

# Les diagrammes des paquets

# Table des matières

<b>I. Diagrammes des paquets dans le contexte du modèle UML</b>	<b>3</b>
<b>II. Exercice : Quiz</b>	<b>6</b>
<b>III. Comprendre la modélisation UML d'un diagramme de paquetage</b>	<b>7</b>
<b>IV. Exercice : Quiz</b>	<b>9</b>
<b>V. Essentiel</b>	<b>10</b>
<b>VI. Auto-évaluation</b>	<b>10</b>
A. Exercice .....	10
B. Test .....	11
<b>Solutions des exercices</b>	<b>11</b>

## I. Diagrammes des paquets dans le contexte du modèle UML

**Durée : 1 h 30**

**Pré-Requis : aucun**

**Environnement de travail : PC**

### Contexte

La digitalisation est l'intégration des nouvelles technologies dans l'ensemble des activités d'une entreprise afin de simplifier le travail des employés et d'améliorer ses performances. Ce processus, plus ou moins nouveau, bouleverse les méthodes de travail des entreprises ainsi que leur manière de répondre aux exigences des clients. L'adoption de logiciels adaptés est une partie essentielle dans la transition vers le digital, tout comme l'utilisation de nouveaux outils, et la formation du personnel. La conception des documents nécessaires fait partie du cycle de vie du développement d'un logiciel. Pour un système de grande taille, il peut être intéressant de décomposer cette étape en plusieurs parties appelées paquetage. Un diagramme des paquets est une représentation graphique des relations entre les paquetages qui composent un système dans le langage Unified Modeling Language ou UML.

Dans la conception de ces derniers, il est nécessaire de connaître les bonnes pratiques à suivre et leurs avantages, afin de pouvoir les concevoir et les mettre en œuvre.

### Définition

#### Qu'est-ce qu'un UML ?

Un langage de modélisation unifié (UML), de l'anglais *Unified Modeling Language*, est une méthode normalisée de visualisation dans le développement de logiciel et la conception orientée objet. C'est un **langage de modélisation graphique** basé sur des pictogrammes, destiné à simplifier la conception de documents nécessaires au développement d'un logiciel comme standard de modélisation de sa structure.

Les éléments représentés dans l'architecture du logiciel sont l'activité du logiciel, les différents acteurs, les processus, le schéma de la base de données, les différents composants, et la réutilisation de composants.

Il est possible de l'interpréter en langage Java et de générer une partie ou l'intégralité du code. Ce langage de modélisation n'est pas un procédé fixe. Son utilisation dépend donc de tout un chacun. L'élément central d'un UML est le diagramme des classes.

Pour développer par itérations successives un modèle d'analyse, un modèle de conception et bien d'autres encore, les créateurs d'UML ont proposé des méthodes unifiées qui utilisent systématiquement l'ensemble des diagrammes et l'analyse sur les cas d'utilisation.

L'UML peut se décomposer comme suit :

- Les vues sont les descriptifs du système qui sont observables. Elles peuvent être organisationnelles, dynamiques, temporelles, etc.
- Les diagrammes sont des éléments graphiques abstraits. Ils décrivent le contenu des vues.
- Les modèles d'éléments sont les graphiques qui composent le diagramme.

### Exemple

La modélisation d'un projet est possible grâce à l'interdépendance hiérarchique et complémentaire des diagrammes durant son cycle de vie. Il existe plusieurs types de diagrammes dans le contexte de la modélisation UML :

- Les diagrammes de structure ou diagrammes statiques
  - Le diagramme de classes
  - Le diagramme d'objets

- Le diagramme de composants
- Le diagramme de déploiement
- Le diagramme des paquets ou diagramme de paquetage
- Le diagramme de structure composite
- Les diagrammes de comportements
  - Le diagramme des cas d'utilisation
  - Le diagramme états-transitions
  - Le diagramme d'activité
- Les diagrammes d'interaction ou diagrammes graphiques
  - Le diagramme de séquence
  - Le diagramme de communication
  - Le diagramme de temps

Le diagramme des paquets ou diagramme des paquetages, de l'anglais *package diagram*, fait partie des diagrammes de structure ou diagrammes statiques. Il s'agit de la représentation graphique des relations entre les paquetages ou espace de noms qui composent un système dans le Langage de Modélisation Unifié (UML).

