

# Rendu projet de compilation: interpreteur mini-ml

Mouhamed DIENG et Nathan HOUALET (Groupe 23)

4 mai 2025

## Table des matières

|  |          |
|--|----------|
| <b>Auteurs du projet et répartition du travail</b>               | <b>1</b> |
| <b>Réponses aux questions de chaque partie du projet</b>         | <b>2</b> |
| 3.1 Parseur simple : compréhension . . . . .                     | 2        |
| 3.2 Syntaxe étendue . . . . .                                    | 3        |
| 4.1 Typage naïf et génération des contraintes . . . . .          | 3        |
| 4.2 Résolution des contraintes et polymorphisme faible . . . . . | 4        |
| 4.3 Typage fortement polymorphe . . . . .                        | 5        |
| 5 Extensions . . . . .   | 5        |

## Auteurs du projet et répartition du travail

Mouhamed s'est occupé principalement de la partie Parsing et Nathan de la partie Typage.

## Réponses aux questions de chaque partie du projet

### 3.1 Parseur simple : compréhension

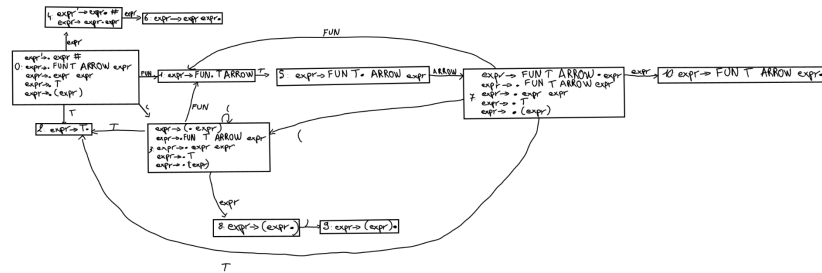
**Question:**

Donnez l'automate LR0 associé à la grammaire ci-dessus (on considérera pour cette question que built\_in, INT et ID sont un seul terminal (qu'on notera T), car le phénomène à observer ne les concerne pas vraiment). Vous pouvez évidemment vous servir de menhir pour vérifier que vous avez le bon automate. La grammaire simplifiée est donc la suivante (il faut évidemment ajouter le non-terminal initial technique expr' pour avoir un résultat similaire à menhir)

**Réponse:**

```

expr' → expr #
expr → FUN T ARROW expr
expr → expr expr
expr → T
expr → ( expr )
    
```



**Question:**

Où sont les conflits sur cet automate, si on le considère comme un automate SLR ?

**Réponse:**

$\text{Follow}(\text{expr}) = \{ \#, \text{FUN}, \text{T}, (, ) \}$

Si on considère l'automate comme un automate SLR, les conflits sont dans les états 2, 6 et 10.

**Question:**

Donnez un exemple de séquence de tokens sur laquelle deux arbres de dérivation sont possibles avec cet automate. Qu'en déduisez-vous sur cette grammaire naturelle ?

**Réponse:**

Pour la séquence TTT, il existe plusieurs arbres de dérivation possibles, donc la grammaire est ambiguë.

**Question:**

Quel est le choix fait par le parseur implémenté dans Parser calc.mly sur votre séquence de tokens ?

**Réponse:**

L'arbre est associatif à gauche.

**Question:**

Quelles priorités peut-on ajouter à la grammaire ci-dessus pour retrouver le comportement de Parser calc.mly (utilisez menhir pour vérifier que vous avez la bonne réponse).

**Réponse:**

On peut ajouter "%left T"

**Question:**

Si on ajoute toutes les fonctions built\_in dans le parseur, qu'est-ce que cela donne en terme du nombre de priorités à écrire.

**Réponse:**

On doit aussi mettre des priorités pour toutes les fonctions built\_in.

**Question:**

A votre avis, pourquoi donc utilisons-nous plutôt des non-terminaux distincts dans ce cas plutôt que des priorités ?

**Réponse:**

Pour rendre la grammaire plus facile à comprendre et à maintenir.

