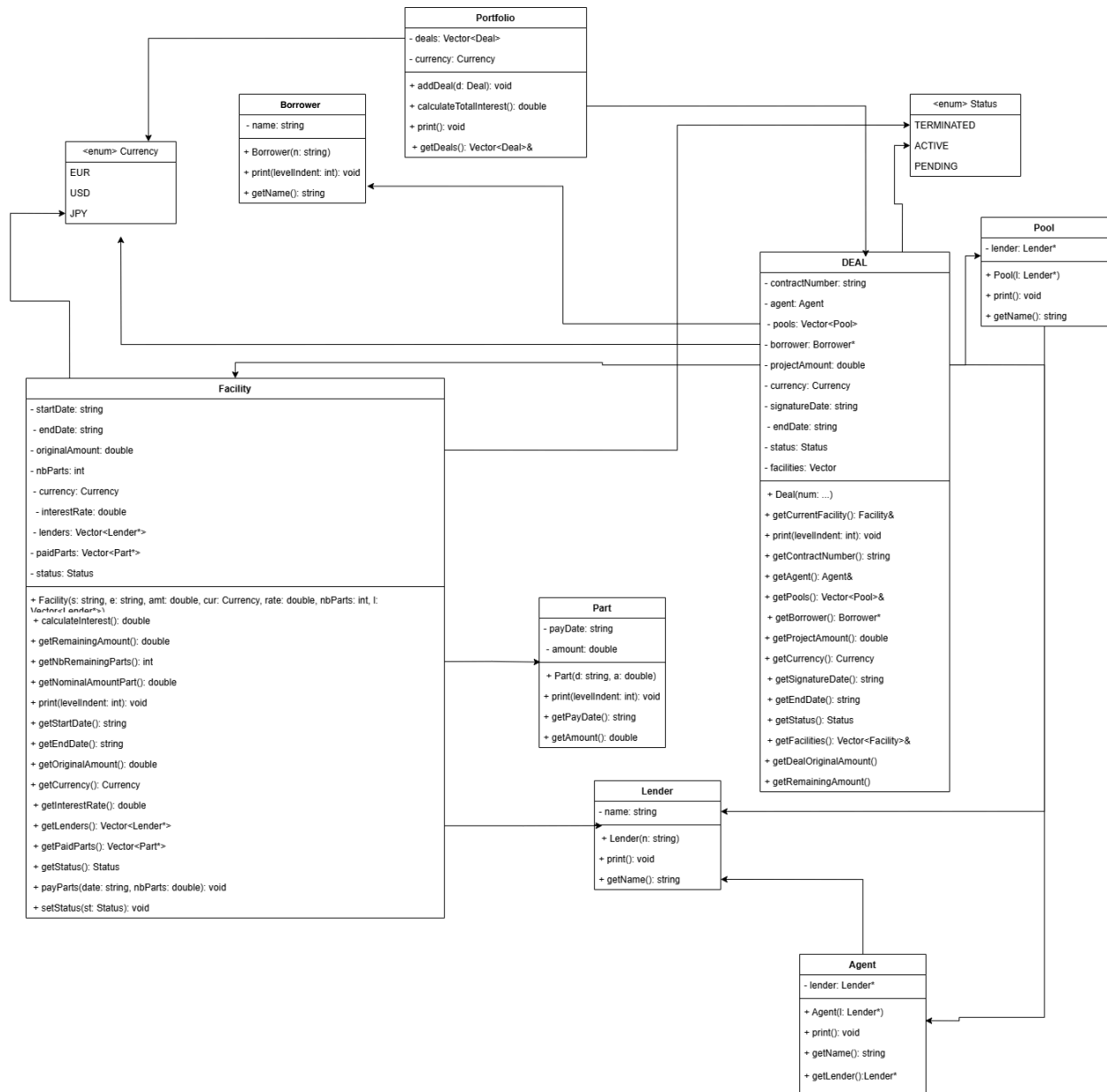


Financement Structuré Projet

Architecture du projet

Diagramme de classes



Au lieu de faire hériter **Agent** et **Pool** de **Lender** (solution a priori logique), nous avons simplement ajouté un attribut **lender** dans chacune de ces classes, pour pouvoir réutiliser les instances de **Lender** déjà créées dans le cadre d'un **Deal** et éviter toute duplication inutile en

mémoire.

Si **Agent** et **Pool** avaient dérivé de **Lender**, il aurait été difficile de ré-employer les mêmes objets.

