Programmation Orientée Objet : Héritage multiple

Jean-Cédric Chappelier

Laboratoire d'Intelligence Artificielle
Faculté I&C

EPFL

Organisation du travail (semestre)

		MOOC	déc.	cours 1 h Jeudi 8-9	exercices 2 h Jeudi 9-11
1	22.02.24		0	Intro + compil. séparée	
2	29.02.24	1. Intro POO	0	Intro POO	
3	07.03.24	2. Constructeurs/Des	0	Constructeurs	
4	14.03.24	3. Surcharge des opé	0	Surcharge	
5	21.03.24	4. Héritage	0	Héritage	
6	28.03.24	5. Polymorphisme	0	Polymorphisme 1	
-	11.04.24		-	vacances Pâques	
7	04.04.24		1	Polymorphisme 2 / Collections hétérogènes	
8	18.04.24		-	-	Série notée
9	25.04.24	6. Héritage multiple	2	Héritage multiple	
10	02.05.24	(7. Etude de cas)	-	Templates	
12	16.05.24		-	(Ascension)	
11	09.05.24		-	Structure de données abstraites ; Bibliothèques	
13	23.05.24	(7. Etude de cas)	-	Bibliothèques (fin) + Révisions	
14	30.05.24		-	-	Examen

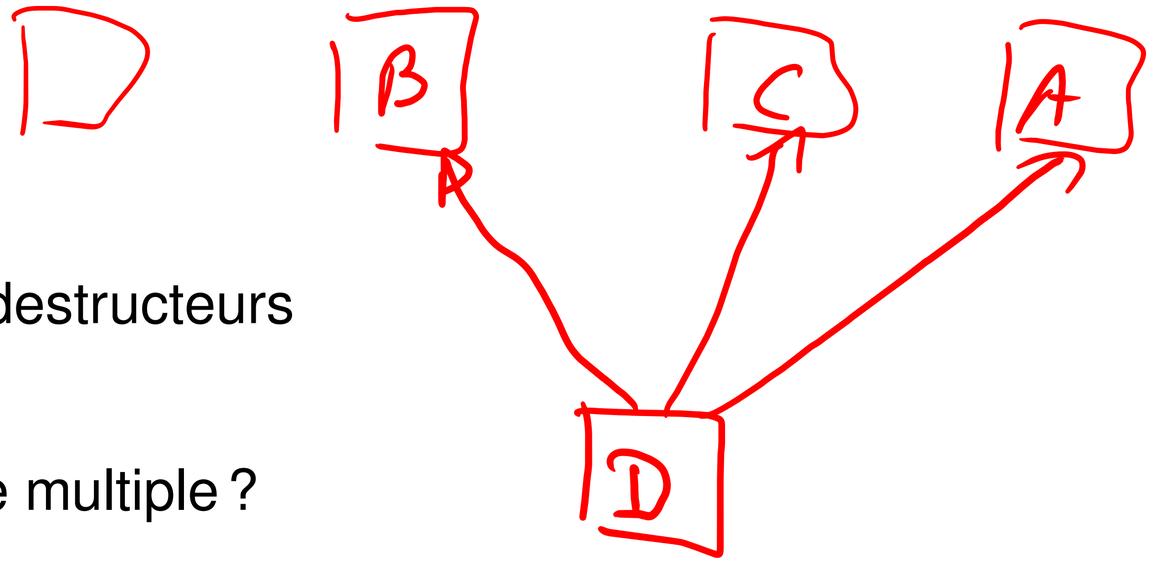
Jean-Cédric Chappelier
& Jamila Sam
EPFL

