

INGÉNIERIE DES EXIGENCES

Processus, procédés et VV

IE010
v155a

2013-04-20

Luc LAVOIE
Département d'informatique
Faculté des sciences



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

PLAN

- Aperçu
- Exploration
- Analyse
- Sélection
- Spécification
- Conception
- Vérification et validation
- Procédés
- En guise de conclusion
- Vocabulaire
- Références
- À suivre



APERÇU

- En peu de mots
- Problème ou solution?
- Activités
- Procédés

APERÇU

EN PEU DE MOTS

- L'ingénierie des exigences consiste à
 - Définir le problème
 - Caractériser les solutions acceptables
 - Établir les critères d'évaluation des solutions
- Quel est le point de départ?

APERÇU

PROBLÈME OU SOLUTION, QU'EN DISENT LES DICTIONNAIRES?

Problème

- Question à résoudre dans le domaine scientifique.
- Difficulté complexe; situation instable ou dangereuse.

Solution

- Action de résoudre; résultat de cette action.
- Résoudre : Trouver une réponse, une solution à un problème.

- Hum!
- Finalement, tout découle du problème!

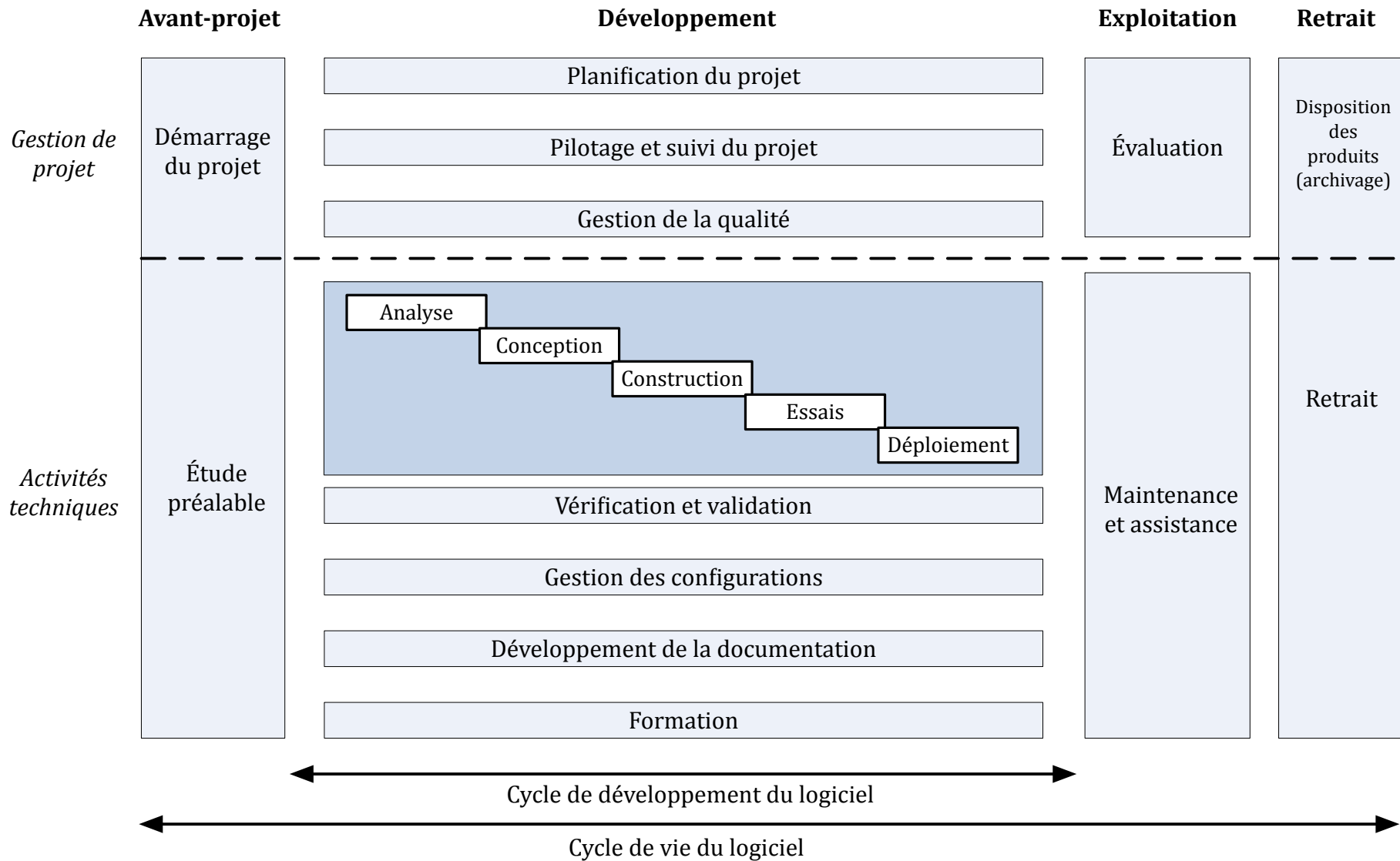
APERÇU

ACTIVITÉS CONCERNÉES

- Activités propres
 - Exploration (des attentes et des besoins)
 - Analyse et modélisation
 - Spécification (des exigences)
 - Sélection (des fonctionnalités et des caractéristiques)
- Activités découlant directement de celles-ci
 - Conception interne
 - Architecture
 - Conception globale
 - Conception détaillée
 - Conception externe
 - IPM
 - IMM
 - Désign
 - IPM
 - IMM
 - Vérification
 - Validation
 - Spécification et conception des essais

