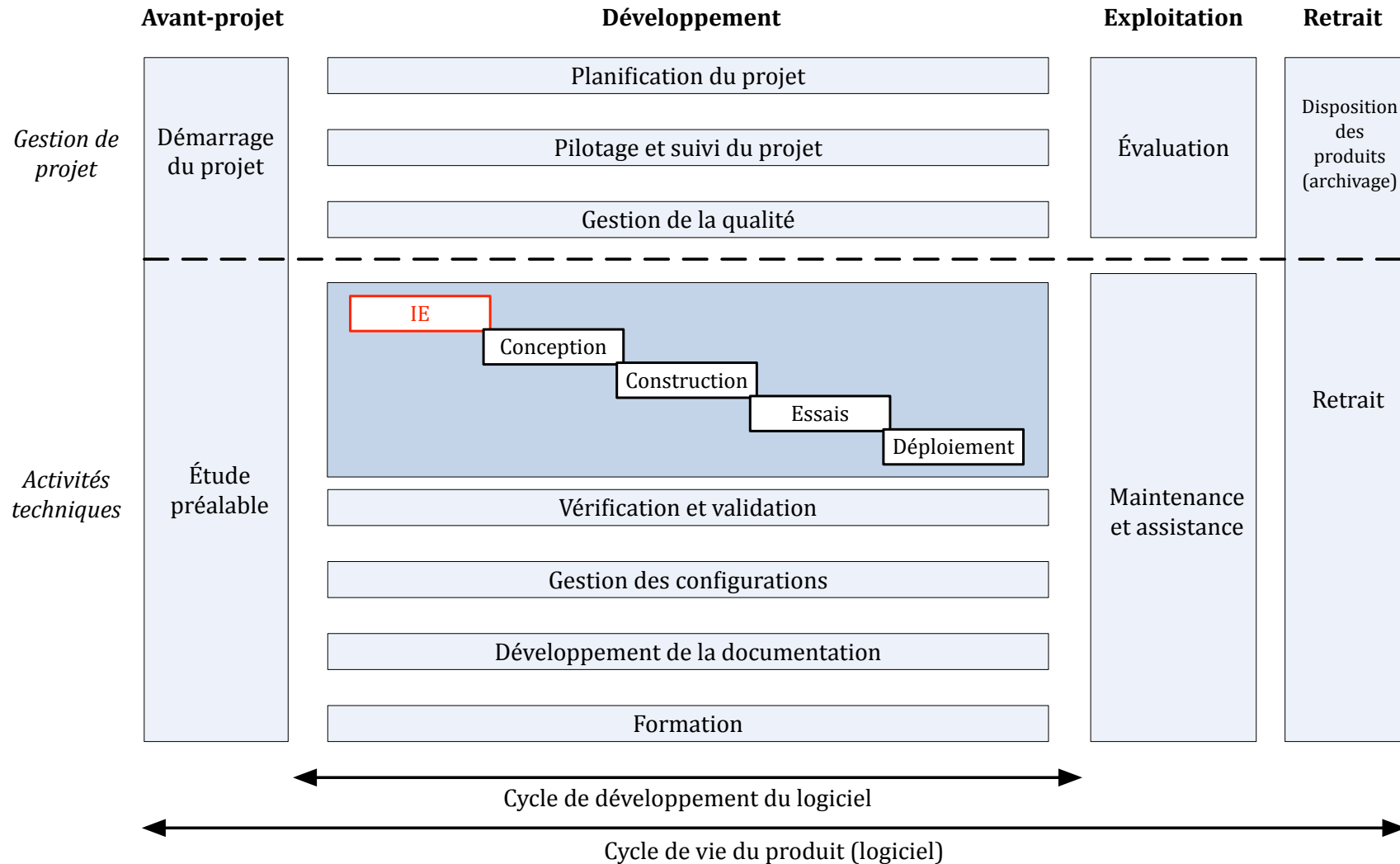
# CONTEXTE DU PROCESSUS D'IE

## *OÙ PLACER LE DÉSIGN?*

- Conception (IPM) ≠ Désign (IPM)
- Le désign (d'une IPM) appartient
  - parfois à l'IE  
(pilotage par les interactions ou le contexte)
  - parfois au développement  
(pilotage par les processus ou le problème)