Objectifs de la leçon d'aujourd'hui

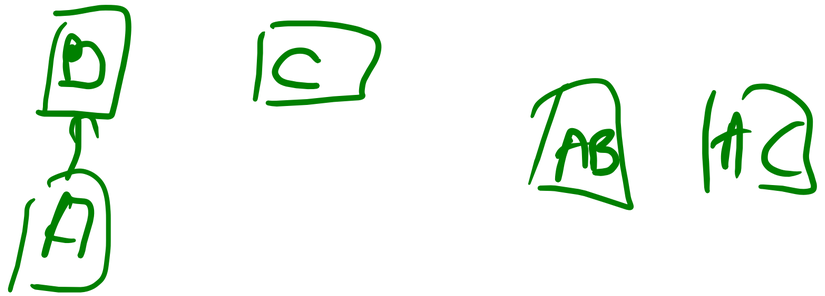
- Concepts fondamentaux
- Étude de cas

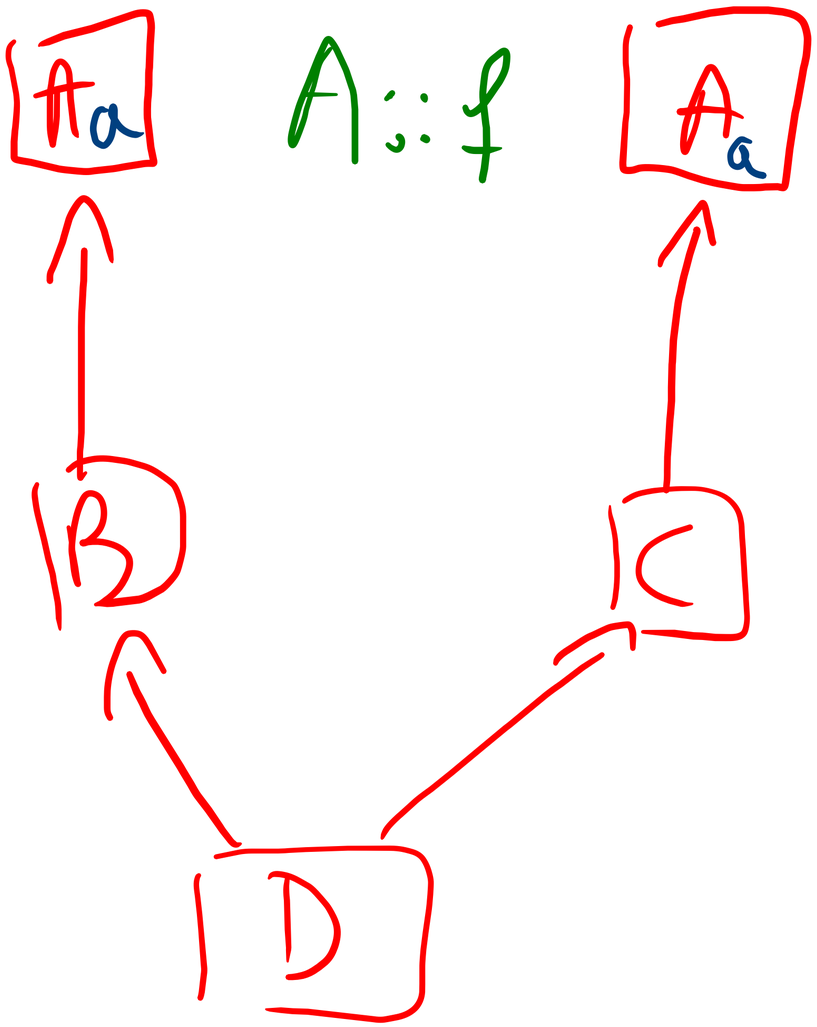
Jean-Cédric Chappelier
& Jamila Sam
EPFL

