

Modules in C++

Coming soon ...

Modules in C++

Coming soon ...

40 ans après Modula (Niklaus Wirth – 1975)

... probablement pas dans le standard ISO C++17

Modules in C++

Coming soon ...

40 ans après Modula (Niklaus Wirth – 1975)

... probablement pas dans le standard ISO C++17

Un avant goût aujourd'hui grâce à Clang

Modules in C++

Qu'entend-t-on derrière le terme “module” ?

- Une bibliothèque avec une interface bien définie
- Le contrôle précis de ce qui est exposé (exporté) au clients
- Le masquage des détails d'implémentation
- Le masquage des dépendances

Modules in C++

N'est-on pas capable de faire tout cela aujourd'hui ?

- Au niveau binaire : oui
- Au niveau du langage C+ : partiellement

Modules in C++

N'est-on pas capable de faire tout cela aujourd'hui ?

- Au niveau binaire : oui
 - Shared/Dynamic library
 - Export et masquage supportés au niveau de la phase d'édition de lien (linker), et runtime ("loader")
 - ▣ Editeur de lien et runtime sont language-agnostic : dans le code source, on ne fait qu'instruire l'éditeur de lien en accolant des attributs. Hors du périmètre du langage C++, non standardisé.
 - ▣ Variations irréconcilables dans les détails de fonctionnement entre les plateformes (format ELF vs Mac-O vs PE, PIC vs Non-PIC, export/import implicite vs explicite)
- ➔ Effort de standardisation possible pour les fonctionnalités de base, mais pas de révolution : pas de format binaire spécifique C++.

Modules in C++

N'est-on pas capable de faire tout cela aujourd'hui ?

- Au niveau du langage C++: partiellement

- ❏ Séparation en-têtes et source
- ❏ Contrôle d'accès (ex. “private”) dans les classes,
- ❏ Forward-declaration
- ❏ Idiom PImpl (Pointer Implementation)
- ❏ Utilisation d'un namespace “detail” pour séparer les détails d'implantation (ex. Boost)

Modules in C++

Masquage des dépendances ?

Contrôle d'accès “private” != Visibilité :

- Insuffisant : l'inclusion des en-têtes est transitive et exposée aux clients

```
#include <bar.hpp>

class foo {
    private:
        bar bar_;
};
```


Modules in C++

Masquage des dépendances ?

Forward-declaration :

- Insuffisant : les déclarations sont exposées aux clients
- Contraignant : force l'utilisation de pointeur/référence

```
class bar;  
  
class foo {  
    private:  
        bar & bar_;  
};
```

Modules in C++

Masquage des dépendances ?

L'idiome “PImpl” (Pointer Implémentation) :

- Masquage complet
- Contraignant : force l'utilisation de pointeur/référence, sans type!
- Lourd à mettre en oeuvre

```
class foo {  
    private:  
        void * pimpl_  
};
```

Modules in C++

Le coupable ?

Modules in C++

Le coupable ?
Le préprocesseur

Modules in C++

Effets indésirables du préprocesseur :

- ❏ `#include` => pas de possibilité de contrôle ce qui est importé / reexporté aux clients, donc modularité incomplète / floue
 - ❏ Temps de compilation accrus par l'inclusion répétée des mêmes en-têtes pour chaque unité de compilation (compensé par l'utilisation des en-têtes précompilées)
 - ❏ Les macros polluent l'espace de nom (cf. la bibliothèque standard) et impactent jusqu'à la lisibilité des messages d'erreurs
 - ❏ Abus des macros (surtout en C)
 - ❏ IDE à la traîne (mauvaise indexation, outils de refactoring bloqués par les macros ...)
 - ❏ Include-guards == boilerplate
- Aucune évolution pour palier à ces défauts : blocus du comité de standardisation (ex, même “`#pragma once`” est non-standard)
- `#if` est indispensable pour l'écriture de code portable

Modules in C++

Vers une évolution :

- Comité de standardisation : *“SG2, Modules. Work on possible refinement or replacement for the header-based build model”*
- 📦 Probablement pas pour C++17
- L'implémentation précède la standardisation (ex. Clang)

Modules in C++

Comité de standardisation : [Paper N4465](#)

```
module modfoo;  
  
import modbar;  
  
export {  
    class foo {  
        private:  
            bar bar_;  
    };  
}
```

Modules in C++

Evolution en douceur avec Clang :

- aucun changement dans le code source!

```
module modfoo; // déclaré dans fichier xxx.modulemap

import modbar;
#include <bar.hpp> // interprété comme import modbar; si fichier xxx.modulemap
présent

export { // implicite
    class foo {
        private:
            bar bar_;
    };
}
```


Modules in C++

Evolution en douceur avec Clang :

- aucun changement dans le code source!
- simples ajout de fichiers xxx.modulemap à côté des en-têtes

```
module modfoo {  
    header "foo.hpp"  
    link "foo" // autolinking - #pragma comment(lib, "foo")  
    use modbar  
}  
  
module modbar {  
    header "bar.hpp"  
    link "bar" // autolinking - #pragma comment(lib, "bar")  
}
```

Modules in C++

Evolution en douceur avec Clang :

- aucun changement dans le code source!
- simples ajouts de fichiers xxx.modulemap
- implémenté par évolution de la technique de pré-compilation des en-têtes (AST sérialisé, indexé, chargement partiel au besoin)
- aucun changement dans le build system : totalement transparent, cache géré par clang. Un seul flag pour activer : -fmodule
- déployer les fichiers modulemap