# SURVOL DU PROCESSUS

## REVENONS À UNE VISION « SIMPLE »



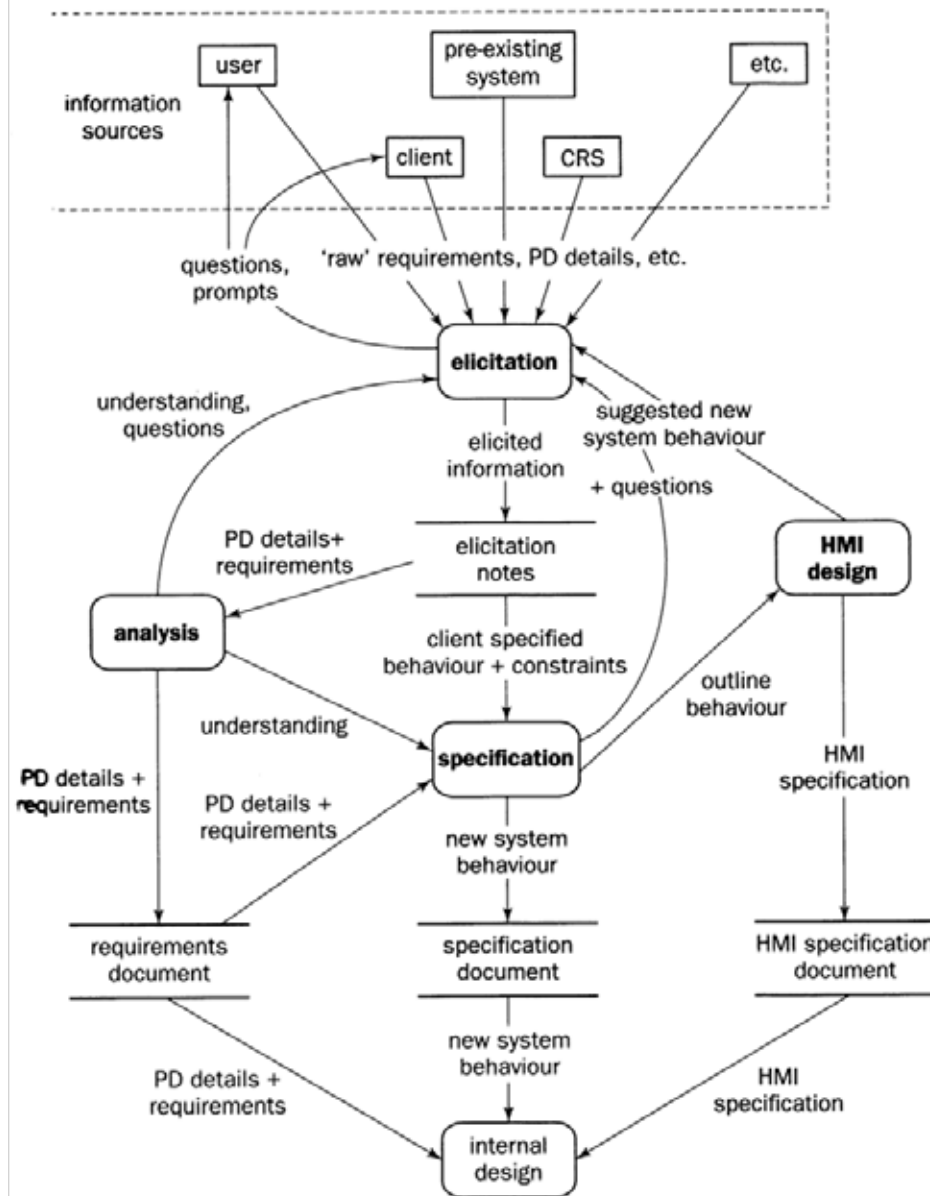


Figure 2.1  
 Note: CRS – client requirements specification

source : Bray, chap. 1

## PROCÉDÉS D'IE PROCÉDÉ DE BRAY (ANALYTIQUE)

### Caractéristiques

- Classique
- Éprouvé
- Déterministe

### Requiert

- Expertise
- Expérience
- Séparation claire entre IE et développement

### Optimise

- Utilisation de la connaissance préalable du problème
- Cout de développement de la solution

### Compatible

- avec plusieurs procédés de développement

### Défini

- vers 2002
- utilisé depuis

# QUELS SONT LES ARTEFACTS DE L'IE?

## ○ Intrants

- EDB – Étude des besoins
- EDF – Étude de faisabilité
- EDO – Étude d'opportunité
- DDV – Document de vision

## ○ Extrants

- SES – Spécification des exigences *du système*
- SEL – Spécification des exigences *du logiciel*
- SIMM – Spécification des interfaces *machine-machine*
- SIPM – Spécification des interfaces *personne-machine*

