ENSI CAEN
ÉCOLE PUBLIQUE D'INGÉNIEURS
CENTRE DE RECHERCHE

Chapitre 5
Principes de conception en paquets

2I1AC3 : Génie logiciel et Patrons de conception

Régis Clouard, ENSICAEN - GREYC

« J'ai toujours rêvé d'un ordinateur qui soit aussi facile
à utiliser qu'un téléphone. Mon rêve s'est réalisé.
Je ne sais plus comment utiliser mon téléphone. »
Bjarne Stroustrup

Objectifs de la conception en paquet

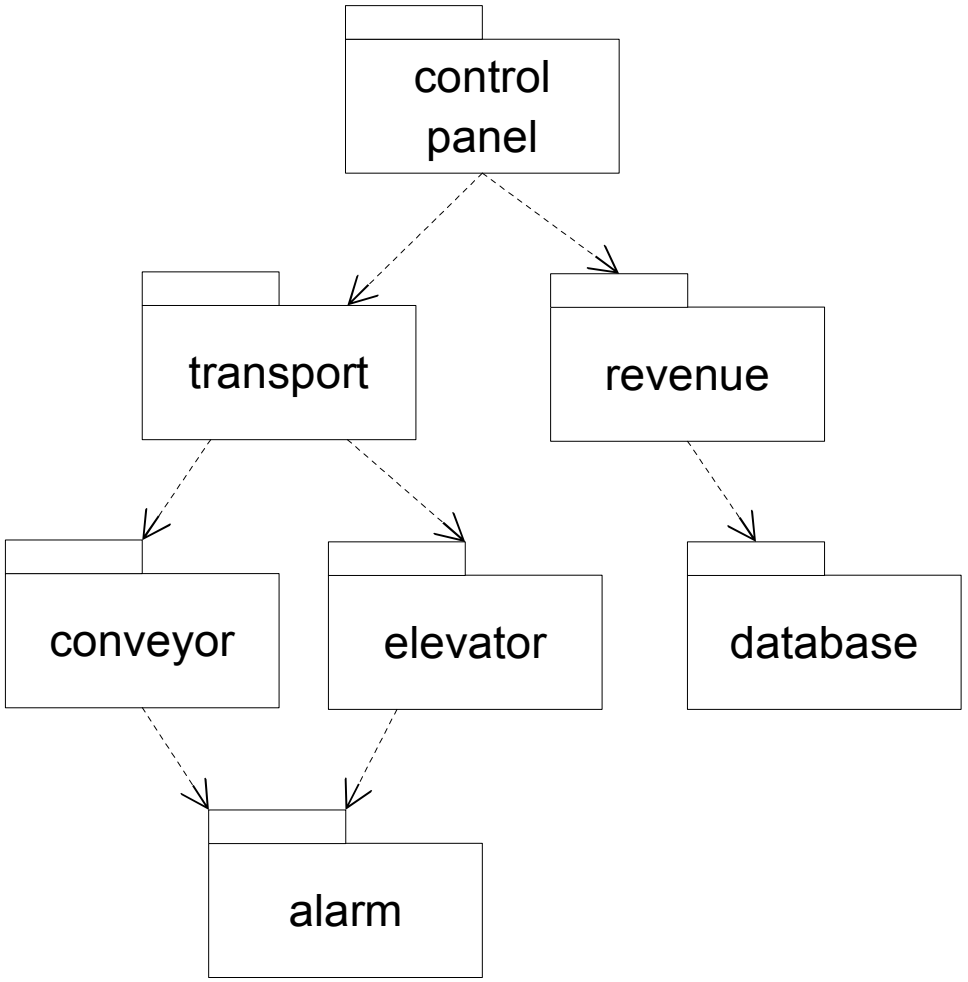
- Les paquets (*packages*) définissent un moyen d'organiser les sources et de structurer la conception.
  - Les paquets sont affectés à un ingénieur ou à une équipe d'ingénieurs de développement.
- Les enjeux de la structuration en paquets :
  - réduire la complexité (« diviser pour régner »),
  - diminuer le temps de compilation,
  - simplifier la construction de la distribution,
  - améliorer la testabilité,
  - favoriser la réutilisation.
- Ces enjeux deviennent critiques à mesure que la taille du logiciel augmente.

Qu'est qu'un paquet ?