Ces diagrammes structurels sont utilisés pour représenter une organisation et la hiérarchisation des éléments qui la composent sous forme de paquetages. Ils permettent la visualisation de l'architecture en couche d'un classifieur UML, notamment le système logiciel.

Tous les éléments qui composent les diagrammes sont répartis dans les paquetages, qui sont eux-mêmes représentés par des dossiers de fichiers organisés de manière hiérarchique.

Un paquetage est donc l'ensemble des éléments UML regroupés comme les diagrammes, les documents, les classes et les autres paquetages. Ils réunissent et fournissent un espace pour accueillir tous les éléments d'un diagramme de manière cohérente et contiennent la plupart du temps :

- Les classes
- Les objets
- Les cas d'utilisations
- Les composantes
- Etc.

### Package import et package merge

Il est possible que les paquetages possèdent des relations de dépendances UML classiques, mais ils peuvent aussi avoir des dépendances spéciales, comme dans le cas des importations de paquetage (package import) et les fusions de paquetages (package merge).

Une importation de paquetage « *package import* » est la relation qui existe entre un paquetage qui importe un espace de nom et un paquetage. Cela indique que l'espace de nom qui importe ajoute à son propre espace de nom, les noms des membres du paquetage. Une dépendance entre deux paquetages est interprétée par défaut comme une relation de type importation de paquetage ou package import.

Une fusion de paquetage « *package merge* » est la relation dirigée entre deux paquetages qui indique la combinaison des contenus des deux paquetages. Ce type de dépendance est semblable à celle de la relation de généralisation, dans laquelle les caractéristiques de l'élément cible sont ajoutées conceptuellement à celui de l'élément source. Le résultat donne la combinaison des deux caractéristiques.

Il est à noter que les diagrammes de paquets peuvent utiliser des paquets pour montrer les différentes couches de la structure en couche d'un système de logiciel. Les dépendances qui existent entre eux peuvent être parées de stéréotypes ou d'étiquette afin d'identifier les flux de communication entre les couches.

#### Exemple

Le diagramme de paquetage UML possède de nombreuses fonctions, dont :

- La génération automatique des diagrammes de dépendance de paquetage,
- Les barres d'outils pour avoir un accès rapide aux éléments de paquetage qui composent un diagramme,
- Le menu contextuel activé,
- Les styles en cascades classés par couleurs, polices, tailles de ligne, etc.,
- Les styles de lignes orthogonales, directes ou personnalisées,
- Les éléments attribués aux couches de diagramme,
- Les options d'annulation et de restauration illimitées,
- Les options de mise en page automatiques.

#### Remarque Pourquoi utiliser un diagramme de paquets ?

Un diagramme de paquetage offre plusieurs avantages à condition d'être conçu et structuré convenablement. Il permet aux utilisateurs qui souhaitent créer une représentation graphique de leur système ou de leur projet UML de :

- Fournir une vision globale et préciser l'architecture des différents UML au sein d'un système orienté objet donné
- Représenter les diagrammes de classes sous une forme visuelle bien ordonnée et plus compréhensible
- Offrir une perspective sur l'ensemble des objets et systèmes de grande envergure
- Clarifier visuellement le nombre de types de projets et de systèmes
- Mettre à jour l'évolution des systèmes et des projets au fur et à mesure de son avancement

Les composants du diagramme de paquetage sont les formes, les composants de base et les symboles qui peuvent se présenter comme suit :

- Pour les **symboles** : en rectangle, en flèche discontinue, en interface ou en objet
- Pour les **composants** : en package, en élément compressible, en dépendances, en importation d'éléments, en importation de package ou en fusion de package

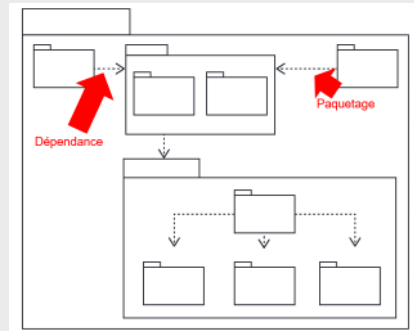
Les symboles peuvent être utilisés de différentes façons pour représenter les paquets, dépendances et autres éléments du système de logiciel. Les composants de base d'un diagramme de package sont :

- Le paquetage : c'est un espace de nom qui regroupe l'ensemble des éléments liés de manière rationnelle.
- L'élément empaquetable : c'est un élément qui appartient directement ou indirectement à un paquetage.
- Les dépendances : ce sont les représentations visuelles des relations qui existent entre deux ou plusieurs éléments.
- L'élément import : il possède plusieurs attributs destinés à l'identifier et à préciser les adresses du schéma à importer et de l'espace de noms.
- Le package import : c'est la relation entre un espace de noms d'importation et un élément empaquetable importé.

