TELECOM SudParis

IP PARIS

CSC4102 : Qualité du modèle UML et patrons de conception

Denis Conan, avec Paul Gibson

Janvier 2025

Sommaire

1. Motivations et objectifs
2. Qualité du modèle UML
3. Patrons de conception
4. Mise en pratique en TP (2h) + HP (3h)

1 Motivations et objectifs

1.1 Qu'est-ce que la qualité d'un modèle UML ?
1.2 Pourquoi les patrons de conception ?
1.3 Quels sont les objectifs de la séance ?
1.4 Après la séance, à quoi ça sert ? où ? quand ?

1.1 Qu'est-ce que la qualité d'un modèle UML ?

- Quelques premiers éléments de réponse à partir de [Lange and Chaudron, 2004] « *An empirical assessment of completeness in UML designs.* »
  - *Well-formedness : The basic level of analysis is within a single diagram. In the semantics section of the UML specification well-formedness rules for model elements are defined.*
    - *These restrictions prevent designers from producing diagrams that contain serious flaws.*
  - *Consistency : Overlapping diagrams refer to common information. If two diagrams in the model contain contradictory common information, then there is an inconsistency between these diagrams.*
    - *If an inconsistency between two diagrams remains unresolved, miscommunication and high integration effort are likely to happen.*
  - *Completeness : A UML model is complete, if for each element in the one diagram it's expected counterpart in the other diagram is present.*
    - *Violations of model completeness can cause unimplemented functionality.*
      - Dans le module CSC4102, nous ne modélisons pas tout

1.2 Pourquoi les patrons de conception ?

Est-ce une conception réutilisable, évolutive, adaptable, performante...

Christopher Alexander,

A pattern language : towns, buildings, construction

[Alexander et al., 1977]

- *As an element in the world, each pattern is a relationship between a certain context, a certain system of forces which occurs repeatedly in that context, and a certain spatial configuration which allows these forces to resolve themselves.*
- *A pattern is an instruction, which shows how this spatial configuration can be used, over and over again.*
- La différence entre les concepteurs novices et expérimentés est typiquement l'expérience
  - Le novice hésite beaucoup entre différentes variantes
  - L'expert trouve tout de suite la « bonne » solution (adaptable, évolutive...)

1.3 Quels sont les objectifs de la séance ?

- Vérifier la qualité du modèle de la solution actuellement proposée
  - Identification et correction des problèmes de cohérence :
    - Entre les diagrammes UML
    - Entre le modèle UML et le code JAVA
- Étudier l'application d'un patron de conception
  - Notre objectif n'est pas que vous deveniez des « experts », mais que vous connaissiez le concept pour avoir appliqué au moins un patron de conception

1.4 Après la séance, à quoi ça sert ? où ? quand ?

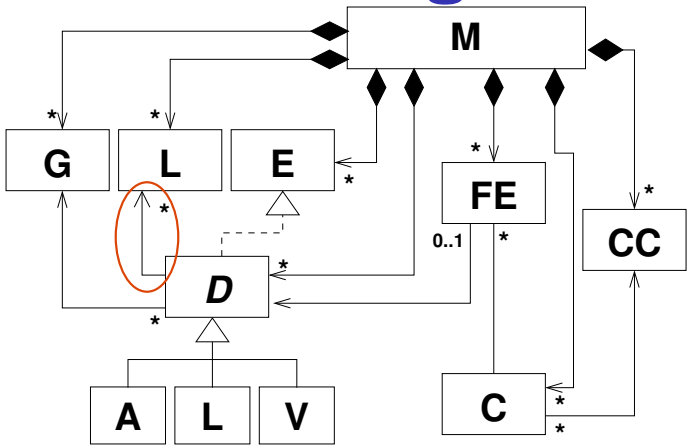
- En plus de la connaissance d'un domaine métier
  (par exemple le contrôle aérien, la gestion d'actifs, ou encore le vote électronique)
  la connaissance des patrons de conception est efficace
  - Partout : des sciences sociales au logiciel, en passant par la pédagogie
  - Nous sommes intrinsèquement bons dans la reconnaissance de patrons
- À l'avenir (après ce module), essayez l'approche de conception à base de patrons
  - À partir des exigences, considérez les concepts, les problèmes, les contextes, les attributs de qualité, et cherchez à appliquer les patrons de conception (génériques) avant de construire des solutions spécifiques
  - Littérature conseillée sur le sujet
    - Les patrons de conception du GoF (*Gang of Four*) [Gamma et al., 1994]
    - WikiLivre : « Patrons de conception » [Wikilivres, 2016]
    - *Java Design Patterns : Reusable Solutions to Common Problems* [Joshi, 2015]

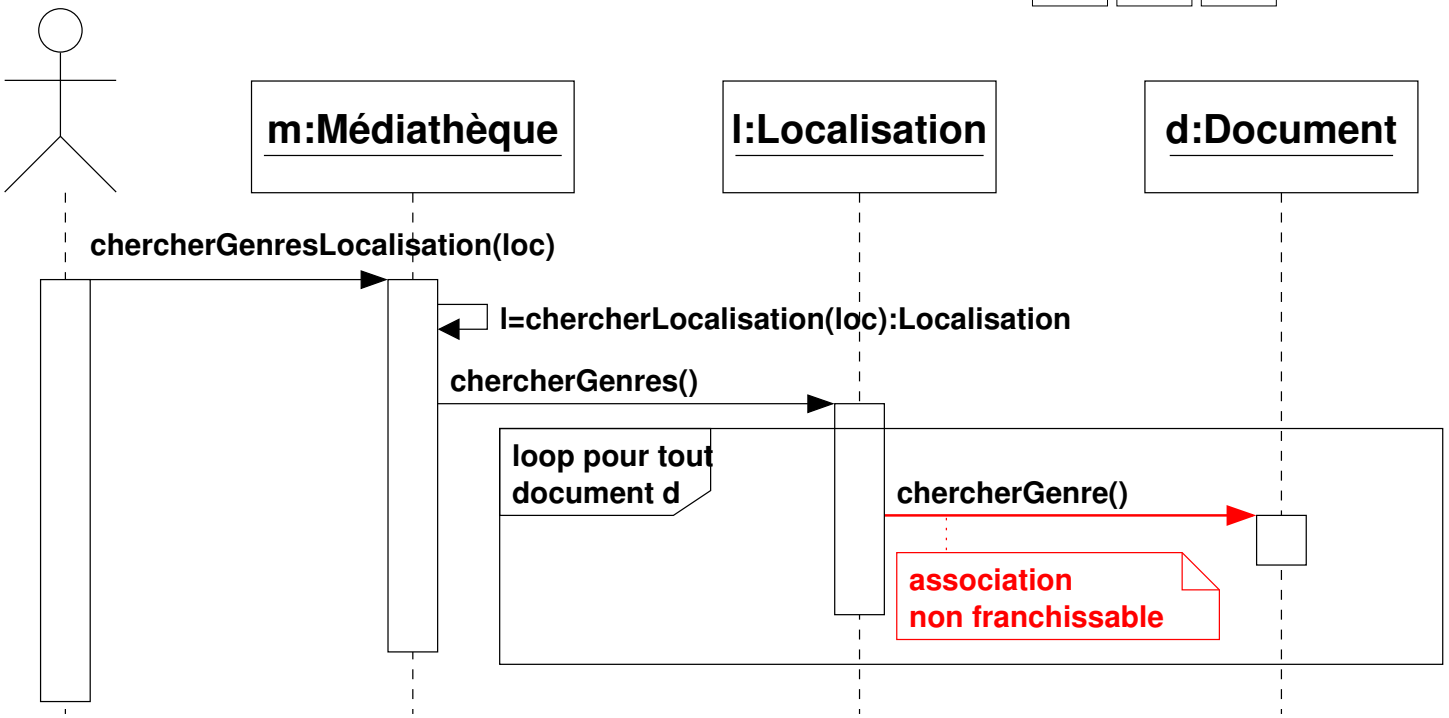
2 Qualité du modèle UML

2.1 Cohérence : non-respect de la navigabilité
2.2 Cohérence : parcours d'association inexistante
2.3 Principes généraux de la méthode Booch

