

Algorithmique et programmation par objets

Inf F3
Licence 2 MIASHS
Université Grenoble Alpes

Jerome.David@univ-grenoble-alpes.fr

2022-20233

<http://miashs-www.u-ga.fr/~davidjer/inff3/>

Organisation

- 13 séances de CM – jeudi de 10h15 à 11h45
- 13 séances de TD
 - 1^{er} groupe : vendredi 13h30 à 15h00
 - 2^{ème} groupe : vendredi 15h15 à 16h45
 - 3^{ème} groupe : mardi 13h30 à 15h00 (sauf 1^{ère} semaine vendredi 10h15-11h45)
- 13 séances de TP
 - 3 groupes : lundi matin ou mercredi matin
 - commencent une semaine après cours et TD
- Evaluation (sous réserve de modifs à cause du covid-19...)
 - QCM : régulièrement au début des cours
 - Seuls les 6 ou 7 meilleurs seront comptés
 - **Apporter un correcteur (blanco)**
 - TP : un TP noté à la fin
 - Exam : sur table, 2 heures

Cours 1 – Rappels et introduction

- Rappels
 - Notions de programme et langage de programmation
 - Les paradigmes de programmation
- Introduction des concepts de la programmation par objets
- Stratégies de gestion de la mémoire

Programme informatique

- Qu'est ce qu'un programme ?
 - « Un programme informatique est une séquence d'instructions qui spécifie étape par étape les opérations à effectuer pour obtenir un résultat » (wikipedia)
 - « Un programme est [...] un algorithme exprimé dans un langage de programmation » (wikipedia)

Langage de programmation

- Qu'est ce qu'un langage de programmation ?
 - Permet de décrire les structures des données manipulées et comment elles sont manipulées
 - C'est fait d'un alphabet, un vocabulaire, des règles de grammaire, et des significations
 - Chaque langage reflète un paradigme de programmation
 - Un style fondamental de programmation (wikipedia)
 - Une façon de construire la structure et les éléments des programmes (wikipedia)

Les paradigmes de programmation

- Impérative
 - Liste ordonnée (séquence) d'instructions permettant de modifier l'état de la mémoire
 - Pour trouver l'élément maximum d'un ensemble, je parcours cet ensemble (élément par élément) et je le compare à l'élément maximum depuis le début du parcours. Si cet élément est plus grand alors il devient le maximum.
- Déclarative
 - Exprime la logique du calcul sans utiliser de structure de contrôle
 - Elément maxi d'un ensemble : $\text{Max}(S) = \{x \text{ in } S \mid \forall y \text{ in } S, x > y\}$
 - Fonctionnelle : basée sur l'évaluation de fonctions (sans effets de bord)
 - Logique : faits + règles de dérivation
- Orienté Objet : c'est ce qu'on va étudier
 - Objets ayant des comportements et interagissants entre eux
- JAVA est un langage orienté **objet impératif**

Programmation impérative

- Paradigme le plus proche du fonctionnement réel de la machine
- Principe : exécuter séquentiellement une suite d'instructions
 - Une séquence d'instructions est aussi appelée bloc d'instructions
- Les types principaux d'instructions :
 - **L'assignation**
 - Permet de changer l'état (la valeur) d'une variable, comme par exemple lui associer le résultat d'une opération en vue de l'utiliser plus tard
 - **Le branchement conditionnel**
 - Permet de réaliser un bloc d'instructions que si une condition donnée est satisfaite
 - **Le branchement inconditionnel**
 - Permet de d'exécuter un bloc d'instructions qui est à un autre endroit du programme
 - Sauts (goto) ou appels de procédures, fonctions, sous-programmes
 - **Les boucles**
 - Permet de répéter un bloc d'instructions un certain nombre de fois ou jusqu'à ce qu'une condition soit réalisée

Découpage en fonctions

- Consiste à découper un programme en plusieurs parties
 - Appelées fonctions, procédures, méthodes (en OO)
- Pourquoi ?
 - Pour faciliter la lecture et compréhension
 - Pour permettre de réutiliser le même bout de programme à plusieurs endroits (factorisation)