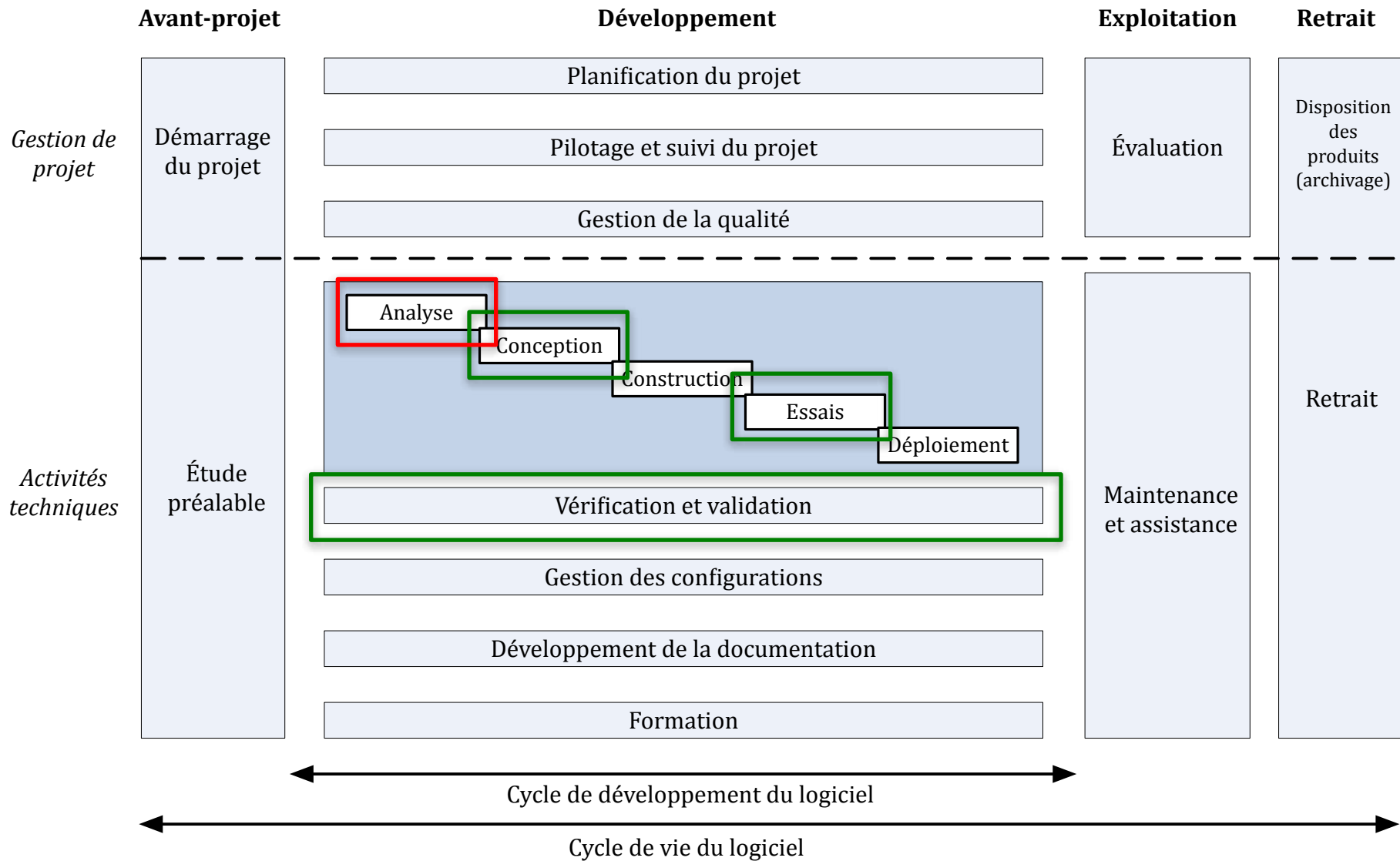
APERÇU

UN PORTRAIT GLOBAL (GRACIEUSETÉ IEEE)



APERÇU

CIBLES DU PROCÉDÉ D'INGÉNIERIE DES EXIGENCES



APERÇU

QUELQUES PROCÉDÉS

- Un procédé est une méthode employée pour produire un effet déterminé ou parvenir à un certain résultat.
- Il existe plusieurs procédés d'IE.
 - V (OTAN AQAP 13:1981)
 - JAD (Drake, Josh, Morris, Crawford – 1977-1980)
 - CSEM (Dean, Lee, Pendergast, Hickey, Nunamaker – 1997)
 - QT (Hull, Jackson, Dick 2002)
 - Cognitif (Hickey, Davis – 2002)
 - Analytique (Bray – 2002)
 - Synthétique (Leffingwell – 2003)
 - Ontologique (Pappus – 2008)
 - ...
- Dans un projet particulier, le processus à suivre est défini en contextualisant un procédé.

EXPLORATION

- Présentation
- Intrants et extrants
- Tâches
- Artéfacts
- Techniques

EXPLORATION

PRÉSENTATION

- L'exploration est l'acquisition des informations à partir desquelles :
 - Le problème sera
 - décrit
 - modélisé
 - Les solutions acceptables seront
 - caractérisées
 - comparées
- La planification de l'exploration doit répondre aux questions :
 - Quelle information doit-on acquérir?
 - De quelles sources?
 - À l'aide de quelles méthodes?
 - À l'aide de quelles techniques?

EXPLORATION

INTRANTS ET EXTRANTS

Intrants

- Expression d'attentes
- Expression de besoins
- Expression de contraintes
- Description du domaine du problème
- Documents divers
- ...

Extrants

- Attentes
- Besoins
- Contraintes
- Modèles préliminaires

EXPLORATION

TÂCHES USUELLES

- Circonscrire le domaine
- Déterminer l'information à obtenir
- Déterminer les sources de l'information
- Déterminer les techniques pour l'acquérir
- Acquérir l'information
- Rédiger les notes d'exploration
- Produire les artéfacts
- Réviser les artéfacts
- Faire approuver les artéfacts

EXPLORATION

TECHNIQUES TYPIQUES

- Plusieurs techniques qui permettent de recueillir l'information
 - Entrevue
 - Questionnaire
 - Atelier
 - Remue-méninges (brain storming)
 - Analyse experte (Delphi)
 - Cartographie conceptuelle (mind mapping)
 - Scénarisation (story boarding)
 - ...