2.1 Cohérence : non-respect de la navigabilité

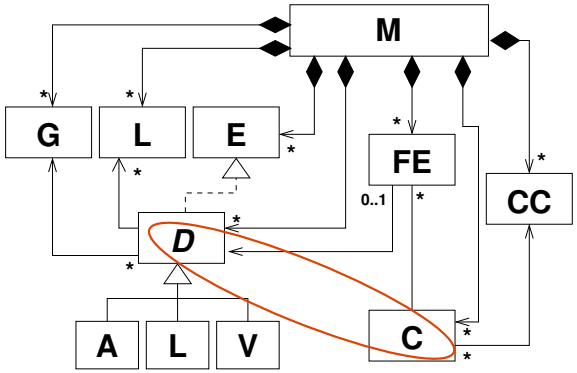
- Diagramme de séquence du cas d'utilisation « ajouter un document »
  - Selon le diagramme de classes, l'association `Localisation—Document` n'est pas franchissable vers `Document`

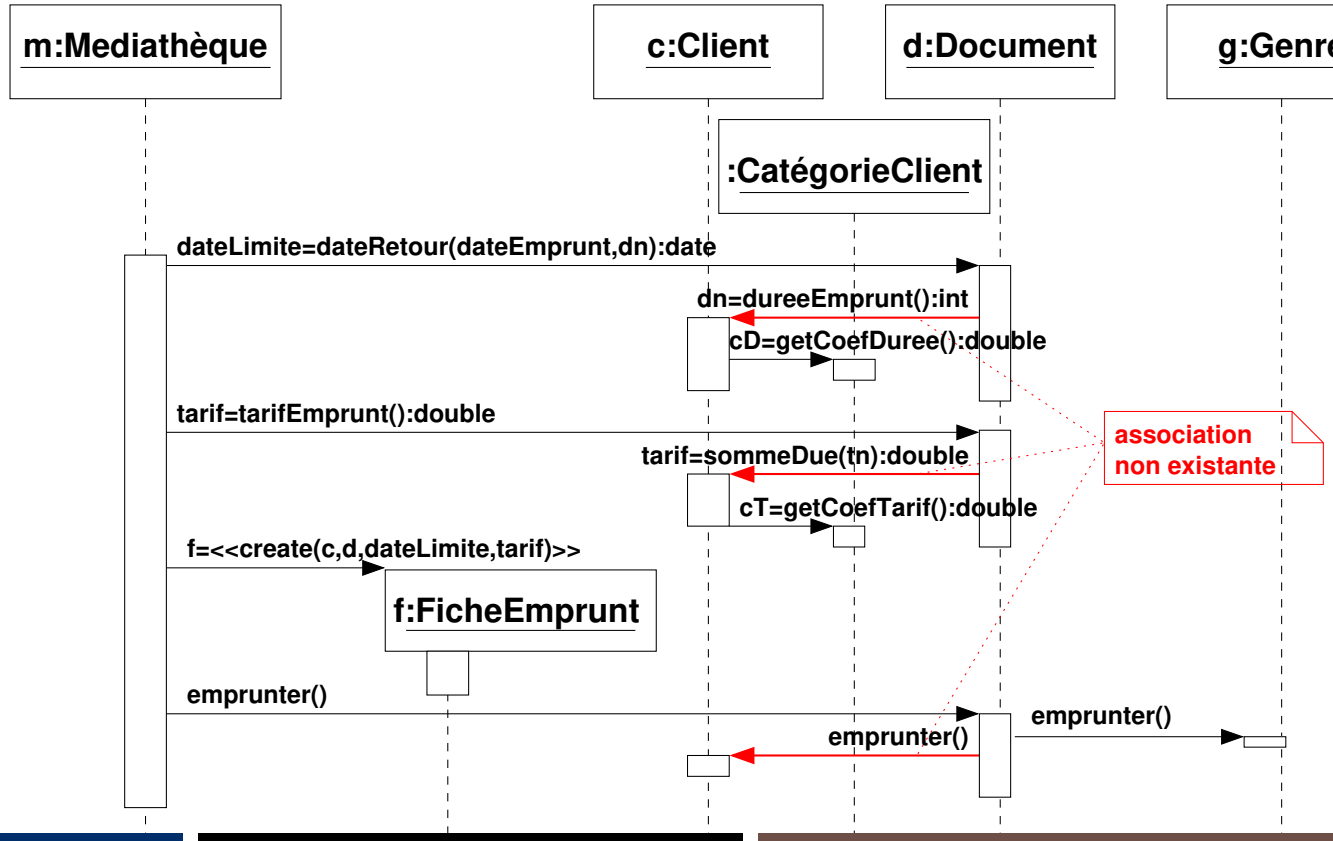




2.2 Cohérence : parcours d'association inexistante

- Diagramme de séquence du fragment « création de la fiche d'emprunt »
  - Dans le diagramme de classes, l'association `Document`—`Client` n'existe pas





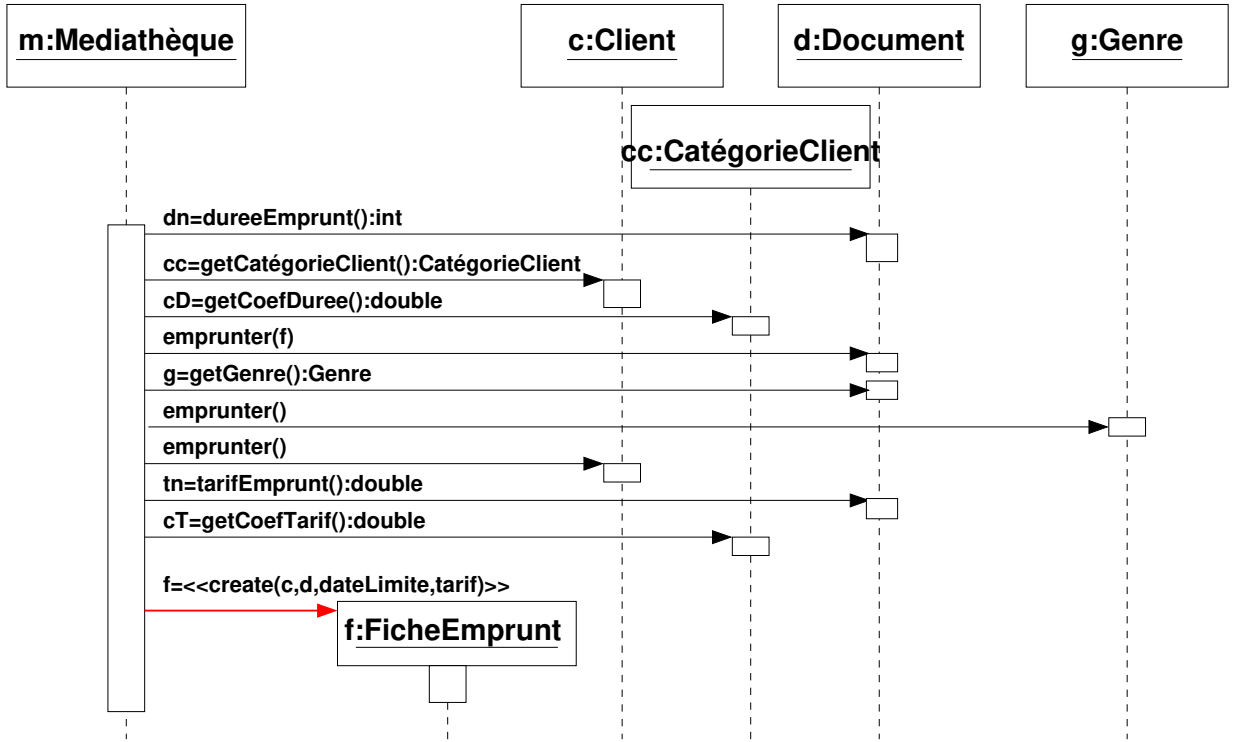
2.3 Principes généraux de la méthode Booch

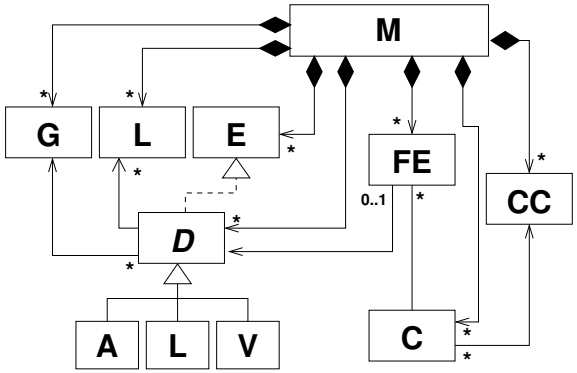
- *How can one know if a given class is well designed ?*