- Le package merge : c'est la relation de fusion entre le contenu d'un paquetage avec celui d'un autre pour former un nouveau paquetage.

### Exemple

Le schéma suivant représente les éléments de base qui composent un diagramme de paquetage :



## Exercice : Quiz

[solution n°1 p.13]

### Question 1

La digitalisation bouleverse les méthodes de travail.

- ☐ Vrai
- ☐ Faux

### Question

L'UML est une méthode normalisée de visualisation de la conception orientée objet.

- ☐ Vrai
- ☐ Faux

### Question 3

UML veut dire langage de modélisation universel.

- ☐ Vrai
- ☐ Faux

### Question 4

L'UML est composé par les vues, les diagrammes et les modèles d'éléments.

- ☐ Vrai
- ☐ Faux

### Question 5

Le diagramme des paquets est un diagramme graphique.

- ☐ Vrai
- ☐ Faux

### III. Comprendre la modélisation UML d'un diagramme de paquetage

L'UML ou langage de modélisation unifié est une représentation graphique internationale standard de l'industrie pour décrire, visualiser, construire et documenter les artefacts d'un système de logiciel.

Les diagrammes de paquetages sont conçus pour représenter les relations de dépendances d'importation et d'accès entre les paquetages, les classes, les composants et les autres éléments qui composent un système de logiciel. La ligne de connexion est l'illustration qui symbolise le type de relation qui existe entre deux ou plusieurs éléments. Chaque ligne représente une dépendance.

Comme mentionné ci-dessus, il existe deux principaux types de dépendances :

- Les **dépendances d'accès**, qui sont les dépendances montrant qu'un paquetage a besoin du soutien d'un autre.
- Les **dépendances d'importation**, qui sont les dépendances indiquant qu'un paquetage a reçu les fonctionnalités d'un autre.

Ces dépendances peuvent être subdivisées en trois catégories comme suit :

- Les **dépendances d'utilisation** qui interviennent lorsqu'un élément donné a besoin d'un autre pour finaliser son déploiement.
- Les **dépendances d'abstraction** lorsque deux éléments du même concept sont reliés à deux niveaux différents.
- Les **dépendances de déploiement** représentent le déploiement d'un artefact sur une cible.

#### Méthode

La méthode pour créer un diagramme de paquetage dans le contexte de modélisation UML sur Visio est la suivante :

Étape 1 : ouvrir Visio

Étape 2 : créer un diagramme de modèle UML

Catégories de modèles > logiciels > diagramme de modèle UML

Étape 3 : créer une structure statique

Arborescence > clic droit sur le package > nouveau > diagramme de structure statique

Étape 4 : renommer le diagramme

Arborescence > icône de diagramme > nouveau nom > saisir nouveau nom

Étape 5 : ajouter un paquetage / sous-paquetage

Page de dessin > UML-structure statique > glisser forme de paquetage > ajouter paquetage à arborescence

Étape 6 : renommer le paquetage

Double-clic sur la forme > ouvrir boîte de dialogue > propriétés de paquetages UML > nouveau nom > sélectionnez les valeurs de propriétés > OK

Étape 7 : choisir le type de diagramme

Arborescence > clic droit > icône de paquetage > nouveau > type de diagramme

Étape 8 : créer une page de dessin vierge

Arborescence > nom de l'icône du diagramme > nom > nouveau nom

Étape 9 : représenter les éléments contenus dans le sous-package

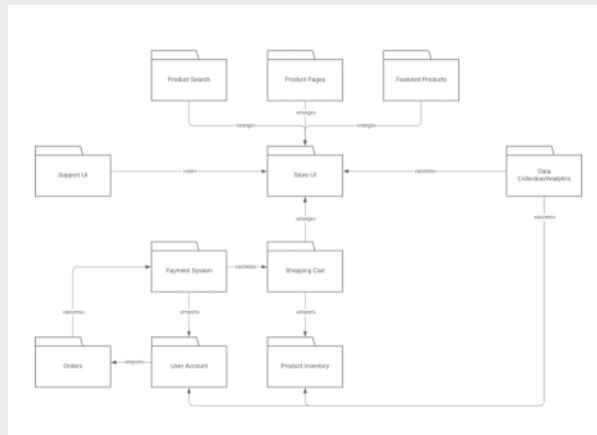
Glisser les formes > page de dessin

Étape 10 : répéter l'action

Arborescence > double-clic > icône du diagramme > répéter l'action (cette dernière action est à répéter autant de fois que nécessaire jusqu'à obtenir tous les sous-paquetages souhaités.)