Nous utilisons largement **pointeurs et références** plutôt que le passage par valeur afin d'optimiser les performances et de limiter les copies coûteuses.

Structure du projet



▼ src	
Agent.cpp	U
Agent.hh	U
Borrower.cpp	U
Borrower.hh	U
Currency.hh	U
Deal.cpp	U
Deal.hh	U
Facility.cpp	U
Facility.hh	U
Lender.cpp	U
Lender.hh	U
main.cpp	U
Part.cpp	U
Part.hh	U
Pool.cpp	U
Pool.hh	U
Portfolio.cpp	U
Portfolio.hh	U
Status.hh	U
utils.cpp	U
utils.hh	U

Chaque classe est séparée en deux fichiers :

- un **header** (.hh) pour les déclarations ;

- un **fichier** .cpp pour les implémentations.

Cette organisation améliore la lisibilité, la modularité et les temps de compilation

Points remarquables

Gestion des exceptions

De nombreuses vérifications rigoureuses protègent le programme. Aucune donnée « anormale » ne peut passer.

```
void Deal::payParts(const std::string &date, double nbParts)
{
    if (!isValidDateFormat(date))
    {
        std::cerr << "Invalid date format. Expected YYYY-MM-DD." << std::endl;
        throw std::runtime_error("Invalid date format");
    }
    if (nbParts <= 0)
    {
        std::cerr << "Number of parts to pay must be greater than zero." << std::endl;
        throw std::runtime_error("Invalid number of parts");
    }
    if (getNbRemainingFacilities() == 0)
    {
        std::cerr << "No remaining facilities to pay parts." << std::endl;
        throw std::runtime_error("No remaining facilities");
    }
    if (status != Status::ACTIVE)
    {
        std::cerr << "Deal is not active. Cannot pay parts." << std::endl;
        throw std::runtime_error("Deal is not active");
    }
    Facility &currentFacility = getCurrentFacility();
    if (nbParts > currentFacility.getNbRemainingParts())
    {
        std::cerr << "Cannot pay more parts than remaining in the current facility." << std::endl;
        throw std::runtime_error("Not enough remaining parts");
    }
    if (dateStringToInt(date) < dateStringToInt(currentFacility.getStartDate()) ||
        dateStringToInt(date) > dateStringToInt(currentFacility.getEndDate()))
    {
        std::cerr << "Payment date must be within the facility's start and end dates." << std::endl;
        throw std::runtime_error("Invalid payment date");
    }
    if (currentFacility.getStatus() == Status::TERMINATED)
    {
        std::cerr << "Cannot pay parts for a terminated facility." << std::endl;
        throw std::runtime_error("Facility is terminated");
    }
}
```

```
Deal::Deal(const std::string &num, Agent ag,
           const std::vector<Pool> &p, Borrower *b, Currency cur,
           const std::string &sig, const std::string &end,
           const std::vector<Facility> &fac)
: contractNumber(num), agent(ag), pools(p), borrower(b),
  currency(cur), signatureDate(sig),
  endDate(end), facilities(fac)
{
    if (!isValidDateFormat(signatureDate))
    {
        throw std::runtime_error("Signature date format is invalid. Expected YYYY-MM-DD.");
    }
    if (!isValidDateFormat(endDate))
    {
        throw std::runtime_error("End date format is invalid. Expected YYYY-MM-DD.");
    }
    for (const Facility &facility : facilities)
    {
        if (dateStringToInt(facility.getStartDate()) > dateStringToInt(facility.getEndDate()))
        {
            throw std::runtime_error("Facility start date cannot be after end date");
        }
        if (facility.getOriginalAmount() <= 0)
        {
            throw std::runtime_error("Facility amount must be greater than zero");
        }
        if (facility.getNbParts() <= 0)
        {
            throw std::runtime_error("Facility must have at least one part");
        }
    }
}
```

Multidevise et conversions

Les classes concernées par les devises sont **Portfolio**, **Deal**, **Facility** et **Part** : chaque instance ne possède **qu'une seule devise**.

Lorsqu'on calcule la valeur totale d'un **Portfolio** libellé en devise A, contenant plusieurs **Deals** en devise B, on commence par **convertir tous les montants des Deals en devise A** ; on peut alors agréger ces montants pour obtenir la valeur totale du portfolio dans la même devise.

