

# Compilation de Mini-Lustre vers LLVM

Lemaire & Patault

Université Paris-Saclay

January 17, 2022

## 1 Introduction

- Présentation LLVM
- Utilisation LLVM

## 2 Travail Réalisé

- Dans le dur
- Benchmarks
- Démonstration

# Présentation Générale

- LLVM := Low Level Virtual Machine
- LLVM IR := langage intermédiaire que l'on utilise
- Utilisé par Rust, Clang, ...
- Interface C++ et bindings OCaml
- Fonctions bibliothèque standard de C

# Pourquoi compiler vers LLVM ?

## ■ “Assembleur de haut niveau”

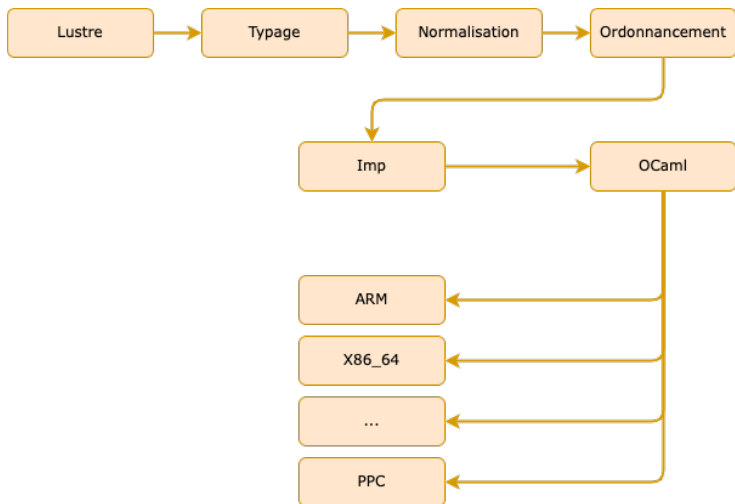
- Typage
- Pointeurs
- Vecteurs
- Tableaux
- Structures
- Fonctions
- ...

## ■ Bindings simples d'utilisation

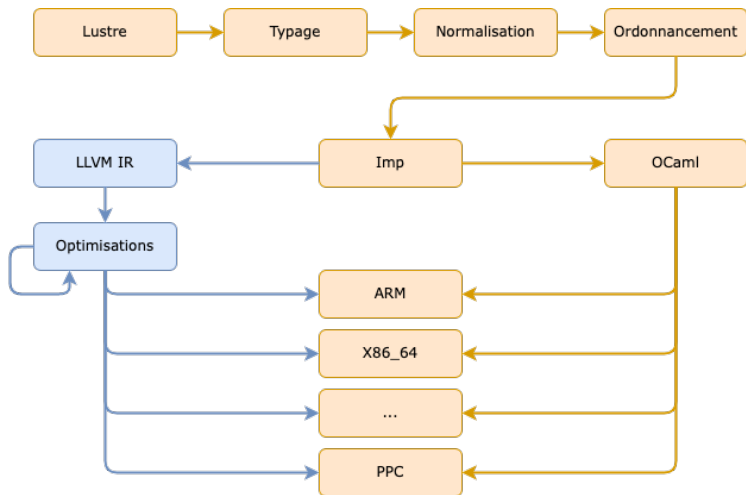
## ■ Compilateur optimisant vers toutes les architectures

## ■ Infinité de registres (SSA) virtuels

# Schéma de compilation simplifié



# Schéma de compilation simplifié



# En pratique

## ■ Interface C++ et bindings OCaml

```
let main = Llvm.declare_function "main" i32_ttyp in
let entry_block = (Llvm.basic_blocks func).(0) in
Llvm.position_at_end entry_block llvm_builder;
let o = Llvm.build_alloca llvm_ttyp "o" llvm_builder in
let one = Llvm.const_int i32_ttyp 1 in
let store = Llvm.build_store o one llvm_builder in
:
```

## ■ Génération du code LLVM IR (fichiers .ll)

```
declare i32 @main() #0 {
  entry:
    %o = alloca i32, align 4
    store i32 1, i32* %o, align 4
    :
}
```

## 1 Introduction

- Présentation LLVM
- Utilisation LLVM

## 2 Travail Réalisé

- Dans le dur
- Benchmarks
- Démonstration



# Choix d'implémentation

- tuple lustre  $\rightarrow$  structure llvm

$(a:\text{int}, b:\text{float}) \mapsto \text{\%tuple\_t\_0} = \text{type \{i32, float\}}$

- la mémoire d'un noeud est un pointeur vers une structure llvm

# Exemple de transformation

```
node f (x:int)
returns (o:int);
let
    o = 1;
tel
```

 $\mapsto$ 

```
define i64 @f_1_step(i32 x) {
    %o = alloca i32, align 4
    store i32 1, i32* %o, align 4
    %0 = alloca %ret_f_1_step, align 8
    %1 = getelementptr inbounds [ret_f_1_step],
        %ret_f_1_step* %0, i32 0, i32 0
    %2 = load i32, i32* %o, align 4
    store i32 %2, i32* %1, align 4
    %3 = bitcast %ret_f_1_step* %0 to i64*
    %4 = load i64, i64* %3, align 4
    ret i64 %4
}
```

Figure: in.mls

Figure: out.ll

# Lustre

```
node t () returns (i: int);  
let  
  i = 1 fby i + 1;  
tel  
  
node n (u: unit) returns (o: unit);  
var i: int;  
let  
  i = t ();  
  o = print("coucou", i);  
tel
```

Figure: Fichier simple.mls

# Performances

	simple.mls ( $10^7$ )	simple.mls ( $10^8$ )
LLVM	13.84s	140.70s
OCaml	16.29s	185.49s

**Table:** Table des performances comparées en fonction du langage cible

# Démonstration

C'est parti