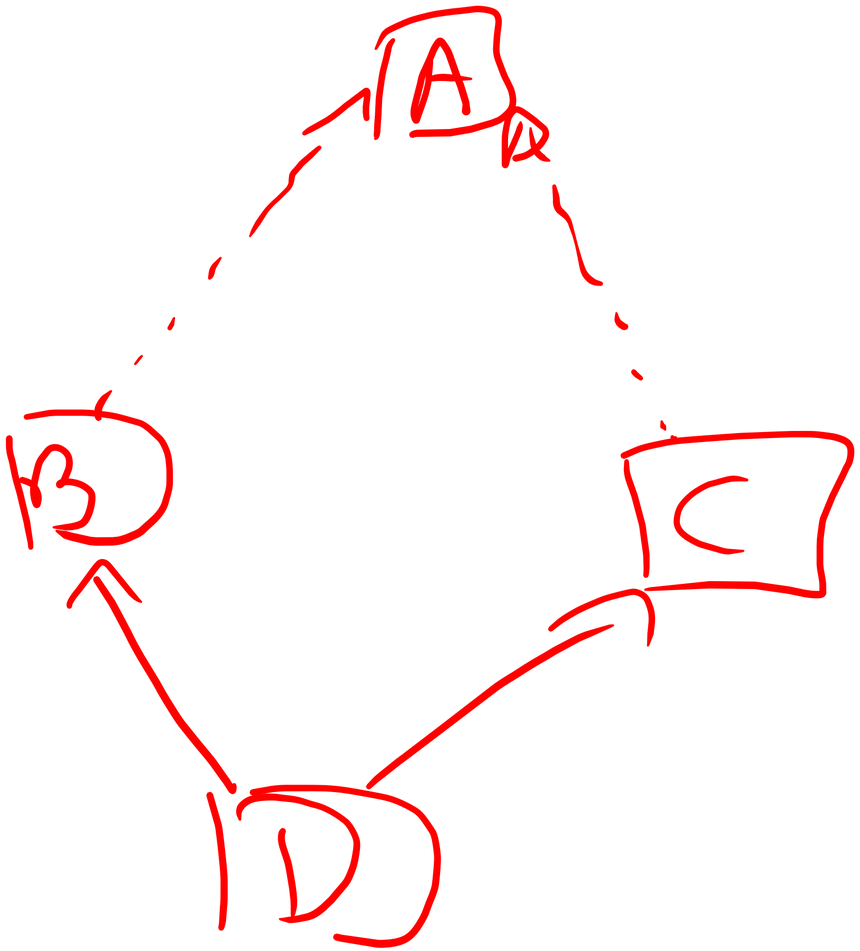
Concepts fondamentaux



- Buts, syntaxe (aucune difficulté)
- Ordre d'appel des constructeurs/destructeurs
  - ☞ ordre de déclaration *d'héritage*
- Sens (= sémantique) de l'héritage multiple ?
  - diagramme en losange
  - héritage et classes *virtuel(les)*
  - appel du constructeur de la classe virtuelle



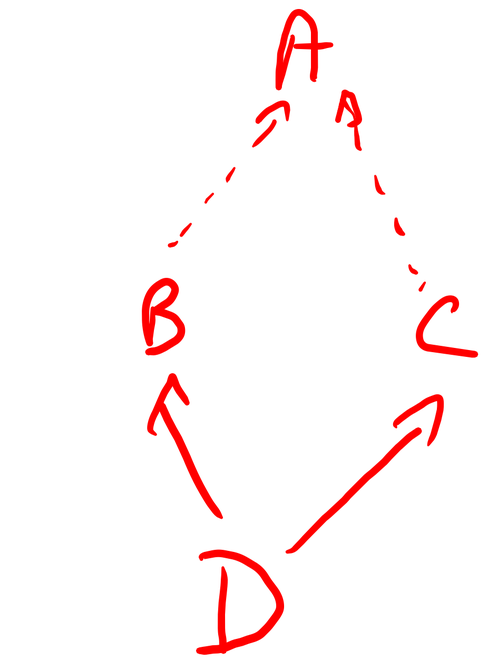

Aa
A::f
Aa
B
C
D


A
B
C
D

Etude de cas (simples)

Que faut il corriger pour que le code suivant compile :

```
class A                          { public: A(int x) : a(x) {}
                                   private: int a;                 };

class B : public virtual A       { public: B() : A(0) {}         };

class C : public virtual A       { public: C() : A(1) {}         };

class D : public B, public C {                                   };

int main()
{
  D d1;
  return 0;
}
```



1) ctor def. A
2) ctor def. D
3) Supp. virtual

Jean-Cédric Chappelier
& Jamila Sam
EPFL

TROIS solutions

Il y a *trois* possibilités :

- ajouter un constructeur par défaut à `D` avec appel explicite au constructeur de `A` :

```
class A                          { public: A(int x) : a(x) {}
                                   private: int a;              };

class B : public virtual A       { public: B() : A(0) {}      };

class C : public virtual A       { public: C() : A(1) {}      };

class D : public B, public C     { public: D() : A(42) {}     };

int main()
{
  D d1;
  return 0;
}
```