La **même logique** s'applique du niveau **Facility** vers le **Deal**: avant toute agrégation, les valeurs des facilities sont d'abord converties dans la devise du deal

Logique de Portfolio, Deal, Facility et Part

- Un **Lender** ne possède qu'un **seul Portfolio**, et chaque **Portfolio** appartient à un seul Lender.
- Un **Portfolio** peut contenir **plusieurs Deals**, c'est-à-dire tous ceux auxquels le Lender a pris part (comme **Agent** ou **Pool**).
- Un **Deal** regroupe plusieurs **Facilities**, chacune ayant sa propre devise, son taux d'intérêt mensuel, sa période, etc.
 - Les **Facilities** sont **ordonnées chronologiquement** ; le Borrower rembourse toujours la première avant de passer à la suivante.
 - Les plus anciennes apparaissent donc en tête de liste.
- Une **Facility** est divisée en un nombre fixe de **parts** égales ; cet effectif est stocké dans l'attribut **nbParts**.
 - La **valeur nominale** d'une part correspond à : $\text{montantFacility} \div \text{nbParts}$.
 - Lorsqu'un Borrower rembourse un **Facility/Deal**, il indique le **nombre de parts** à régler. Ces parts sont ajoutées à la liste **paidParts** de la **Facility**.
 - Chaque **Part** enregistre la devise de la **Facility**, le montant nominal et la date de paiement.
- Règle de statut :
 - À la création, toutes les **Facilities** sont **PENDING**, **sauf** la première, marquée **ACTIVE**.
 - Quand une **Facility** est totalement remboursée, elle passe à **TERMINATED** et la suivante devient automatiquement **ACTIVE**.
 - Tant qu'au moins une **Facility** est **PENDING** ou **ACTIVE**, le **Deal** reste **ACTIVE**. Une fois **toutes** terminées, le **Deal** passe à **TERMINATED**.
- Chaque **Facility** référence la liste des **Lenders participants** ; ceux-ci se partagent proportionnellement les intérêts de la **Facility**.
 - Dans **calculateTotalInterest** d'un **Portfolio**, on ne comptabilise que les **Facilities** où le Lender intervient, et sa part d'intérêt est divisée par le nombre de Lenders présents sur la même **Facility**.

```
totalInterest += exchange(facility.calculateInterest() / lenders.size(), facility.getCurrency(), currency);
```

- Calcul des intérêts d'une **Facility** :

L'intérêt d'une Facility est calculé comme suite: sa valeur fois taux d'intérêt mensuel fois nombre de mois entre début et fin

```
double Facility::calculateInterest() const
{
    return originalAmount * interestRate * roughMonthsBetween(startDate, endDate);
}
```

Commande ligne interactive

Compilation (sous Windows) :

cd src

```
g++ Agent.cpp Borrower.cpp Lender.cpp Pool.cpp Facility.cpp Deal.cpp \
    Part.cpp utils.cpp Portfolio.cpp main.cpp -o main
./main
```

Nous avons développé l'application sous la forme d'une **interface en ligne de commande interactive** ; elle permet :

- de consulter la liste des *Lenders* avec leur portefeuille ;
- d'afficher les *Borrowers* ainsi que les deals qu'ils doivent rembourser ;
- de lister tous les deals ;
- et, enfin, d'autoriser les Borrowers à rembourser leurs deals directement depuis le menu.

```
Menu:
1. Get Informations
2. Pay Debts
3. Create Deal (not implemented yet)
Choose an option: █
```

```
1. Get Informations
2. Pay Debts
3. Create Deal (not implemented yet)
Choose an option: 1
Get Informations:
1. Borrowers
2. Lenders
3. Deals
0. Return
Choose an option: █
```

```
0. Return
Choose an option: 1
Borrowers:
1. Air France
2. Lufthansa
3. British Airways
0. Return
Choose an option: █
```

```
0. Return
Choose an option: 1
Deals of the borrower:
1. D12345
0. Return
Choose an option: █
```

0. Return		
Choose an option: 1		
Selected Borrower: Air France		
Selected Deal: D12345		
-----+		
Field	Value	
-----+		
Contract Number	D12345	
Agent	BNP Paribas	
Borrower	Air France	
Original Amount	962500.00 EUR	
Signature Date	2023-01-01	
End Date	2025-01-01	
Status	ACTIVE	
Remaining Amount	962500.00 EUR	
Total Interest	522000.00 EUR	
-----+		
Pools involved:		
Societe Generale		
JPMorgan Chase		
Facilities involved:		
----- Facility 1 Summary -----+		
Field	Value	
-----+		
Start Date	2023-01-01	
End Date	2024-01-01	
Original Amount	500000.000000 EUR	
Interest Rate	5.000000%	
Nb Parts	10	
Remaining Parts	10	
Nominal/Part	50000.00 EUR	
Remaining Amount	500000.00 EUR	
Status	ACTIVE	
Nb Periods	12	
Interest	300000.00 EUR	
-----+		
----- Lenders -----+		
#	Lender Name	
-----+		
1	BNP Paribas	
2	Societe Generale	
-----+		
----- Facility 2 Summary -----+		
Field	Value	
-----+		
Start Date	2024-06-01	
End Date	2025-06-01	
Original Amount	500000.000000 USD	
Interest Rate	4.000000%	
Nb Parts	10	
Remaining Parts	10	
Nominal/Part	50000.00 USD	
Remaining Amount	500000.00 USD	
Status	PENDING	
Nb Periods	12	