Phases de création d'un programme

- (1) Analyse / conception
- (2) Codage
- (3) Transformation du code source
 - Compilation ou/et Interprétation
- (4) Test / Validation

L'analyse & conception

- Permet de définir :
 - ce que va faire le programme (quel est le problème ?)
 - et comment il va le faire (comment résoudre le problème)
- Les éléments essentiels de l'analyse
 - Identifier les données d'entrée
 - Les données que le programme va traiter
 - Concevoir la méthode employée pour résoudre le problème
 - L'algorithme
 - Spécifier le résultat
 - Les données en sorties du programme

Le codage

- Le codage consiste à transformer l'algorithme spécifié lors de l'analyse en un programme
- On choisit un langage de programmation
 - En fonction...
 - de l'utilisation (web, application classique)
 - de l'architecture (PC, ARM, autre microcontrôleur)
 - des fonctionnalités incluses (fonctions stats, librairie web, etc)
 - de la nature du problème traité et de sa facilité à être exprimé par les différents paradigmes de programmation
 - déclarative, impérative, orientée objet, etc.

La transformation du code source

- Le code source n'est pas compris tel quel par la machine
 - Il est généralement écrit dans un langage de haut-niveau (conçu pour l'humain)
- Il faut le transformer en code machine
 - La compilation : le code source est « compilé » en un « exécutable » (C, C++, Java, etc.)
 - Un exécutable n'est pas forcément compris tel quel par une machine physique, il faut parfois utiliser une machine virtuelle (comme en Java par exemple)
 - L'interprétation : le code source est « compilé » au fur et à mesure pendant la phase d'exécution (Python, Perl, R, etc.)

Test et validation

- Etape essentielle du développement logiciel qui consiste à vérifier (expérimentalement) que le programme fait exactement ce que l'on attend
- Il existe différents type de tests
 - Tests unitaires : on teste chaque portion du programme
 - Test d'intégration: on teste les portions mises ensemble
 - Tests de validation fonctionnelle : on teste que le programme fait bien ce que l'on voulait qu'il fasse (i.e. qu'il réponde à la demande du client)

Objectifs du cours

- Ce cours a comme objectifs :
 - La programmation par objets
 - Concepts de base : objets, classe, héritage
 - Les structures de données à accès direct-indicé
 - Tableaux
 - Chaîne de caractères
 - Algorithmique
 - Tri, recherche dans tableaux triés, etc.
 - Exceptions
 - Accès fichiers

Qu'est ce qu'un objet ?

- C'est une chose... une sorte de variable... une abstraction...
 - Qui a un état
 - ce sont ses caractéristiques (ses données)
 - Sur laquelle on peut effectuer des opérations
 - ce sont ses comportements
- La programmation objet consiste à résoudre son problème en représentant les composants du problème et sa solution par des objets

Question ? Quels sont les objets ?

The screenshot shows a music application window titled "Led Zeppelin - Tangerine". The interface includes a menu bar with Music, Playlist, Tools, Extras, and Help. On the left, a sidebar provides navigation links for Search, Library, Files, Playlists, Internet, Devices, Song info, and Artist info. A preview window displays the album cover for "Tangerine" by Led Zeppelin.

The main area features two tabs: "Playlist 17" and "My favorite songs". The "Playlist 17" tab is active, showing a detailed list of 58 tracks. The columns include Track, Title, Artist, Album, Length, and Source. The first few tracks are:

Track	Title	Artist	Album	Length	Source
3	It's All About (with Aqeel)	Blundetto	Warm My Soul	5:26	
4	Crowded places (with Akale Horns)	Blundetto	Warm My Soul	5:11	
5	Warm My Soul (with Courtney John)	Blundetto	Warm My Soul	4:03	
6	I'll Be Home Later (with Akale Horns)	Blundetto	Warm My Soul	4:17	
7	Final Good Bye (with Tommy Guerrero)	Blundetto	Warm My Soul	3:50	
8	Treat Me Like That (with Courtney John)	Blundetto	Warm My Soul	3:05	
9	Walk Away Now (with Jahdan Blakkamoore)	Blundetto	Warm My Soul	4:10	
10	Since You've Been Gone	Blundetto	Warm My Soul	4:56	
11	Hercules Dub	Blundetto	Warm My Soul	5:38	
2	Get A Move On	Mr. Scruff	Electro Swing	3:24	
	Someday	Two Door Cinema Club	Beacon		
	What You Know	Two Door Cinema Club	Tourist History		
	I'm Gonna Be (500 Miles)	The Proclaimers	Sunshine on Leith		
	Hubrist - Resonance Disaster [free DL link in desc...]	hubrist		2:51	
	Hubrist - Kurzweil's Ghost [free DL link in descrip...]	hubrist		2:23	
	Seize the Day	Wax Tailor	Paris		
	Tangerine	Led Zeppelin	Boxed Set	2:58	
	Stairway to Heaven	Led Zeppelin	[Led Zeppelin IV]		
1	Brick By Brick	Arctic Monkeys	Brick By Brick	2:59	
1	Don't Sit Down 'Cause I've Moved Your Chair	Arctic Monkeys	Don't Sit Down 'Cause I've Move...	3:03	
1	Brianstorm	Arctic Monkeys	Favourite Worst Nightmare	2:50	
2	Teddy Pickers	Arctic Monkeys	Favourite Worst Nightmare	2:43	
3	D Is For Dangerous	Arctic Monkeys	Favourite Worst Nightmare	2:16	
4	Balaclava	Arctic Monkeys	Favourite Worst Nightmare	2:49	
5	Fluorescent Adolescent	Arctic Monkeys	Favourite Worst Nightmare	2:57	
6	Only Ones Who Know	Arctic Monkeys	Favourite Worst Nightmare	3:02	
7	Do Me A Favour	Arctic Monkeys	Favourite Worst Nightmare	3:27	
9	This House Is A Circus	Arctic Monkeys	Favourite Worst Nightmare	2:00	

At the bottom, there is a control bar with icons for volume, track selection, and playback status. The status bar indicates "58 tracks - [3:00:26]" and "2 : 40".

Les principes de la pensée objet

- Toute chose est (devrait être) objet
 - Ce n'est pas toujours le cas comme avec Java
- Un programme est constitué d'un ensemble d'objets qui communiquent (se disent quoi faire) en s'envoyant des messages
- Chaque objet a son propre espace de mémoire composé d'autres objets
- Chaque objet est d'un type précis
- Tous les objets d'un type particulier peuvent recevoir le même message

Le concept de classe

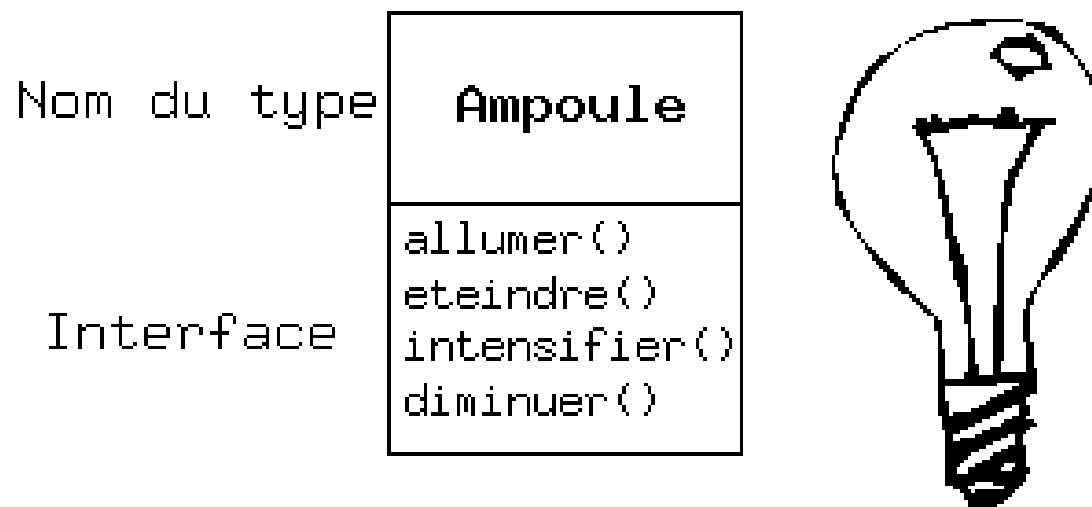
- Même si tout objet est unique, il appartient à une (ou plusieurs) classe(s) d'objets qui ont en commun
 - Des caractéristiques (du moins des types de...)
 - Des comportements
- Cette notion de CLASSE est FONDAMENTALE
- La programmation objet consiste à :
 - Créer des nouveaux types de données qu'on appelle des classes
 - Et à les utiliser : créer des objets d'un type (d'une classe) donné puis leur envoyer des messages, etc.