- Il y a plusieurs dimensions à la notion de paquet en UML.
  - groupe de classes (en C++ dossiers),
  - espace de noms (en C++ namespace),
  - sécurité des classes (public ou package-private) (en C++ pas d'équivalent).
- Les classes d'un paquet sont souvent compilées ensemble en bibliothèque :
  - dll, .lib, .so, .a, .jar
- Rappel : en Java les paquets se nomment en rapport à un nom de domaine Internet :
  - fr.ensicaen.ecole.projet.paquet

Dépendance entre paquets

- La dépendance signifie que certaines classes d'un paquet ont besoin de classes d'un autre paquet pour fonctionner.
- Dépendances
  - Héritage
  - Implémentation d'interface
  - Association
  - Utilisation
- Liens entre paquets
  - import en Java
  - include en C++



Challenges de la conception en paquets

- Les dépendances entre les paquets peuvent constituer des freins à la conception.
  - Développement : quand un paquet A dépend d'un paquet B maintenue par une autre équipe, les évolutions du paquet B impactent le paquet A.
  - Compilation : quand un paquet A dépend d'un autre paquet B, le paquet A doit être recompilé à chaque fois que le paquet B est modifié.
  - Intégration : quand deux développeurs travaillent sur un même paquet, l'intégration nécessite une fusion manuelle.
  - Test : quand on veut tester un paquet A, il faut le lier à tous les paquets afférents.
- Les paquets présentent les mêmes challenges que les classes : ouverture / fermeture, maintenabilité, réutilisabilité, testabilité.

La conception en paquets en questions

- Questions
  - Quel est le meilleur critère de partitionnement ?
  - Quels principes utiliser pour identifier les paquets ?
  - Est-ce que les paquets doivent être définis avant les classes ou les classes avant les paquets ?
- Pour répondre à ces questions, il y a plusieurs principes qui gouvernent la création, les relations et l'usage d'un paquet.
  - Ces principes se rapportent aux deux qualités attendues d'une conception:
    - forte cohésion,
    - faible couplage.

Six principes de conception en paquets

- Augmenter la cohésion
  - Principe 1. Équivalence livraison / réutilisation
  - Principe 2. Fermeture commune
  - Principe 3. Réutilisation commune
- Réduire le couplage
  - Principe 4. Dépendances acycliques
  - Principe 5. Relation dépendance / stabilité
  - Principe 6. Stabilité des abstractions

Principe 1. Équivalence réutilisation / livraison

- Définition
  - **Les paquets doivent être créés avec des classes réutilisables.**
  - **Soit toutes les classes à l'intérieur d'un paquet sont réutilisables soit aucune d'entre elles.**
- Objectif
  - *Point de vue de la réutilisation*.
  - Les paquets doivent être gérés comme des logiciels à part entière (p. ex. numéro de version).
    - p. ex. une bibliothèque de classes pour visualiser des données avec différentes représentations de graphiques.
- Motivations
  - Éviter d'être dépendant des évolutions des paquets efférents.
  - Laisser la possibilité d'utiliser une version antérieure des paquets efférents.

Définition de la réutilisabilité

- Réutilisabilité
  - La recopie de code n’est pas de la réutilisation. Le code copié devient du code normal.
  - Un paquet a la qualité de la réutilisabilité si et seulement si le réutilisateur n'a pas besoin de regarder le code pour le réutiliser (autre que l'interface publique).
  - Le paquet doit être réutilisé comme s’il s’agissait d’une archive compilée (eg. .jar, .dll).

Principe 2. Fermeture commune

- Définition
  - **Les classes impactées par les mêmes changements doivent être placées dans un même paquet.**
- Objectif
  - *Point de vue de la maintenance.*
  - Un paquet ne doit pas avoir plus d'une raison de changer.
- Motivation
  - Réduire l'impact des changements et donc réduire les coûts d'évolution et de maintenance.

Liens avec les principes SOLID

- Ce principe est le principe de responsabilité unique appliqué aux paquets.
  - Un changement qui affecte un paquet affecte également toutes les classes de ce paquet mais aucun autre paquet.
- Ce principe est aussi étroitement lié au principe d'ouverture-fermeture.
  - Puisque 100 % d’ouverture n’est pas possible, il faut mettre les classes impactées par un même changement dans le même paquet.