Original amount of the Deal: 962500 Eur

= 500000 EUR (Original amount Facility 1) + 500000 USD (original amount Facility 2)

= 500000 eEUR ur + 500000*0.925 EUR = 962500 Eur

Total interest of the Deal: 522000 EUR

= Total Interest Facility 1 + Total Interest Facility 2

= 500000 EUR (Original amount Facility 1) * 5% * 12 (Number of periods Facility 1)

+ 500000*0.925 (original amount Facility 2 in EUR) * 4%*12 (Number of periods Facility 2)

= 522000 EUR

```
{ {EUR, USD}, 1.08 },
{ {USD, EUR}, 0.925 },
```

```
3. British Airways
0. Return
Choose an option: 0
Get Informations:
1. Borrowers
2. Lenders
3. Deals
0. Return
Choose an option: 2
Lenders:
1. BNP Paribas
2. Societe Generale
3. JPMorgan Chase
0. Return
Choose an option: 1
Lender: BNP Paribas
Portfolio of Lender: BNP Paribas
Currency: EUR
Number of Deals: 3
Number of Active Deals: 3
Total Interest: 525042.70 EUR
Total Original Value: 900610.00 EUR
Total Remaining Value: 900610.00 EUR
Lenders:
1. BNP Paribas
2. Societe Generale
3. JPMorgan Chase
0. Return
Choose an option: 
```

```
0. Return
Choose an option: 3
Deals:
1. D12345
2. D67890
3. D11223
0. Return
```

```
1. Get Informations
2. Pay Debts
3. Create Deal (not implemented yet)
Choose an option: 2
Choose borrower to pay debt:
1. Air France
2. Lufthansa
3. British Airways
0. Return
Choose an option: 
```

Choose borrower to pay debt:

1. Air France
2. Lufthansa
3. British Airways
0. Return

Choose an option: 3

Selected Borrower: British Airways

Current Deal(s) of the borrower:

1. D11223
0. Return

Choose an option: 1

Selected Deal: D11223

Field	Value
Contract Number	D11223
Agent	JPMorgan Chase
Borrower	British Airways
Original Amount	116200000.00 JPY
Signature Date	2023-03-01
End Date	2025-03-01
Status	ACTIVE
Remaining Amount	116200000.00 JPY
Total Interest	69888000.00 JPY

Pools involved:

BNP Paribas

Societe Generale

Facilities involved:

Facility 1 Summary	
Field	Value
Start Date	2023-03-01
End Date	2024-03-01
Original Amount	700000.000000 JPY
Interest Rate	7.000000%
Nb Parts	10
Remaining Parts	10
Nominal/Part	70000.00 JPY
Remaining Amount	700000.00 JPY
Status	ACTIVE
Nb Periods	12
Interest	588000.00 JPY

----- Lenders -----


```

+----- Lenders -----+
| # | Lender Name |
+-----+
| 1 | JPMorgan Chase |
+-----+

+----- Facility 2 Summary -----+
| Field | Value |
+-----+
| Start Date | 2024-08-01 |
| End Date | 2025-08-01 |
| Original Amount | 700000.000000 EUR |
| Interest Rate | 5.000000% |
| Nb Parts | 10 |
| Remaining Parts | 10 |
| Nominal/Part | 70000.00 EUR |
| Remaining Amount | 700000.00 EUR |
| Status | PENDING |
| Nb Periods | 12 |
| Interest | 420000.00 EUR |
+-----+

+----- Lenders -----+
| # | Lender Name |
+-----+
| 1 | BNP Paribas |
| 2 | Societe Generale |
+-----+

Enter date (YYYY-MM-DD). Enter 0 to return:

```

```

+----- Lenders -----+
| # | Lender Name |
+-----+
| 1 | BNP Paribas |
| 2 | Societe Generale |
+-----+

Enter date (YYYY-MM-DD). Enter 0 to return:
2023-12-01
Enter number of parts to pay. Enter 0 to return: 10
Facility 2023-03-01 to 2024-03-01 has been fully paid and is now terminated.
Payment successful.
Facility from 2023-03-01 to 2024-03-01 (Status: TERMINATED)
Paid Parts:
Date: 2023-12-01
Number of Parts: 10
Nominal Amount: 70000.00 JPY
Facility from 2024-08-01 to 2025-08-01 (Status: ACTIVE)
No paid parts.
Choose borrower to pay debt:
1. Air France
2. Lufthansa
3. British Airways
0. Return
Choose an option:

```

```
0. Return
Choose an option: 3
Selected Borrower: British Airways
Current Deal(s) of the borrower:
1. D11223
0. Return
Choose an option: 1
Selected Deal: D11223

+-----+-----+
| Field          | Value          |
+-----+-----+
| Contract Number | D11223         |
| Agent           | JPMorgan Chase |
| Borrower        | British Airways |
| Original Amount  | 116200000.00 JPY |
| Signature Date   | 2023-03-01     |
| End Date        | 2025-03-01     |
| Status          | ACTIVE         |
| Remaining Amount | 115500000.00 JPY |
| Total Interest   | 69888000.00 JPY |
+-----+-----+

Pools involved:
BNP Paribas
Societe Generale
Facilities involved:

+-----+-----+ Facility 1 Summary -----+
| Field          | Value          |
+-----+-----+
| Start Date     | 2023-03-01     |
| End Date       | 2024-03-01     |
| Original Amount | 700000.000000 JPY |
| Interest Rate   | 7.000000%      |
| Nb Parts       | 10             |
| Remaining Parts | 0              |
| Nominal/Part    | 70000.00 JPY   |
| Remaining Amount | 0.00 JPY      |
| Status         | TERMINATED    |
| Nb Periods     | 12             |
| Interest       | 588000.00 JPY  |
+-----+-----+

+-----+-----+ Lenders -----+
| # | Lender Name |
+-----+-----+
| 1 | JPMorgan Chase |
+-----+-----+
```

```
+-----+-----+ Facility 2 Summary -----+
| Field          | Value          |
+-----+-----+
| Start Date     | 2024-08-01     |
| End Date       | 2025-08-01     |
| Original Amount | 700000.000000 EUR |
| Interest Rate   | 5.000000%      |
| Nb Parts       | 10             |
| Remaining Parts | 10             |
| Nominal/Part    | 70000.00 EUR   |
| Remaining Amount | 700000.00 EUR  |
| Status         | ACTIVE         |
| Nb Periods     | 12             |
| Interest       | 420000.00 EUR  |
+-----+-----+
```

Une fois que toutes les parts de la première Facility ont été réglées, celle-ci passe à l'état **TERMINATED** et la deuxième Facility devient automatiquement **ACTIVE**.

```
+----- Lenders -----+
| # | Lender Name |
+---+-----+
| 1 | BNP Paribas |
| 2 | Societe Generale |
+---+-----+
Enter date (YYYY-MM-DD). Enter 0 to return:
2024-12-01
Enter number of parts to pay. Enter 0 to return: 12
Cannot pay more parts than remaining in the current facility.
Error: Not enough remaining parts
Selected Deal: D11223
```

Une erreur est déclenchée si l'on essaie de payer plus de parts qu'il n'en reste pour une Facility.

```
+-----+
Enter date (YYYY-MM-DD). Enter 0 to return:
2024-12-01
Enter number of parts to pay. Enter 0 to return: 10
Facility 2024-08-01 to 2025-08-01 has been fully paid and is now terminated.
All facilities have been paid. Deal is now terminated.
Payment successful.
Facility from 2023-03-01 to 2024-03-01 (Status: TERMINATED)
Paid Parts:
Date: 2023-12-01
Number of Parts: 10
Nominal Amount: 70000.00 JPY
Facility from 2024-08-01 to 2025-08-01 (Status: TERMINATED)
Paid Parts:
Date: 2024-12-01
Number of Parts: 10
Nominal Amount: 70000.00 EUR
Choose borrower to pay debt:
1. Air France
2. Lufthansa
```

```
Menu:
1. Get Informations
2. Pay Debts
3. Create Deal (not implemented yet)
Choose an option: 1
Get Informations:
1. Borrowers
2. Lenders
3. Deals
0. Return
Choose an option: 3
Deals:
1. D12345
2. D67890
3. D11223
0. Return
Choose an option: 3
+-----+
| Field                | Value                |
+-----+
| Contract Number     | D11223               |
| Agent                | JPMorgan Chase       |
| Borrower             | British Airways      |
| Original Amount      | 116200000.00 JPY     |
| Signature Date       | 2023-03-01           |
| End Date             | 2023-03-01           |
| Status               | TERMINATED         |
| Remaining Amount     | 0.00 JPY             |
| Total Interest       | 69888000.00 JPY     |
+-----+
Pools involved:
  BNP Paribas
  Societe Generale
Facilities involved:
```

