Polytech Paris-Sud
Formation initiale 3e année
Spécialité Informatique
Année 2016-2017

UML

Cours 1
Introduction au génie logiciel et à la modélisation

Delphine Longuet
delphine.longuet@lri.fr

Organisation du cours

Modalités de contrôle des connaissances :

- Exercices WIMS
- Projet commun avec le module de Java
- Contrôle sur table : 20 avril

Note finale = 20 % WIMS + 30 % projet + 50 % contrôle

Seuls les transparents du cours sont autorisés au contrôle

Page web du cours :

http://www.lri.fr/~longuet/Enseignements/16-17/Et3-UML

Génie logiciel

Définition : Ensemble des méthodes, des techniques et des outils dédiés à la conception, au développement et à la maintenance des systèmes informatiques

Objectif : Avoir des procédures systématiques pour des logiciels de grande taille afin que

- la spécification corresponde aux besoins réels du client
- le logiciel respecte sa spécification
- les délais et les coûts alloués à la réalisation soient respectés

Logiciel : définitions

Ensemble d'entités nécessaires au fonctionnement d'un processus de traitement automatique de l'information

- Programmes, données, documentation...

Ensemble de programmes qui permet à un système informatique d'assurer une tâche ou une fonction en particulier

$$\text{Logiciel} = \text{programme} + \text{utilisation}$$

Logiciel : caractéristiques

Environnement

- utilisateurs : grand public (traitement de texte),
  spécialistes (calcul météorologique),
  développeurs (compilateur)
- autres logiciels : librairie, composant
- matériel : capteurs (système d'alarme),
  réseau physique (protocole),
  machine ou composant matériel contrôlé (ABS)

Spécification : ce que doit faire le logiciel, ensemble de critères que doivent satisfaire son fonctionnement interne et ses interactions avec son environnement

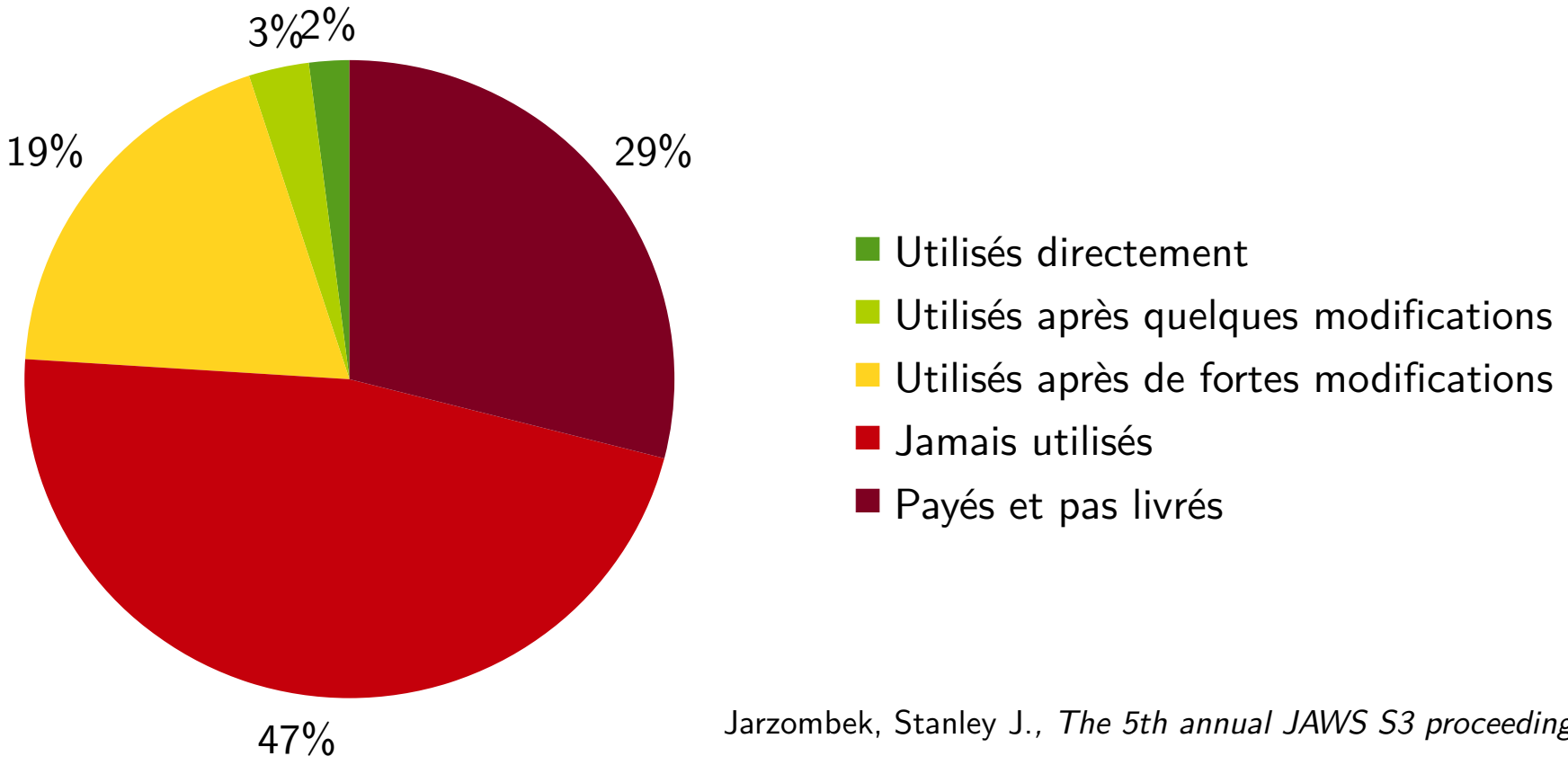
Crise du logiciel

Constat du développement logiciel fin années 60 :

- délais de livraison non respectés
- budgets non respectés
- ne répond pas aux besoins de l'utilisateur ou du client
- difficile à utiliser, maintenir, et faire évoluer

Étude du DoD 1995

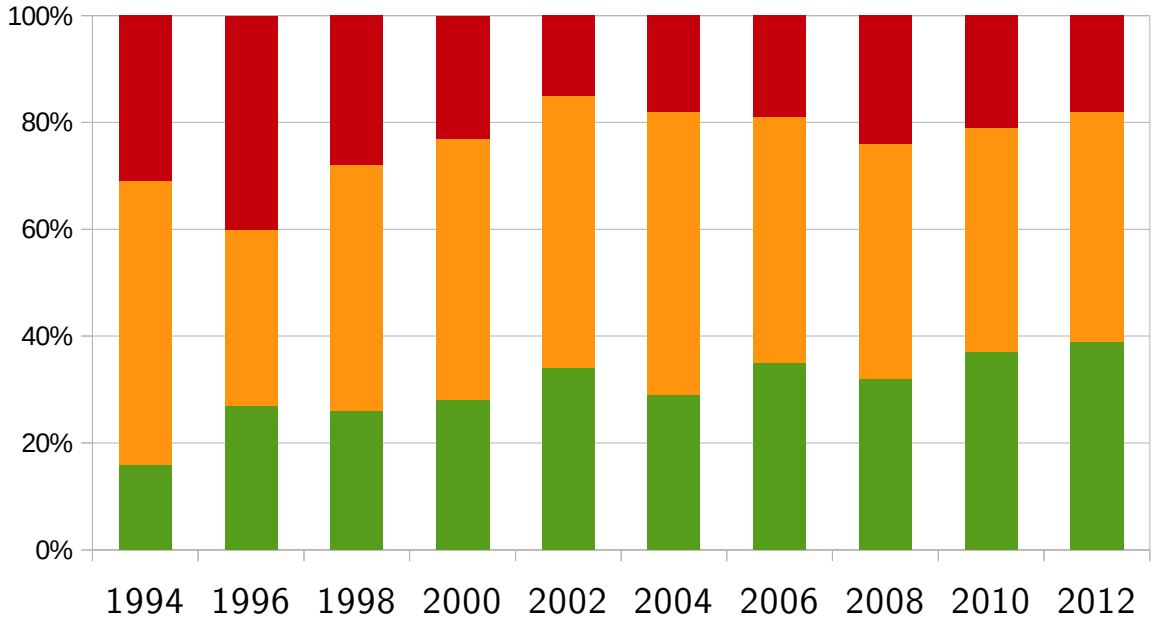
Étude du *Department of Defense* des États-Unis sur les logiciels produits dans le cadre de 9 gros projets militaires



Jarzombek, Stanley J., *The 5th annual JAWS S3 proceedings*, 1999

Étude du Standish group

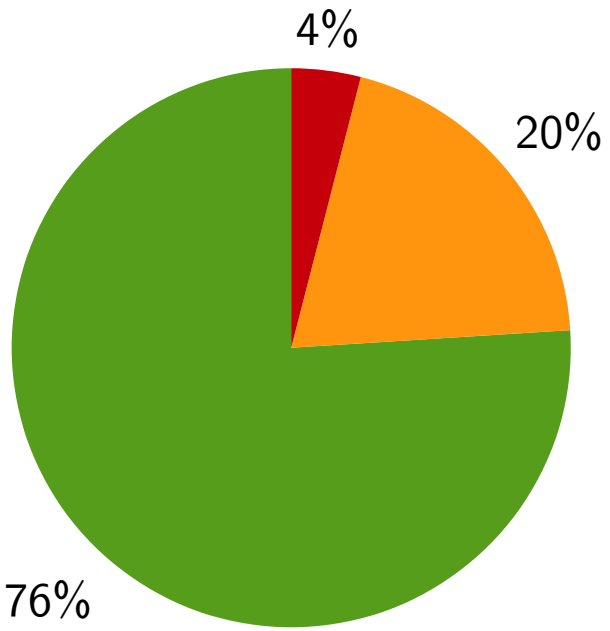
Enquête sur des milliers de projets, de toutes tailles et de tous secteurs



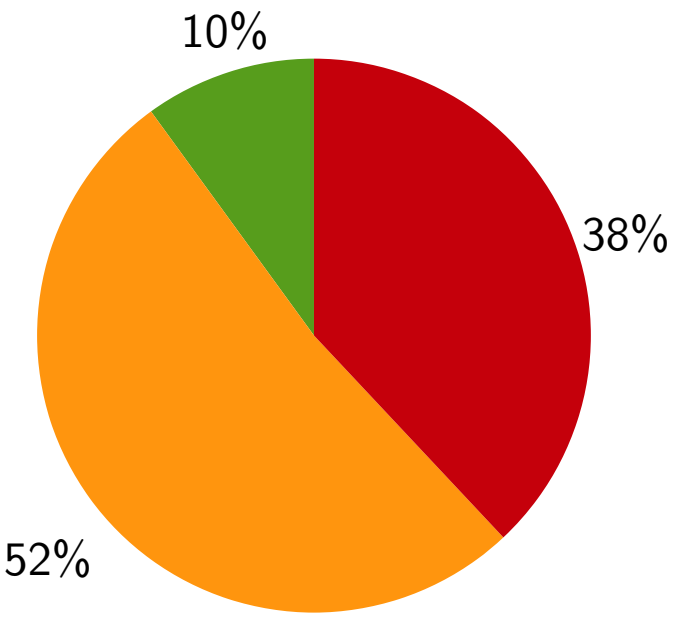
Standish group, *Chaos Manifesto 2013 - Think Big, Act Small*, 2013

