RAPPORT TP2 - C++

Héritage et Polymorphisme : Gestionnaire de Trajets

Binôme n° : [B3403] **Membres :** [BENCHEIKH Hamza] & [XUE Yuchen] **Date :** Décembre 2025

A. Description des Classes de l'Application

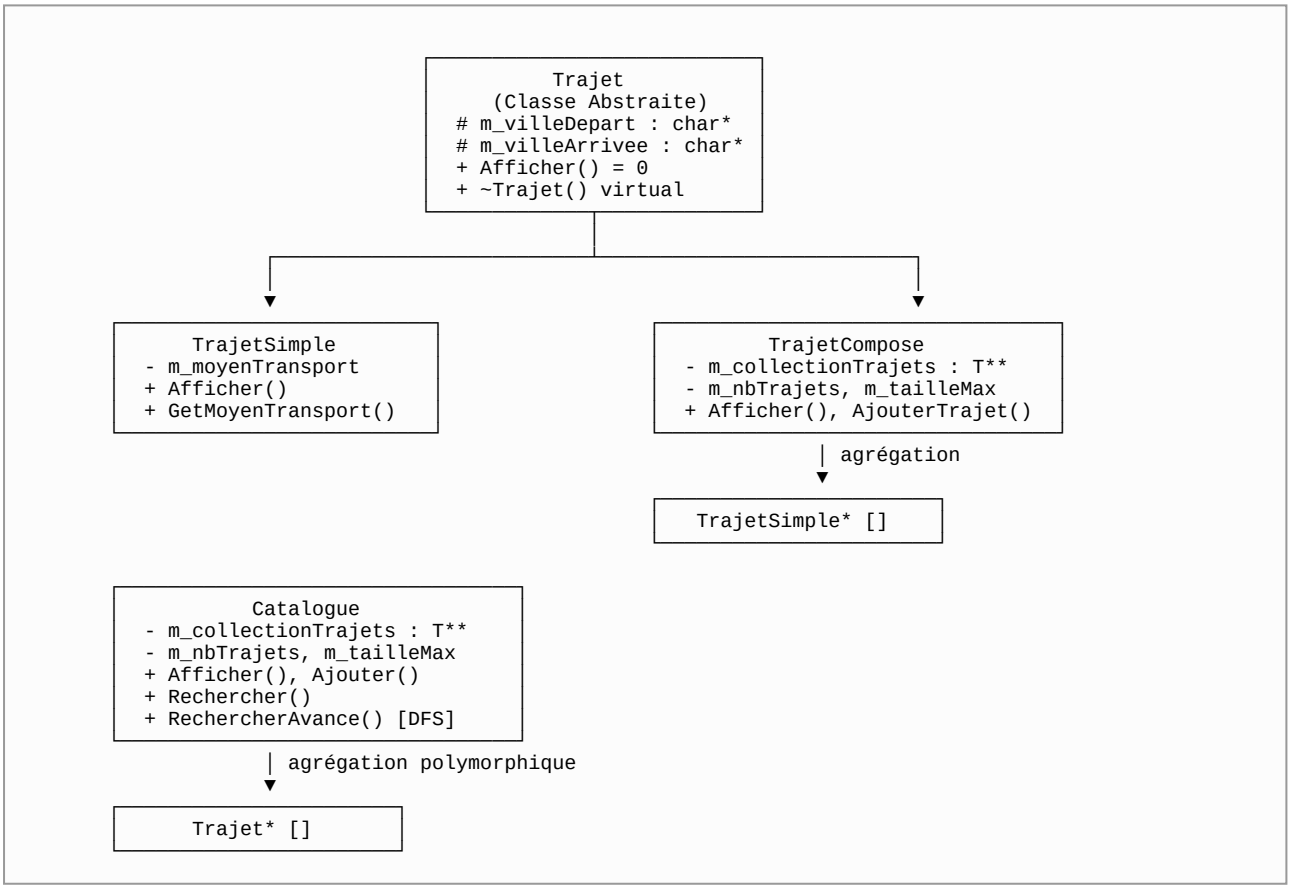
1. Architecture des Classes

- **Trajet (Abstraite) :** Interface commune avec villes départ/arrivée, méthode virtuelle pure `Afficher()`, destructeur virtuel.
- **TrajetSimple :** Hérite de Trajet. Ajoute un moyen de transport (char*).
- **TrajetCompose :** Hérite de Trajet. Agrège une collection de `TrajetSimple`.
- **Catalogue :** Gestionnaire avec tableau dynamique polymorphique de `Trajet*`.

2. Méthodes Clés

- `Catalogue::Ajouter(Trajet* t)` : Ajoute un trajet, gère la réallocation dynamique.
- `TrajetCompose::Ajouter(TrajetSimple* t)` : Ajoute une étape, vérifie la continuité.
- `Afficher()` : Méthode polymorphe pour lister le contenu.