EXPLORATION

ARTEFACTS

- Artéfacts essentiels
 - Liste des attentes
 - Liste des besoins
 - Liste des contraintes
 - Descriptions des modèles issus du domaine d'application
- Artéfacts utilitaires
 - Notes et comptes rendus des différentes tâches (entrevues, ateliers, analyse documentaire, etc.).
 - Bibliographie commentée des sources utilisées ou retracées

ANALYSE

- Présentation
- Intrants et extrants
- Tâches
- Méthodes
- Techniques
- Artéfacts

ANALYSE

PRÉSENTATION

○ L'analyse

- Transforme des notes d'exploration en modèles
- Décrit le problème et son contexte
- Documente les caractéristiques du problème en vue de sa résolution
- Propose une caractérisation de solutions acceptables
- Établit un cadre comparatif entre celles-ci

INTRANTS ET EXTRANTS

Intrants

- Extrants de l'exploration
- Les extrants des autres activités, lorsqu'ils sont disponibles, par exemple au sein d'un cycle d'ingénierie des exigences

Extrants

- Document d'analyse définissant le problème
- Document d'analyse délimitant les solutions envisagées
- Liste des fonctionnalités
- Liste des caractéristiques

ANALYSE

TÂCHES USUELLES

- Étudier le domaine du problème
- Documenter le contexte et les agents
- Documenter le modèle et les caractéristiques du problème
- Élaborer les modèles des solutions
- Définir les caractéristiques comparatives
- Documenter les modèles et les caractéristiques des solutions (retenues)

ANALYSE

MÉTHODES

- On distingue généralement trois grandes familles de méthodes d'analyse
 - Structurée
 - Primauté au processus
 - SA, Merise, SADT, SAADM
 - Orientée objet
 - Primauté aux classes d'objets
 - OMT, OOAD...
 - Primauté aux cas d'utilisation
 - CSEM, UP, RUP...
 - Pilotée par le problème
 - Primauté au problème
 - Jackson, Bray, Pappus
- Nous étudierons au moins une méthode de chacune de ces familles

ANALYSE

TECHNIQUES TYPIQUES

- Il existe plusieurs techniques :
 - Description textuelle
 - Diagramme de flux de données
 - Modèle conceptuel de données
 - Diagramme de problème
 - Table de décision
 - Diagramme d'état transition
 - Pseudo-code
 - Cas d'utilisation
 - ...
- Il existe aussi souvent plusieurs notations pour une même technique :
 - Chen
 - Abrial
 - SDL
 - SC
 - IDEF0X
 - IDEF1X
 - UML
 - UML 2.0
 - ...

ANALYSE

ARTEFACTS

- Modèles conceptuels de données
- Modèles conceptuels de traitement
- Schémas d'interaction
- Protocoles de service
- Liste de fonctionnalités
- Liste de caractéristiques
- Liste d'intrants
- Liste d'extrants
- Définition formelle des entités et des processus mis en cause

SÉLECTION

- Présentation
- Intrants et extrants
- Tâches
- Artéfacts
- Techniques

SÉLECTION

PRÉSENTATION

- La sélection consiste à élaguer les fonctionnalités et les caractéristiques issues des modèles et des solutions élaborés lors de l'analyse pour ne retenir que celles répondant le mieux aux attentes, aux besoins et aux contraintes.

SÉLECTION

INTRANTS ET EXTRANTS

Intrants

- Attentes
- Besoins
- Contraintes
- Modèles
- Liste des fonctionnalités
- Liste des caractéristiques

Extrants

- Liste épurée des fonctionnalités
- Liste épurée des caractéristiques

SÉLECTION

TÂCHES USUELLES

- Composer des ensembles viables
- Évaluer les ensembles
- Établir un consensus
- Rédiger la recommandation

SÉLECTION

TECHNIQUES TYPIQUES

- Plusieurs techniques qui permettent de faire la sélection
 - JAD (*joint application design*)
 - Groupe de discussion (*focus group*)
 - Analyse experte (Delphi)
 - Cartographie conceptuelle (*mind mapping*)
 - Scénarisation (*story boarding*)
 - Grilles d'analyse
 - ...

SÉLECTION

ARTEFACTS

- Note de service
- Compte rendu
- Sommaire d'évaluation

SPÉCIFICATION

- Présentation
- Intrants et extrants
- Tâches
- Techniques
- Artéfacts

SPÉCIFICATION

PRÉSENTATION

- La spécification c'est :
 - La conversion
 - des fonctionnalités en exigences fonctionnelles;
 - des caractéristiques et des contraintes en exigences non fonctionnelles.
 - L'établissement des critères pour chacune des exigences.
 - La documentation de toutes les exigences de façon claire, simple, explicite, arbitrable... idéale!

SPÉCIFICATION

INTRANTS ET EXTRANTS

Intrants

- Les extrants de l'analyse
- Les extrants des activités de conception retenues par le procédé

Extrants

- Document de spécification

SPÉCIFICATION

ACTIVITÉS USUELLES

- Activités principales
 - Rédiger les exigences (EXF et ENF)
 - Définir les critères
- Activités électives
 - Rédiger les exigences relatives aux interfaces
 - Définir les critères relatifs aux interfaces
 - Répartir des exigences entre les différentes composantes du système
- Activités de vérification
 - Vérifier la couverture des exigences relativement aux besoins, aux attentes et à l'intégrité de la solution
 - Vérifier la pertinence des critères

SPÉCIFICATION

TECHNIQUES TYPIQUES

- Définition textuelle codifiée
- Systèmes formels
- Matrice de couverture
- Grilles d'évaluation

SPÉCIFICATION

ARTEFACTS

- Document(s) de spécification
 - Le contenu, la structure et la forme varient considérablement en fonction du domaine d'application, du problème, des procédés et des méthodes d'analyse
- Normes
 - DoD-STD-2167 (1985)
 - MIL-STD-498 (1994)
 - ISO 12207:1995
 - IEEE Std 830-1998
 - ISO 12207:200x (IEC, IEEE, EIA, DoD...)
- Standards
 - (R)UP : Document de vision, Spécification complémentaire
 - Bruegge & Dutoit : RAD
 - Larman : ...
 - GLOGUS : SES
- Exemples
 - Études de
 - [Bray]
 - [Braude]
 - [Larman]
 - [Leffingwell]
 - ...