Jean-Cédric Chappelier
& Jamila Sam
EPFL

TROIS solutions

Il y a *trois* possibilités :

- ajouter un constructeur par défaut à `A` :

```
class A                          { public: A(int x = 42) : a(x) {}
                                   private: int a;                };

class B : public virtual A       { public: B() : A(0) {}        };

class C : public virtual A       { public: C() : A(1) {}        };

class D : public B, public C {                                  };

int main()
{
  D d1;
  return 0;
}
```


Jean-Cédric Chappelier
& Jamila Sam
EPFL

TROIS solutions

Il y a *trois* possibilités :

- supprimer les héritages virtuels

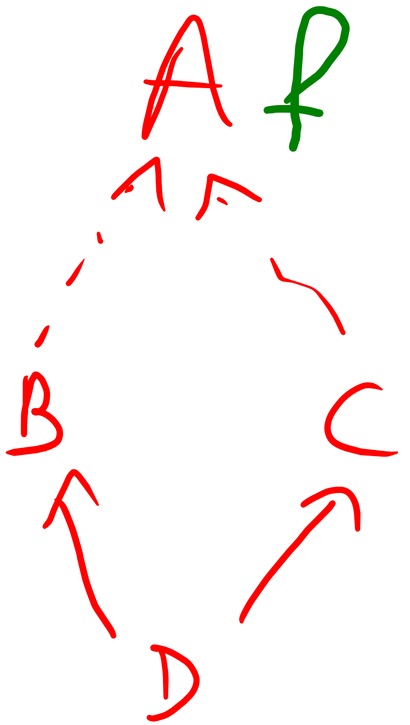
```
class A                          { public: A(int x) : a(x) {}
                                   private: int a;                 };

class B : public A               { public: B() : A(0) {}         };

class C : public A               { public: C() : A(1) {}         };

class D : public B, public C {                                   };

int main()
{
  D d1;
  return 0;
}
```


Jean-Cédric Chappelier
& Jamila Sam
EPFL

Cas numéro 2

Le code suivant compile-t-il ?

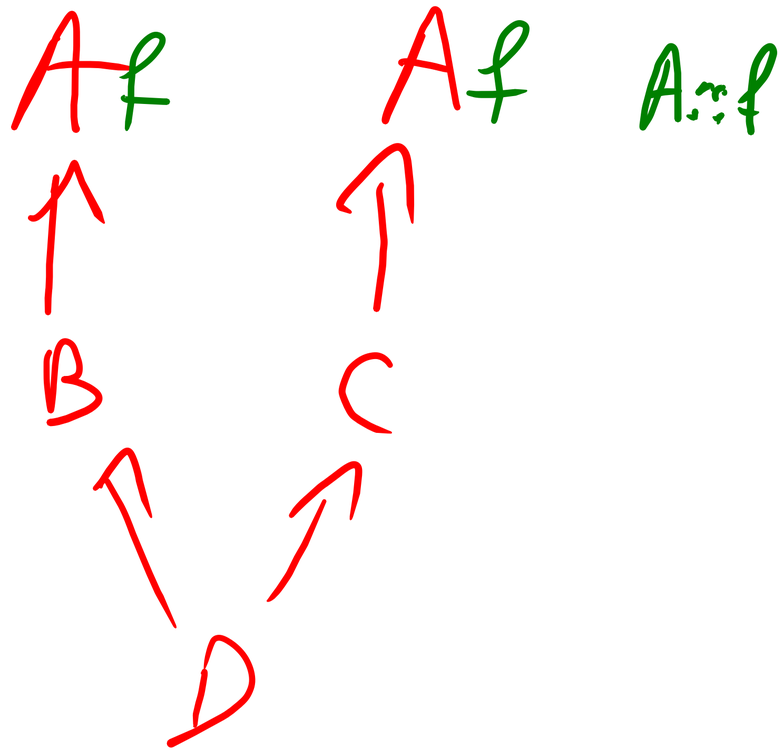
```
#include <iostream>
using namespace std;

class A
{ public: void f() const { cout << "A "; } };

class B : public virtual A
{ };

class C : public virtual A
{ };

class D : public B, public C
{ };

int main()
{
  D d1;
  d1.f();
  return 0;
}
```



