

# Rapport du projet d'ASR 1

PAULIN Loïs, STAUB RUBEN

4 janvier 2016

## 1 Partie 1 : Processeur avec pipeline

### 1.1 Étage IF

**Question 1 :** Module IF :

Entrées : PC

Sorties : code de l'instruction correspondante + PC.

**Question 2 :** Voir version correspondante : <https://github.com/Plopounet13/ProcoDeal/blob/628117f505d9bed9d1d7132adda3f4aa45548440/ProcoDeal.circ> ou ici pour le fichier brut.

### 1.2 Étage ID

**Question 1 :** Module ID :

Entrées : INS - PC

Sorties : OP - rT - SRC1 - SRC2 - ope0

Le module ID prend en entrée un code d'instruction et PC et retourne les différentes composante du code (op code, numéro du registre de retour, valeurs des registres en paramètres, valeur de la constante).

**Question 2 :** Register file :

Entrées : SRC1\_in - SRC2\_ - WE - TGT\_sel - TGT

Sorties : SRC1 - SRC2

Register file contient les 8 registres, SRC1 et SRC2 sont le contenu des registres désignés par SRC1\_in et SRC2\_in, de plus lorsque WE vaut 1 TGT est stocké dans le registre TGT\_sel.

**Question 3 :** CTL7 :

Entrées : OP\_in - rA

Sorties : OP\_out - rT

CTL7 met rT à 000 si l'instruction ne modifie pas de registre sinon rT vaut rA. OP\_out vaut toujours OP\_in.

**Question 4 :** CTL6 :

Entrées : OP

Sorties : s2 - op0

CTL6 s2 est à 1 si OP désigne ADD ou NAND, à 0 sinon. op0 est à 1 si OP désigne LUI, à 0 sinon.

**Question 5 :** Voir version correspondante : <https://github.com/Plopounet13/ProcoDeal/blob/628117f505d9bed9d1d7132adda3f4aa45548440/ProcoDeal.circ> ou ici pour le fichier brut.

### 1.3 Étage EX

**Question 1 :** Module EX :

Entrées : OP - rT - PC - OPERAND0 - OPERAND1 - OPERAND 2

Sorties : OP - rT - PC - STORE\_DATA - ALU\_OUTPUT

Le module EX effectue les calculs nécessaires pour l'instruction désigné par OP à partir de OPERAND0 - OPERAND1 - OPERAND 2 et met le résultat dans ALU\_OUTPUT. Dans le cas d'un OPERAND2 est transmis dans STORE\_DATA.

**Question 2 :** CTL3 :

Entrées : OP - EQ!

Sorties : MUXpc - FUNCalu

CTL3 détermine dans MUXpc la façon dont est calculée PC suite à l'exécution de l'instruction (PC+1 si l'instruction n'est pas un branchement, la nouvelle adresse sinon), FUNCalu choisi quelle opération doit effectuer l'ALU.

**Question 3 :** ALU :

Entrées : SRC1 - SRC2 - FUNCalu

Sorties : EQ! - out

L'ALU met dans out, en fonction de FUNCalu, soit une addition, soit un NAND, soit SRC2, il met EQ! à 1 si SRC1 vaut SRC2.

**Question 4 :** CTL4 :

Entrées : OP

Sorties : MUXimm

CTL4 choisi l'entrée SRC2 de l'ALU en fonction de l'instruction. Si l'instruction est un JALR alors SRC2 vaut PC+1, sinon si l'instruction possède une constante alors SRC2 est OPERAND0 sinon SRC2 vaut OPERAND2.

**Question 5 :** Voir version correspondante : <https://github.com/Plopounet13/ProcoDeal/blob/628117f505d9bed9d1d7132adda3f4aa45548440/ProcoDeal.circ> ou ici pour le fichier brut.

### 1.4 Étage MEM

**Question 1 :** Module MEM :

Entrées : OP - rT - PC - MEM - ALU\_OUTPUT

Sorties : rT - RF\_WRITE\_DATA

MEM gère la mémoire. Si OP désigne SW alors on stocke MEM à l'adresse ALU\_OUTPUT. Sinon si OP désigne LW alors on met dans RF\_WRITE\_DATA la valeur à l'adresse ALU\_OUTPUT. Sinon on transmet ALU\_OUTPUT dans RF\_WRITE\_DATA.

**Question 2 :** CTL2 :

Entrées : OP

Sorties : WEdmem - MUXout

CTL2 choisi dans WEdmem selon OP si l'on lit ou écrit dans la mémoire, et choisi dans MUXout si la sortie de MEM est ALU\_OUTPUT (OP différent de LW) ou une valeur de la mémoire (OP égal à LW).