CONCEPTION

- Présentation
- Types de conception
- Architecture
- Conception externe
 - IPM
 - IMM
- Désign

CONCEPTION

PRÉSENTATION

- La conception consiste à élaborer le plan de la solution en s'assurant qu'un produit construit conformément à celui-ci répondra aux exigences spécifiées.
- En génie logiciel, la forme la plus détaillée du plan est assimilable au « programme ».
- C'est une des caractéristiques distinctives du « génie logiciel » par rapport aux autres « génies ».
- En fait, le « génie logiciel » fait-il partie du génie?

CONCEPTION

TYPES DE CONCEPTION

- Architecture
 - La décomposition d'un système en sous-systèmes
 - La répartition des exigences entre les sous-systèmes
 - La définition des interfaces entre les sous-systèmes
 - Omise lorsque la solution est suffisamment simple pour ne pas nécessiter la décomposition du système en sous-systèmes
- Conception externe
 - IPM : la définition du schéma d'interaction entre les utilisateurs et le sous-système (rappel ≠ désign)
 - IMM : la définition du protocole liant les sous-systèmes partageant une même interface
- Conception interne
 - Conception globale : découpage modulaire du sous-système sous l'égide du principe de cohésion maximale pour un couplage minimal
 - Conception détaillée : sélection des algorithmes et des structures de données du sous-système
- Désign
 - Élaboration de l'apparence des IPM soumise à des critères tels que l'esthétique, l'uniformité, la clarté, la neutralité culturelle, l'interprétabilité univoque...

CONCEPTION

ARCHITECTURE

- Intrants
 - Exigences
 - Stéréotypes d'architecture
 - Contraintes contextuelles
- Extrants
 - Document d'architecture
- Techniques
 - Analyse de couplage
 - Projection technologique
 - Élaboration empirique
 - ...
- Artéfacts
 - SAS
 - Diagrammes
 - architecture
 - construction
 - déploiement
 - ...

CONCEPTION

CONCEPTION EXTERNE - IMM

○ Intrants

- MCD
- DFD
- DD
- Diagrammes d'interaction

○ Extrants

- Spécification de protocole

○ Techniques

- Lotos
- Event B
- Automates
- Machines à état
- Réseaux de Petri

○ Artéfacts

- Protocoles

Pour plus d'information, voir IFT 585

CONCEPTION

CONCEPTION EXTERNE - IPM

○ Intrants

- Histoire de cas
- Cas d'utilisation
- Story-board
- Processus métier
- Grammaire d'interaction
- Standard

○ Extrants

- Spécification d'IPM
- Guide d'utilisation
- Manuel d'utilisation

○ Techniques

- Synthèse manuelle
- Synthèse automatisée

○ Artéfacts

- Automate d'interaction
- Maquettes
- Fichiers de ressources

Pour plus d'information, voir IFT 215

VÉRIFICATION ET VALIDATION

- Présentation
- Intrants et extrants
- Activités
- Techniques
- Artéfacts

VÉRIFICATION ET VALIDATION

PRÉSENTATION

- La vérification répond à la question :
 - le logiciel est-il construit correctement?
- La validation répond à la question :
 - le logiciel fait-il ce qu'il faut?
- Elles permettent de réduire le nombre et l'ampleur des erreurs par
 - la prévention,
 - la détection,
 - la correction le plus tôt possible.

VÉRIFICATION ET VALIDATION

INTRANTS ET EXTRANTS

Intrants

- Tous les artefacts
 - d'exploration
 - d'analyse
- Maquettes
- Simulations
- Prototypes

Extrants

- Rapports
 - de revue
 - d'inspection
 - d'audit
- Liste
 - d'anomalies
 - d'erreurs
- Essais complémentaires
- Cas de tests complémentaires
- Modifications

VÉRIFICATION ET VALIDATION

ACTIVITÉS USUELLES

- La vérification assure que :
 - la fonctionnalité correcte du système-solution a été définie,
 - les artéfacts d'analyse représentent correctement le problème et les exigences.

- La validation permet de déterminer si le produit
 - satisfait aux exigences,
 - comble les besoins,
 - répond aux attentes.