- Projets réussis : achevés dans les délais et pour le budget impartis, avec toutes les fonctionnalités demandées
- Projets mitigés : achevés et opérationnels, mais livrés hors délais, hors budget ou sans toutes les fonctionnalités demandées
- Projets ratés : abandonnés avant la fin ou livrés mais jamais utilisés

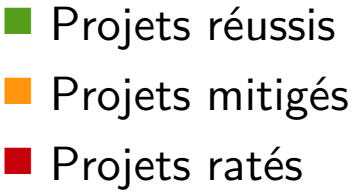
Petits vs grands projets



Petits projets
budget ≤ $1 million

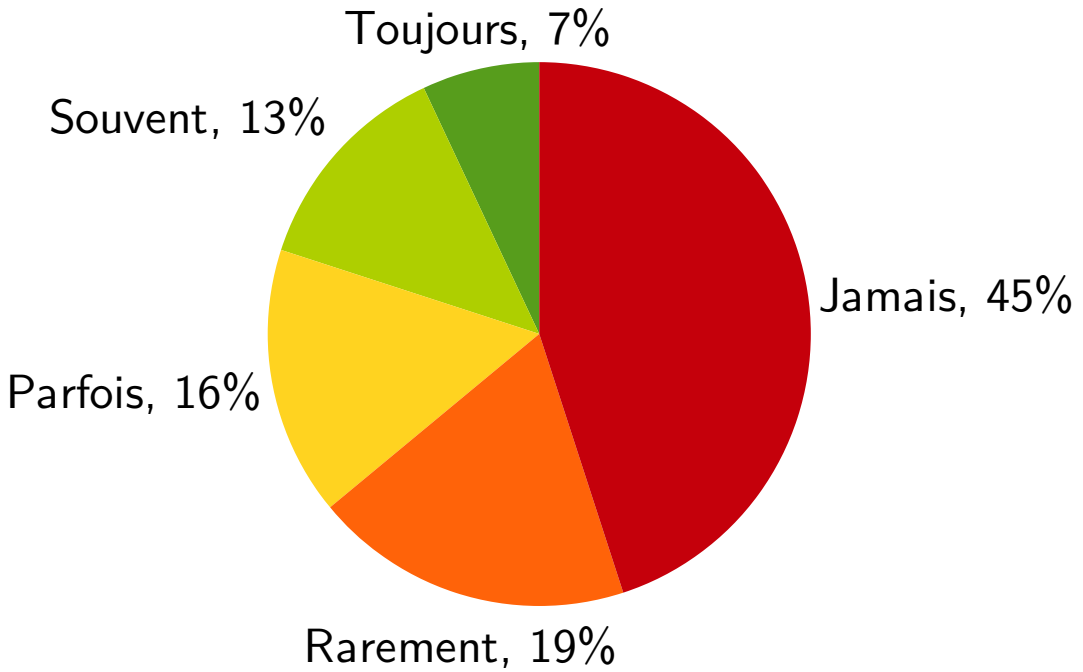


Grands projets
budget ≥ $10 millions



Standish group, *Chaos Manifesto 2013 - Think Big, Act Small*, 2013

Utilisation des fonctionnalités implantées



Standish group, *Chaos Manifesto 2002*, 2002

« La satisfaction du client et la valeur du produit sont plus grandes lorsque les fonctionnalités livrées sont bien moins nombreuses que demandé et ne remplissent que les besoins évidents. »

Standish group, *Chaos Report 2015*, 2015

Raisons de la faible qualité des logiciels

Tâche complexe :

- Taille et complexité des logiciels
- Taille des équipes de conception/développement

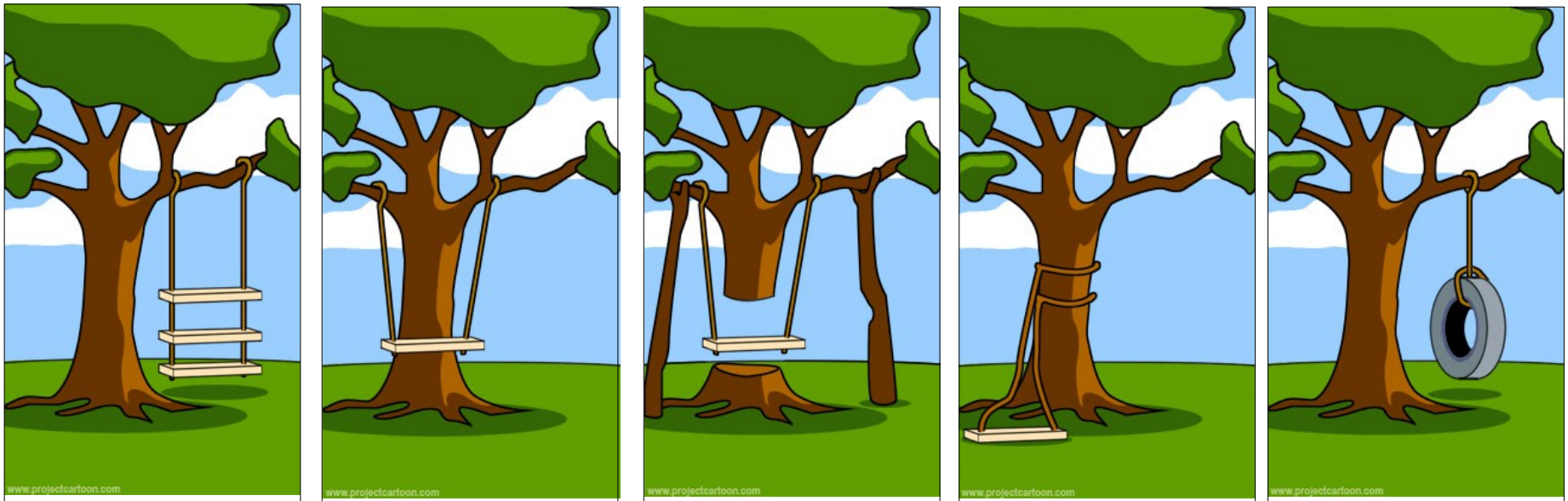
Manque de méthodes et de rigueur :

- Manque de méthodes de conception
- Négligence et manque de méthodes et d'outils des phases de validation/vérification

Mauvaise compréhension des besoins :

- Négligence de la phase d'analyse des besoins du client
- Manque d'implication du client dans le processus

Raisons de la faible qualité des logiciels



Raisons de la faible qualité des logiciels

Difficultés spécifiques du logiciel :

- Produit invisible et immatériel
- Difficile de mesurer la qualité
- Conséquences critiques causées par modifications infimes
- Mises à jour et maintenance dues à l'évolution rapide de la technologie
- Difficile de raisonner sur des programmes
- Défaillances logicielles principalement humaines

Importance de la qualité des logiciels

Fiabilité, sûreté et sécurité des logiciels

- Transports automobile, ferroviaire, aéronautique
- Contrôle de processus industriels, nucléaire, armement
- Médical : imagerie, appareillage, télé-surveillance
- e-commerce, carte bancaire sans contact, passeport électronique

Raisons économiques : coût d'un bug

- Coût de la correction, du rappel des appareils défectueux
- Coût de l'impact sur l'image, de l'arrivée tardive sur le marché
- Coût en vies, coût de l'impact écologique

Génie logiciel

Idée : appliquer les méthodes classiques d'ingénierie au domaine du logiciel

Ingénierie (ou génie) : Ensemble des fonctions allant de la conception et des études à la responsabilité de la construction et au contrôle des équipements d'une installation technique ou industrielle

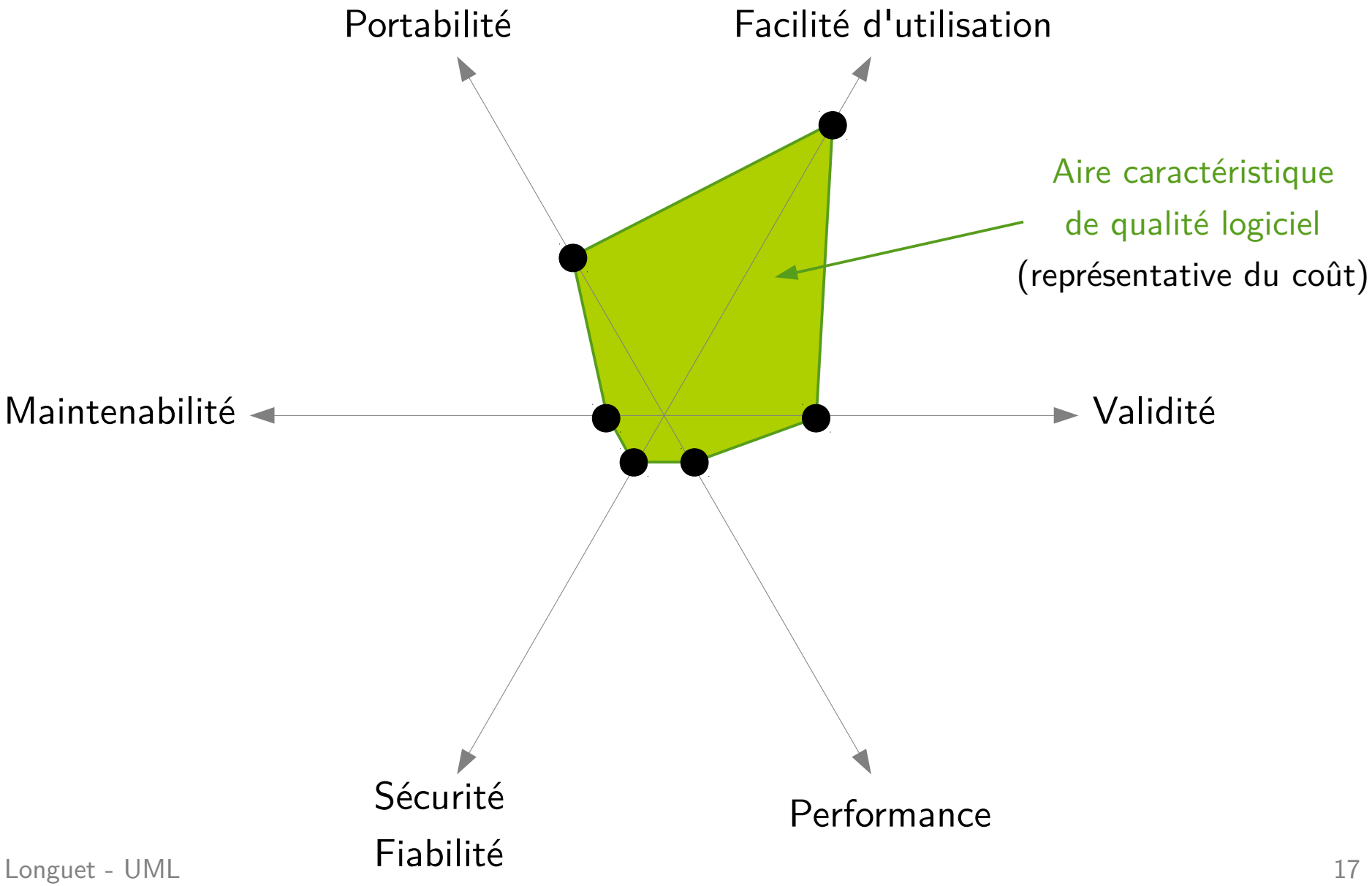
Génie civil, naval, aéronautique, mécanique, chimique...