### Exemple

Le modèle suivant montre comment un diagramme de paquetages modélise les paquetages d'une application Web de commerce électronique de base.



**Schéma d'un diagramme de paquetage de modélisation UML d'une application Web**

Source : Lucidchart<sup>1</sup>

### Attention

Lors de l'importation du contenu d'un paquetage avec celui d'un autre, il est possible que les éléments du premier fassent référence à ceux du second en n'utilisant qu'une partie du nom de ce dernier. Cette option est similaire au fonctionnement de l'importation sur Java qui, pour sa part, utilise le nom du paquetage sans préciser le nom de celui-ci. D'ailleurs, le paquetage cible est le nom du paquetage importé dans une relation d'importation. Cette relation est marquée par le type d'import et est représentée par une flèche de dépendance du paquetage initial vers le paquetage cible.

Pour pouvoir modéliser l'importation de classes, les relations d'importation et d'accès sont utilisées dans un espace de noms, pour que les éléments de l'espace de noms puissent faire référence à ceux du paquetage cible, sans pour autant s'approprier son nom. Toute dépendance complexe peut mener à la difficulté de modélisations, car la modification d'un seul paquetage est capable d'entraîner des dysfonctionnements dans les autres paquetages liés.

Pour autant, il est possible de rompre les dépendances qui présentent des cycles. Pour assurer une meilleure stabilité, un paquetage doit dépendre uniquement des paquetages qui montrent une plus grande stabilité que la sienne. Pour cela, il doit donc dépendre de plusieurs paquetages, d'un partage stable, etc. Les problèmes de vulnérabilité de modélisation peuvent être repérés grâce à l'étude des diagrammes de paquets en identifiant les paquetages instables.

Les diagrammes de package permettent d'organiser les éléments du système de logiciel. Ils sont souvent utilisés pour représenter l'organisation des projets logiciels. Un diagramme de package peut montrer la structure et les dépendances entre les sous-systèmes ou les modules, et être utilisé pour regrouper n'importe quelle construction dans UML, telle que des classes, des acteurs et des cas d'utilisation.

<sup>1</sup> <https://www.lucidchart.com/pages/fr/diagramme-package-uml>



Les éléments de package dans UML sont représentés par des icônes de dossier. Chaque paquet représente un espace de noms. Les packages peuvent également être membres d'autres packages, ce qui permet de décomposer les packages de niveau supérieur en hiérarchie de sous-packages.

**Exemple**

Les packages sont des structures UML qui peuvent être utilisées pour organiser les éléments d'un classificateur UML en différents types de diagrammes UML. Les diagrammes de package sont le plus souvent employés pour :

- Un diagramme de cas d'utilisation : chaque cas d'utilisation est représenté sous la forme d'un package distinct.
- Un diagramme de classes : les classes sont organisées en packages.
- Un diagramme de modélisation.

On retrouve aussi les packages dans d'autres types de modélisation UML, pour organiser et structurer des éléments tels que des classes, des entités de données et des cas d'utilisation. En utilisant la structure d'un diagramme de package dans d'autres diagrammes UML, vous pouvez simplifier tout type de modélisation et en faciliter la compréhension.

Un diagramme de modélisation est un diagramme structurel auxiliaire UML qui peut être utilisé pour représenter les aspects logiques, comportementaux ou structurels d'un système. Même des modèles simples peuvent être difficiles à comprendre sans un certain niveau d'organisation visuelle. L'utilisation d'un package fournit à l'utilisateur une vue d'ensemble du modèle, chaque élément qu'il contient possède un nom sans ambiguïté. De plus, des dépendances clairement identifiées favorisent la relation entre chaque élément.

**Exercice : Quiz**

[solution n°2 p.13]

## Question 1

Un UML est une représentation graphique standard pour construire les artefacts d'un système de logiciel.