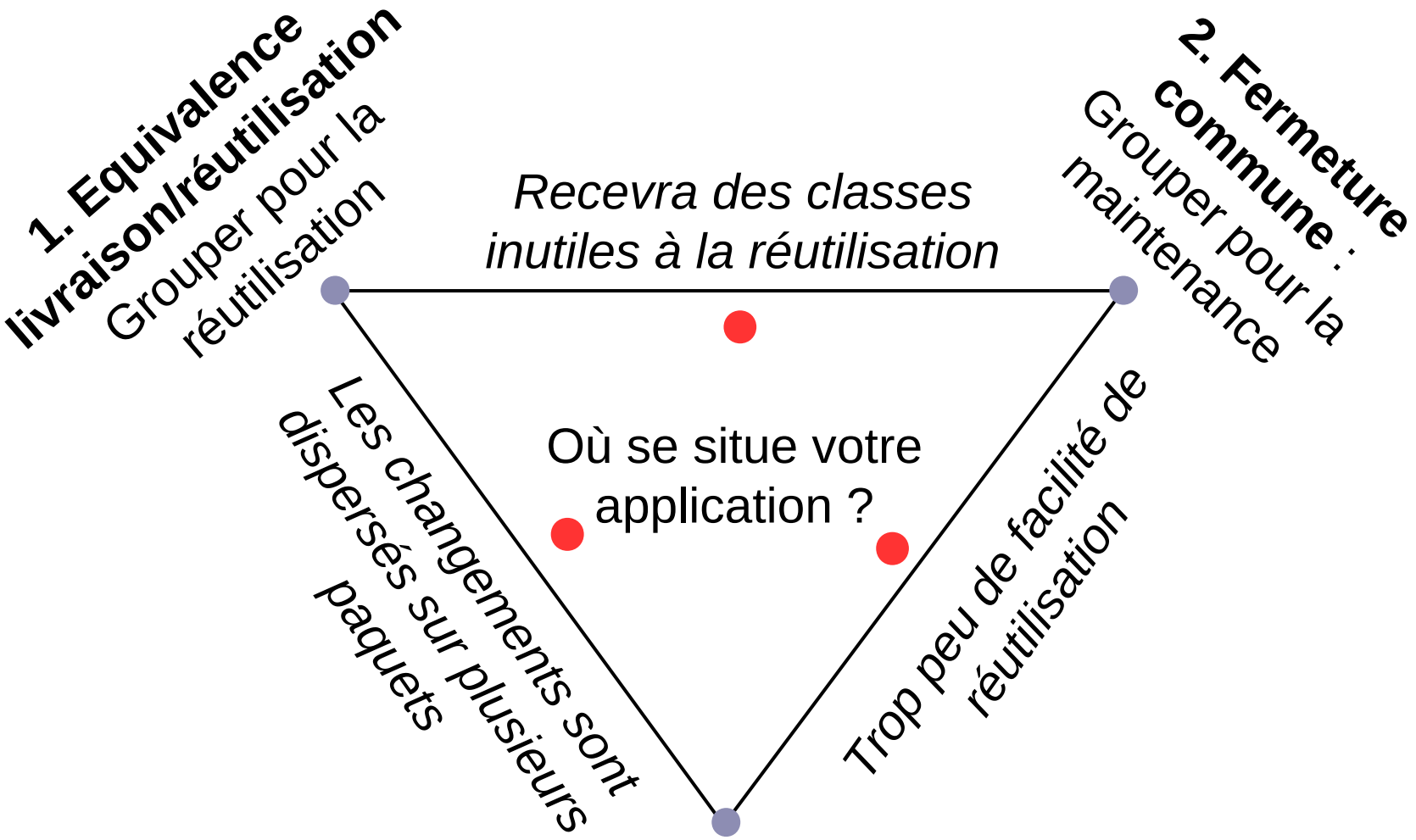
Principe 3. Réutilisation commune

- Définition
  - **Réutiliser une classe d'un paquet, c'est réutiliser le paquet entier.**
  - **Si vous réutilisez une des classes dans un paquet, vous les réutiliser toutes.**
- Objectif
  - *Point de vue de la réutilisation.*
  - Les classes qui ont tendance à être utilisées ensemble appartiennent au même paquet.
    - p. ex. un conteneur et son itérateur.
- Motivation
  - Réutiliser une classe d'un paquet force à dépendre de tout le paquet. Si l'on place 2 classes totalement indépendantes dans un même paquet, on oblige les utilisateurs d'une classe à dépendre de l'autre classe alors que c'est inutile et coûteux.

Un critère d'exclusion de classes

- En fait, ce principe nous en dit plus sur quelles classes ne doivent pas être ensemble :
  - Les classes qui ne sont pas étroitement liées les unes aux autres avec des relations de classes ne devraient pas être dans le même paquet.
  - C'est le principe de ségrégation des interfaces appliqué aux paquets.