  « *Object Oriented Analysis and Design with Applications* » [Booch, 1991], pages 123–125

  - *Sufficient : enough characteristics of the abstraction to permit meaningful and efficient interaction*
  - *Complete : general enough to be commonly usable*
    - *Many high-level operations can be composed from low-level ones*
    - Attention cependant à l'encapsulation (p.ex. tous les *getters* ? non !)
  - *Primitive : [only] operations that can be efficiently implemented [with] the underlying representation of the abstraction*
  - *Coupling :*
    - *On the one hand, weakly coupled classes are desirable*
    - *On the other hand, inheritance —which tightly couples superclasses and their subclasses— helps us to exploit the commonality among abstractions*
  - *Cohesion :*
    - *The least desirable form of cohesion = coincidental cohesion : entirely unrelated abstractions are thrown into the same class*
    - *The most desirable form of cohesion = functional cohesion : the elements of a class all work together to provide some well-bounded behavior*

2.3.1 Exemple de questionnement de la cohésion





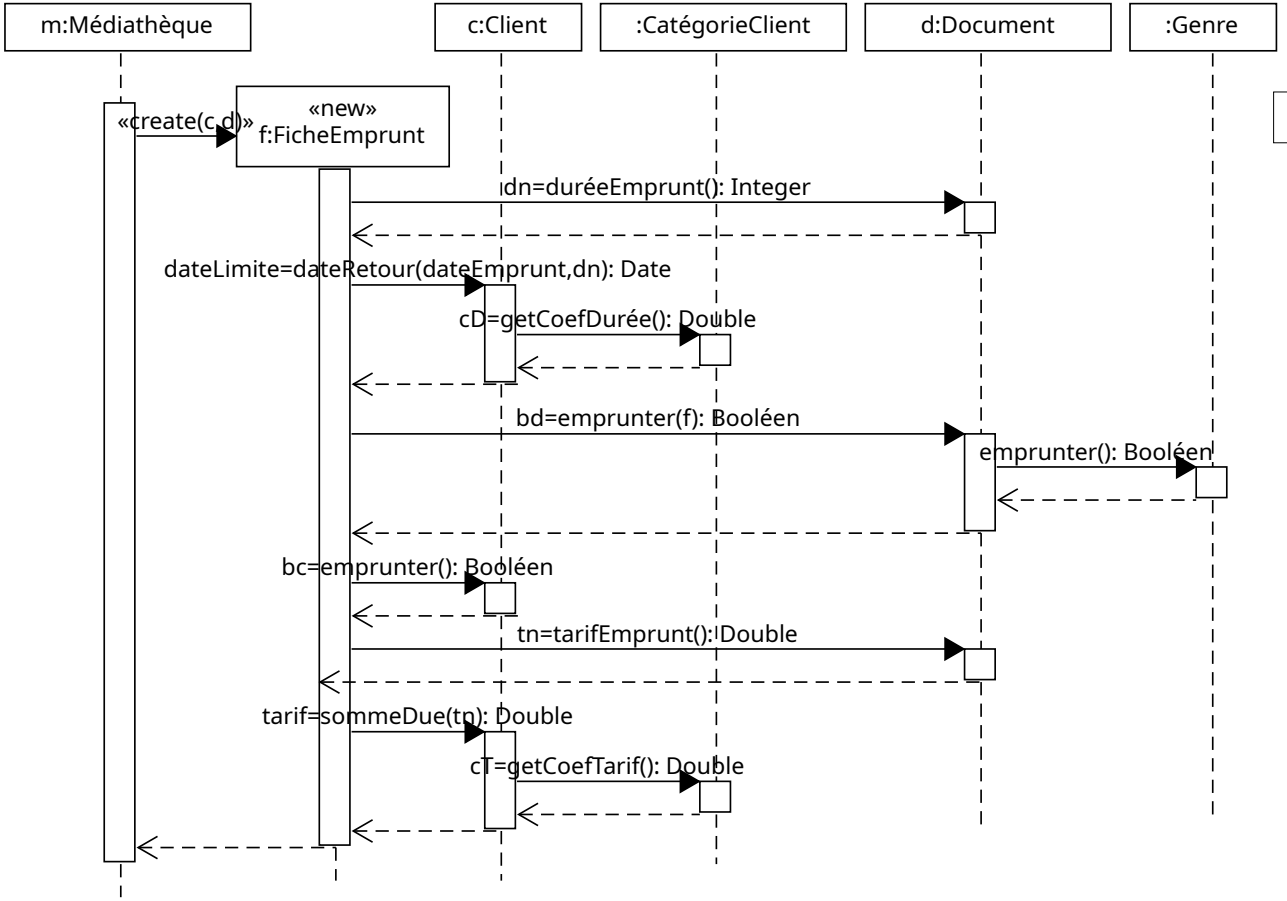
Cohésion fortuite : pourquoi toute l'algorithmique serait dans la façade ?

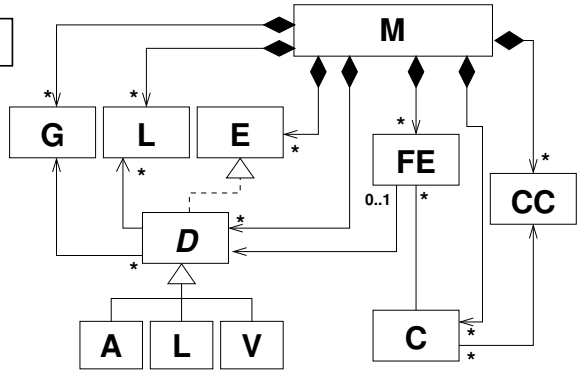
- ☹ Les autres classes se dégradent en simples structures de données (sans algo.)
  - Risque d'introduction de *getters*/*setters*, ce qui contredit l'ensapsulation

✓ Cohésion fonctionnelle : `FicheEmprunt` responsable de calculer `dateLimite`... ?

- ✓ Elle connaît via ses associations toutes les informations nécessaires

2.3.2 Exemple de modélisation préférée





- La règle de conception utilisée ici est plus précisément appelée la « loi de Déméter » [Lieberherr and Holland, 1989, Wikipedia, 2023] : « en particulier, un objet doit éviter d'invoquer des méthodes d'un membre objet retourné par une autre méthode »

3 Patrons de conception

3.1 Principe
3.2 Définition et éléments essentiels
3.3 Catégories des patrons de conception « du *GoF* »
3.4 Structure, patron de conception Façade
3.5 Comportement, patron Publier-Souscrire

3.1 Principe

E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, J. Vlissides,
(le *Gang of Four, GoF*),
Design Patterns : Elements of Reusable Object-Oriented Software
[Gamma et al., 1994], ACM SIGSOFT Outstanding Research Award, 2010

- « Valeur de l'expérience », « sentiment de déjà vu »
  - « Si l'on parvenait à se souvenir des détails du problème antérieur, et de la façon dont il avait été résolu, on pourrait alors réutiliser cette expérience, au lieu d'avoir à la redécouvrir »
    - « Recueillir l'expertise en matière de conception orientée objet, sous forme de modèle de conception, aussi appelé patron de conception »
    - « Chaque patron de conception, systématiquement, nomme, explique et évalue un concept important et qui figure fréquemment dans les systèmes orientés objet »

3.2 Définition et éléments essentiels

Définition et éléments « du *GoF* » [Gamma et al., 1994]

- Définition :
  - C'est une description de classes et d'objets coopératifs que l'on a spécialisés pour résoudre un problème général de conception dans un contexte particulier
- Quatre éléments essentiels :
  - Nom : identification d'un concept, vocabulaire dans un catalogue
  - Problème : décrit la ou les situations dans lesquelles le patron s'applique
    - Expose le sujet à traiter et son contexte
    - Avec parfois une liste de conditions à satisfaire
  - Solution : décrit les éléments qui constituent la conception
    - Relations entre eux, leur part dans la solution, leur coopération
    - Description générique d'un problème de conception
  - Conséquences : effets résultants de l'application du modèle sur la conception ainsi que les variantes de compromis