Qualité du logiciel

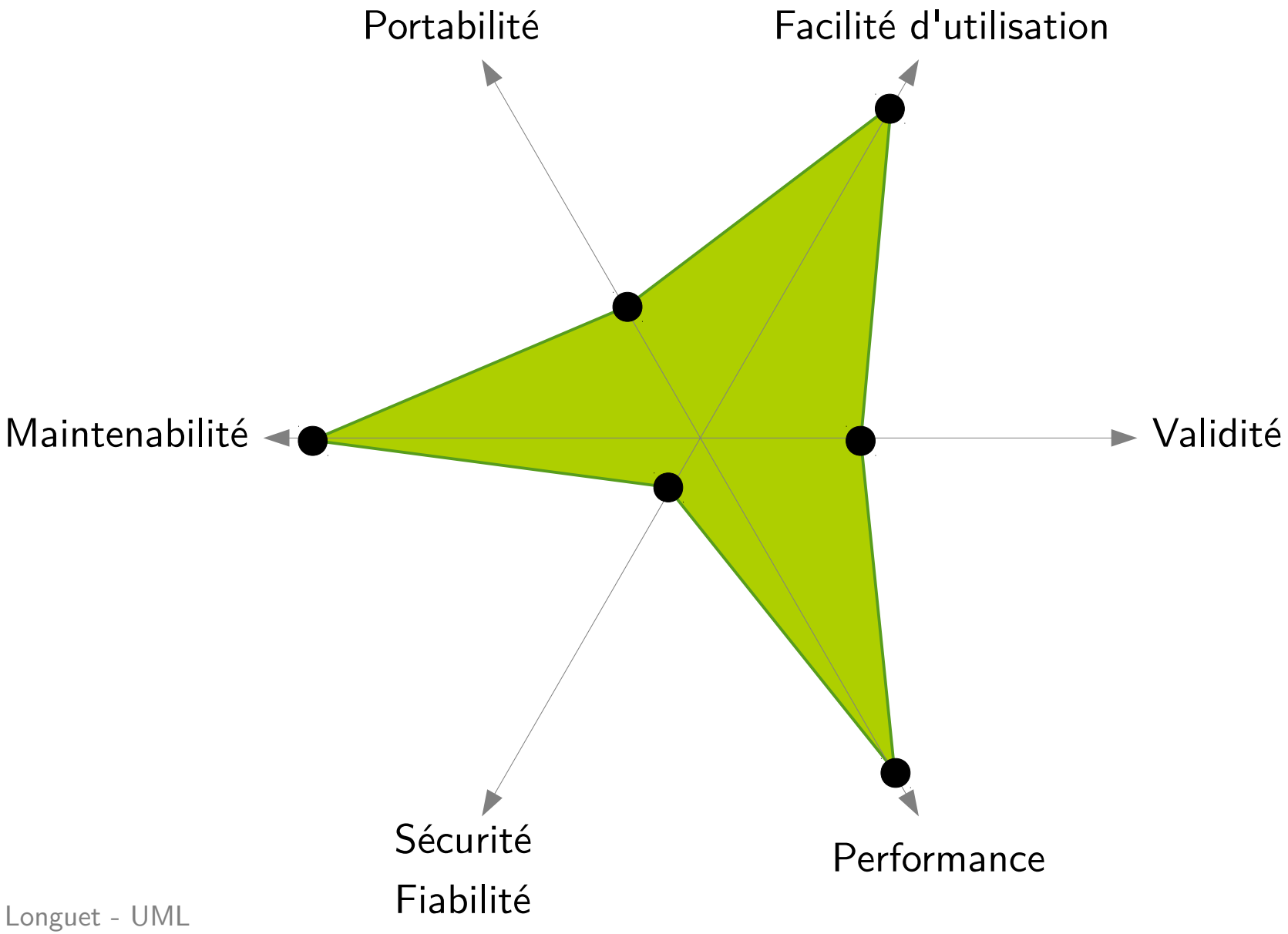
Critères de qualité

- Validité : réponse aux besoins des utilisateurs
- Facilité d'utilisation : prise en main et robustesse
- Performance : temps de réponse, débit, fluidité...
- Fiabilité : tolérance aux pannes
- Sécurité : intégrité des données et protection des accès
- Maintenabilité : facilité à corriger ou transformer le logiciel
- Portabilité : changement d'environnement matériel ou logiciel