Cas numéro 2

Le code suivant compile-t-il ? ☞ **OUI !** ...et sans les `virtual` ? non ! (ambiguïté)

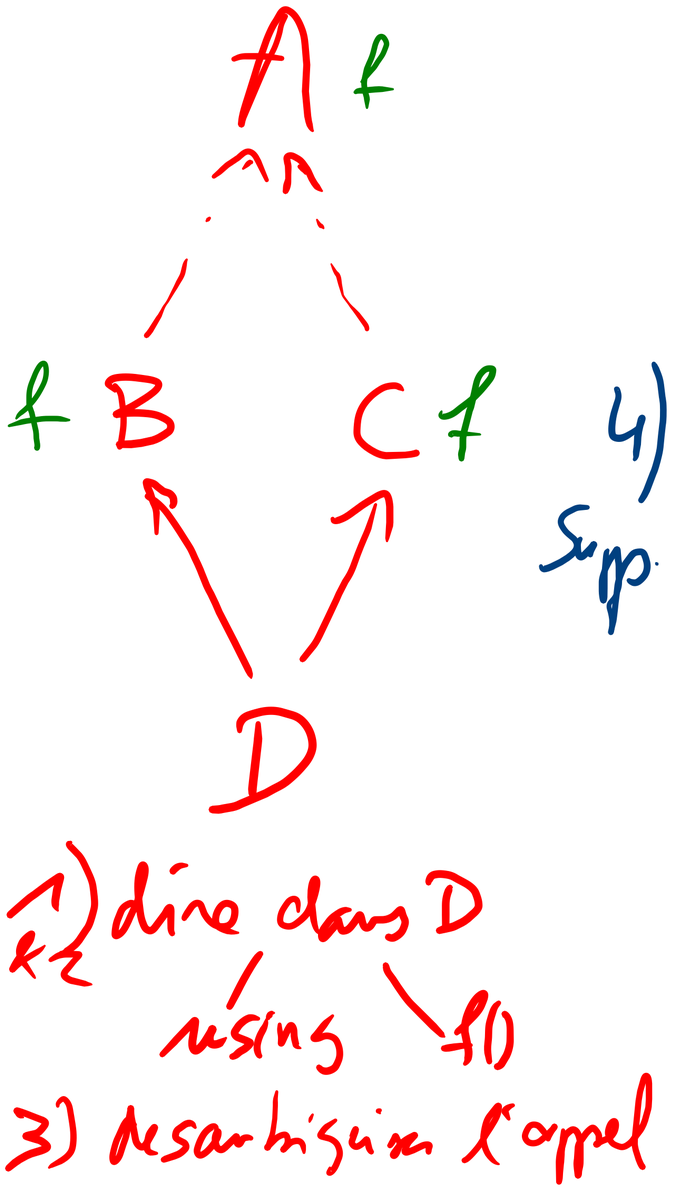
```
#include <iostream>
using namespace std;

class A
{ public: void f() const { cout << "A "; } };

class B : public virtual A
{ };

class C : public virtual A
{ };

class D : public B, public C
{ };

int main()
{
  D d1;
  d1.f();
  return 0;
}
```



Cas numéro 3

Le code suivant compile-t-il ?

```
#include <iostream>
using namespace std;

class A
{ public: void f() const { cout << "A "; } };

class B : public virtual A
{ public: void f() const { cout << "B "; } };

class C : public virtual A
{ public: void f() const { cout << "C "; } };

class D : public B, public C
{ };

int main()
{
  D d1;
  d1.f();
  return 0;
}
```



Cas numéro 3 : QUATRE solutions

Il y a *quatre* corrections possibles : ① **supprimer une des ambiguïtés** :

```
#include <iostream>
using namespace std;

class A
{ public: void f() const { cout << "A "; } };

class B : public virtual A
{ public: void f() const { cout << "B "; } };

class C : public virtual A
{ };

class D : public B, public C
{ };

int main()
{
  D d1;
  d1.f();
  return 0;
}
```