## ○ *mais...*

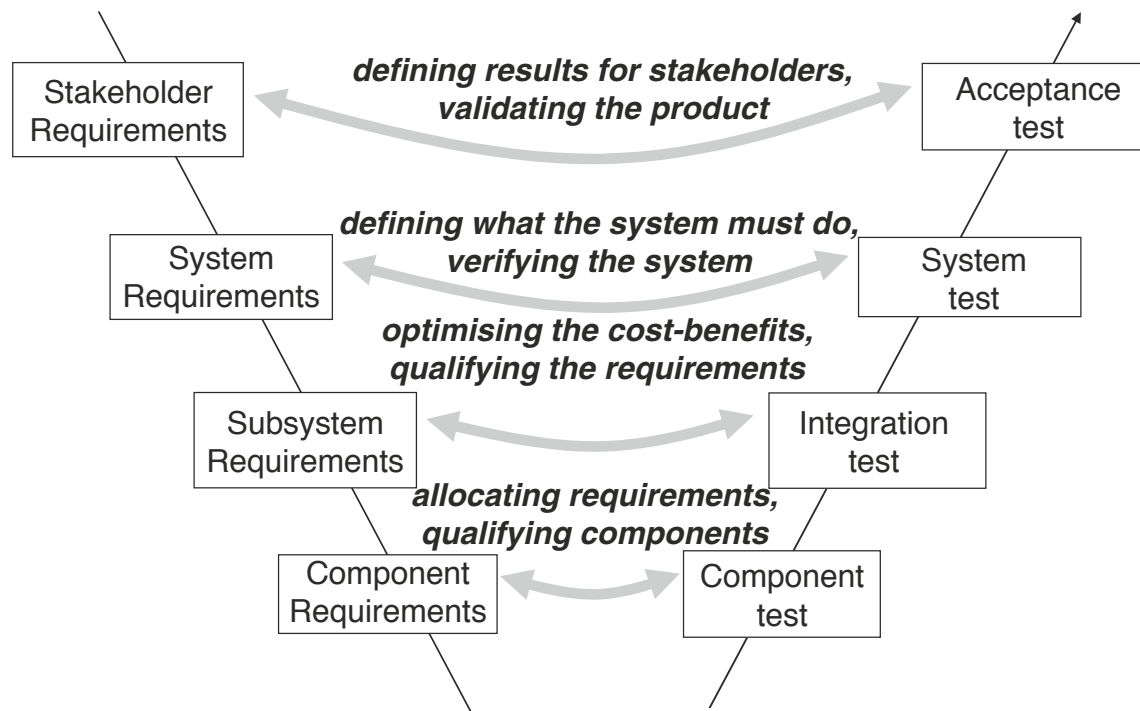
# QUELS SONT LES ARTEFACTS DE L'IE?

- Il n'est pas rare qu'un ou plusieurs intrants manquent.
- L'ordre dans lequel les produire fait débat.



# QUELS SONT LES AUTRES PROCÉDÉS D'IE ?

- V
  - JAD
  - CSEM
  - QT
  - Cognitif
  - Analytique
  - Synthétique
  - Ontologique
  - ...
- et encore plusieurs autres.
  - Voir IE010