L'interface d'un objet

- Une fois une classe définie, on peut
 - créer autant d'objet de cette classe que l'on veut
 - On parle alors de créer des **instances** d'une classe, ou d'instancier une classe
 - les manipuler, c.-à-d. leur envoyer des messages
 - On parle alors d'appeler des méthodes de l'objet
- Chaque objet ne peut être manipulé que via son interface
 - Ce sont l'ensemble des messages que l'on peut envoyer à un objet
 - C'est la classe (son type) qui détermine son interface

Exemple

- Voici l'interface d'une ampoule électrique



- Ce sont les messages que l'on peut envoyer sur notre ampoule
 - La façon dont les messages sont traités (leur code) ainsi que les données cachées c'est ce qu'on appelle **l'implémentation**

Exemple (suite)

- Comment faire en JAVA ?

```
public class MonPremierProg {
```

1

```
    public static void main(String[] args) {
```

2

On déclare une variable appelée *amp*

```
        Ampoule amp = new Ampoule();  
        amp.allumer();
```

On instancie un objet de type Ampoule

}

3

On appelle la méthode *allumer()* sur l'objet référencé par la variable *amp*

4

On associe l'objet créé à la variable *amp*

L'encapsulation (vers la visibilité)

- L'utilisateur d'une classe n'a a priori pas besoin
 - de savoir comment est faite l'implémentation
 - d'accéder ou de modifier certaines données d'un objet

Il ne peut accéder seulement à l'interface de l'objet
- Pour cela, il existe des « contrôles d'accès » sur les classes
 - Cela permet de réduire les bugs
 - Cela facilite la tâche du programmeur utilisateur
 - Cela permet de changer l'implémentation plus facilement