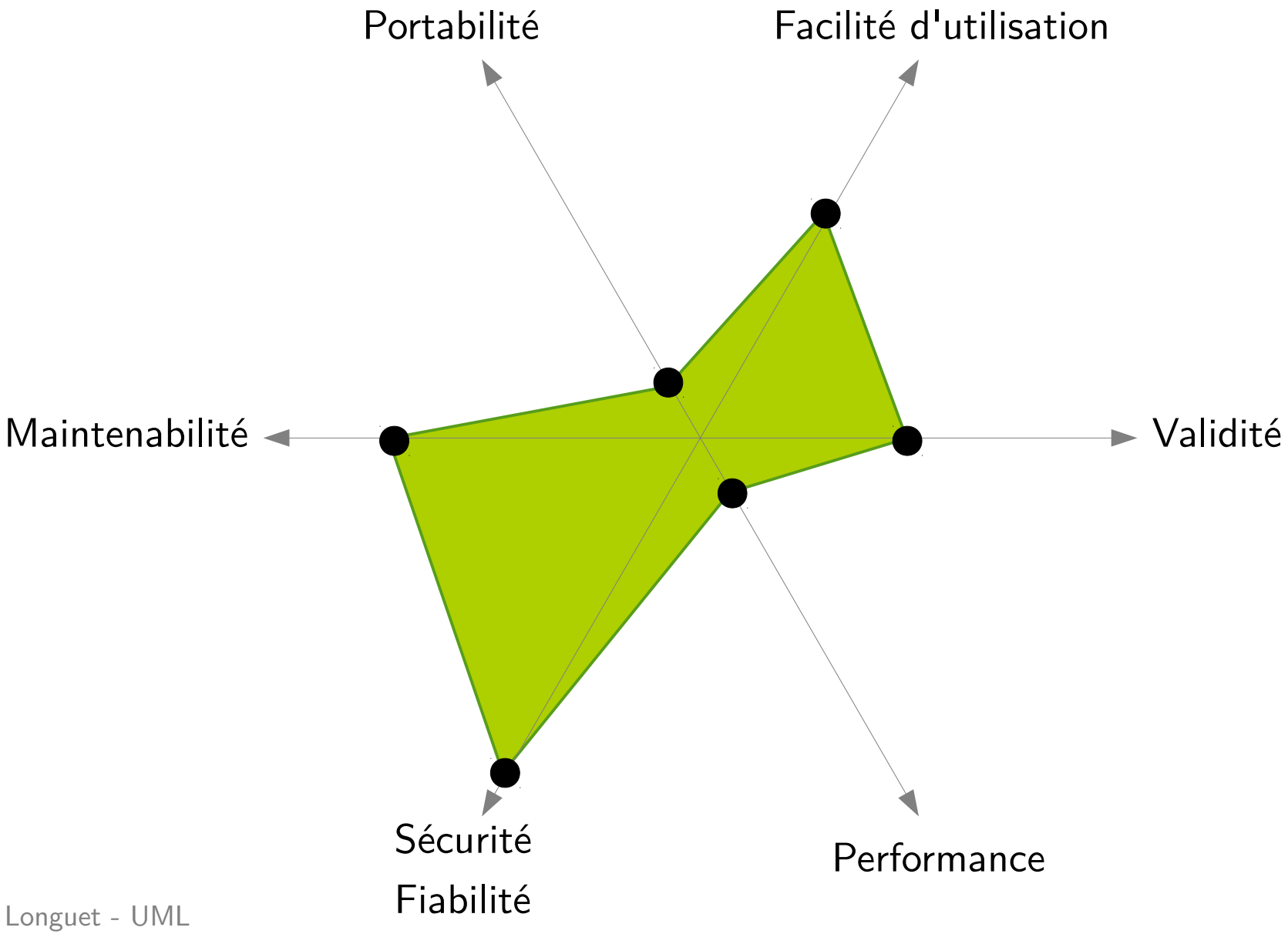
Contrôleur de télécommande



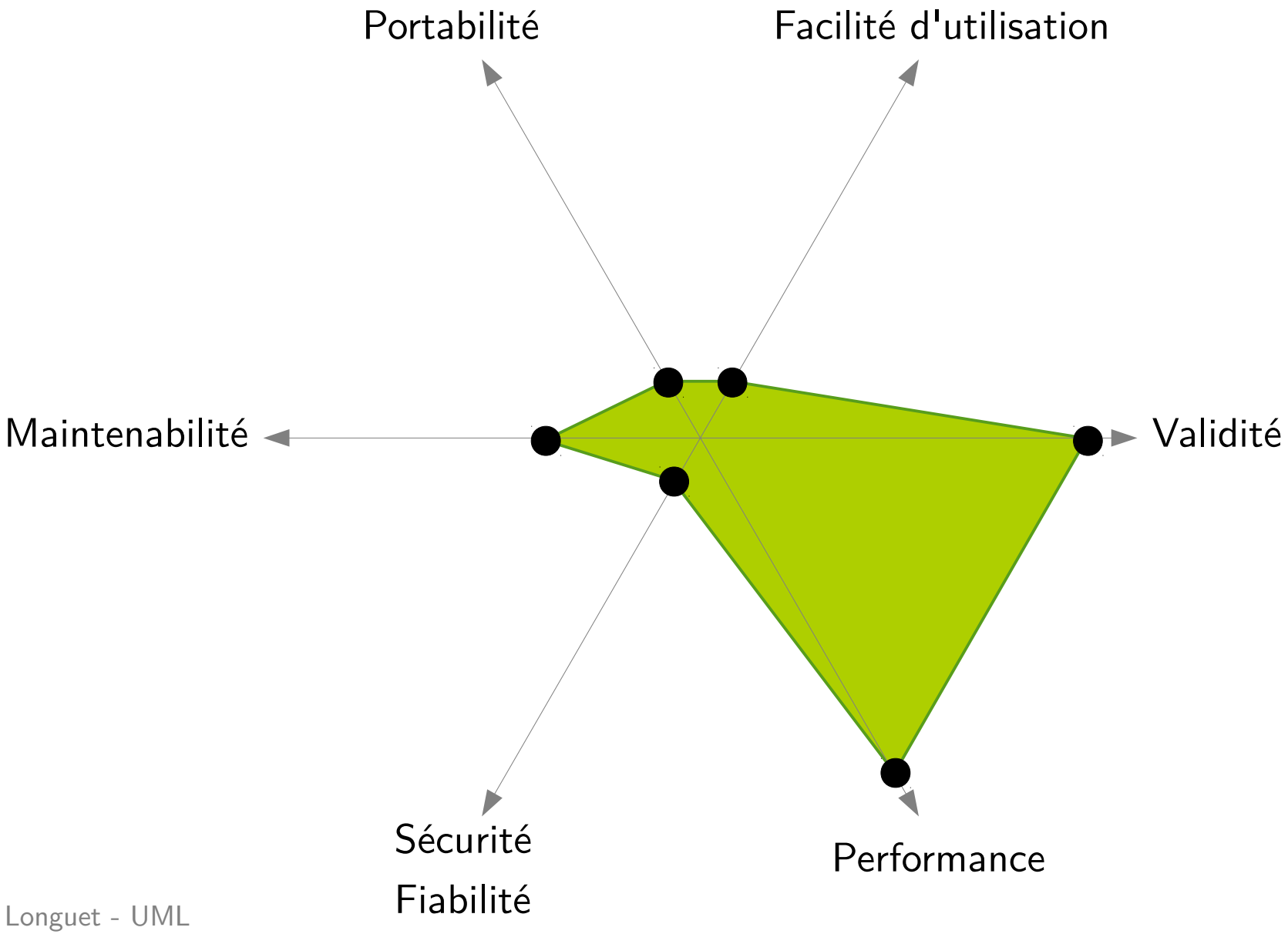
Jeu vidéo


Portabilité
Facilité d'utilisation
Maintenabilité
Validité
Sécurité
Fiabilité
Performance

Client mail


Portabilité
Facilité d'utilisation
Maintenabilité
Validité
Sécurité
Fiabilité
Performance

Simulateur pour Météo France



Processus de développement logiciel

Ensemble d'activités successives, organisées en vue de la production d'un logiciel

En pratique :

- Pas de processus idéal
- Choix du processus en fonction des contraintes (taille des équipes, temps, qualité...)
- Adaptation de « processus types » aux besoins réels

Processus de développement logiciel

Activités du développement logiciel

- Analyse des besoins
- Spécification
- Conception
- Programmation
- Validation et vérification
- Livraison
- Maintenance

Pour chaque activité : Utilisation et production de documents

Activités du développement logiciel

Analyse des besoins : Comprendre les besoins du client

- Objectifs généraux, environnement du futur système, ressources disponibles, contraintes de performance...
- Fournie par le client (expert du domaine d'application, futur utilisateur...)

Spécification :

- Établir une description claire de ce que doit faire le logiciel (fonctionnalités détaillées, exigences de qualité, interface...)
- Clarifier le cahier des charges (ambiguïtés, contradictions) en listant les exigences fonctionnelles et non fonctionnelles

Activités du développement logiciel

Conception : Élaborer une solution concrète réalisant la spécification

- Description architecturale en composants (avec interface et fonctionnalités)
- Réalisation des fonctionnalités par les composants (algorithmes, organisation des données)
- Réalisation des exigences non fonctionnelles (performance, sécurité...)

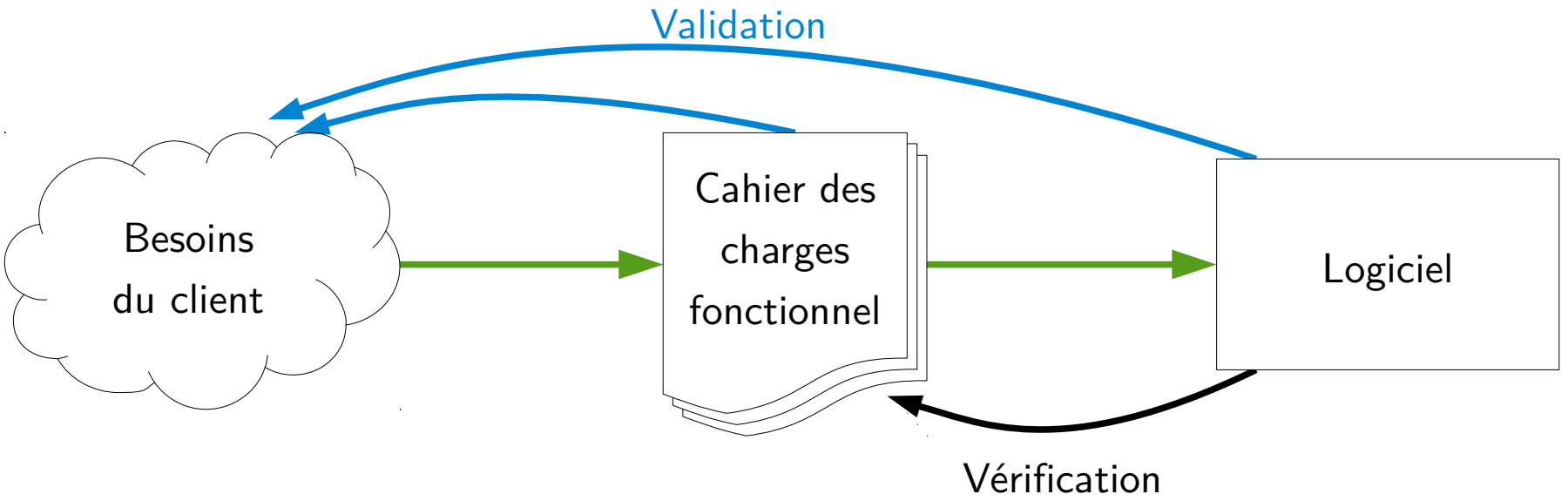
Programmation : Implantation de la solution conçue

- Choix de l'environnement de développement, du/des langage(s) de programmation, de normes de développement...

Validation et vérification

Objectifs :

- Validation : assurer que les besoins du client sont satisfaits (au niveau de la spécification, du produit fini...)
- Vérification : assurer que le logiciel satisfait sa spécification