VÉRIFICATION ET VALIDATION

TECHNIQUES TYPIQUES

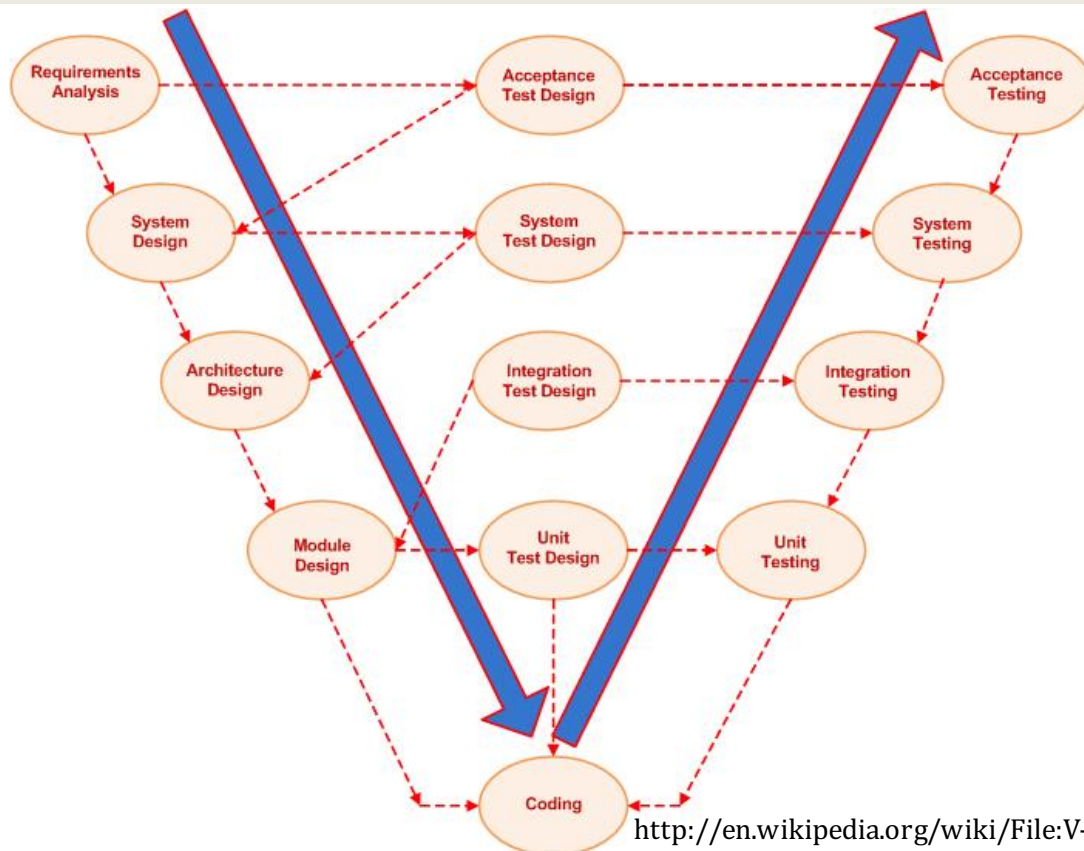
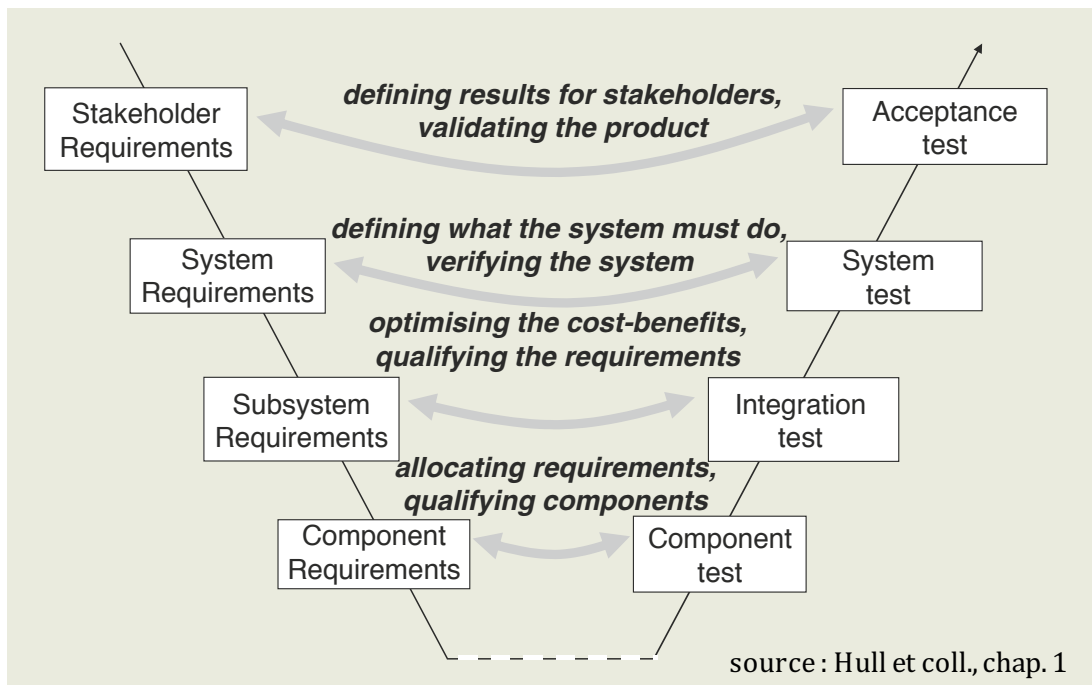
- Essais de système
- Essais de qualification
- Essais de déploiement
- ...

VÉRIFICATION ET VALIDATION ARTEFACTS

- Rapport d'essais
- Analyse de rapports d'essais

PROCÉDÉS

- V
- JAD
- CSEM
- QT
- Cognitif
- Analytique
- Synthétique
- Ontologique



V (OTAN)

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
- normalisé AQAP 13:1981
- utilisé depuis

Participants

- Commanditaire
- Experts du domaine (3 <= max <= 7)
- Facilitateur
- Secrétaire
- Observateurs (en retrait et silencieux)

Tâches

Préalables

1. Identifier les objectifs et les contraintes
2. Identifier les critères de succès (d'acceptation)
3. Définir les livrables
4. Élaborer l'ordre jour de l'atelier (1-5 jours)
5. Choisir les participants
6. Choisir et organiser les activités et le lieu
7. Former des participants
8. Organiser la logistique de l'atelier

Atelier

1. Tenir l'atelier, assurer la logistique

Suites

1. Rédiger le document définitif
2. Valider le document

JAD

*(DRAKEM, JOSH, MORRIS,
CRAWFORD)*

Caractéristiques

- Participatif
- Largement utilisé
- Durée pré-établie

Requiert

- Participation de toutes les parties prenantes
- Facilitateur habile

Optimise

- Adhésion
- Adéquation

Défini

- vers 1977-1980
- utilisé depuis

CSEM

(DEAN, LEE, PENDERGAST,
HICKEY, NUNAMAKER)