Après avoir remboursé intégralement les deux Facilities du Deal **D11223**, le statut du Deal passe à **TERMINATED** et le montant restant est de 0.

```

Choose an option: 2
Lenders:
1. BNP Paribas
2. Societe Generale
3. JPMorgan Chase
0. Return
Choose an option: 1
Lender: BNP Paribas
Portfolio of Lender: BNP Paribas
  Currency: EUR
  Number of Deals: 3
  Number of Active Deals: 2
  Total Interest: 525042.70 EUR
  Total Original Value: 900610.00 EUR
  Total Remaining Value: 550610.00 EUR
Lenders:

```

On constate que la valeur nominale totale du portefeuille de BNP Paribas s'élève à 900 610 EUR

Facility 1 Summary		
Field	Value	
Start Date	2023-01-01	
End Date	2024-01-01	
Original Amount	500000.000000 EUR	
Interest Rate	5.000000%	
Nb Parts	10	
Remaining Parts	10	
Nominal/Part	50000.00 EUR	
Remaining Amount	500000.00 EUR	
Status	ACTIVE	
Nb Periods	12	
Interest	300000.00 EUR	

Lenders		
#	Lender Name	
1	BNP Paribas	
2	Societe Generale	

Facility 2 Summary		
Field	Value	
Start Date	2024-01-01	
End Date	2024-12-01	
Original Amount	300000.000000 EUR	
Interest Rate	5.000000%	
Nb Parts	10	
Remaining Parts	10	
Nominal/Part	30000.00 EUR	
Remaining Amount	300000.00 EUR	
Status	PENDING	
Nb Periods	11	
Interest	165000.00 EUR	

Lenders		
#	Lender Name	
1	BNP Paribas	

Facility 3 Summary		
Field	Value	
Start Date	2025-01-01	
End Date	2025-02-01	
Original Amount	300000.000000 JPY	
Interest Rate	7.000000%	
Nb Parts	10	
Remaining Parts	10	
Nominal/Part	30000.00 JPY	
Remaining Amount	300000.00 JPY	
Status	PENDING	
Nb Periods	1	
Interest	21000.00 JPY	

Lenders		
#	Lender Name	
1	Societe Generale	
2	JPMorgan Chase	
3	BNP Paribas	

Facility 2 Summary		
Field	Value	
Start Date	2024-08-01	
End Date	2025-08-01	
Original Amount	700000.000000 EUR	
Interest Rate	5.000000%	
Nb Parts	10	
Remaining Parts	0	
Nominal/Part	70000.00 EUR	
Remaining Amount	0.00 EUR	
Status	TERMINATED	
Nb Periods	12	
Interest	420000.00 EUR	

Lenders		
#	Lender Name	
1	BNP Paribas	
2	Societe Generale	

$$900610 \text{ EUR} = 500000/2 + 300000 + 300000/3 \cdot 0.0061 + 700000/2 = 900610 \text{ EUR}$$

```
{ {EUR, JPY}, 165.0 },  
{ {JPY, EUR}, 0.0061 },  
{ {USD, JPY}, 152.0 }
```

Difficultés rencontrées

Les concepts de pointeurs et d'adresses en C++ se sont révélés particulièrement ardu ; nous avons passé beaucoup de temps à corriger les erreurs qui en découlaient, en plus de consulter maints documents et tutoriels.

Nous avons également été longuement bloqués à l'étape de la compilation : de multiples erreurs apparaissaient. Au départ, nous pensions qu'elles provenaient du découpage en fichiers `.cpp` et `.hh`, si bien que nous avons tenté de tout regrouper dans un unique `main.cpp`, sans succès. Nous avons finalement découvert que la commande de compilation était incomplète : elle doit mentionner tous les fichiers `.cpp` (y compris `main.cpp`). Il faut, en outre, vérifier attentivement les `#include` et s'assurer que toutes les bibliothèques et tous les headers nécessaires sont bien importées.