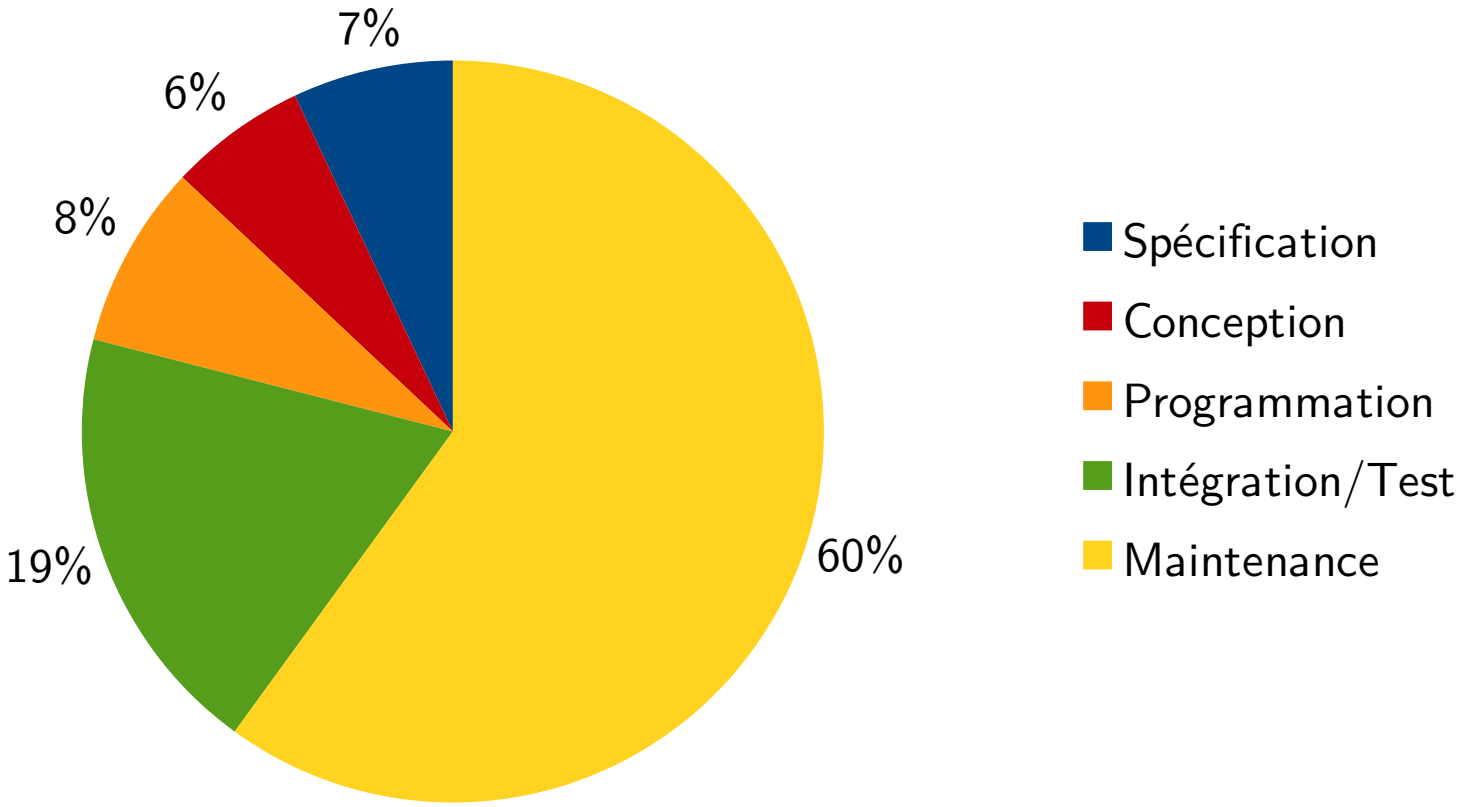


Maintenance

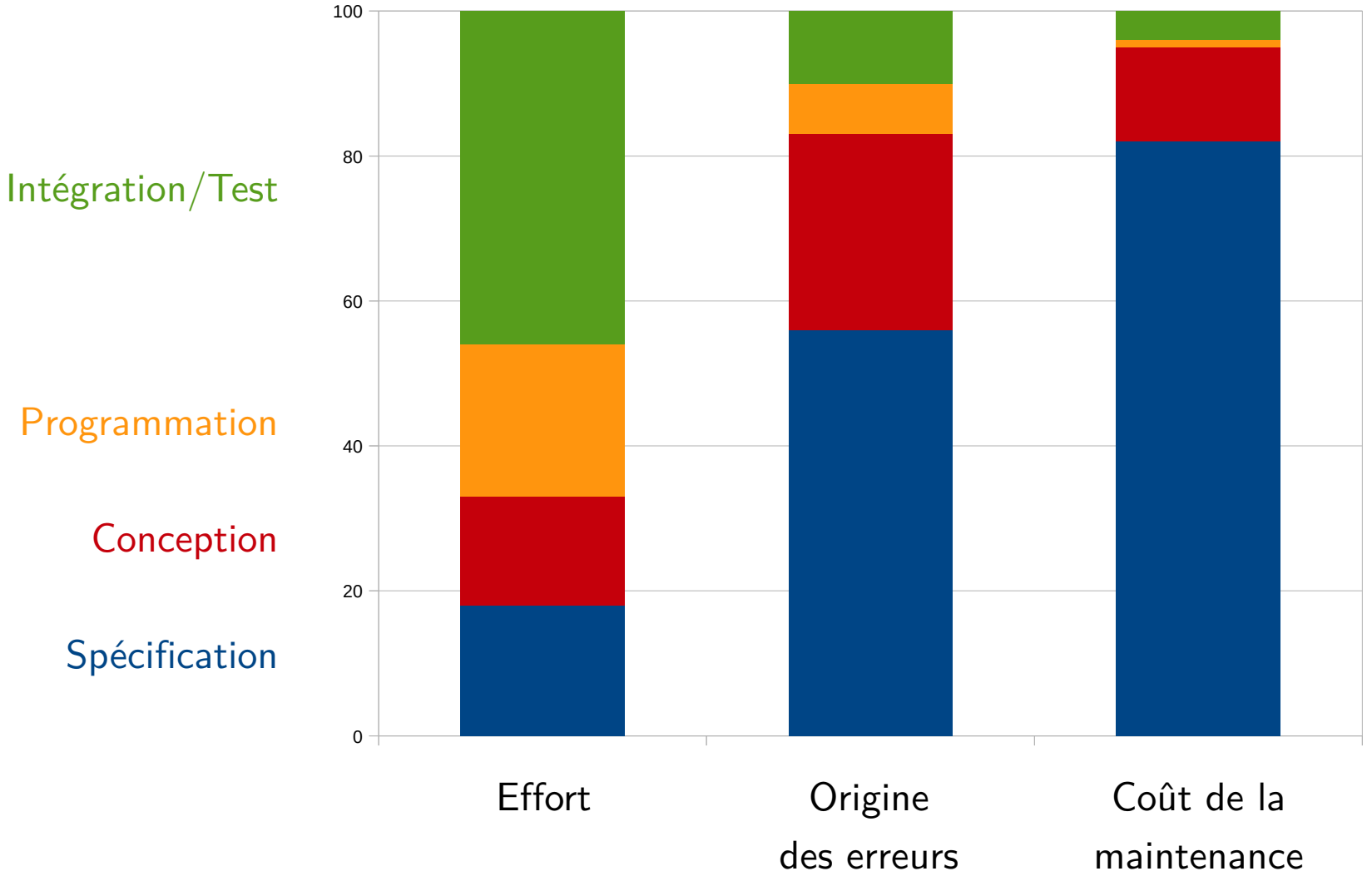
Types de maintenance :

- Correction : identifier et corriger des erreurs trouvées après la livraison
- Adaptation : adapter le logiciel aux changements dans l'environnement (format des données, environnement d'exécution...)
- Perfection : améliorer la performance, ajouter des fonctionnalités, améliorer la maintenabilité du logiciel

Répartition de l'effort



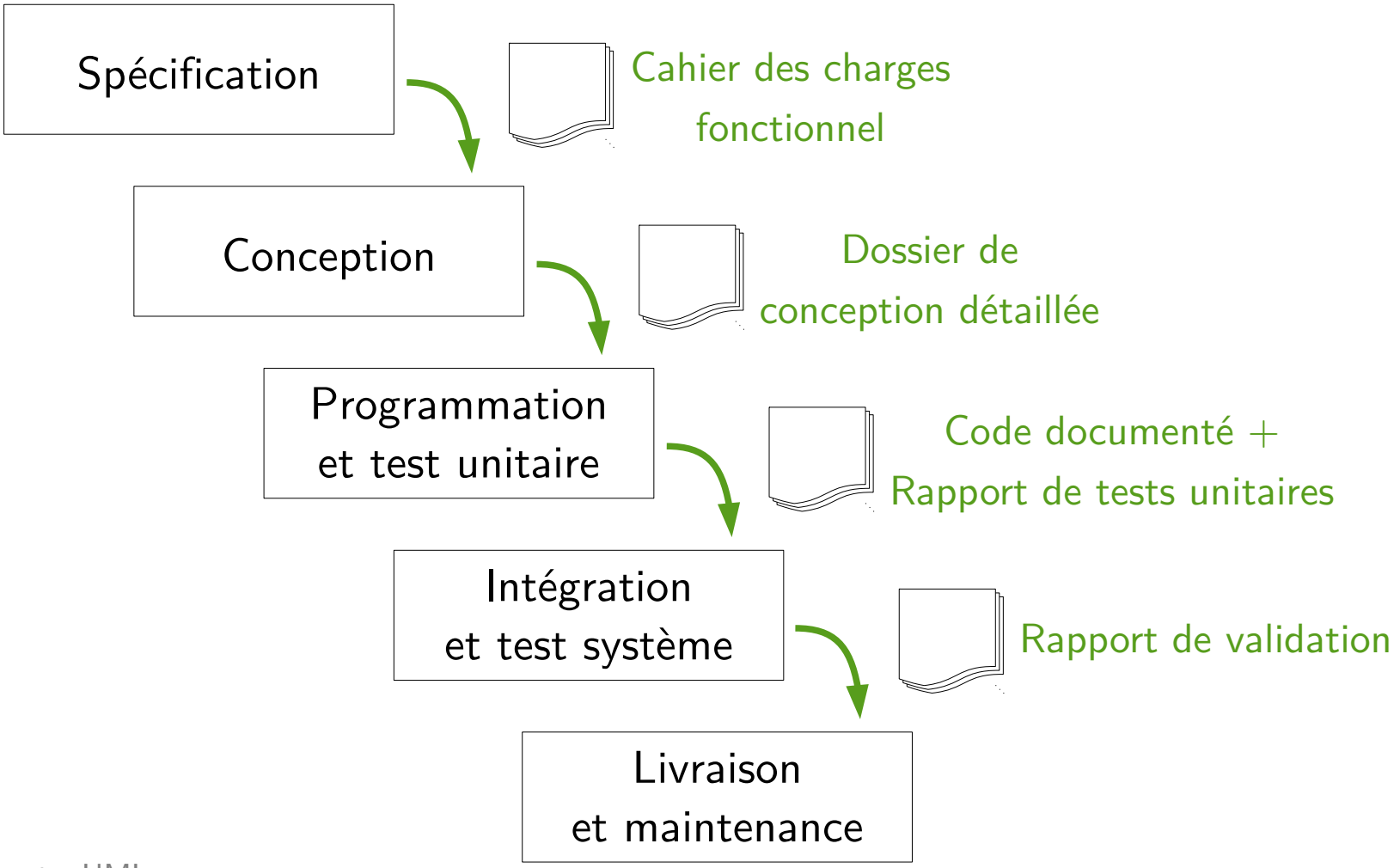
Rapport effort/erreur/coût



Processus en cascade

Chaque étape doit être terminée avant que ne commence la suivante

À chaque étape, production d'un document base de l'étape suivante



Processus en cascade

Caractéristiques :

- Hérité des méthodes classiques d'ingénierie
- Découverte d'une erreur entraîne retour à la phase à l'origine de l'erreur et nouvelle cascade, avec de nouveaux documents...
- Coût de modification d'une erreur important, donc choix en amont cruciaux (typique d'une production industrielle)

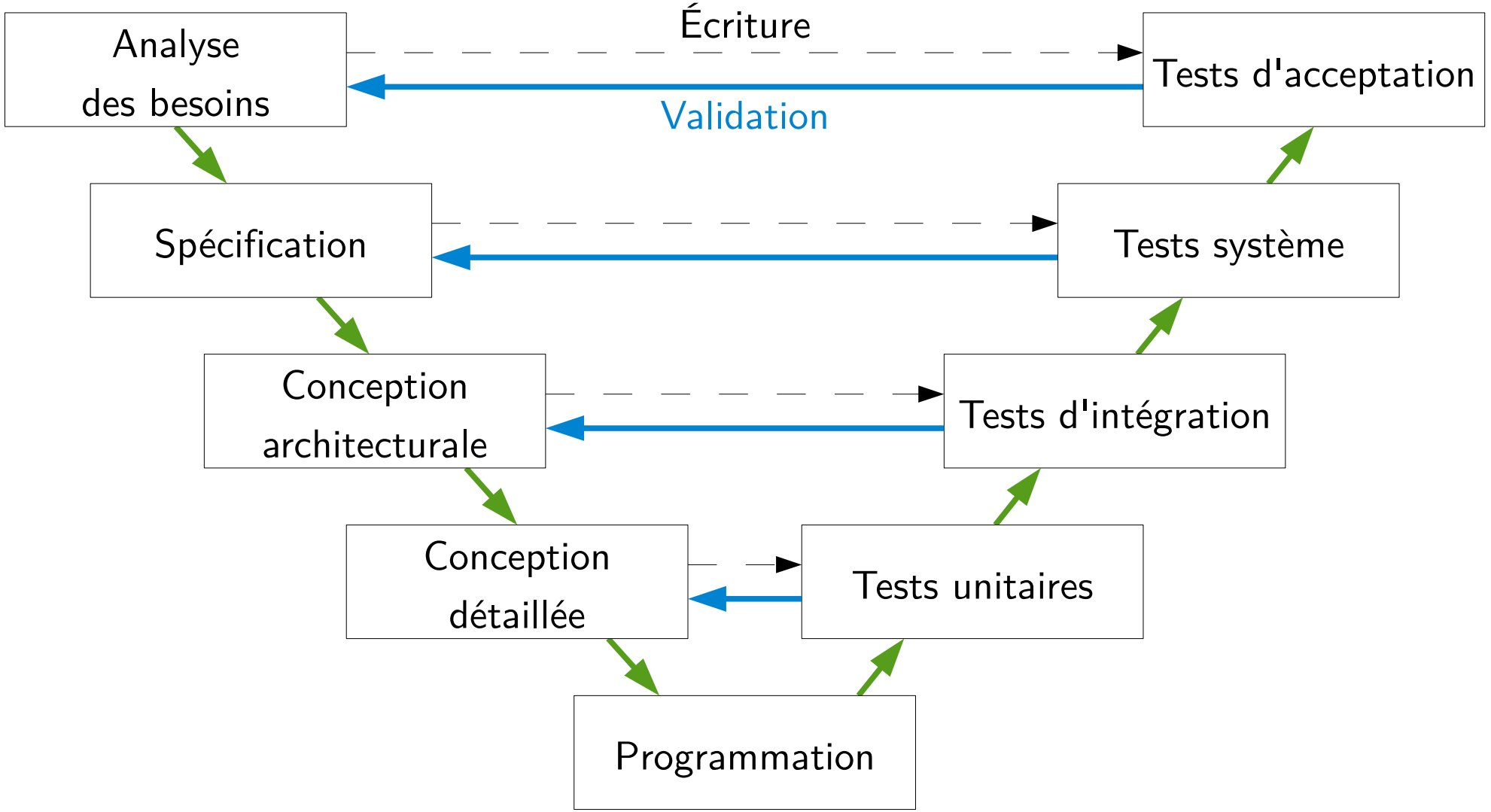
Pas toujours adapté à une production logicielle, en particulier si besoins du client changeants ou difficiles à spécifier