**Question 3 :** Voir version correspondante : <https://github.com/Plopounet13/ProcoDeal/blob/628117f505d9bed9d1d7132adda3f4aa45548440/ProcoDeal.circ> ou ici pour le fichier brut.

## 1.5 Étage WB

**Question 1 :** Module WB :

Entrées : rT - RF\_WRITE\_DATA Sorties :

**Question 2 :**

**Question 3 :** Voir version correspondante : <https://github.com/Plopounet13/ProcoDeal/blob/628117f505d9bed9d1d7132adda3f4aa45548440/ProcoDeal.circ> ou ici pour le fichier brut.

## 1.6 Pipeline

**Question 1 :** Voir version correspondante : <https://github.com/Plopounet13/ProcoDeal/blob/628117f505d9bed9d1d7132adda3f4aa45548440/ProcoDeal.circ> ou ici pour le fichier brut.

## 1.7 Assembleur RiSC-16

**Question 1 :****Question 2 :**

# 2 Partie 2 : Pipeline avec logique bypass

## 2.1 Étage WB

**Question 1 :** Les entrées du module WB restent identiques.

Par contre les sorties rT et RF\_WRITE\_DATA sont dédoublées après le passage au travers du registre et directement dirigées vers le module EXE. Ainsi, ces données sont traitées comme des entrées conventionnelles de EXE (grâce à la synchronisation des registres après WB et avant EXE).

En effet, nous avons préféré implémenter le bypass principalement au niveau du pipeline, pour plus de simplicité au niveau des modules, et par soucis de modularité (il semble plus naturel que les bypass soient gérés par le pipeline que par les modules en eux-mêmes).

**Question 2 :** Voir version correspondante : <https://github.com/Plopounet13/ProcoDeal/blob/3016e78db55d66684f28d8adf5c98ce117739173/ProcoDeal.circ> ou ici pour le fichier brut.

## 2.2 Étage MEM

**Question 1 :** (Voir l'étage WB) Les entrées du module WB restent identiques.

Par contre les sorties `rT` et `RF_WRITE_DATA` sont dédoublées après le passage au travers du registre et directement dirigées vers le module EXE. Ainsi, ces données sont données sont traitées comme des entrées conventionnelles de EXE (grâce à la synchronisation des registres après WB et avant EXE).

En effet, nous avons préféré implémenter le bypass principalement au niveau du pipeline, pour plus de simplicité au niveau des modules, et par soucis de modularité (il semble plus naturel que les bypass soient gérés par le pipeline que par les modules en eux-mêmes).

**Question 2 :** Voir version correspondante : <https://github.com/Plopounet13/ProcoDeal/blob/3016e78db55d66684f28d8adf5c98ce117739173/ProcoDeal.circ> ou ici pour le fichier brut.

## 2.3 Étage ID (Bonus)

Le module ID est également modifié puisque les entrées `SCR1_in` et `SCR2_in` du RegisterFile (dans l'étage ID) sont dupliquées et dirigées vers les sorties supplémentaires respectives `s1` et `s2` du module ID.

## 2.4 Étage EX

**Question 1 :** Module EXE :

Entrées supplémentaires : `s1` - `s2` - `EXE_bypass` - `MEM_bypass` - `WB_bypass` - `EXE_rT` - `MEM_rT` - `WB_rT`

Sorties : Identiques

Désormais, si le registre `s1` ou `s2` en entrée (via `OPERAND2` ou `OPERAND1`) est écrit (dans `rT`) par une instruction en cours d'exécution qui a déjà fait des calculs dessus (autrement dit, si un bypass est possible), alors la valeur de ce registre est directement récupérée de l'instruction en cours d'exécution. Ainsi, si `s1` correspond à (dans l'ordre de priorité décroissant) `EXE_rT` ou `MEM_rT` ou `WB_rT`, `OPERAND1` est remplacée par `EXE_bypass` ou `MEM_bypass` ou `WB_bypass` correspondant, et de même pour `s2`.