Caractéristiques

- Axé sur l'existant
- Domaine : gestion et SI
- Durée déterminée + variable

Requiert

- Processus existants documentés
- Équipe de prototypage rapide

Optimise

- Adéquation à l'existant
- Documentation
- Acceptation
- Ergonomie

Défini

- vers 1997
- utilisé depuis

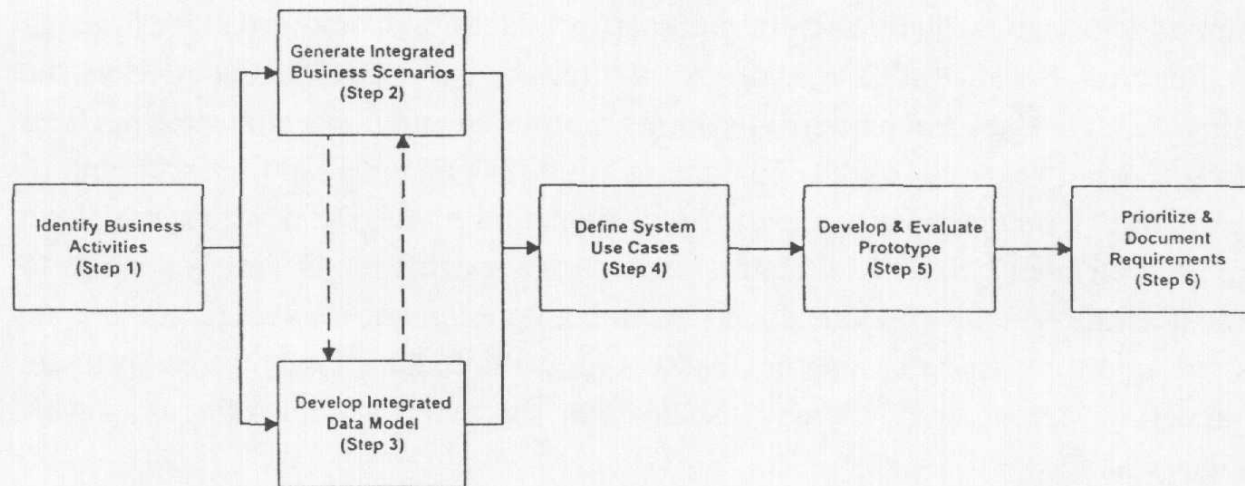
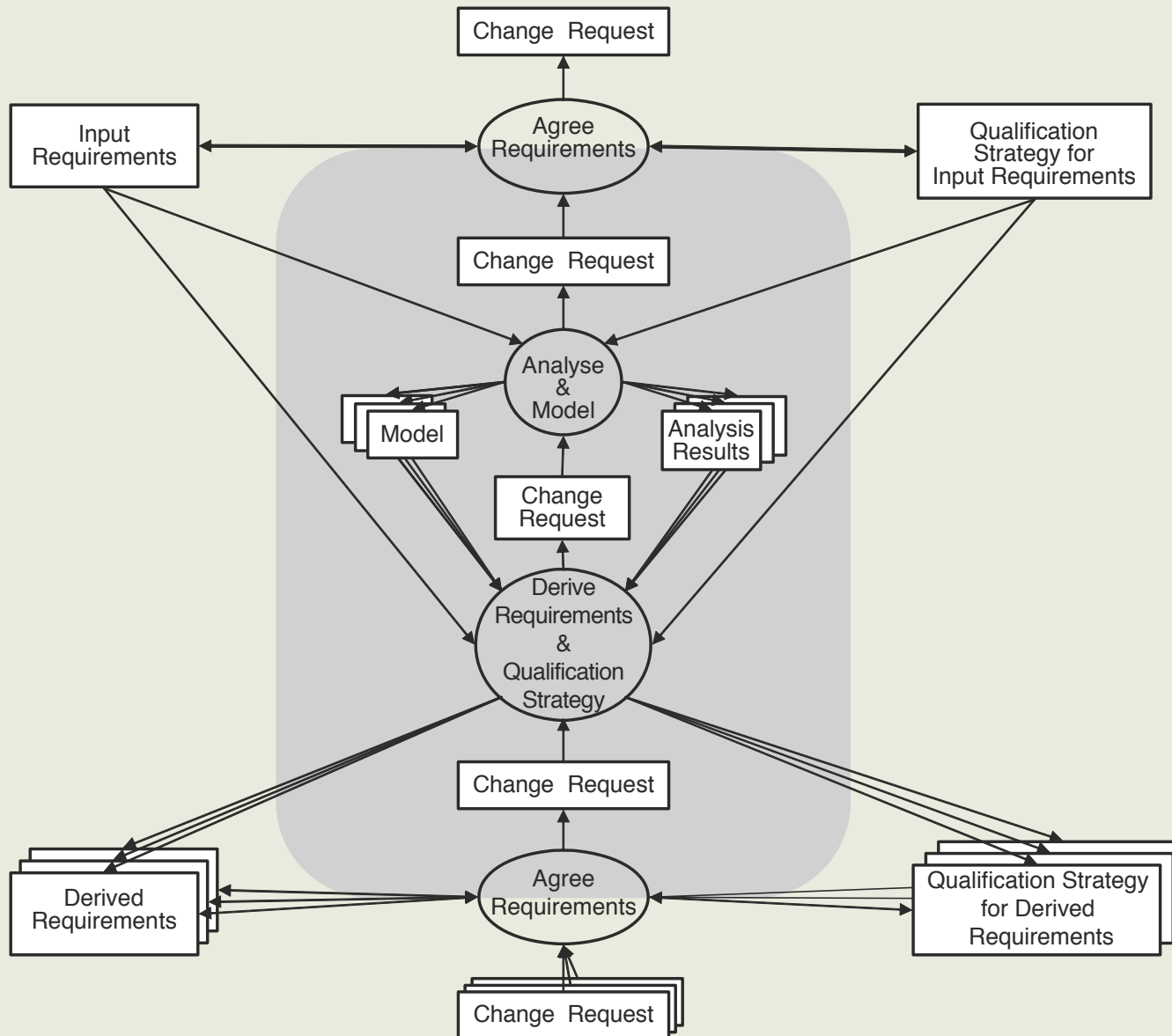


Figure 2. Overview of Primary Activities in CREV Phase

Enabling the effective involvement of multiple users: Methods and Tools for Collaborative Software Engineering. Dean, Douglas L; Lee, James D; Pendergast, Mark O; Hickey, Ann M; Nunamaker, Jay F, Jr *Journal of Management Information Systems*; Winter 1997/1998; 14, 3

PROCÉDÉ QT

(HULL, JACKSON, DICK)



source : Hull, chap. 1

Caractéristiques

- Classique
- Rigoureux
- Déterministe

Requiert

- Expertise
- Expérience
- Excellente capacité de rédaction et de spécification

Optimise

- Traçabilité
- Vérification et validation

Défini

- vers 2002
- utilisation effective essentiellement UK

PROCÉDÉ COGNITIF (HICKEY & DAVIS)

Caractéristiques

- Simple
- Itérable
- Rigoureux?