Processus en V

Caractéristiques :

- Variante du modèle en cascade
- Mise en évidence de la complémentarité des phases menant à la réalisation et des phases de test permettant de les valider

Processus en V



Niveaux de test

Test unitaire : test de chaque unité de programme (méthode, classe, composant), indépendamment du reste du système

Test d'intégration : test des interactions entre composants (interfaces et composants compatibles)

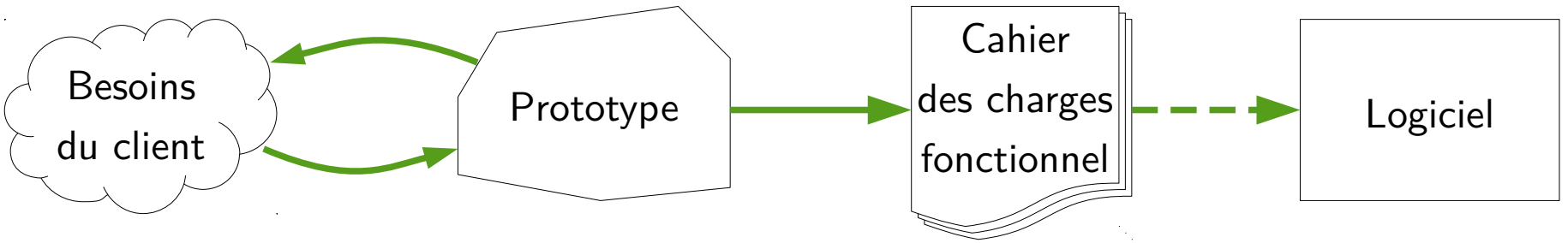
Test système : test du système complet par rapport à son cahier des charges

Test d'acceptation (recette) : fait par le client, validation par rapport aux besoins initiaux

Développement par prototypage

Principe :

- Développement rapide d'un prototype avec le client pour valider ses besoins
- Écriture de la spécification à partir du prototype, puis processus de développement linéaire

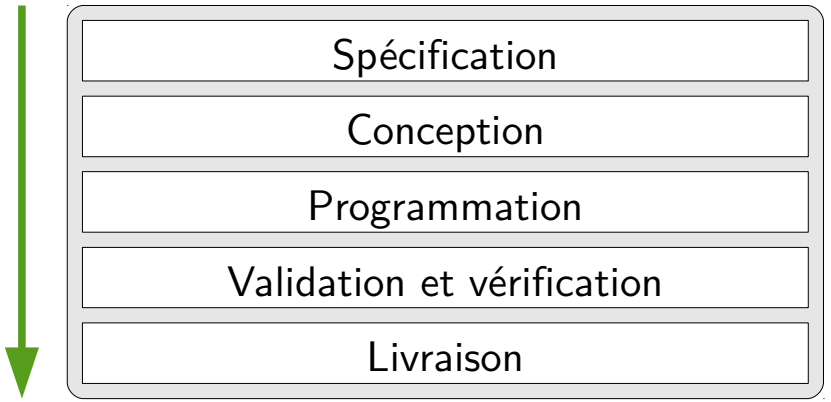


Avantage : Validation concrète des besoins, moins de risques d'erreur de spécification

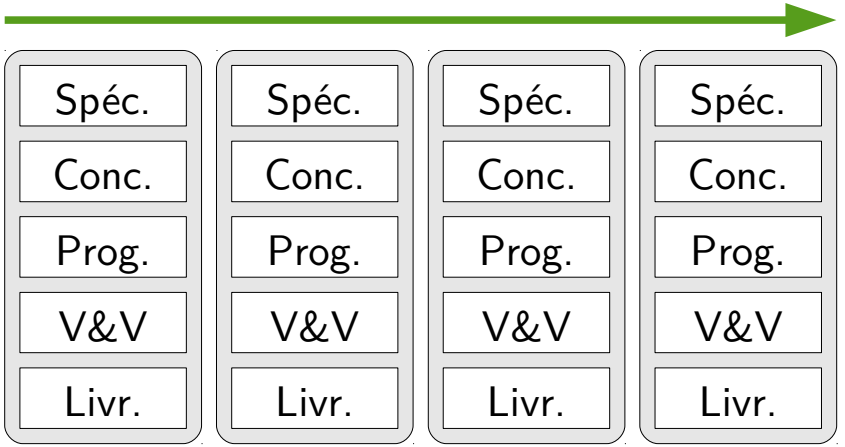
Développement incrémental

Principe :

- Hiérarchiser les besoins du client
- Concevoir et livrer au client un produit implantant un sous-ensemble de fonctionnalités par ordre de priorité



Développement en cascade



Développement incrémental

Avantage : Minimiser le risque d'inadéquation aux besoins

Difficulté : Intégration fonctionnalités secondaires non pensées en amont

Méthodes agiles et *extreme programming*

Principes :

- Implication constante du client
- Programmation en binôme (revue de code permanente)
- Développement dirigé par les tests
- Cycles de développement rapides pour réagir aux changements

Avantages : développement rapide en adéquation avec les besoins

Inconvénients : pas de spécification, documentation = tests, maintenance ?

Fonctionne pour petites équipes de développement (< 20) car communication cruciale

Documentation

Objectif : Traçabilité du projet

Pour l'équipe :

- Regrouper et structurer les décisions prises
- Faire référence pour les décisions futures
- Garantir la cohérence entre les modèles et le produit

Pour le client :

- Donner une vision claire de l'état d'avancement du projet

Base commune de référence :

- Personne quittant le projet : pas de perte d'informations
- Personne rejoignant le projet : intégration rapide

Documents de spécification et conception

Rédaction : le plus souvent en langage naturel (français)

Problèmes :

- Ambiguïtés : plusieurs sens d'un même mot selon les personnes ou les contextes
- Contradictions, oublis, redondances difficiles à détecter
- Difficultés à trouver une information
- Mélange entre les niveaux d'abstraction (spécification vs. conception)

Documents de spécification et conception

Alternatives au langage naturel

Langages informels :

- Langage naturel structuré : modèles de document et règles de rédaction précis et documentés
- Pseudo-code : description algorithmique de l'exécution d'une tâche, donnant une vision opérationnelle du système

Langages semi-formels :

- Notation graphique : diagrammes accompagnés de texte structuré, donnant une vue statique ou dynamique du système

Langages formels :

- Formalisme mathématique : propriétés logiques ou modèle du comportement du système dans un langage mathématique

Documents de spécification et conception

Langages informels ou semi-formels :

- ✔ Avantages : intuitifs, fondés sur l'expérience, facile à apprendre et à utiliser, répandus
- ✗ Inconvénients : ambigus, pas d'analyse systématique

Langages formels :

- ✔ Avantages : précis, analysables automatiquement, utilisables pour automatiser la vérification et le test du logiciel
- ✗ Inconvénients : apprentissage et maîtrise difficiles

En pratique : utilisation de langages formels principalement pour logiciels critiques, ou restreinte aux parties critiques du système

Modélisation

Modèle : Simplification de la réalité, abstraction, vue subjective

- modèle météorologique, économique, démographique...

Modéliser un concept ou un objet pour :

- Mieux le comprendre (modélisation en physique)
- Mieux le construire (modélisation en ingénierie)

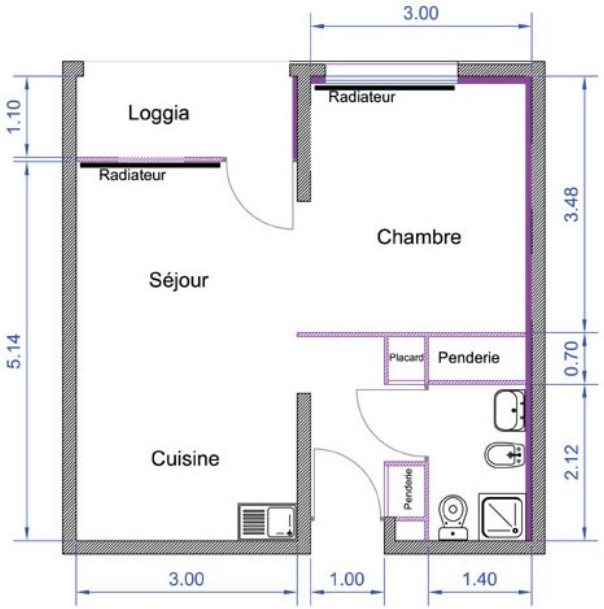
En génie logiciel :

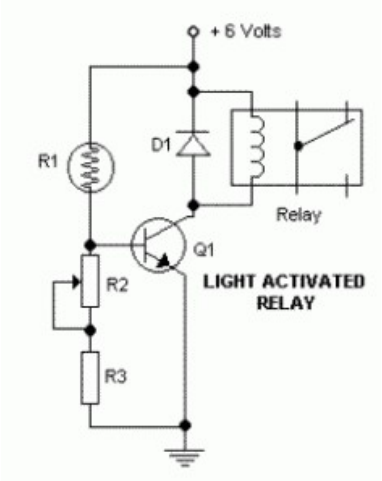
- Modélisation = spécification + conception
- Aider la réalisation d'un logiciel à partir des besoins du client