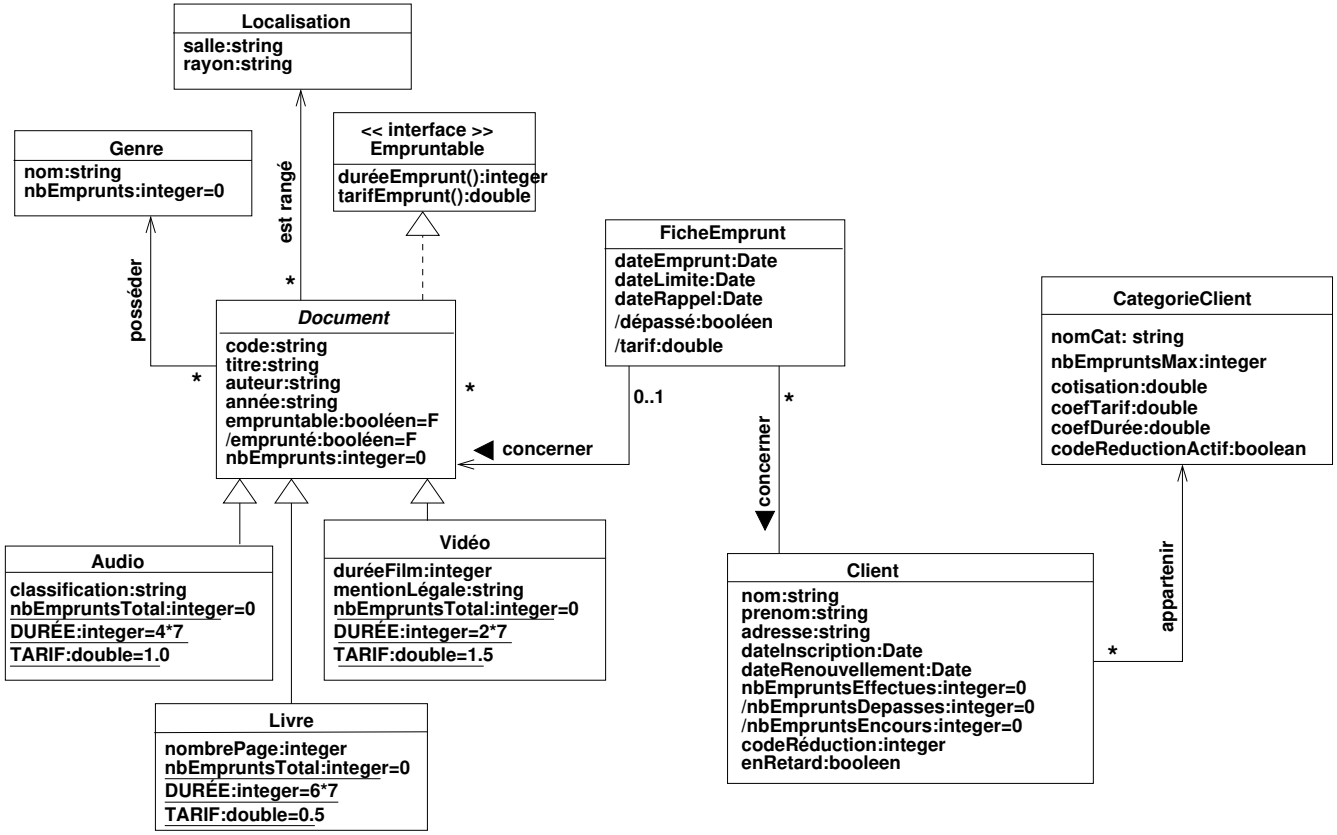
3.3 Catégories des patrons de conception « du *GoF* »

- Création : un patron de création permet de résoudre les problèmes liés à la création et la configuration d'objets
  - Singleton (*Singleton*), Fabrique abstraite (*Abstract Factory*), Constructeur (*Builder*), Fabrique (*Factory Method*), Prototype (*Prototype*)
- Structure : un patron de structure permet de résoudre les problèmes liés à la structuration des classes et leur interface en particulier
  - Façade (*Facade*), Adaptateur (*Adapter*), Pont (*Bridge*), Composite (*Composite*), Décorateur (*Decorator*), Poids-plume (*Flyweight*), Mandataire (*Proxy*)
- Comportement : un patron de comportement permet de résoudre les problèmes liés aux interactions entre les classes
  - Chaîne de responsabilité (Chain of responsibility), Commande (*Command*), Interpréteur (*Interpreter*), Itérateur (*Iterator*), Médiateur (*Mediator*), Memento (*Memento*), Publier—Souscrire (*Publish—Subscribe*), Observateur–Observable (*Observer*), État (*State*), Stratégie (*Strategy*), Patron de méthode (*Template Method*), Visiteur (*Visitor*)

3.4 Structure, patron de conception Façade I

1. Problème : dans l'étude de cas Médiathèque

   - Comment créer un nouveau client ?
     Dans une catégorie client, mais quid de la navigabilité ? et puis laquelle ?
     Commencer par créer la catégorie client, mais, comment ?



3.4 Structure, patron de conception Façade II

2. Solution :

   - Soit une méthode de classe dans la classe catégorie client
     - Cette méthode est un *Builder*
       Il faut connaître les noms des classes (c.-à-d. l'intérieur du système)
       - Il devient alors difficile de faire évoluer le système :
         - En cas de renommage, tous les logiciels des acteurs doivent évoluer
   - ✓ Soit un unique objet dédié, connu de l'extérieur, et à partir duquel les acteurs appellent les méthodes des cas d'utilisation
     - ✓ Cette nouvelle classe est la Façade

3. Conséquences :

   - Façade : tous les appels depuis l'extérieur passent par là

3.4.1 Explications complémentaires

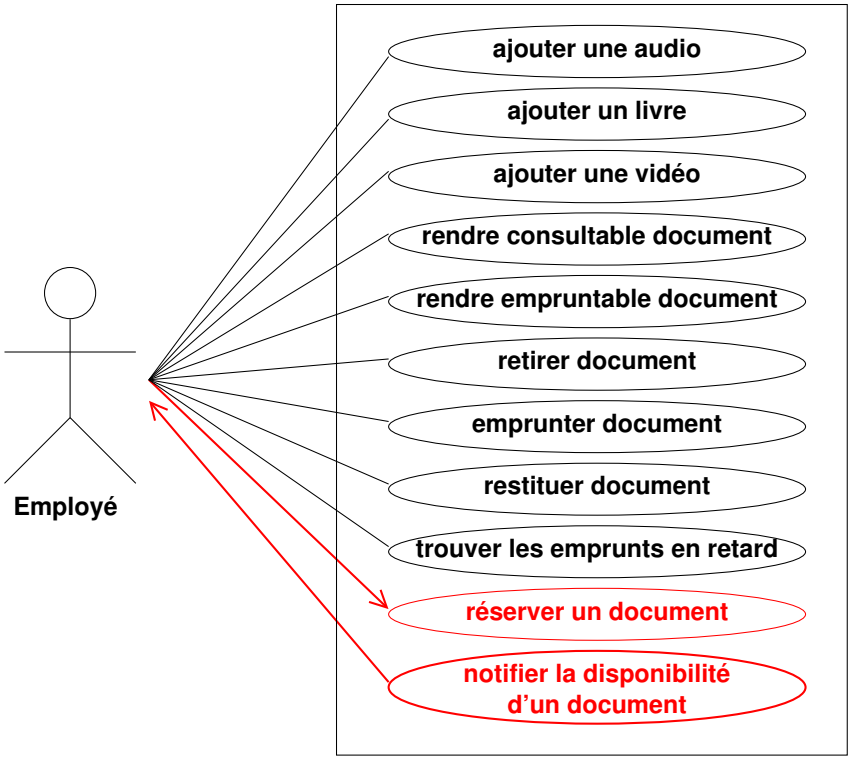
- La façade a pour but de cacher une conception
  - La façade peut être abstraite dans une interface
    - Une mise en œuvre peut être remplacée par une autre
- La façade permet de simplifier cette complexité en fournissant une interface simple du sous-système
- Habituellement, la façade est réalisée en réduisant les fonctionnalités tout en fournissant toutes les fonctions nécessaires aux utilisateurs
  - Par exemple, une façade peut être utilisée pour :
    - Rendre une bibliothèque plus facile à utiliser, comprendre et tester
    - Rendre une bibliothèque plus lisible
    - Réduire les dépendances entre les clients de la bibliothèque et le fonctionnement interne de celle-ci