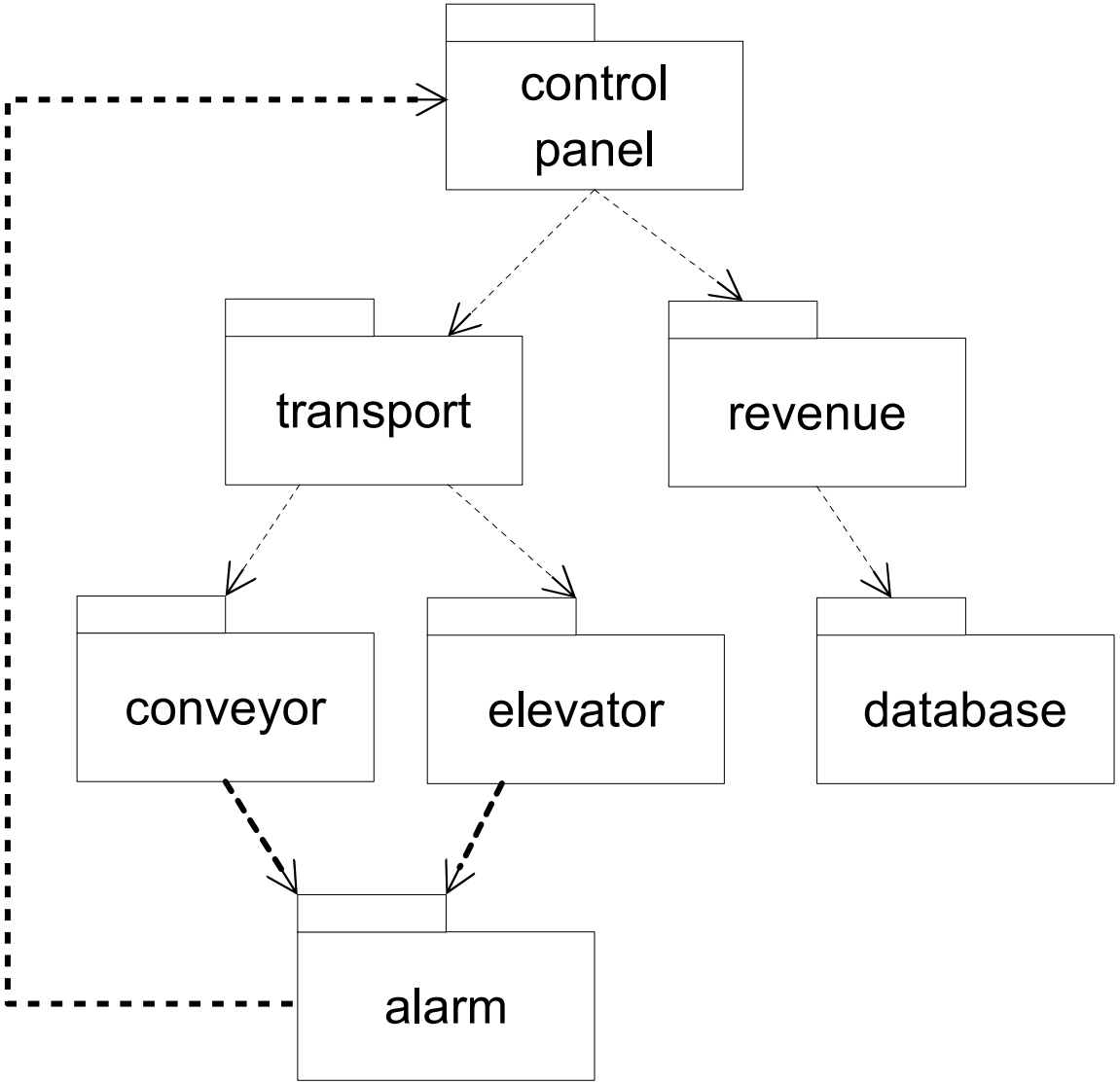
Conflits d'intérêts entre principes



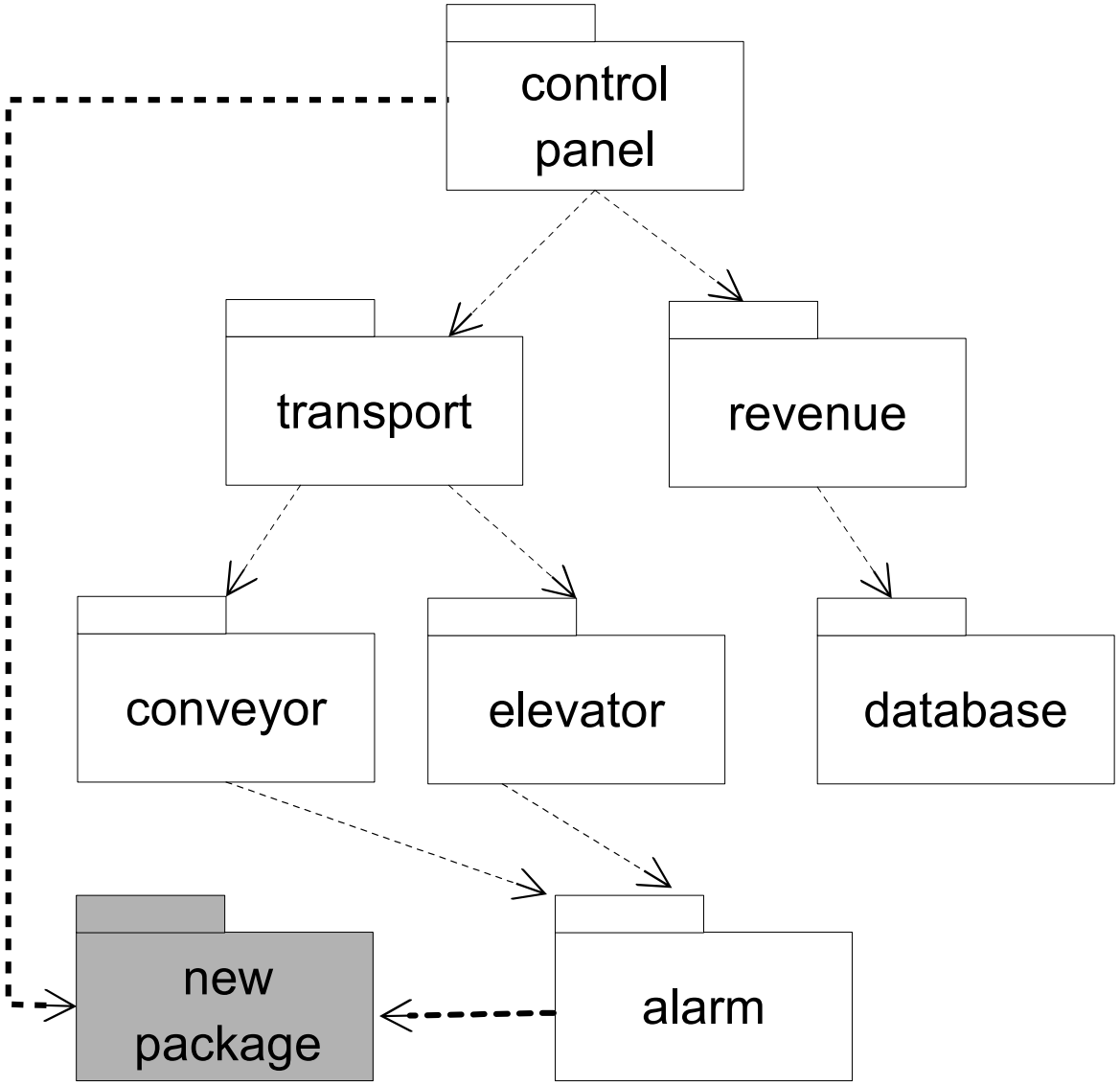
Principe 4. Dépendances acycliques

- Définition
  - **Les dépendances entre paquets doivent former un graphe direct acyclique.**
- Objectif
  - Supprimer les dépendances circulaires entre les paquets.
- Motivations
  - Augmenter la réutilisabilité.
  - Réduire les interférences entre les équipes de développement.
  - Permettre la testabilité.