3. Graphe d'Héritage



4. Justification de la Conception

Le choix de l'héritage permet au `Catalogue` de ne gérer qu'un seul type de donnée : `Trajet*`

Caractéristique	Trajet	TrajetSimple	TrajetCompose
Villes (Dep/Arr)	Protected	Héritées	Héritées
Moyen Transport	-	Privé (char*)	-
Conteneur Enfants	-	-	Tableau Dyn.
Cycle de vie	Virtual Destructor	Destructor	Deep Destructor

B. Structure de Données et Mémoire

Cette partie illustre la gestion mémoire pour le jeu d'essai "Catalogue C" demandé.

> **Jeu d'essai C :**
> 1. **TS1** : Lyon → Bordeaux (Train)
> 2. **TC2** : [Lyon → Marseille (Bateau)] + [Marseille → Paris (Avion)]
> 3. **TS3** : Lyon → Paris (Auto)

Le schéma ci-dessous détaille le **Tas (Heap)**. Il met en évidence :

1. Le tableau principal de pointeurs `Trajet**` dans le Catalogue.
2. Les objets concrets (TS1, TC2, TS3) avec leur pointeur virtuel (`vptr`).
3. L'agrégation interne au Trajet Composé (TC2 possède son propre tableau dynamique).

1. Structure du Catalogue

Le Catalogue utilise un tableau dynamique de pointeurs `Trajet**`. Chaque case pointe vers un objet concret (`TrajetSimple` ou `TrajetCompose`). Le polymorphisme permet d'appeler la bonne méthode `Afficher()` selon le type réel de l'objet.

2. Gestion des Chaînes de Caractères

Chaque attribut de type chaîne (`m_villeDepart`, `m_villeArrivee`, `m_moyenTransport`) est un pointeur `char*` vers un bloc mémoire alloué séparément sur le tas. La taille de chaque bloc correspond à `strlen(chaine) + 1` pour inclure le caractère nul `'\0'`.

3. Pointeur Virtuel (vptr)

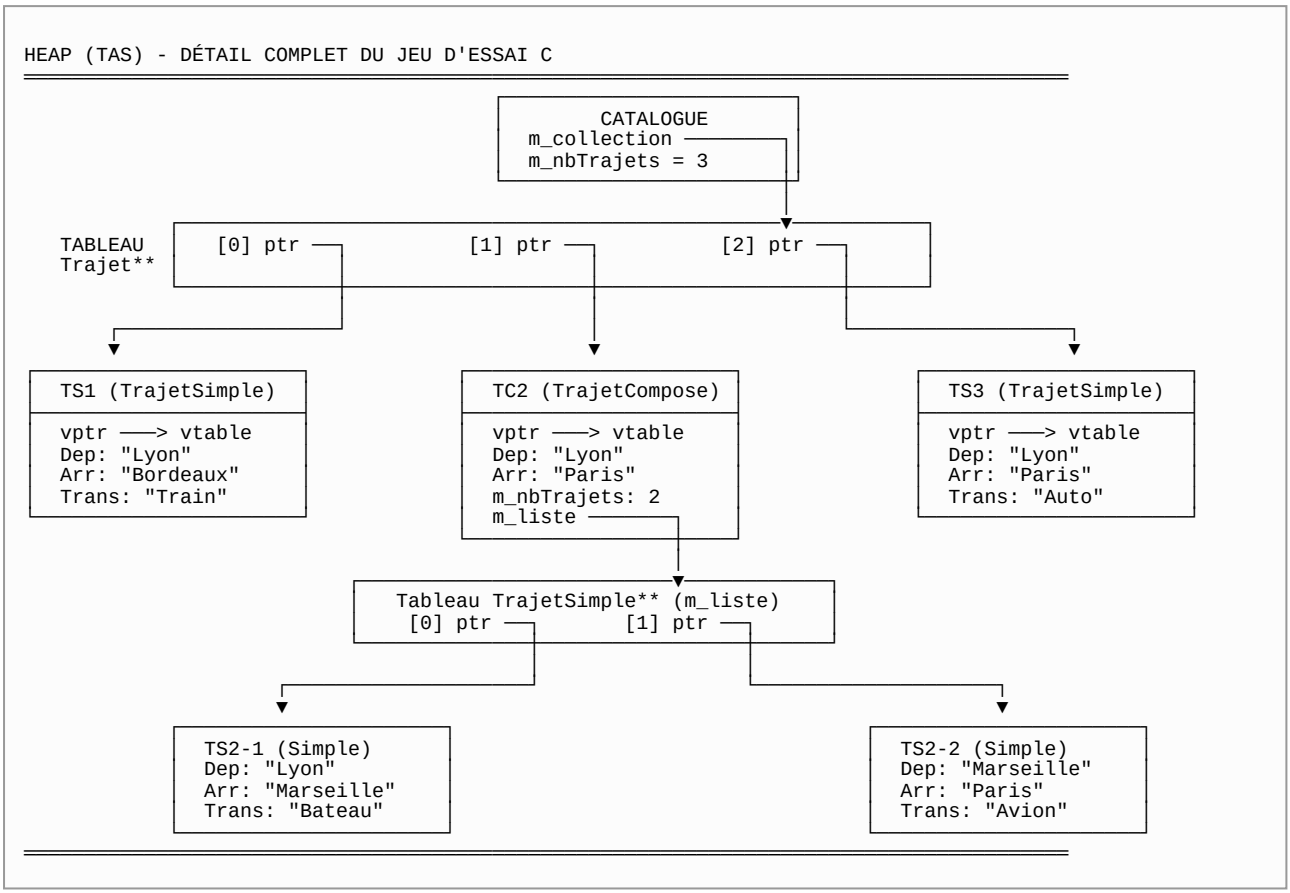
Chaque objet polymorphe contient un pointeur caché (`vptr`) vers sa table de fonctions virtuelles (`vtable`). C'est ce mécanisme qui permet au compilateur de résoudre les appels de méthodes virtuelles à l'exécution (late binding).