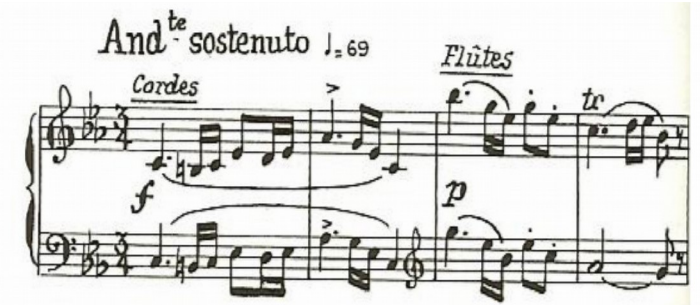
Modélisation graphique

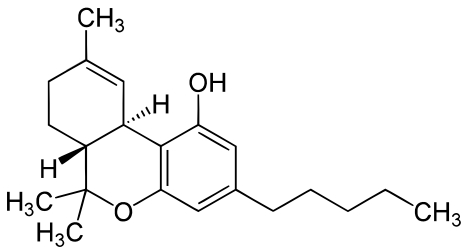
Principe : « *Un beau dessin vaut mieux qu'un long discours* »

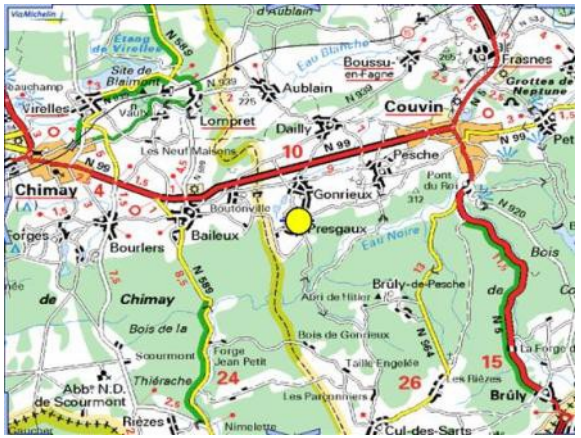
Seulement s'il est compris par tous de la même manière











UML : Unified Modeling Language

Langage :

- Syntaxe et règles d'écriture
- Notations graphiques normalisées

... de modélisation :

- Abstraction du fonctionnement et de la structure du système
- Spécification et conception

... unifié :

- Fusion de plusieurs notations antérieures : Booch, OMT, OOSE
- Standard défini par l'OMG (Object Management Group)
- Dernière version : UML 2.4.1 (août 2011)

En résumé : Langage graphique pour visualiser, spécifier, construire et documenter un logiciel

Pourquoi UML ?

Besoin de modéliser pour construire un logiciel

- Modélisation des aspects statiques et dynamiques
- Modélisation à différents niveaux d'abstraction et selon plusieurs vues
- Indépendant du processus de développement

Besoin de langages normalisés pour la modélisation

- Langage semi-formel
- Standard très utilisé

Conception orientée objet

- Façon efficace de penser le logiciel
- Indépendance du langage de programmation (langages non objet)

Méthodes de conception

Conception fonctionnelle

- Système = ensemble de fonctions
- État du système (données) centralisé et partagé par les fonctions

Conception guidée par les données

- Système = base de données
- Fonctions communes à toutes les données
- Adaptée à l'élaboration de grandes bases de données

Conception orientée objet

- Système = ensemble d'objets
- Objet = données + fonctions
- État du système distribué entre tous les objets

Conception orientée objet

Principes

- Concept du domaine d'application = objet
  Décrit par état (attributs) + comportement (opérations)
- Liens entre concepts : héritage, agrégation, composition...

Caractéristiques des objets

- Identité : objet = entité unique (mêmes attributs ⇏ même objet)
- Classification : regroupement des objets de même nature (attributs + opérations)
- Polymorphisme : comportement différent d'une même opération dans différentes classes
- Héritage : partage hiérarchique des attributs et opérations

Conception orientée objet avec UML

UML

- Langage graphique : Ensemble de diagrammes permettant de modéliser le logiciel à selon différentes vues et à différents niveaux d'abstraction
- Modélisation orientée objet : modélisation du système comme un ensemble d'objets interagissant

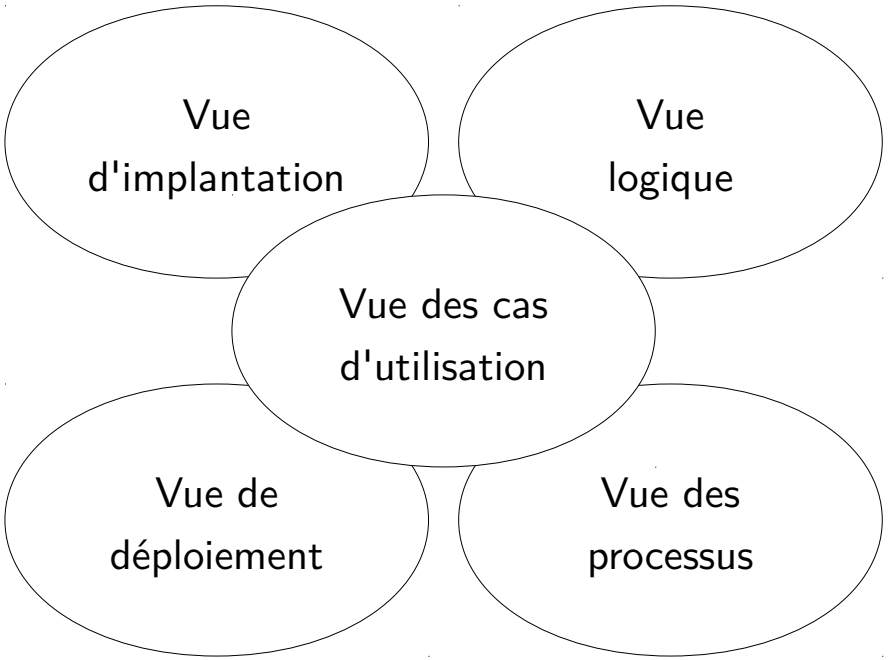
UML n'est pas une méthode de conception

UML est un outil indépendant de la méthode

Diagrammes UML

Représentation du logiciel à différents points de vue :

- Vue des cas d'utilisation : vue des acteurs (besoins attendus)
- Vue logique : vue de l'intérieur (satisfaction des besoins)
- Vue d'implantation : dépendances entre les modules
- Vue des processus : dynamique du système
- Vue de déploiement : organisation environnementale du logiciel



Diagrammes UML

14 diagrammes hiérarchiquement dépendants

Modélisation à tous les niveaux le long du processus de développement

Diagrammes structurels :

- Diagramme de classes
- Diagramme d'objets
- Diagramme de composants
- Diagramme de déploiement
- Diagramme de paquetages
- Diagramme de structure composite
- Diagramme de profils

Diagrammes comportementaux :

- Diagramme de cas d'utilisation
- Diagramme états-transitions
- Diagramme d'activité

Diagrammes d'interaction :

- Diagramme de séquence
- Diagramme de communication
- Diagramme global d'interaction
- Diagramme de temps

Exemple d'utilisation des diagrammes

Spécification

- Diagrammes de cas d'utilisation : besoins des utilisateurs
- Diagrammes de séquence : scénarios d'interactions entre les utilisateurs et le logiciel, vu de l'extérieur
- Diagrammes d'activité : enchaînement d'actions représentant un comportement du logiciel

Conception

- Diagrammes de classes : structure interne du logiciel
- Diagrammes d'objet : état interne du logiciel à un instant donné
- Diagrammes états-transitions : évolution de l'état d'un objet
- Diagrammes de séquence : scénarios d'interactions avec les utilisateurs ou au sein du logiciel
- Diagrammes de composants : composants physiques du logiciel
- Diagrammes de déploiement : organisation matérielle du logiciel

Dans ce cours

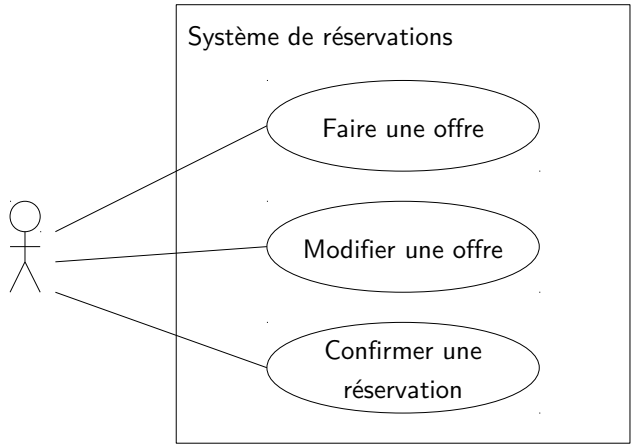
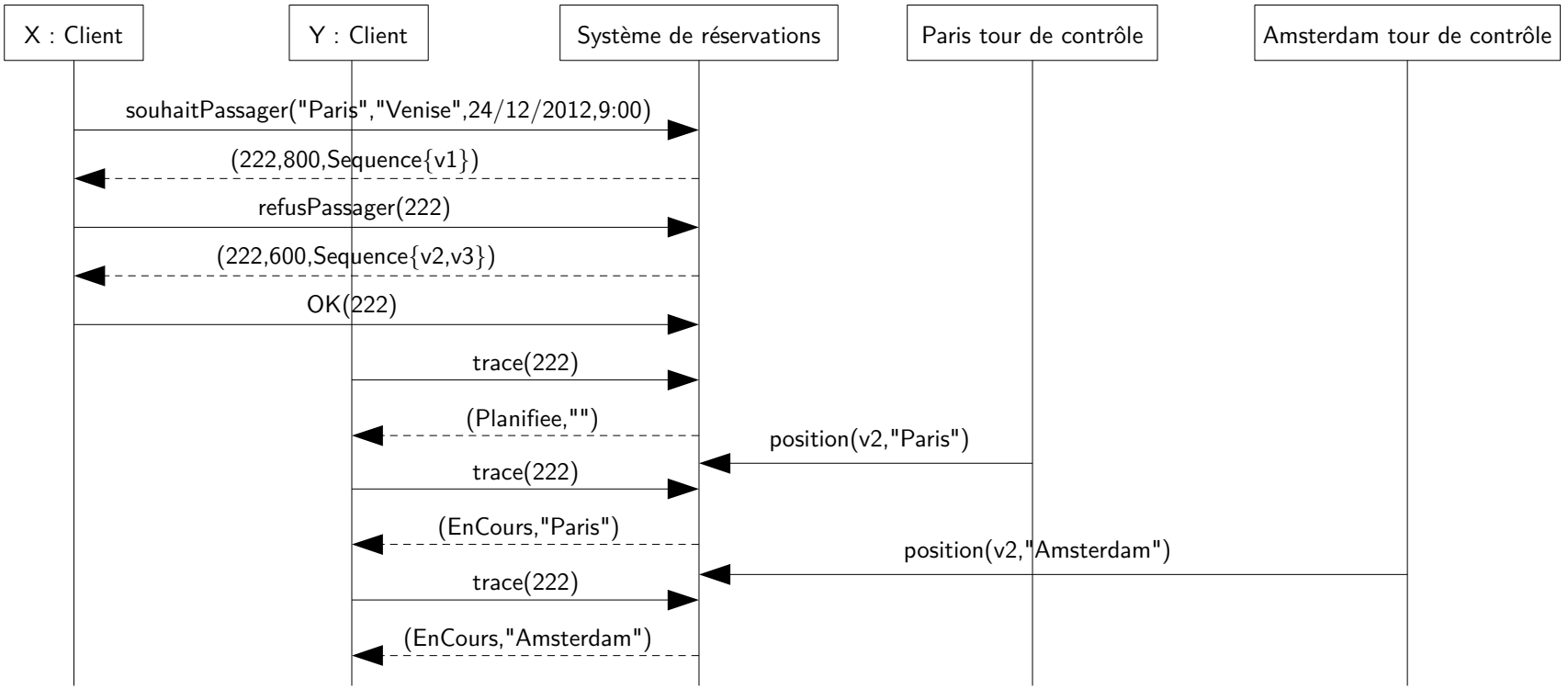