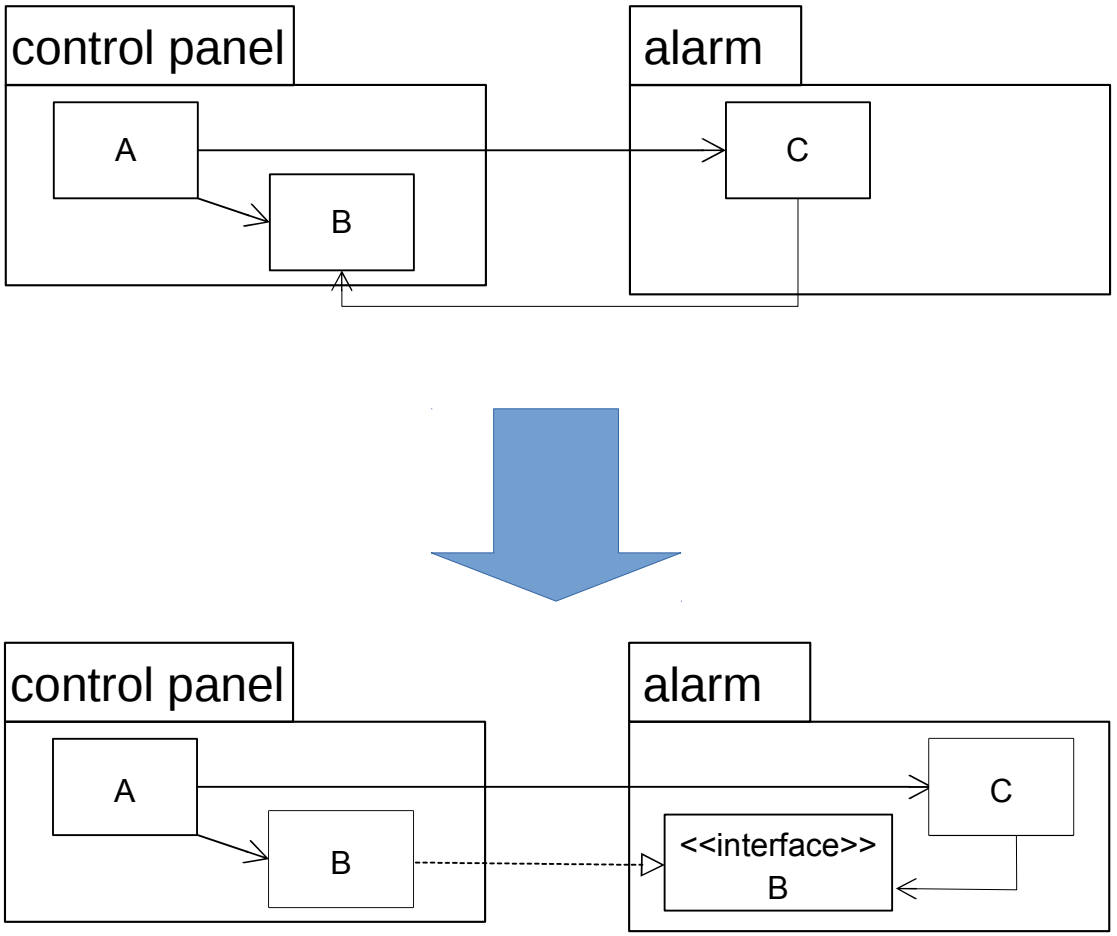
Les cycles ruinent l'harmonie



Casser les cycles par ajout d'un paquet de dépendances communes



Casser les cycles par inversion des dépendances

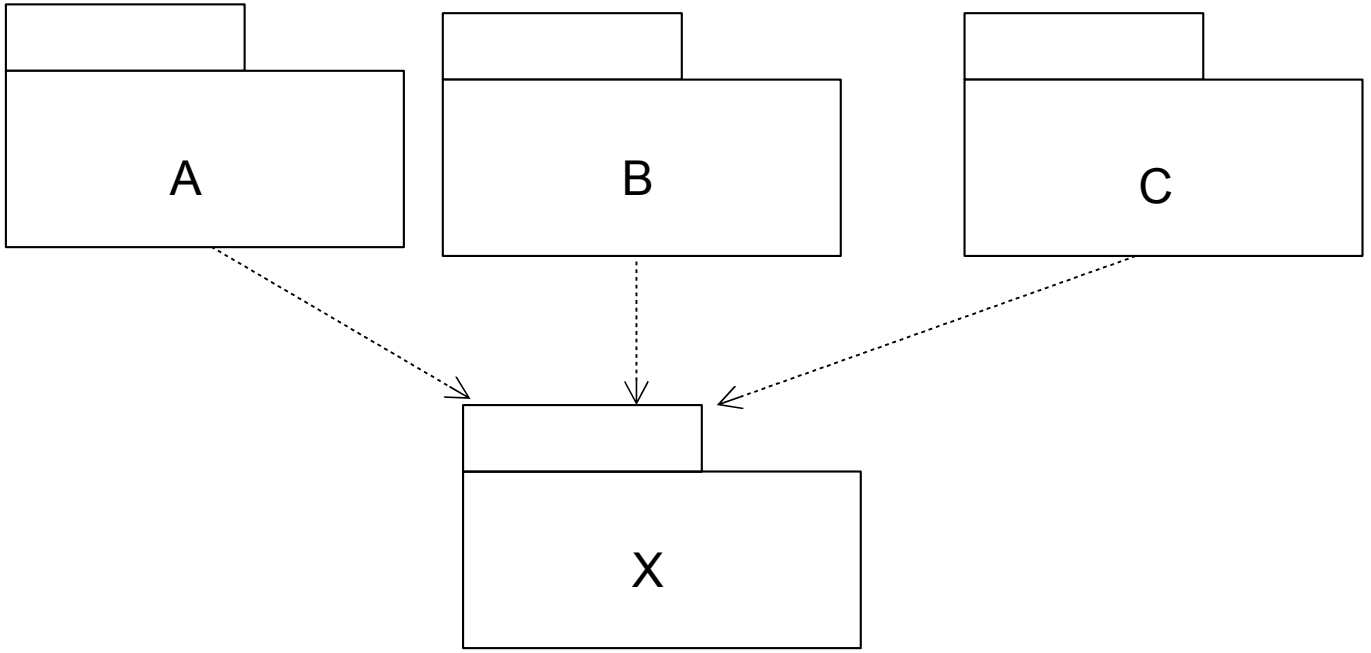


Principe 5. Relation dépendance / stabilité

- Définition
  - **Un paquet ne doit dépendre que de paquets plus stables que lui.**
  - La stabilité d'un paquet s'entend comme la difficulté à changer le paquet.
- Objectif
  - Les paquets que nous voulons évolutifs ne devraient pas être dépendants de paquets difficiles à changer.
  - La dépendance va dans le sens de la stabilité.
- Motivation
  - Limiter l'impact des changements les plus fréquents et maximiser la stabilité globale de l'application.