3.5 Comportement, patron Publier-Souscrire I

1. Problème

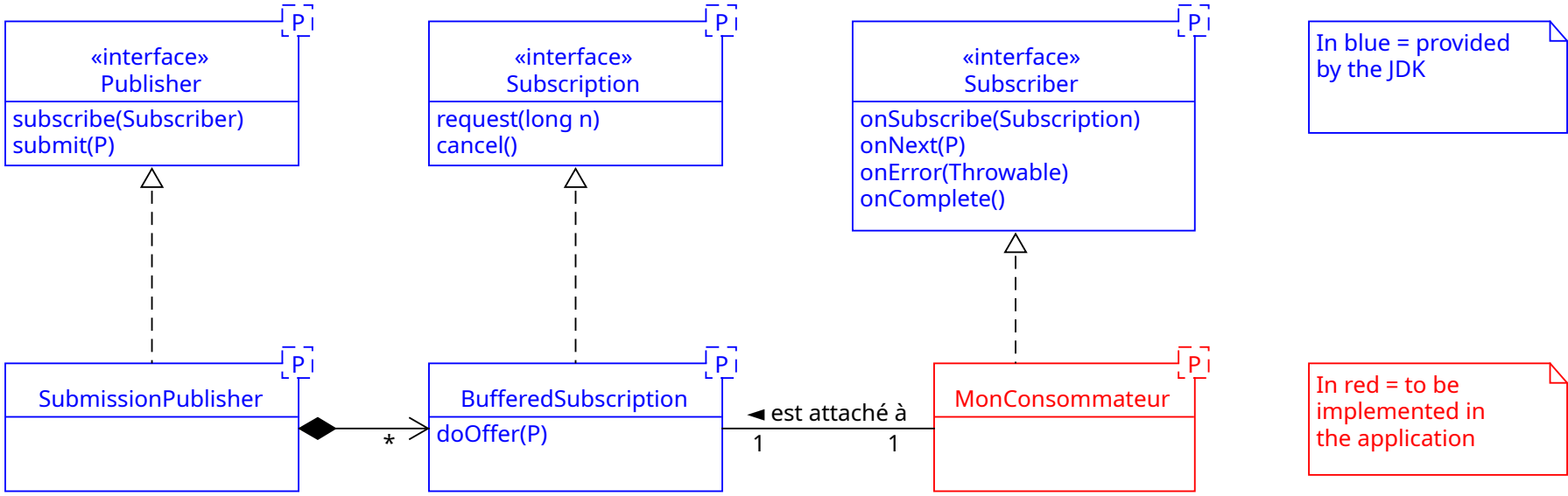
- Comment notifier un objet de manière asynchrone ?
  - Le producteur notifie le consommateur
  - Le message est dit asynchrone
  - Asynchronisme :
    production d'information $\Longrightarrow$
    « à terme » le consommateur est notifié ;
    le producteur n'attend pas que le consommateur soit notifié pour continuer son exécution
- Comment avoir plusieurs consommateurs enregistrés auprès d'un producteur ?

- P.ex., le système notifie l'acteur d'un événement



3.5 Comportement, patron Publier-Souscrire II

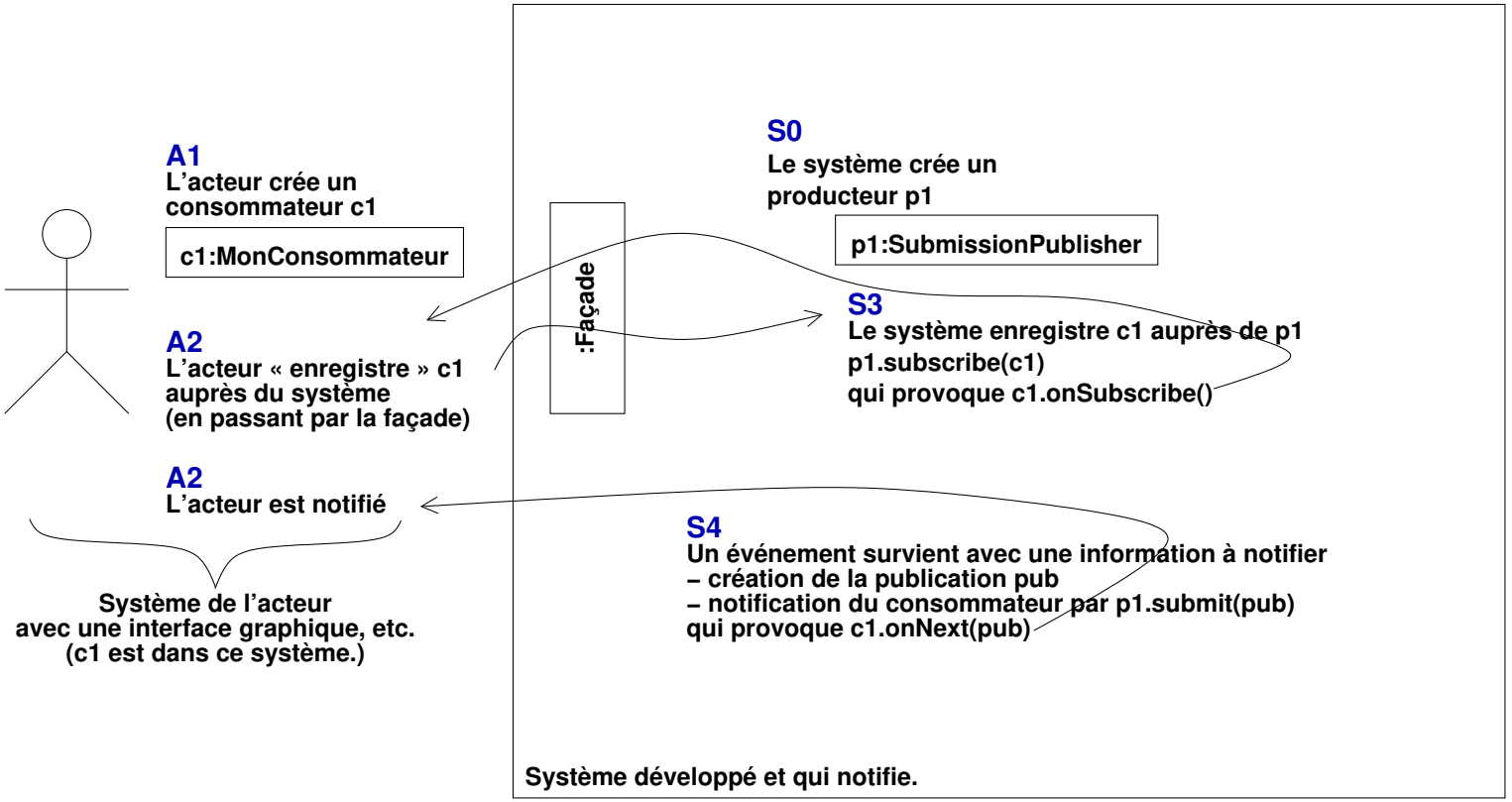
2. Solution (dans le contexte de la programmation en JAVA)



- P = type de la publication
- Producteur et consommateurs sont paramétrés avec P
- Le flux est géré dans `BufferedSubscription`, qui gère une collection de taille n de publications de type P

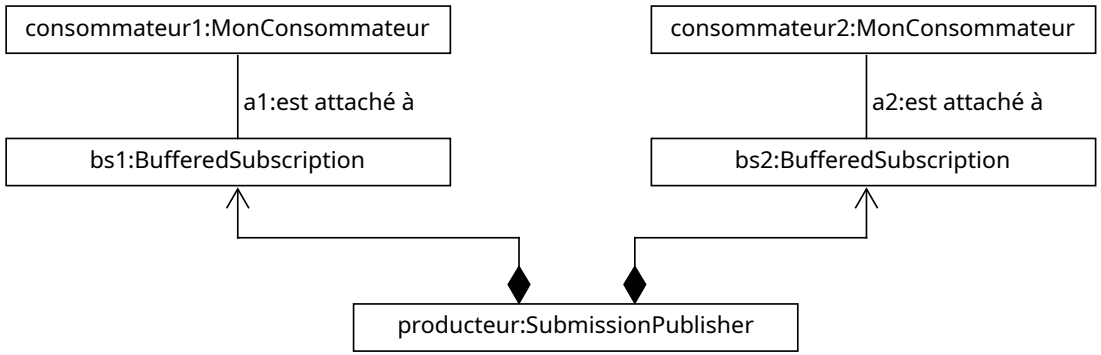
3.5 Comportement, patron Publier-Souscrire III