Diagramme de cas d'utilisation

Diagramme de séquence



Dans ce cours

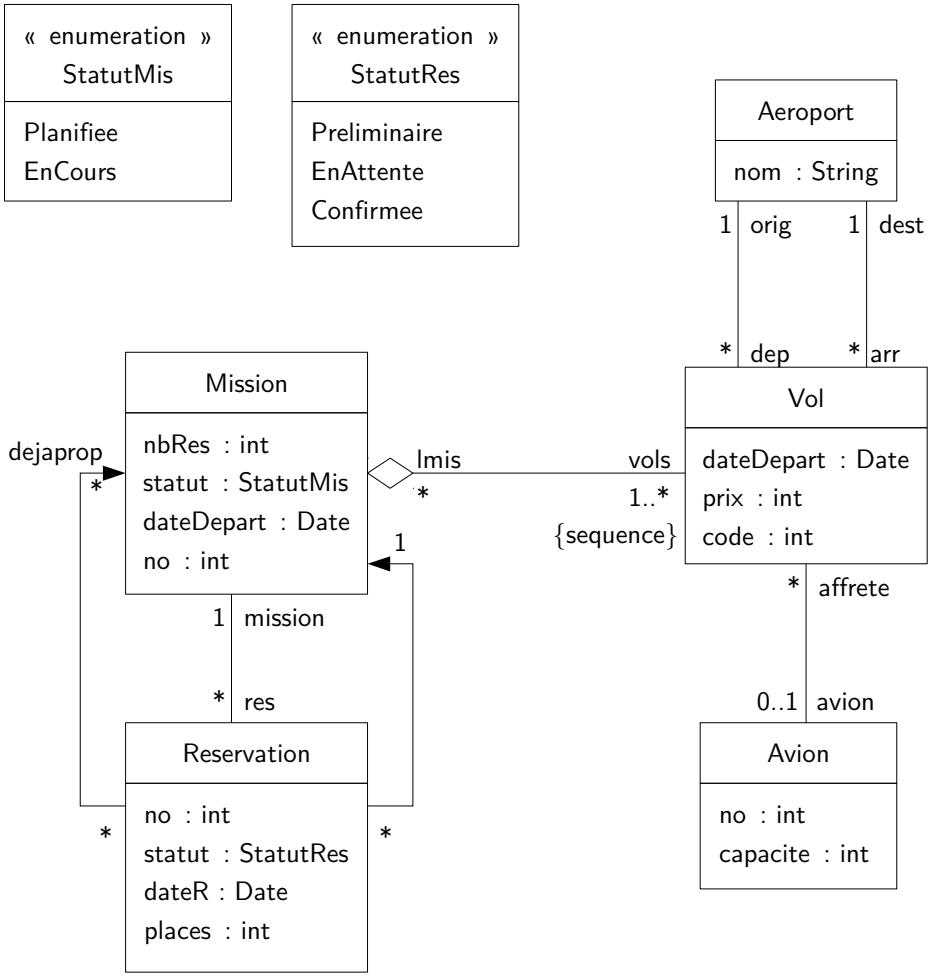


Diagramme de classes

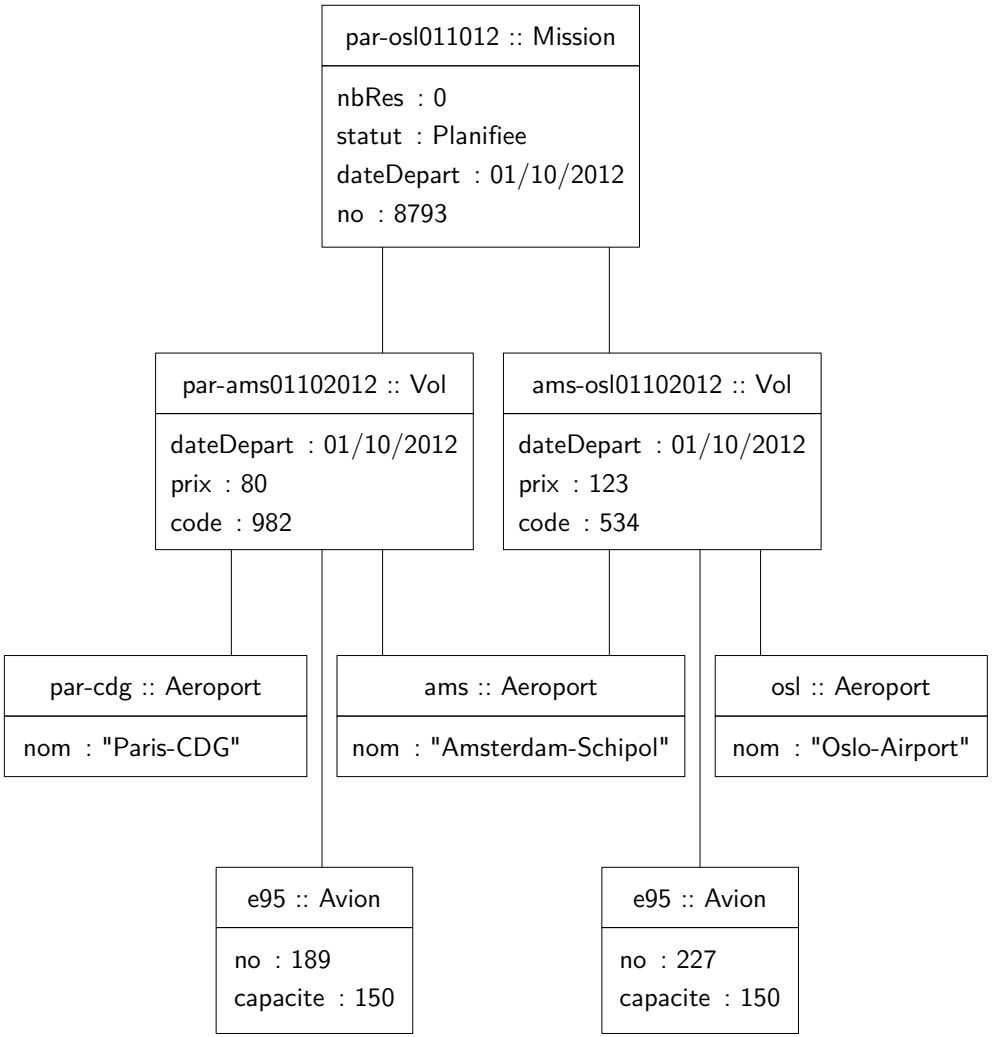


Diagramme d'objets

Dans ce cours

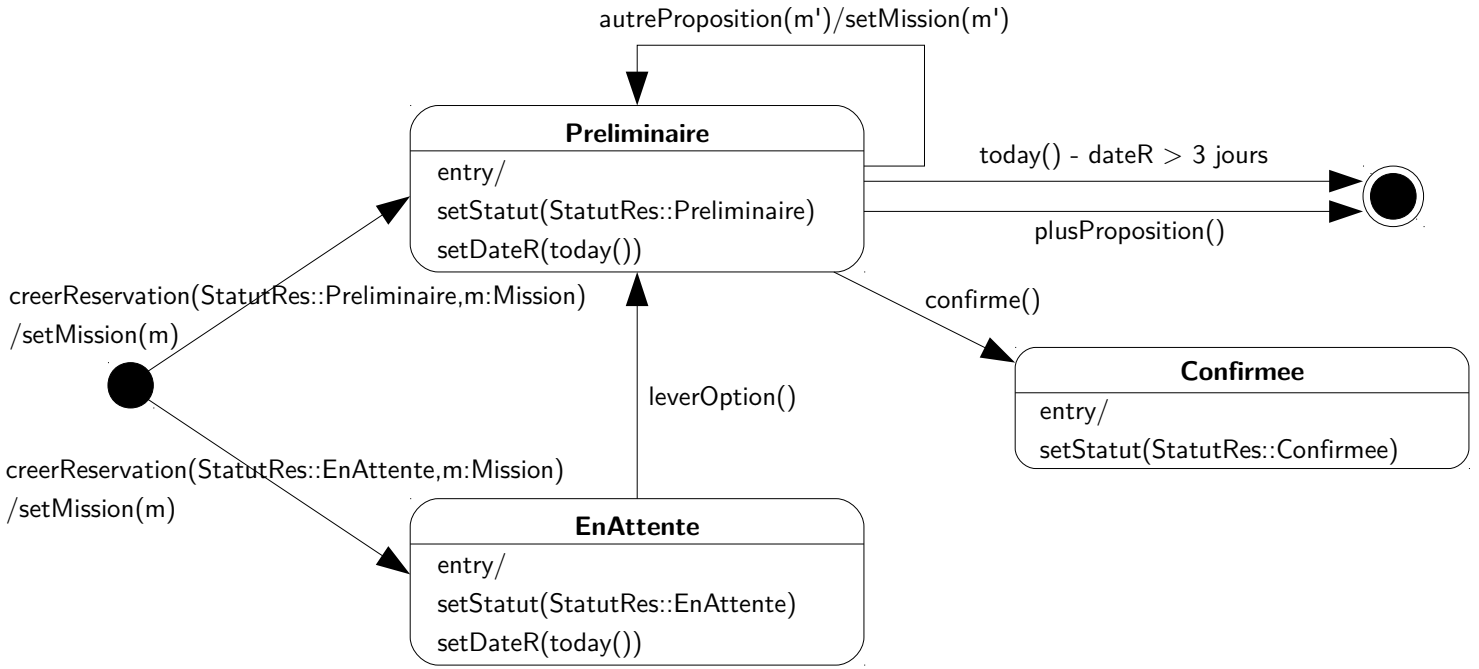


Diagramme états-transitions