4. Agrégation dans TrajetCompose

Un `TrajetCompose` contient son propre tableau dynamique de `TrajetSimple**`. Les villes de départ et d'arrivée du composé sont calculées dynamiquement : départ = premier sous-trajet, arrivée = dernier sous-trajet.

Représentation Mémoire Détaillée

Voici la vue précise des blocs mémoire alloués sur le tas (Heap) :



C. Problèmes Rencontrés et Améliorations

1. Gestion de la Mémoire

Destructeur Virtuel : La classe `Trajet` déclare un destructeur `virtual`. Sans cela, `delete trajet*` n'appellerait que le destructeur de base, causant des fuites mémoire.

Destruction Profonde : Le destructeur du `Catalogue` et de `TrajetCompose` parcourt le tableau et appelle `delete` sur chaque élément avant de libérer le tableau.

2. Copie Profonde (Deep Copy)

La copie par défaut est superficielle : elle copie les adresses, pas les données. Nous avons donc redéfini le constructeur de copie et l'opérateur d'affectation pour `TrajetSimple` (et `TrajetCompose`) afin de réallouer chaque `char*` et de recopier les chaînes avec `strcpy`, en respectant la règle des trois.

3. Bug d'Entrée / Affichage

Un bug d'affichage (inversion paramètres) a été corrigé. De plus, l'interdiction de `getline` impose l'usage de `cin >>` : les villes composées doivent utiliser un underscore (ex: `Le_Havre`) car l'espace coupe la saisie.

4. Constante MAP et Valgrind

La constante `MAP` entoure des messages de trace dans tous les constructeurs/destructeurs. En compilant avec `-DMAP`, nous avons suivi la création et la destruction de chaque objet, puis vérifié l'absence de fuites mémoire avec `valgrind` (résultat : "All heap blocks were freed -- no leaks are possible").

5. Recherche Avancée par DFS

La recherche avancée utilise un DFS récursif avec backtracking pour explorer toutes les combinaisons de trajets. Complexité exponentielle, mais adaptée à la taille du catalogue.

6. Axes d'Amélioration

Problème	Solution Proposée
Gestion manuelle new/delete	Utiliser `std::unique_ptr` ou `std::shared_ptr` pour fiabiliser la gestion mémoire.
Tableaux C (`Trajet**`)	Remplacer par `std::vector<Trajet*>` ou `std::vector<std::unique_ptr<Trajet>>`.
Chaînes char*	Utiliser `std::string` pour simplifier la copie et éviter les erreurs de taille.
Saisie avec `cin >>`	Le consigne interdit `getline`, donc les villes multi-mots nécessitent `_`. Avec `getline`, on pourrait saisir "Le Havre" directement.
DFS sans mémorisation	Ajouter un cache/mémoïsation, pré-filtrer les trajets par ville, ou utiliser Dijkstra/A* pour les chemins optimaux.
Pas de persistance	Sérialiser le catalogue dans un fichier texte ou binaire pour sauvegarder/recharger les trajets.

Annexe : Manuel d'Utilisation

1. Compilation et Exécution

Le fichier `makefile` fourni permet de gérer le cycle de vie du projet.

```
$ make            # Compile et crée l'exécutable 'trajets'
$ ./trajets       # Lance l'application
$ make clean      # Supprime les fichiers objets et l'exécutable
$ make CXXFLAGS="-DMAP"   # Compile avec traces de débogage
```

2. Guide du Menu

L'interface utilisateur en ligne de commande propose les options suivantes :

Option	Description
1	**Ajout Trajet Simple :** Vous serez invité à saisir la ville de départ, d'arrivée et le moyen de transport.
2	**Ajout Trajet Composé :** Mode interactif. Ajoutez des trajets simples successivement. Le système valide que (Arrivée N = Départ N+1). Tapez '0' pour valider le composé.
3	**Afficher :** Affiche le contenu actuel du catalogue avec un ID pour chaque trajet.
4	**Recherche Simple :** Affiche les trajets (simples ou composés) qui relient exactement Ville A à Ville B.
5	**Recherche Avancée :** (Bonus) Tente de combiner des trajets existants dans le catalogue pour créer un nouvel itinéraire.
0	**Quitter :** Appelle les destructeurs et libère toute la mémoire.