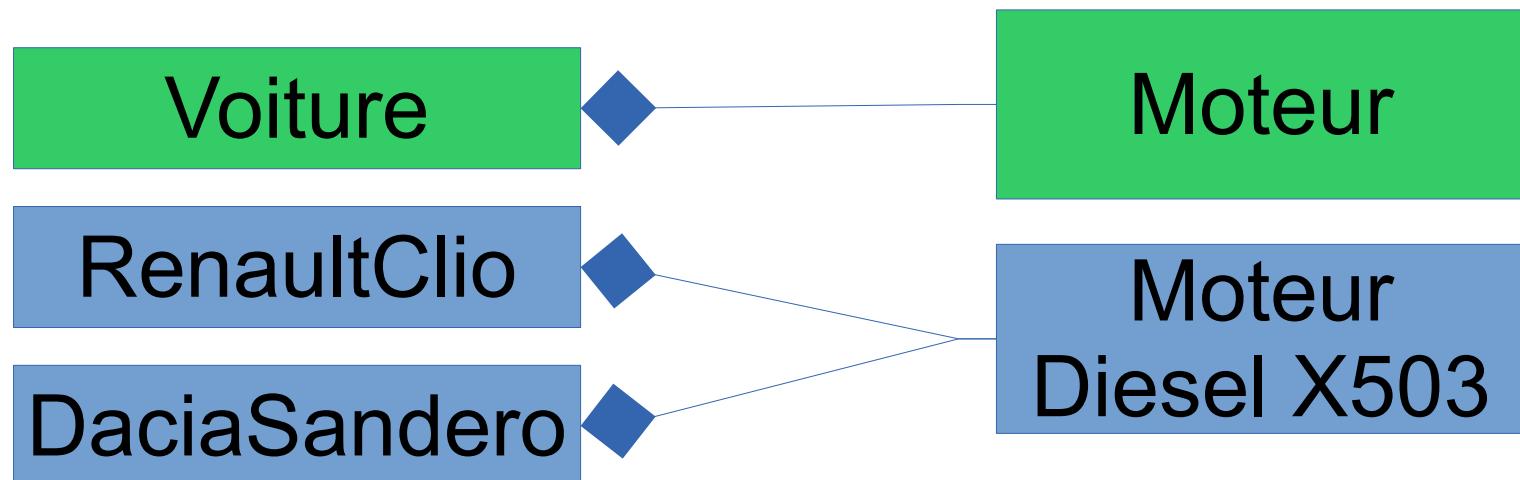
La réutilisation

- La réutilisation de code est l'un des grands avantages des langages objets
- On distingue :
 - La réutilisation de l'implémentation
 - Via la **composition** ou plus généralement **l'agrégation**
 - La réutilisation de l'interface
 - Via **l'héritage**

Ces 2 notions sont fondamentales dans l'approche objet

La réutilisation de l'implémentation (vers la composition et l'agrégation)

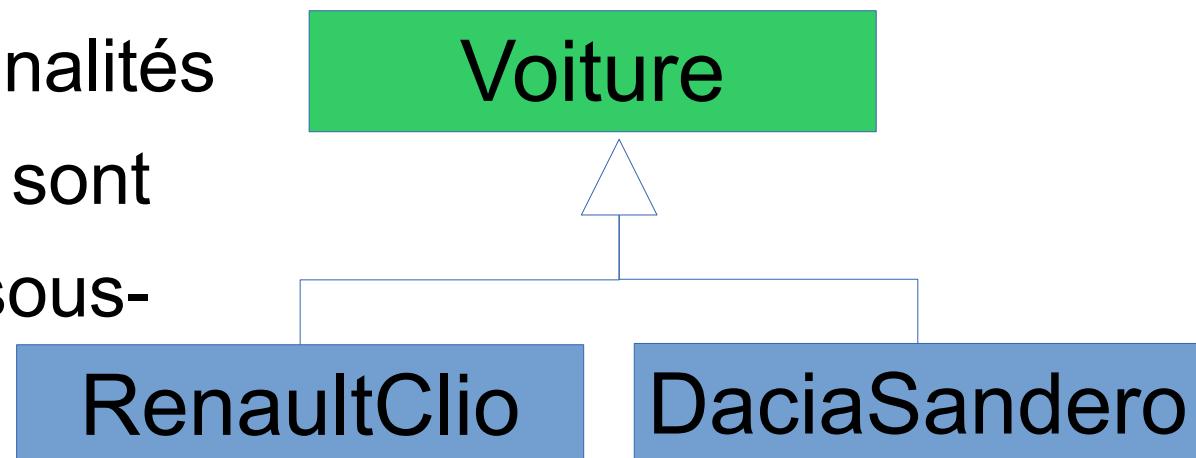
- Le plus simple moyen de réutiliser une classe est d'utiliser un objet de cette classe dans un autre objet (→ créer un objet membre)
 - EXEMPLE
 - Une voiture est composé d'un moteur
 - Un type de moteur peut être réutilisé sur plusieurs types de voitures



La réutilisation de l'interface (vers l'héritage)

- Il arrive que l'on veuille réutiliser l'interface (fonctionnalités) d'une classe dans une autre
 - Il serait dommage de faire du copier-coller de la première et de la modifier
- Le mécanisme appelé **héritage** permet de faire cela