## L'IE AU SEIN DU PROCÉDÉ EN V (HULL)

### Caractéristiques

- Classique
- Éprouvé
- Déterministe

### Requiert

- Expertise
- Expérience
- Séparation claire entre IE et développement

### Optimise

- Assurance et le contrôle de qualité

### Impose

- un procédé de développement unique et rigide

### Défini

- vers 1968
- utilisé depuis
- normalisé 1981 par OTAN

source : Hull et coll., chap. 1

# SURVOL DU PROCESSUS

## CHOIX DES MÉTHODES

---

### En théorie

---

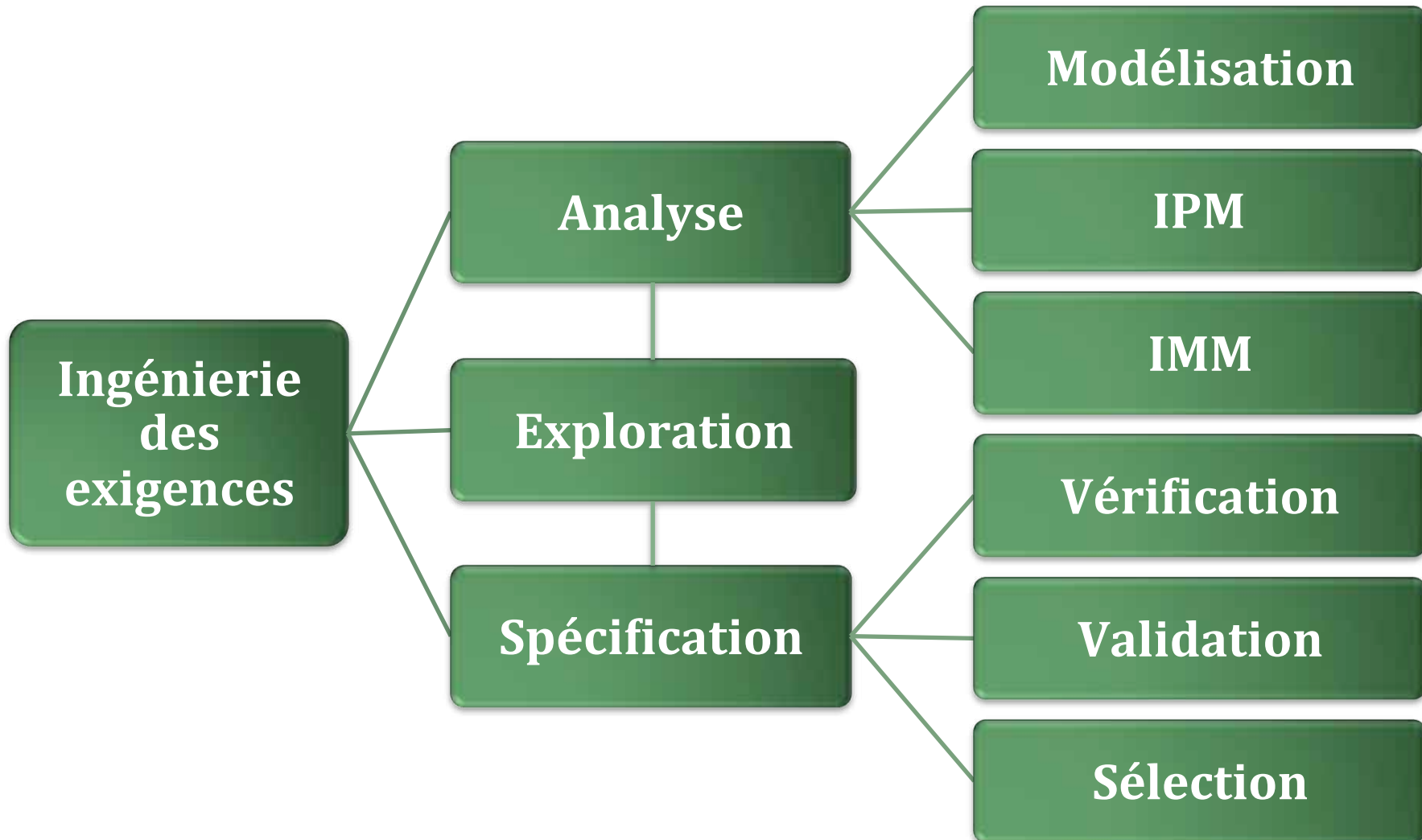
- Nature du problème
- Contexte du problème
- Expertise de l'équipe
- Expérience de l'équipe
- Contraintes contractuelles

### En pratique

---

- Contraintes contractuelles
- Expérience de l'équipe
- Expertise de l'équipe
- Contexte du problème
- Nature du problème
  
- ... donc exactement l'inverse!

# SURVOL DU PROCESSUS SYNTHÈSE



# VOCABULAIRE USUEL (1/2)



- Ingénierie
- Génie logiciel
- Contexte
- Problème
- Solution
- Service
- Propriété
- Fait
- Exigence
  - fonctionnelle
  - non fonctionnelle
- ...

## VOCABULAIRE USUEL (2/2)



- Performance
- Efficience
- Efficacité
- Ergonomie
- Convivialité
- Caractéristique
- Mesure
- Critère
- ...

# RÉFÉRENCES



- Essentielles
  - Hull, chapitre 1, 2
  - Bray, chapitre 1
- Complémentaires
  - Gottesdiener, chapitres 1 à 3
  - Leffingwell, chapitre 3
  - Pfleeger, chapitre 1
  - Vincenti, chapitre 1
  - Wiegers, chapitres 1-2
- Normes et standards
  - IEEE-830
  - IEEE-1233
- Vocabulaire
  - GLOGUS : Glossaire
  - GDT
  - Termium

# À SUIVRE...

- PR000 :
  - Introduction au génie logiciel et aux cycles de vie
- IE010 :
  - Processus et procédés d'ingénierie des exigences
- IE020 :
  - Exploration
    - IAAT : *Guide méthodologique du travail en commun*
    - Gottesdiener
    - Wood
    - WOL : *Wallonie-on-line*