Jean-Cédric Chappelier
& Jamila Sam
EPFL

Cas numéro 3 : QUATRE solutions

Il y a *quatre* corrections possibles : ② **désambiguiser l'appel** :

```
#include <iostream>
using namespace std;

class A
{ public: void f() const { cout << "A "; } };

class B : public virtual A
{ public: void f() const { cout << "B "; } };

class C : public virtual A
{ public: void f() const { cout << "C "; } };

class D : public B, public C
{ };

int main()
{
  D d1;
  d1.A::f(); // ou B:: ou C::
  return 0;
}
```


Jean-Cédric Chappelier
& Jamila Sam
EPFL

Cas numéro 3 : QUATRE solutions

Il y a *quatre* corrections possibles : ③ **désambiguiser à l'aide de** `using` :

```
#include <iostream>
using namespace std;

class A
{ public: void f() const { cout << "A "; } };

class B : public virtual A
{ public: void f() const { cout << "B "; } };

class C : public virtual A
{ public: void f() const { cout << "C "; } };

class D : public B, public C
{ public: using A::f; }; // ou B::f ou C::f

int main()
{
  D d1;
  d1.f();
  return 0;
}
```


Jean-Cédric Chappelier
& Jamila Sam
EPFL

Cas numéro 3 : QUATRE solutions

Il y a *quatre* corrections possibles : ④ **désambiguiser en redéfinissant** :

```
#include <iostream>
using namespace std;

class A
{ public: void f() const { cout << "A "; } };

class B : public virtual A
{ public: void f() const { cout << "B "; } };

class C : public virtual A
{ public: void f() const { cout << "C "; } };

class D : public B, public C
{ public: void f() const { cout << "D "; } };

int main()
{
  D d1;
  d1.f();
  return 0;
}
```


Jean-Cédric Chappelier
& Jamila Sam
EPFL

Cas numéro 4

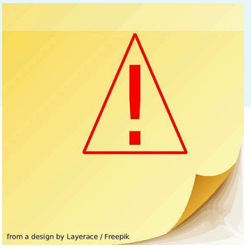
Le code suivant compile-t-il ? Si oui, qu'affiche-t-il ?

☞ **NON !**

```
#include <iostream>
using namespace std;

class A
{ public: virtual void f() const { cout << "A "; } };

class B : public virtual A
{ public: void f() const { cout << "B "; } };

class C : public virtual A
{ public: void f() const { cout << "C "; } };

class D : public B, public C
{ };

int main()
{
  D d1;
  d1.f();
  return 0;
}
```


Jean-Cédric Chappelier
& Jamila Sam
EPFL

Cas numéro 4 : DEUX solutions



Il n'y a ici que *deux* corrections possibles :

les solutions

- 2 (désambiguiser l'appel) :

```
d1.A::f(); // ni B:: ni C::
```

- et 3 (utiliser `using`) :

```
class D : public B, public C
{ public: using A::f; }; // ni B::f ni C::f
```

NE fonctionnent **PAS** :

```
no unique final overrider for
'virtual void A::f() const' in 'D'
```

De la norme C++ :
« *In a derived class, if a virtual member function of a base class subobject has more than one final overrider the program is ill-formed.* »

Cas numéro 4 : DEUX solutions

Ce qui ne nous laisse que *deux* corrections possibles :

- supprimer l'ambiguïté (ce qui n'est souvent pas possible) ;
- redéfinir la méthode :

```
class A
{ public: virtual void f() const { cout << "A "; } };

class B : public virtual A
{ public: void f() const override { cout << "B "; } };

class C : public virtual A
{ public: void f() const override { cout << "C "; } };

class D : public B, public C
{ public: void f() const override { cout << "D "; } };
```


Jean-Cédric Chappelier
& Jamila Sam

Dernière question

Quelle différence entre les cas 3 et 4 ?
Que change le `virtual` ?
Donnez un exemple *illustratif*.

```
D un_d;
A* ptr(&un_d);
ptr->f();
```


Jean-Cédric Chappelier
& Jamila Sam