- ☐ Vrai
- ☐ Faux

## Question 2

Les dépendances de déploiement interviennent lorsqu'un élément donné a besoin d'un autre pour finaliser son déploiement.

- ☐ Vrai
- ☐ Faux

## Question 3

Le package import est un type de relation de dépendance classique.

- ☐ Vrai
- ☐ Faux

## Question 4

Les dépendances peuvent être représentées par des flèches discontinues.

- ☐ Vrai
- ☐ Faux

### Question 5

Un diagramme de paquetage offre une vision globale sur l'envergure d'un système.

- ☐ Vrai
- ☐ Faux

## V. Essentiel

La digitalisation entraîne le changement des outils et méthodes de travail. C'est dans ce contexte qu'entrent en jeu les nouvelles technologies, dont les logiciels. La conception des documents est une partie essentielle du cycle de développement d'un logiciel. L'intérêt de ce cours se trouve dans la maîtrise de ce dernier, tant dans la création que dans la compréhension des diagrammes de paquetages qui forment les éléments de la conception d'un logiciel.

Un UML ou langage de modélisation unifié est une méthode de représentation graphique normalisée pour visualiser les éléments dans un développement de logiciel et la conception orientée objet. Il sert à simplifier cette étape et à la rendre plus structurée. Il est composé par les vues, les diagrammes et les modèles d'éléments.

Cette modélisation est possible grâce aux dépendances des diagrammes dans un système de logiciel. Les diagrammes se divisent en trois grandes parties : les diagrammes de structure ou diagrammes statiques, les diagrammes de comportements, et les diagrammes d'interaction ou diagrammes graphiques.

Le diagramme de paquetage est un diagramme de structure ou diagramme statique. C'est la représentation graphique des relations existantes entre les paquetages dans une modélisation UML. Un paquetage est l'ensemble des éléments UML regroupés, et contient les classes, les objets, les cas d'utilisation, les composantes, etc.

Les paquetages possèdent généralement des dépendances classiques. Cependant, il est possible qu'ils aient des dépendances spéciales telles que les types d'importation de paquetage ou les fusions de paquetage.

Les diagrammes sont composés par des symboles comme les rectangles, les flèches en pointillés et des composants qui peuvent être en package, en élément compressible, en dépendance, etc.

Le diagramme de paquetage UML permet la génération automatique des diagrammes de dépendance de paquetage, la mise à jour automatique des dépendances, l'annulation et la restauration en illimité et bien d'autres encore. Il offre une vision globale sur l'ensemble de l'architecture des différents UML au sein d'un système de logiciel, la représentation graphique des diagrammes de classes, etc.

Les dépendances qui relient les diagrammes peuvent être d'accès ou d'importation. Elles peuvent ensuite être catégorisées comme dépendance d'utilisation, d'abstraction ou de déploiement.

Les diagrammes de paquetage sont utilisés pour l'organisation des projets logiciels. Ces éléments sont représentés sous forme d'icône de dossier qui représente ensuite un espace de noms, décomposés en plusieurs niveaux structurels. Les diagrammes de package sont le plus souvent utilisés pour les cas d'utilisation, les classes, et la modélisation.

## VI. Auto-évaluation

### A. Exercice

Vous faites partie d'une équipe de développeurs qui souhaite schématiser le système d'un logiciel.

#### Question 1

[solution n°3 p.15]

Quelle méthode allez-vous utiliser ? Pourquoi ?

Lors de la conception de votre diagramme de paquetage UML, vous vous apercevez que les demandes des clients ne peuvent être traitées que grâce à la disponibilité des matières premières du fournisseur.

#### Question 2

[solution n°4 p.15]

Quel type de dépendance allez-vous attribuer à ces deux paquetages ? Expliquez votre réponse.

**B. Test****Exercice 1 : Quiz**

[solution n°5 p.15]

## Question 1

Un diagramme de paquetage est la représentation graphique des relations entre les paquetages d'un système logiciel.

- ☐ Vrai
- ☐ Faux

## Question 2

Un paquetage est composé par le système, les objets, et les formes.

- ☐ Vrai
- ☐ Faux

## Question 3

Il existe 3 types de dépendances principales.

- ☐ Vrai
- ☐ Faux

## Question 4

Le diagramme de paquetage UML permet l'automatisation des options de mise en page.

- ☐ Vrai
- ☐ Faux

## Question 5

Les dépendances d'importation sont les dépendances qui montrent qu'un paquetage a besoin du soutien d'un autre.