Requiert

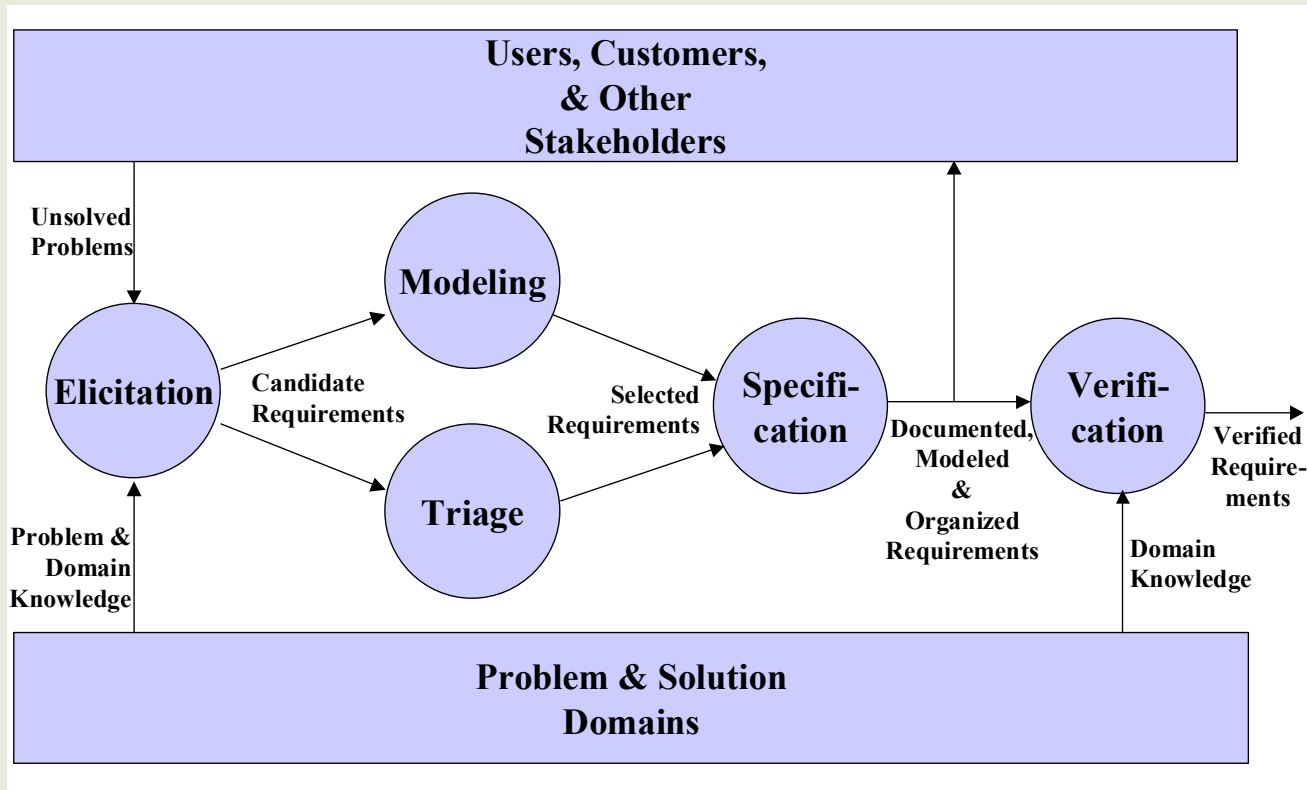
- Expertise
- Expérience
- Séparation claire entre IE et développement