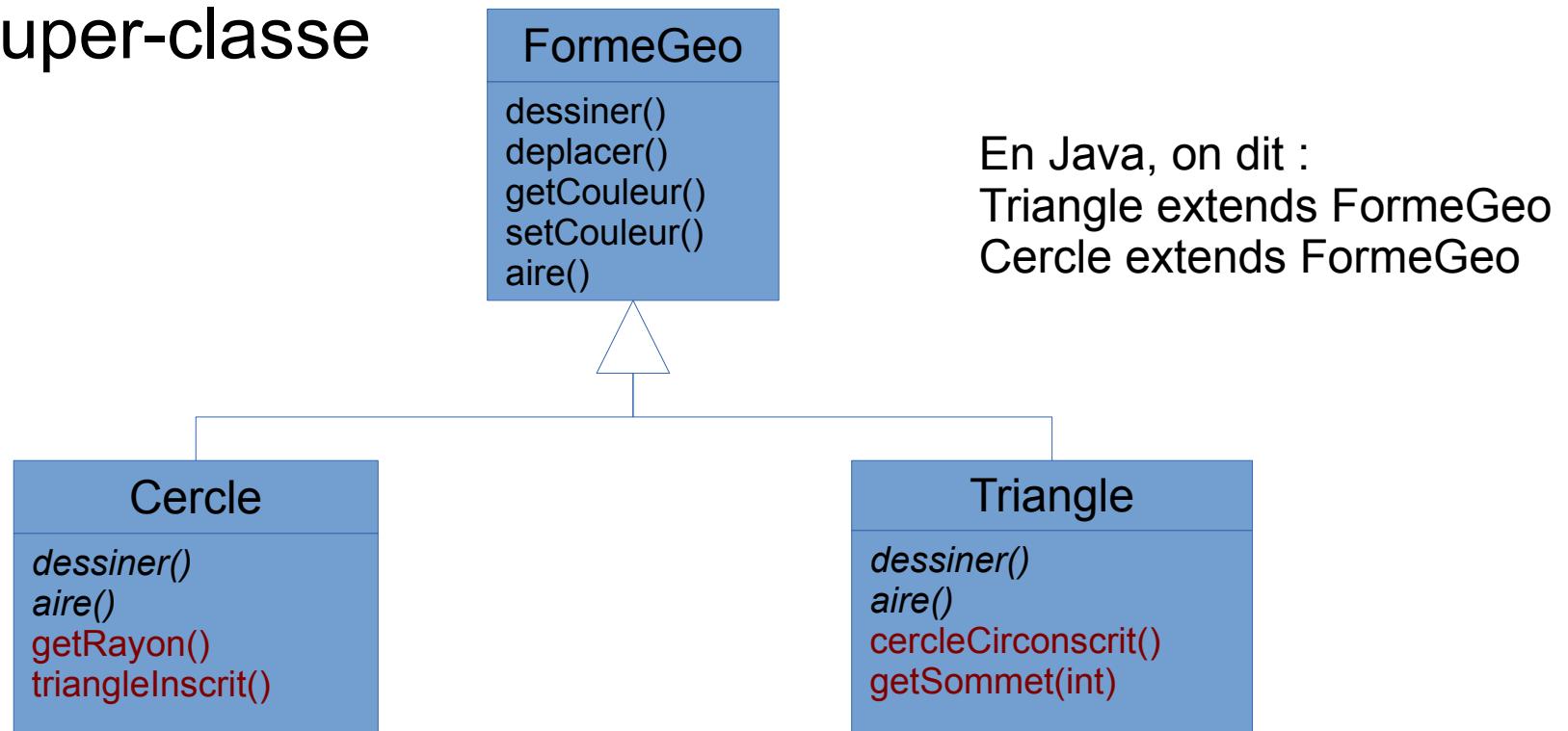
- Toutes les fonctionnalités de la super-classe sont héritées dans les sous-classes



Si l'on modifie une fonctionnalité de la super classe alors elle sera modifiée dans les sous-classes

La réutilisation de l'interface (vers l'héritage et le polymorphisme)

- Dans une sous-classe, on peut :
 - **Ajouter** des fonctionnalités (comportements)
 - **Redéfinir** des fonctionnalités par rapport à la super-classe



Le polymorphisme

- C'est le principe par lequel on peut réutiliser un programme sur n'importe quel sous-type d'un type donné
 - Exemple :

```
void dessineEtAfficheAire(FormeGeo f) {  
    f.dessine();  
    System.out.println("aire"+f.aire());  
}
```