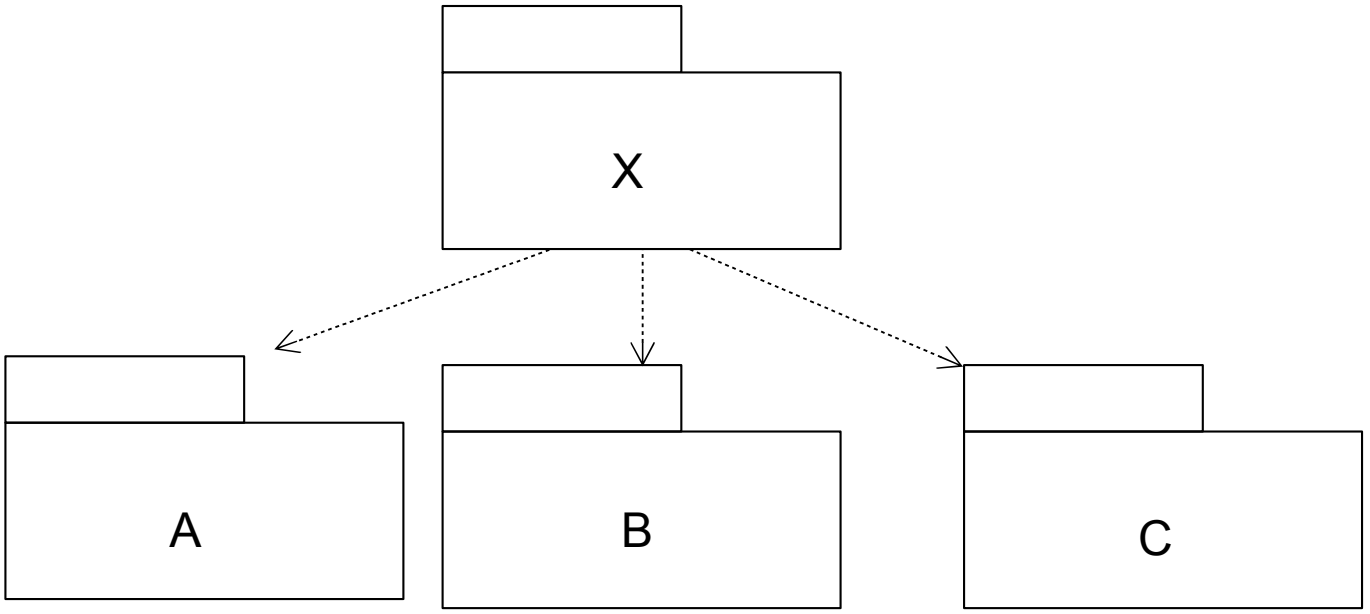
Paquet stable

- Un paquet avec beaucoup de dépendances afférentes est très stable (ie, difficile à changer).



Paquet instable

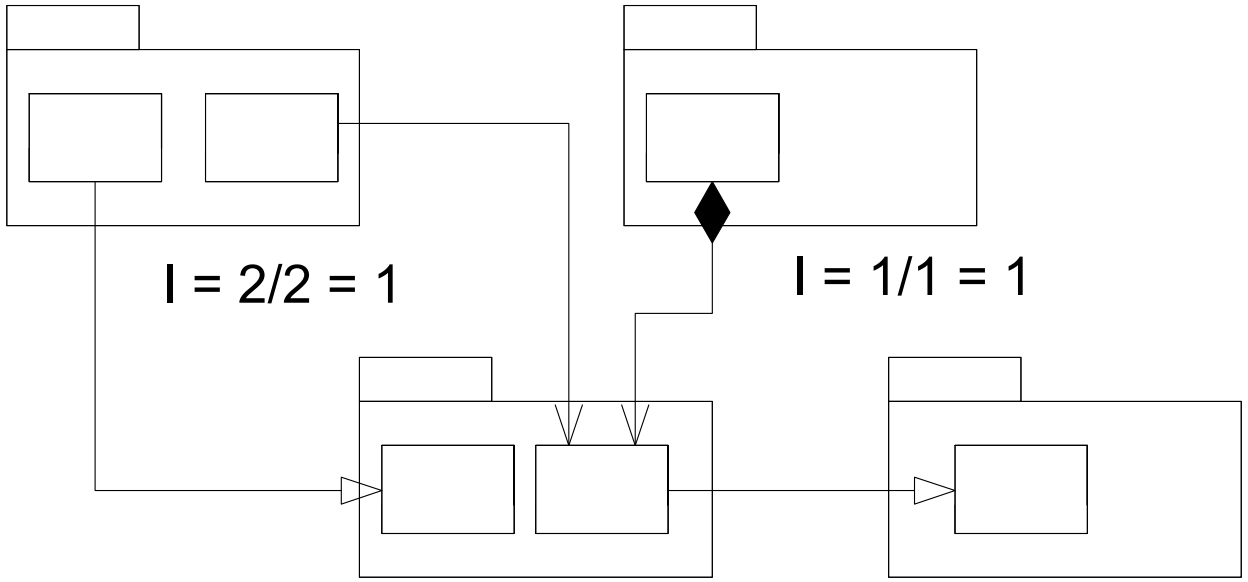
- Un paquet avec beaucoup de dépendances efférentes est très instable (ie, facile à changer).



Une mesure d'instabilité

- Instabilité I = Ce / (Ca + Ce)
  - Ce = couplages efférents. Nombre de classes dans le paquet qui dépendent de classes en dehors du paquet.
  - Ca = couplages afférents. Nombre de classes en dehors du paquet qui dépendent de classes dans le paquet.

- Valeurs dans [0, 1]
  - 0 : paquet stable
  - 1 : paquet instable



Utilisation de la mesure d'instabilité

- La valeur d'instabilité d'un paquet doit être supérieure à la valeur d'instabilité des paquets dont il dépend.
- Tous les paquets ne peuvent pas être stables. S'ils sont tous stables le système ne serait plus évolutif.
- Pour résoudre le problème de la direction de stabilité :
  - Principe d'inversion des dépendances.
  - Création d'un paquet intermédiaire et déplacer les classes dont dépend la stabilité dans le paquet.