**Question 2 :** CTL5 :

Entrées : `s1` - `s2` - `EXE_rT` - `MEM_rT` - `WB_rT`

Sorties : `MUX_alu1` - `MUX_alu2`

Si `s1` est non nul (`r0` restera toujours égal à 0, et CTL1 met `rT` à 0 lorsque l'instruction n'écrit pas dans `rA`) et si `s1` correspond à un registre en train d'être mis à jour dans les étages suivants (`EXE_rT` ou `MEM_rT` ou `WB_rT`),

alors CTL5 indique à MUX\_alu1 de prendre la valeur la plus à jour pour OPE-RAND1 (c'est-à-dire de faire le bypass EXE→EXE (MUX\_alu1 = 1) en priorité sur MEM→EXE (MUX\_alu1 = 2) et lui-même en priorité sur WB→EXE (MUX\_alu1 = 3) ). Si aucun bypass n'est mis en place alors MUX\_alu1 = 0.

De même pour s2.

**Question 3 :** Voir version correspondante : <https://github.com/Plopounet13/ProcoDeal/blob/3016e78db55d66684f28d8adf5c98ce117739173/ProcoDeal.circ> ou ici pour le fichier brut.

## 2.5 Pipeline

**Question 1 :** Voir version correspondante : <https://github.com/Plopounet13/ProcoDeal/blob/3016e78db55d66684f28d8adf5c98ce117739173/ProcoDeal.circ> ou ici pour le fichier brut.

## 2.6 Assembleur RiSC-16

**Question 1 :** Dans le programme donné :

```
lui r2, 10
beq r1, r2, label
addi r2, r2, 1
```

Premièrement, l'instruction lui chargera les 10 bits de poids fort de 0000000000000010 et le reste à 0, donc 0000000000000000 dans r2...

Mais le vrai problème est que lors de l'instruction beq, le changement d'adresse de la prochaine instruction (adresse de l'instruction pointée par label) est calculée à partir de l'étage EXE. Ainsi, les 2 instructions suivantes (ici addi r2, r2, 1) seront exécutées avant que le changement de PC soit effectif.

Par conséquent, une version correcte de ce programme est :

```
addi r2, r0, 10
beq r1, r2, label
.space 2
addi r2, r2, 1
```

ou de manière équivalente :

```
addi r2, r0, 10
beq r1, r2, label
nop
nop
addi r2, r2, 1
```

**Question 2 :** Voir q7.3.S sur le git associé : <https://github.com/Plopounet13/ProcoDeal/blob/6962e645c41df63370ce54c08b1a13df091c0340/q7.3.S> ou ici pour le fichier brut.

## 3 Partie 3 : Mapping memory

### 3.1 Étage MEM

Question 1 :

### 3.2 Memory mapping

Question 1 :

Question 2 :

### 3.3 Pipeline

Question 1 :

### 3.4 Assembleur RiSC-16

Question 1 :

## 4 Introduction

Si tu es un peu rouillé en Latex, il y a quelques exemples après...

## 5 Some L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X Examples

### 5.1 How to Leave Comments

Comments can be added to the margins of the document using the `todo` command, as shown in the example on the right. You can also add inline comments :

This is an inline comment.

Here's a  
comment  
in the  
margin!

### 5.2 How to Include Figures

First you have to upload the image file (JPEG, PNG or PDF) from your computer to writeLaTeX using the upload link the project menu. Then use the `includegraphics` command to include it in your document. Use the `figure` environment and the `caption` command to add a number and a caption to your figure. See the code for Figure ?? in this section for an example.

### 5.3 How to Make Tables

Use the `table` and `tabular` commands for basic tables — see Table 1, for example.

Item	Quantity
Widgets	42
Gadgets	13

TABLE 1 – An example table.

## 5.4 How to Write Mathematics

$\text{\LaTeX}$  is great at typesetting mathematics. Let  $X_1, X_2, \dots, X_n$  be a sequence of independent and identically distributed random variables with  $E[X_i] = \mu$  and  $\text{Var}[X_i] = \sigma^2 < \infty$ , and let

$$S_n = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_i^n X_i$$

denote their mean. Then as  $n$  approaches infinity, the random variables  $\sqrt{n}(S_n - \mu)$  converge in distribution to a normal  $\mathcal{N}(0, \sigma^2)$ .

## 5.5 How to Make Sections and Subsections

Use section and subsection commands to organize your document.  $\text{\LaTeX}$  handles all the formatting and numbering automatically. Use `ref` and `label` commands for cross-references.

## 5.6 How to Make Lists

You can make lists with automatic numbering ...

1. Like this,
2. and like this.

...or bullet points ...

- Like this,
- and like this.

...or with words and descriptions ...

**Word** Definition

**Concept** Explanation

**Idea** Text

We hope you find  $\text{\LaTeX}$  useful, and please let us know if you have any feedback using the help menu above.