Ce programme est générique : il fonctionnera pour n'importe quel sous-type de forme même si j'en crée un autre plus tard

Création et cycle de vie des objets

- A sa création un objet prend de la place en mémoire
 - On ne sait pas à priori quelle place va prendre un objet
 - La chaîne de caractères « Programmation Objet » prend plus de place que « Java »
- La mémoire n'est pas infinie
 - Il faut libérer la mémoire lorsqu'un objet n'est plus utilisé.
 - Comment savoir qu'un objet n'est plus utilisé ?
- Les langages de programmation utilisent différentes stratégies pour allouer et libérer la mémoire

L'allocation mémoire 1/3

- Il existe 3 stratégies d'allocation de mémoire
 - Allocation statique, dynamique sur la pile, dynamique sur le tas
- **L'allocation statique**
 - Se fait avant l'exécution (à la compilation)
 - Au lancement du programme, le système réserve tout l'espace dont le programme aura besoin
 - Il n'y a pas d'allocation de mémoire supplémentaire durant l'exécution
 - La mémoire est libérée à la fin du programme
 - *Avantage* : Rapidité, on n'a pas besoin « d'aller chercher » de la mémoire à l'exécution
 - *Inconvénient* : c'est pas très flexible, on doit connaître exactement la taille des données à mettre en mémoire.

L'allocation mémoire 2/3

- L'allocation dynamique sur la pile
 - Seulement la mémoire nécessaire à une procédure (ou fonction) est allouée lors de son exécution
 - Les variables définies dans la procédure sont
 - Allouées lors de l'entrée dans la procédure
 - Libérées (automatiquement) à la sortie

L'allocation de mémoire 3/3

- L'allocation dynamique sur le tas
 - La mémoire est allouée et désallouée au besoin au fur et à mesure du programme dans un pool de mémoire
 - C'est plus flexible
 - On n'a pas besoin de connaître a priori le nombre d'objets à créer, leur durée de vie, leur type
 - Mais c'est plus complexe et plus dangereux
 - Cela nécessite plus de ressources (et de temps pour allouer de la mémoire de manière dynamique)
 - Le programmeur doit libérer la mémoire par un objet qui n'est plus utilisé
 - Et il peut « oublier » de libérer cette mémoire (fuite) ou pire libérer la mémoire plusieurs fois
 - Il existe néanmoins des processus automatisés de libération de la mémoire appelés « ramasse miettes »

Java et l'allocation mémoire

- Java utilise principalement une allocation dynamique sur le tas pour les objets et dispose d'un ramasse-miette (Garbage Collector)
 - Le programmeur n'a pas à se soucier de la libération de la mémoire
- A chaque fois que le programmeur veut créer un objet il utilise le mot clé « new » pour allouer la mémoire

Les erreurs de programmation

- Il existe plusieurs types d'erreurs
 - Erreur de syntaxe : le programme ne peut pas être compiler / s'exécuter
 - Erreur à l'exécution : le programme s'exécute mais plante lors de l'exécution
 - Erreur sémantique : tout semble bien se passer mais le résultat n'est pas celui attendu
- Pour minimiser le risque d'erreur :
 - Les tests
 - Les fonctionnalités des langages : exceptions

Traitemen~~t~~ment des erreurs via les exceptions

- L'exécution d'un programme peut générer des « erreurs »
 - Division par 0, mémoire insuffisante, débordement d'indice, etc.
- Java fourni un mécanisme pour gérer les erreurs appelées « Exceptions »
- Une exception est un objet
 - Qui est « lancé » de l'endroit où l'erreur s'est produite
 - Et qui doit être « attrapée » et gérée par un intercepteur d'exception

Traitemen~~t~~ment des erreurs via les exceptions

- Avantages
 - Permet de faire du code plus clair
 - la gestion des exceptions est séparée du code « normal »
 - Et plus sûr
 - Les méthodes déclarent les types d'exceptions qu'elles sont susceptible de lever
 - Et lors d'un appel à cette méthode, le programmeur est obligé de traiter l'exception (et donc il ne l'oublie pas)