Visualisation des interactions avant de détailler le fonctionnement

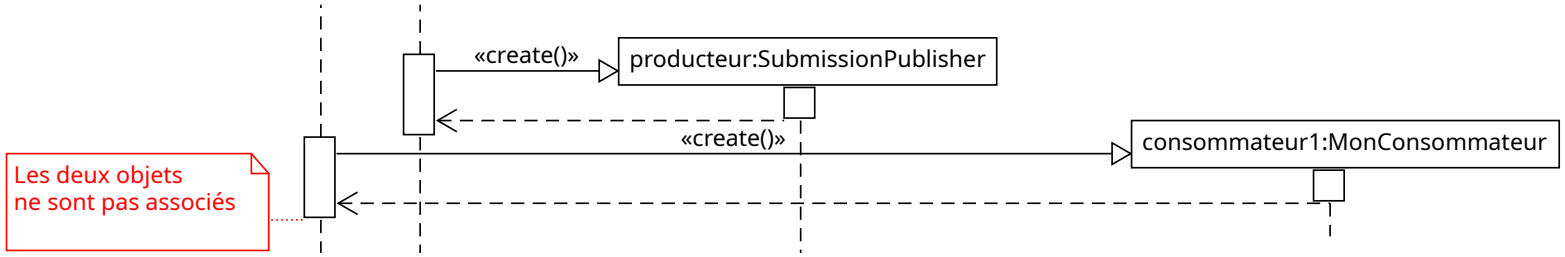


3.5 Comportement, patron Publier-Souscrire IV

Diagramme d'objets avec un producteur et deux consommateurs :

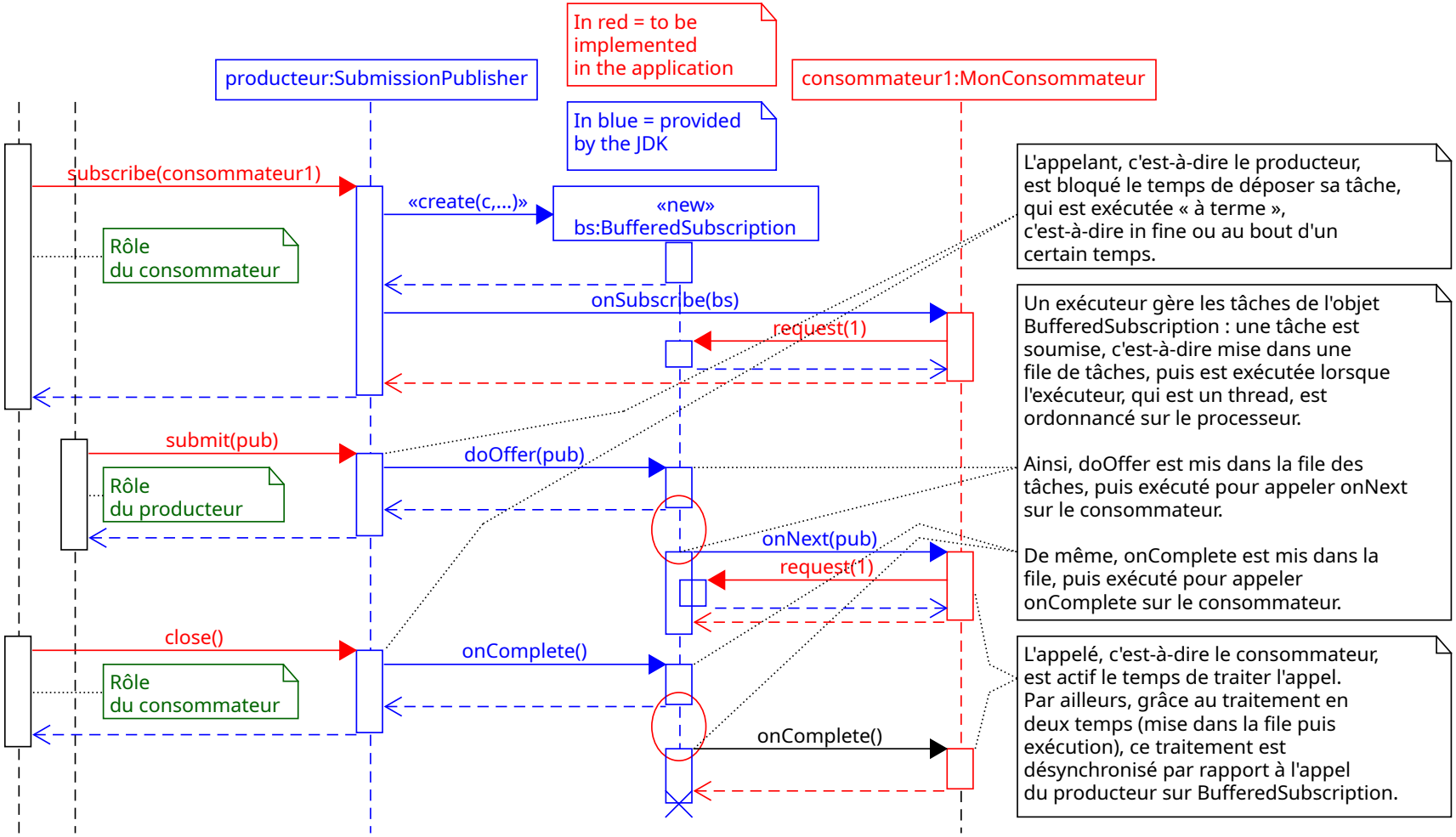


Début séquence pour la diapositive qui suit avec un seul consommateur :



3.5 Comportement, patron Publier-Souscrire V

Suite de la séquence : les objets `producteur` et `consommateur1` sont déjà créés



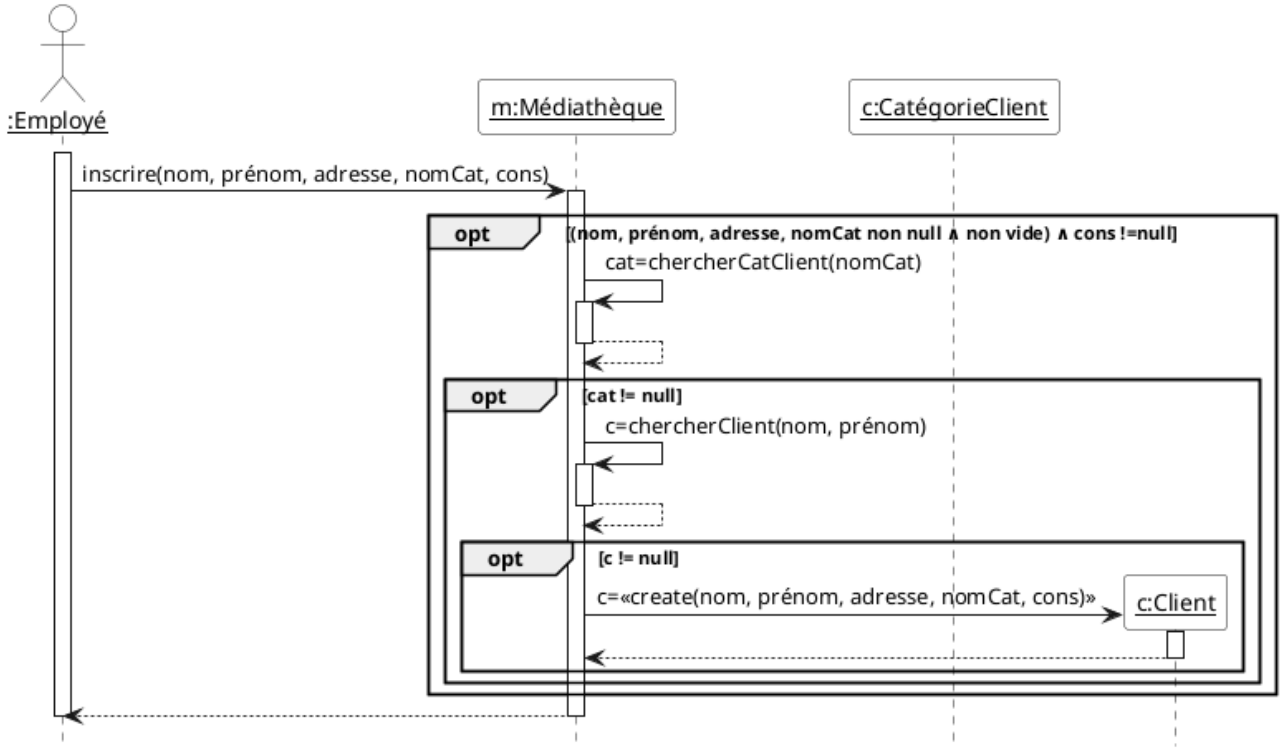
3.5.1 Exemple, insertion dans la médiathèque I