Principe 6. Stabilité des abstractions

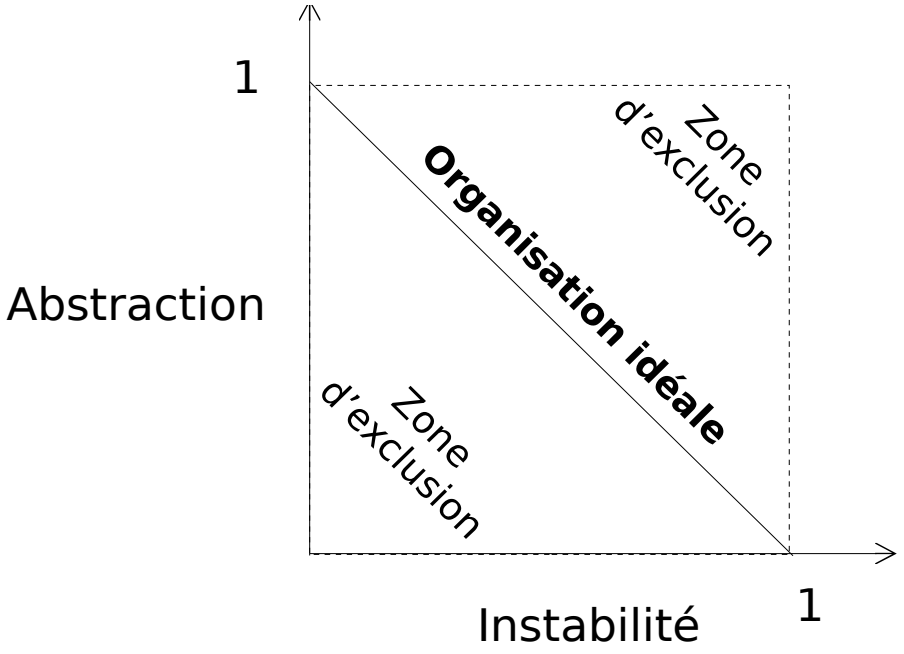
- Définition
  - **Les paquets les plus stables doivent être les plus abstraits.**
  - **Les paquets instables doivent être concrets.**
- Objectif
  - Un paquet stable devrait être abstrait de sorte que sa stabilité ne l'empêche pas d'être étendu.
  - Un paquet instable devrait être concret car son instabilité permet à son code interne d'être facilement changé.
  - Un paquet doit être aussi abstrait qu'il est stable.
- Motivation
  - Les classes abstraites portent la logique métier. Elles forment ainsi l’architecture de l'application.

Une mesure d'abstraction

- Degré d'abstraction A = Na / N
  - Na = nombre de classes abstraites et d’interfaces.
  - N = nombre total de classes.
- Valeurs dans [0, 1]
  - 0 : pas de classe abstraite dans le paquet.
  - 1 : que des classes abstraites dans le paquet.

Relation instabilité / abstraction

- Mesure de qualité d'un paquet :
  - Calcul de la distance à l'organisation idéale entre instabilité (I) et abstraction (A):
    - Organisation idéale : la droite A = 1 – I.
    - **Distance à l'organisation idéale = |A + I - 1| ∈ [0,1].**
    - Paquet (I = 0, A = 0) : non souhaitable.
    - Paquet (I = 1, A = 1) : inutile.



Méthode de conception en paquets

- L'organisation en paquet d'un projet ne peut qu'être conçue au fur et mesure de l'avancée du projet.
  - Les dépendances entre paquets croissent et évoluent avec l'application.
  - Il faut souvent choisir entre réutilisabilité, développabilité et maintenabilité.
- Démarche personnelle
  - Les premiers paquets sont inspirés de l'architecture.
  - Puis, les principes sont appliqués dès que se posent les questions de développabilité, réutilisabilité et maintenance.
- Finalement, le diagramme de paquets a très peu à voir avec la description de la fonction de l'application ni même de l'architecture. Il forme plutôt une **carte de construction de l'application**.

Résumé

- Conception
  - En choisissant d'inclure des classes dans un paquet, nous devons choisir entre réutilisabilité, développabilité et maintenabilité.
  - Ce choix conduit à de sans cesse remises en cause de la conception en paquets.
  - Le partitionnement des classes en paquets ne peut pas intervenir avant d'avoir défini les classes et leurs relations.
  - Il n'y a aucune métrique pour calculer automatiquement la cohésion d'un paquet.
  - Les mesures de stabilité et d’abstraction sont utilisées pour produire une organisation à faible couplage.

Résumé

- Gestion de la granularité des paquets :
  - Décomposer l'application en paquets pour gérer correctement les versions et permettre une réelle réutilisation.
  - Regrouper dans un même paquet les classes qui sont utilisées ensemble et qui sont impactées par les mêmes changements.
- Gestion de la stabilité de l'application :
  - Organiser les modules en un arbre de dépendances (en supprimant donc tout cycle dans le graphe des dépendances).
  - Placer les paquets les plus stables à la base de l'arbre.
  - Mettre des interfaces entre les paquets dans le sens de la stabilité comme des pare-feux contre les changements.
  - Placer les interfaces dans les paquets les plus stables.