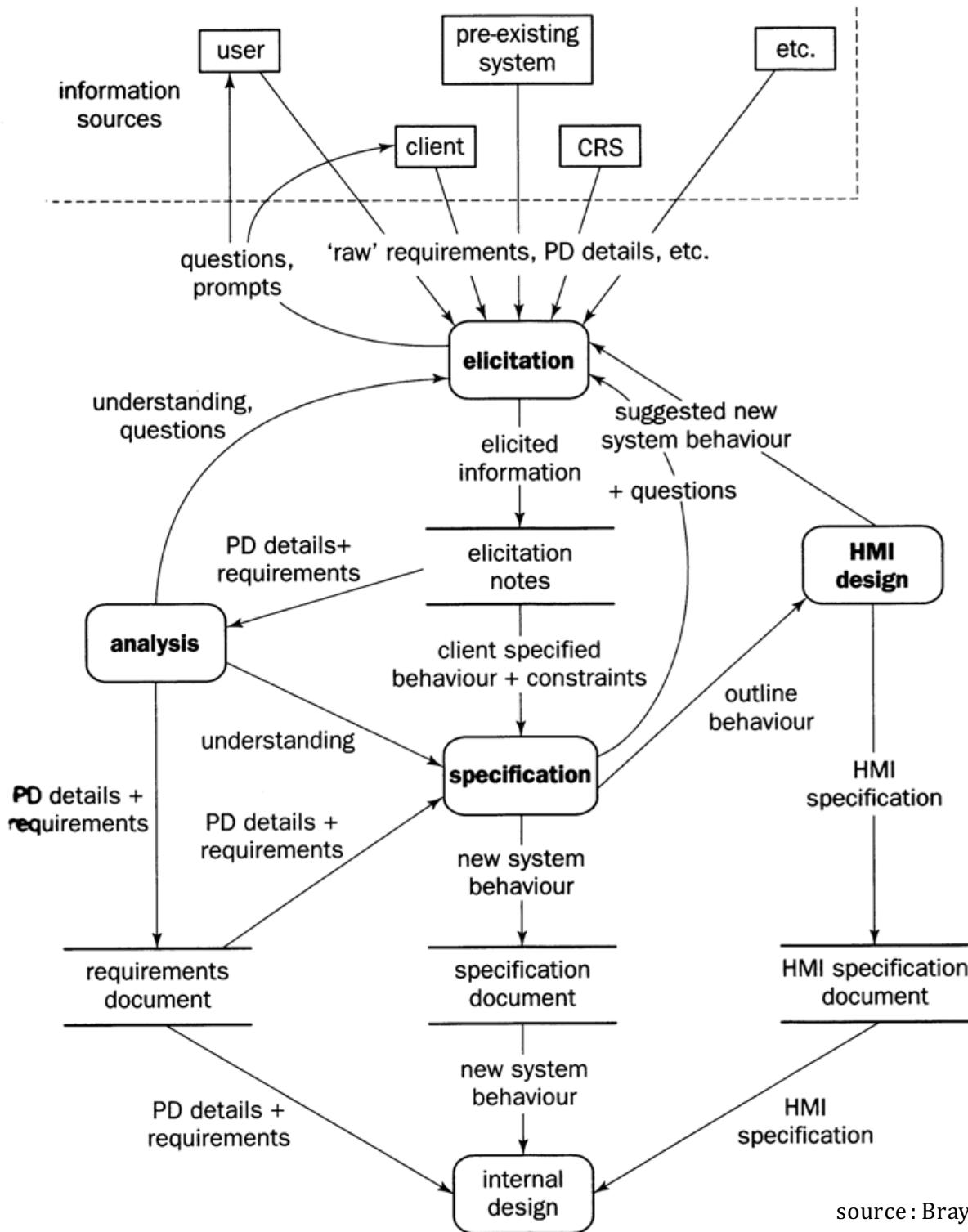
Optimise

- Contributions externes
- Modifiabilité de la solution?
- Validité de la solution

Défini

- vers 2002
- utilisé depuis





source : Bray, chap. 1

PROCÉDÉ ANALYTIQUE (BRAY)

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

Défini

- vers 2002
- utilisé depuis

VOCABULAIRE



- Problème
- Solution
- Domaine d'application
- Environnement
- Contexte
- Exploration
- Analyse
- Spécification
- Méthode
- Technique

VOCABULAIRE

Méthode

- Généralement : Façon d'aborder un problème, une question.
- Philosophie : Voie suivie consciemment dans une activité tendue vers un but.
- Toute méthode suppose un raisonnement, tandis qu'une technique est, en partie, assimilable à une procédure.

Technique

- Ensemble des procédés d'un art, d'une science et d'un métier.
- La technique est pratique, donc le technicien est un praticien.

EN GUISE DE CONCLUSION

DANS LES MOTS DE JACKSON, 1995

To develop software is to build a **machine**, simply by describing it. This is a good reason for regarding software development as engineering. At a general level, the relationship between a **software system** and its **environment** is clear. The system is a machine introduced in the world to have some effect there. The parts of the world that will affect the machine and will be affected by it are its **application domain**.

EN GUISE DE CONCLUSION

MISE EN SITUATION DE JACKSON, 1995

That's where your customers will look to see whether the development has fulfilled its intended purpose. You don't gauge the success of a theatre reservations system by looking at its computers. You look at the world outside. Can people book seats easily? Are the theatres full? How long does it take to pick up a ticket? Are all the credit card payments properly accounted for? Are cancellations handled smoothly?

EN GUISE DE CONCLUSION

CONCLUSION DE JACKSON, 1995

This distinction between the machine and the application domain is the key to the much-cited (but little understood) distinction between What and How : what the system does is to be sought in the application domain, while how it does it is to be sought in the machine itself. The problem is in the application domain. The machine is the solution.

EN GUISE DE CONCLUSION

REFORMULATION DE LAVOIE, 2008

Écrire un logiciel n'est pas autre chose que construire une **machine** en la décrivant. Voilà pourquoi l'écriture du logiciel s'apparente à la philosophie, aux mathématiques et à l'ingénierie sans pouvoir s'y limiter. D'un point de vue pratique, la relation entre un **système logiciel** et son **environnement** est évidente. Le système est une machine introduite dans le monde pour le modifier. Les parties du monde affectant la machine ou modifiées par elles forment le **domaine d'application**.

Le domaine d'application est la portion du monde que les parties prenantes examineront pour déterminer si le système a atteint ses objectifs. On ne juge pas d'un système de réservation de places de spectacle en examinant les ordinateurs utilisés, mais en regardant l'univers des spectacles :

- Le public peut-il réserver facilement des places?
- Les salles sont-elles combles?
- Combien de temps doit-on attendre pour retirer les billets réservés?
- Les paiements par carte de crédit sont-ils correctement traités?
- Les annulations sont-elles traitées adéquatement?

La distinction entre la machine et le domaine d'application est la clé de la distinction essentielle (mais combien mal comprise encore) entre le **Quoi** et le **Comment** :

- Le **Quoi** est partie du domaine d'application.
- Le **Comment** caractérise la machine elle-même.
- Le **problème** est dans le domaine d'application, la machine est la **solution**.

RÉFÉRENCES



- Ressources en ligne
 - IEEE 12207
 - IEEE 1233
 - IEEE 830
- Autres références
 - Bray, chapitre 2
 - Jacobson
 - Braude
 - Leffingwell
 - ...

À SUIVRE

Modules

- IE020 – Exploration
- IE030 – Analyse
- IE040 – Spécification
- IE050 – Documentation
- IE060 – Conception
- IE070 – Désign
- IE080 – Essais
- IE090 – Architecture
- IE100 – Traçabilité

Cours

- IFT 215
Interfaces et multimédia
- IFT 585
Télématique
- IGE 401
Gestion de projets
- IGL 501
Méthodes formelles en GL
- IGL 601
Outils du génie logiciel

« ... mes félicitations pour votre beau programme »