- ☐ Vrai
- ☐ Faux

**Solutions des exercices**




**Exercice p. 6 Solution n°1****Question 1**

La digitalisation bouleverse les méthodes de travail.

☒ Vrai

☐ Faux


 Le changement vers le digital entraîne une adaptation forcée aux nouvelles méthodes de travail.

**Question**

L'UML est une méthode normalisée de visualisation de la conception orientée objet.

☒ Vrai

☐ Faux


 C'est une méthode normalisée de visualisation dans le développement de logiciel et la conception orientée objet.

**Question 3**

UML veut dire langage de modélisation universel.

☐ Vrai

☒ Faux


 UML de l'anglais Unified Modeling Language veut dire langage de modélisation unifié.

**Question 4**

L'UML est composé par les vues, les diagrammes et les modèles d'éléments.

☒ Vrai

☐ Faux


 Ces trois choses forment le langage de modélisation unifié.

**Question 5**

Le diagramme des paquets est un diagramme graphique.

☐ Vrai

☒ Faux

 Le diagramme des paquets est un diagramme de structure ou diagramme statique.


**Exercice p. 9 Solution n°2**

### Question 1

Un UML est une représentation graphique standard pour construire les artefacts d'un système de logiciel.

☒ Vrai

☐ Faux


 L'UML est une représentation graphique internationale standard de l'industrie qui permet de décrire, de visualiser, de construire et de documenter les artefacts d'un système de logiciel.

### Question 2

Les dépendances de déploiement interviennent lorsqu'un élément donné a besoin d'un autre pour finaliser son déploiement.

☐ Vrai

☒ Faux


 Ce sont les dépendances d'utilisation qui interviennent lorsqu'un élément donné a besoin d'un autre pour finaliser son déploiement.

### Question 3

Le package import est un type de relation de dépendance classique.

☐ Vrai

☒ Faux


 Le package import comme le merge, est une relation de dépendance spéciale.

### Question 4

Les dépendances peuvent être représentées par des flèches discontinues.

☒ Vrai

☐ Faux


 Les dépendances peuvent être représentées par des symboles, dont les flèches discontinues.

### Question 5

Un diagramme de paquetage offre une vision globale sur l'envergure d'un système.

☒ Vrai

☐ Faux

 Un diagramme de paquetage contient plusieurs avantages comme offrir une perspective sur l'ensemble des objets et systèmes de grande envergure.

**p. 10 Solution n°3**

La meilleure solution est de représenter graphiquement le système du logiciel grâce à un diagramme de paquetage UML. Cette méthode est la plus adéquate, car elle permet de visualiser le système du logiciel pendant toutes les étapes de sa conception.

**p. 10 Solution n°4**


Vous devrez choisir les dépendances d'utilisation, car les clients dépendent des fournisseurs. Pour rappel, ils interviennent lorsqu'un élément donné a besoin d'un autre pour finaliser son déploiement.

**Exercice p. 11 Solution n°5****Question 1**

Un diagramme de paquetage est la représentation graphique des relations entre les paquetages d'un système logiciel.

☒ Vrai

☐ Faux


 Un diagramme de paquetage est la représentation graphique des relations entre les paquetages ou espace de noms qui composent un système UML.

**Question 2**

Un paquetage est composé par le système, les objets, et les formes.

☐ Vrai

☒ Faux


 Un paquetage est l'ensemble des éléments UML regroupés et est composé par les classes, les objets, les cas d'utilisation et les composantes.

**Question 3**

Il existe 3 types de dépendances principales.

☐ Vrai

☒ Faux


 Il existe 2 types de dépendances qui sont les dépendances d'accès et les dépendances d'importation. Cependant elles peuvent chacune être divisées en trois catégories qui sont les dépendances d'utilisation, les dépendances d'abstraction et les dépendances de déploiement.

**Question 4**

Le diagramme de paquetage UML permet l'automatisation des options de mise en page.

☒ Vrai

☐ Faux

 Le diagramme de paquetage UML possède beaucoup de fonctions dont les options de mise en page automatiques.


**Question 5**

---

Les dépendances d'importation sont les dépendances qui montrent qu'un paquetage a besoin du soutien d'un autre.

☐ Vrai

☒ Faux

 Ce sont les dépendances d'accès qui illustrent les besoins de soutien d'un autre paquetage.