## 3.2 Syntaxe étendue

### 4.1 Typage naïf et génération des contraintes

**Question:**

Implémentez la fonction type\_of\_built\_in du fichier typer\_util.ml (attention à correctement attribuer les types universels génériques).

**Réponse:**

L'implémentation est dans le fichier typer\_util.ml.

**Question:**

Implémentez la fonction type\_expr du fichier typer\_naive.ml.

**Réponse:**

L'implémentation est dans le fichier typer\_naive.ml.

**Remarque:**

Les built\_in 'Leq' et 'Geq' sont de type 'a -> 'a -> bool. Sachant que les built\_in pour les opérations arithmétiques marche que sur des int, c'est surprenant que ces deux là ne suivent pas la même logique.

**Question:**

Donnez 3 (ou plus) petits programmes mini-ml qui illustrent le fonctionnement de votre typeur naïf (toutes les sous-expressions doivent être représentées). Vous placerez ces programmes dans exemples/answers, et expliquerez ce qu'ils illustrent (en commentaire de ces programmes, et dans votre rapport).

**Question:**

Choisissez l'un de ces programmes, et illustrez le fonctionnement du typeur sur celui-ci sur papier. Dessinez l'arbre, et pour chaque nœud, donnez son type et dites quelles contraintes ce nœud introduit (évidemment, choisissez un exemple où il y a des contraintes).

**Question:**

Si vous avez une différence entre votre typeur et le nôtre sur l'un de vos programmes ou l'un des nôtres, décrivez cette différence, et expliquez d'où vous pensez qu'elle vient.

**Réponse:**

Notre typeur n'assigne les contraintes dans le même ordre. Ça ne devrait pas engendrer de problèmes lors de la résolution cependant. toutes les contraintes sont bien là, juste pas dans le même ordre.

## 4.2 Résolution des contraintes et polymorphisme faible

**Question:**

Dans les exemples de la question précédente, lesquels sont typés correctement, lesquels ne le sont pas ? Expliquez pourquoi.

**Question:**

Observez que l'exemple donné en début de chapitre n'est pas typé. Donnez les parties typées, et expliquez où se situe l'erreur.

**Réponse:**

On a :

```
f : 'b -> 'b , constraints : []
a : 'e , constraints : ['b -> 'b = 'd -> 'e, 'd = int]
b : 'h , constraints : ['b -> 'b = 'g -> 'h, 'g = string]
```

- Donc avec le typeur naïf :

Les contraintes de a font que 'b doit être de type int et celles de b font que 'b doit être de type string. On ne peut pas être à la fois de type int et string, donc le typeur renvoie une erreur (l'erreur apparaît lors du typage de b).

- Mais avec le typeur fortement polymorphe :

Il n'y a pas d'erreur (on a f : 'a -> 'a, a : int, b : string)

La résolution des contraintes a pu se faire correctement parce que f est instancié une fois pour chaque let (c'est le premier "●" de la partie 4.3). Dans le "let a" f est instancié puis devient int -> int et dans le "let b" f est encore instancié et devient string -> string.

**Question:**

Proposez un autre programme qui n'est pas correctement typé alors que OCaml le type, et expliquez pourquoi. Vous le placerez dans exemples/answers.

### 4.3 Typage fortement polymorphe

**Question:**

Illustrez le fonctionnement du typage polymorphe en fournissant deux exemples supplémentaires qui typent différemment avec les deux algorithmes de typage. Choisissez-en un dont vous expliquerez soigneusement où se situe la différence (i.e., décrivez l'application des deux algorithmes à cet exemple). Vous les placerez dans exemples/answers.

**Question:**

Si vous avez des différences entre votre implémentation et le comportement de l'outil qui vous est fourni, décrivez-les, et dites d'où vous pensez qu'elles viennent.

## 5 Extensions

«On évaluera plus favorablement un projet qui s'est concentré sur quelques-uns des points à traiter, mais les a correctement réalisés et expliqués, qu'un projet qui s'est dispersé et a tout mal fait.»

Nous n'avons pas implémenté d'extensions.