Insertion du patron de conception Publier/-Souscrire dans la modélisation de la médiathèque

- Dans le diagramme de classes
  - Classe `Client`, nouvel attribut `consoNotif`, qui est fourni par l'acteur `Client`
  - Classe `Document`, nouvel attribut `prodNotif` pour notifier de la disponibilité du document (lors de sa restitution)

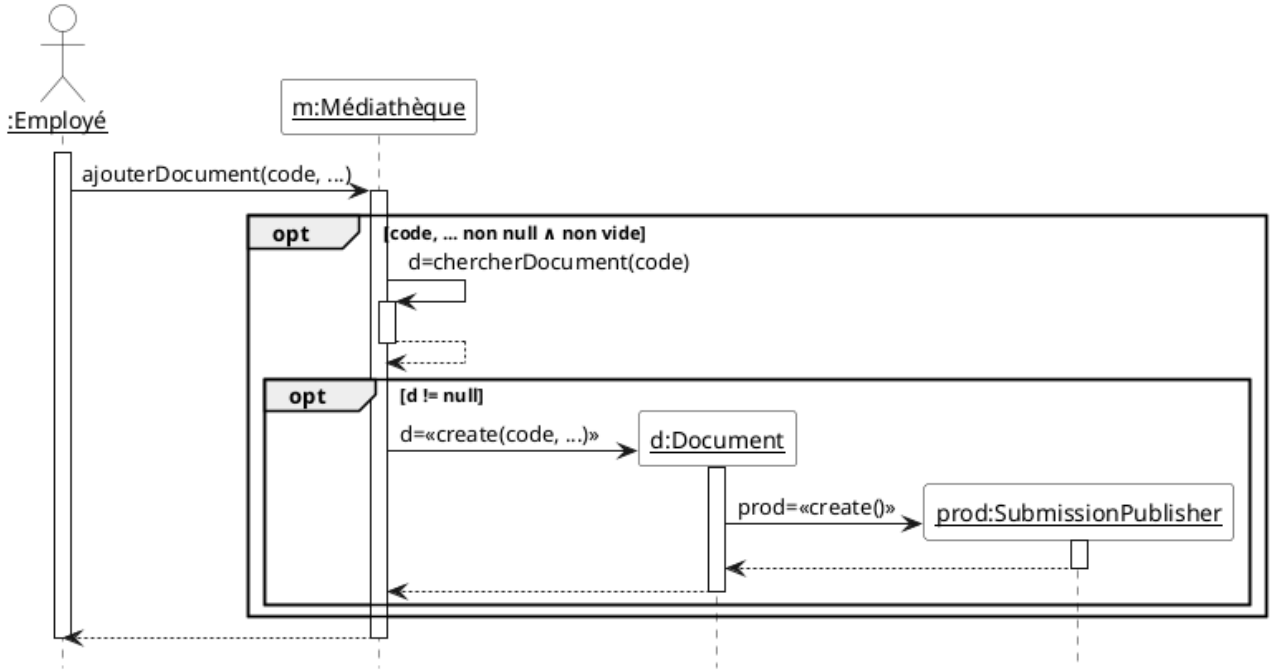
3.5.1 Exemple, insertion dans la médiathèque II

- Dans le diagramme de séquence « inscrire un client », enregistrement du consommateur
  - Simplification : on ignore les différences d'inscription fonction de la catégorie client



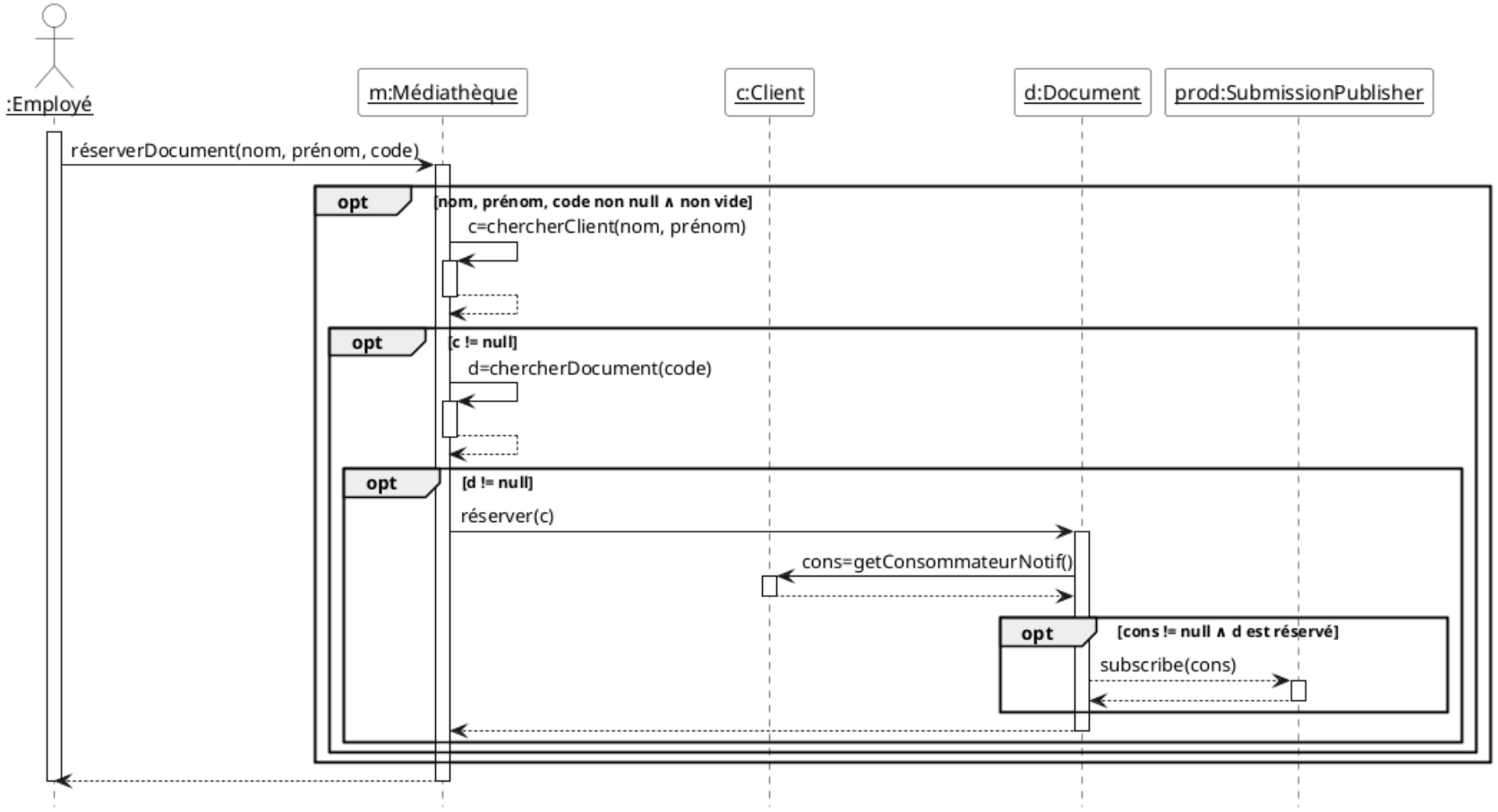
3.5.1 Exemple, insertion dans la médiathèque III

- Dans le diagramme de séquence « ajouter un document », création d'un producteur pour notifier les clients en attente d'emprunt
  - Simplification : on ignore les différents types de documents, le genre, etc.



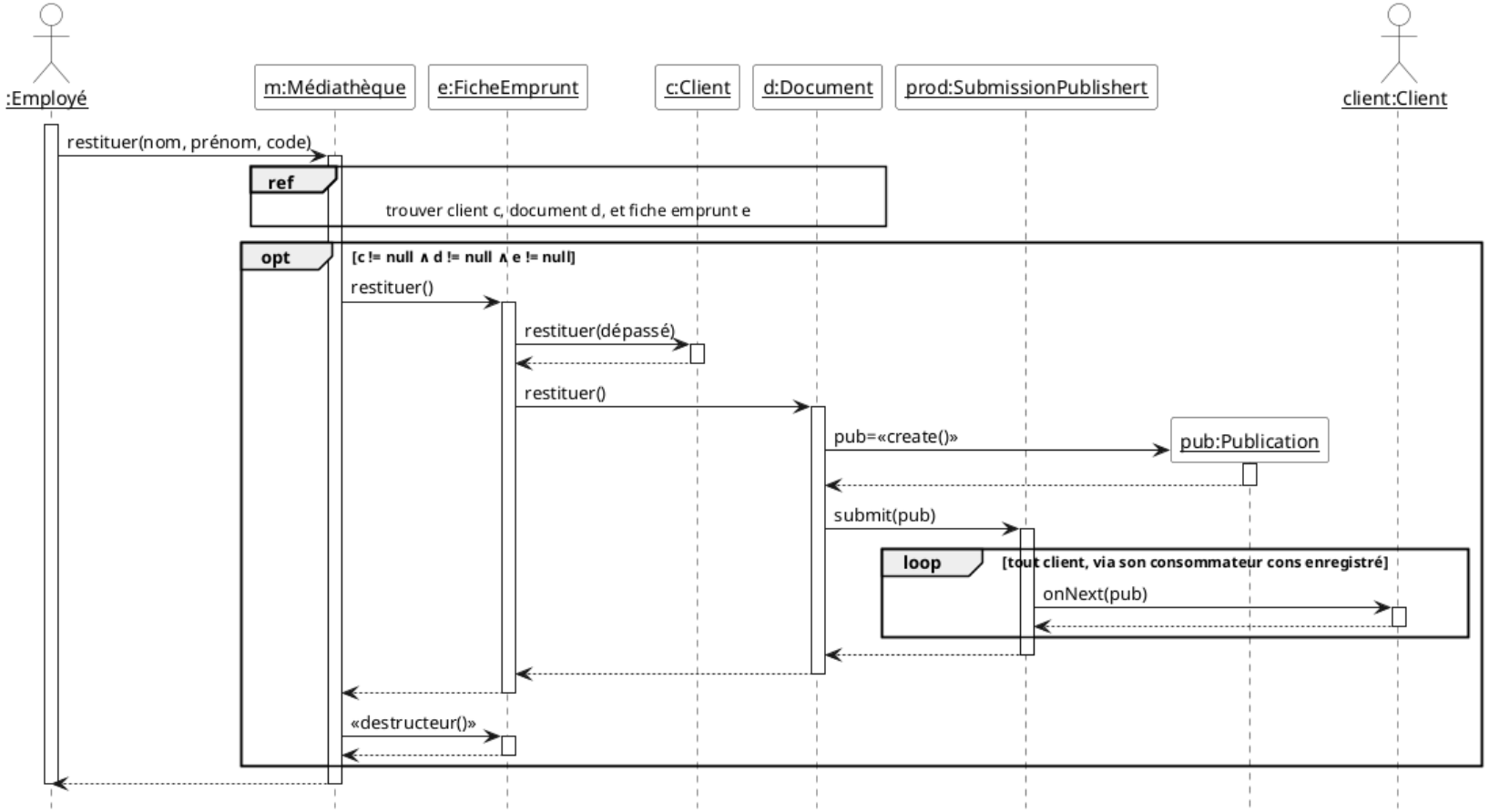
3.5.1 Exemple, insertion dans la médiathèque IV

- Dans le diagramme de séquence « réserver un document », souscription du consommateur du client au producteur du document d'emprunt



3.5.1 Exemple, insertion dans la médiathèque V

- Dans le diagramme de séquence « emprunter un document », notifier de la disponibilité les acteurs clients en attente : `submit(pub)` $\rightsquigarrow$ `onNext(pub)`



3.5.2 Exemple de code, consommateur

Classe seance9.patrondeconception.publiersouscrire.MonConsommateur

```
1  public class MonConsommateur implements Subscriber<Publication> {
2    private Subscription souscription;
3    public MonConsommateur(final String id) { // ...
4    @Override
5    public void onSubscribe(final Subscription souscription) {
6      this.souscription = souscription;
7      // on consomme un message des qu'il arrive ; un a la fois
8      // on declare qu'on est pret a recevoir un message
9      this.souscription.request(1);
10   }
11   @Override
12   public void onNext(final Publication publication) {
13     // reception d'une publication...
14     // on declare qu'on est pret a recevoir un nouveau message
15     souscription.request(1);
16   }
17   @Override
18   public void onError(final Throwable throwable) { //...
19     // erreur sur la gestion du flux, par exemple producteur.subscribe
20     // d'un consommateur qui est deja un subscriber du producteur
21     throwable.printStackTrace();
22   }
23   @Override
24   public void onComplete() { // lorsque le producteur ferme le flux
25 }
```

3.5.3 Exemple de code, scénario

Classe seance9.patrondeconception.publiersouscrire.Main

```
1  // creation du producteur
2  SubmissionPublisher<Publication> producteur = new SubmissionPublisher<>();
3  // creation de deux consommateurs
4  MonConsommateur consommateur1 = new MonConsommateur("1");
5  MonConsommateur consommateur2 = new MonConsommateur("2");
6  // les consommateurs sont enregistres aupres du producteur
7  producteur.subscribe(consommateur1);
8  producteur.subscribe(consommateur2);
9  // on attend un peu pour que tous les consommateurs soient enregsitres
10 Thread.sleep(100);
11 // production d'un message
12 producteur.submit(new Publication("publication␣1"));
13 // production d'un message
14 producteur.submit(new Publication("publication␣2"));
15 // il faut attendre un peu pour permettre la transmission du producteur
16 // vers les consommateurs
17 Thread.sleep(100);
18 producteur.close();
```

4 Mise en pratique en TP (2h) + HP (3h)

- Qualité de la conception
  - Cohérence entre les diagrammes et avec le code
  - Identification de faiblesses dans la conception, voire leur correction
- Intégration de patrons de conception pour améliorer et/ou faciliter la conception de certaines fonctionnalités
  - Cas d'utilisation notifiant un acteur
    en utilisant le patron de conception Publier—Souscrire
- Continuation du développement
- Rendu de la séance en HP (3h) : `PDF` + JAVA dans « `develop` »
- Compléments :
  - « Pour aller plus loin » sur les patrons de conception
  - Autres exemples : projet `csc4102-exemples`, documents `Modelisation/p*.pdf` et codes source dans les paquetages `designpattern/*`

Références I

Alexander, C., Ishikawa, S., and Silverstein, M. (1977).
A pattern language : towns, buildings, construction, volume 2.
Oxford University Press.

Booch, G. (1991).
Object-Oriented Analysis Design : With Application.
Benjamin-Cummings Publishing Co.

Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., and Vlissides, J. (1994).
Design Patterns : Elements of Reusable Object-Oriented Software.
Addison-Wesley.

Joshi, R. (2015).
Java Design Patterns : Reusable Solutions to Common Problems.
Exelixis Media P.C.

Lange, C. and Chaudron, M. (2004).
An empirical assessment of completeness in UML designs.
In *Proc. of the 8th International Conference on Empirical Assessment in Software Engineering*, pages 111–121.

Références II

Lieberherr, K. and Holland, I. (1989).
Assuring good style for object-oriented programs.
IEEE Software, 6(5) :38–48.

Wikilivres (2016).
Patron de conception.
Patronsdeconception.

Wikipedia (2023).
Loi de Déméter.
https://fr.wikipedia.org/wiki/Loi_de_DÃľmÃľter.