

ARCHI – Architecture des ordinateurs

Sylvain Brandel

2025 – 2026

sylvain.brandel@univ-lyon1.fr

Partie 7

ÉBAUCHE D'UN PROCESSEUR

Unité centrale

- Briques de base ?
 - Processeur :
 - UAL : calculs
 - Registres : pour calcul, banc avec contrôleur
 - Mémoire centrale : pour instructions et données, banc avec contrôleur
- Chemin de données
 - Circuits pour le traitement des instructions et des données
 - Pas contrôle
- Quel chemin ? (pour l'archi)
- Quel chef d'orchestre ?

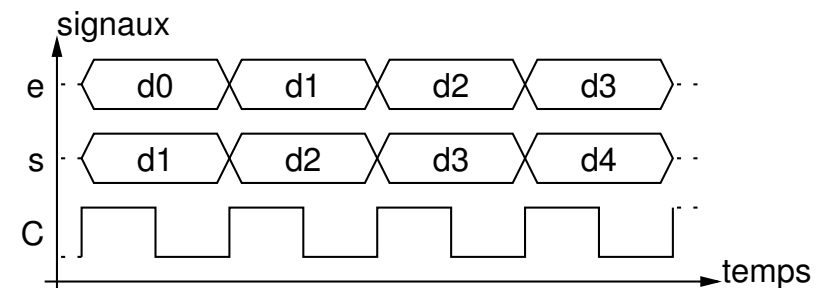
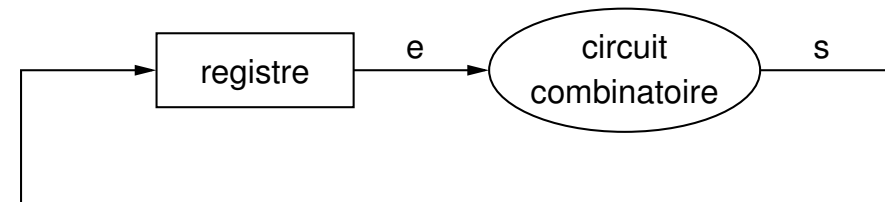
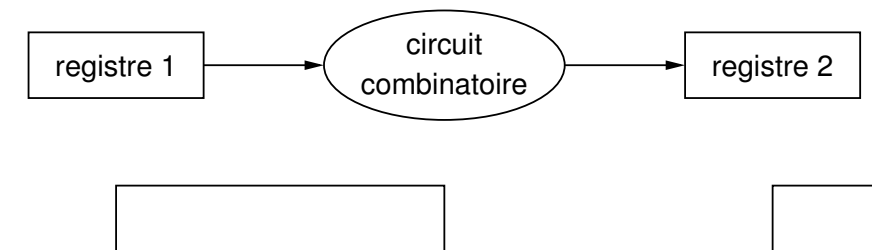
Unité centrale

- Qui dit chef d'orchestre ...
- Synchronisation
 - Circuits (bascules) synchrones au max
 - Ici transitions registres sur front descendant
- Stockage : registres
 - Mémo en fin de cycle + conservation cycle suivant
 - Circuit :
 - Entrées branchées sur sorties de registres
 - Sorties branchées sur entrées de registres

Pas de conflit

Comment ?

Évt le même

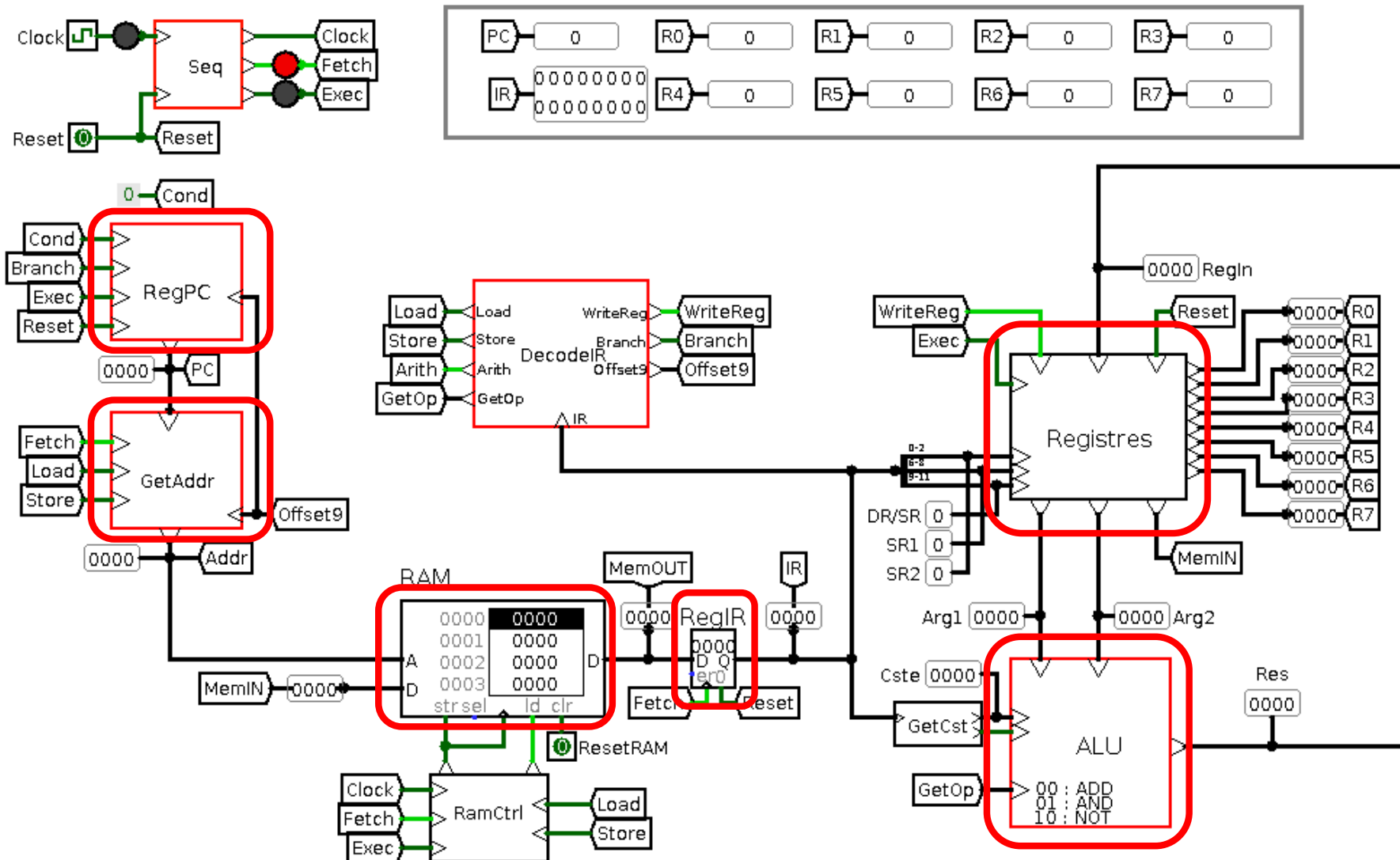


Unité centrale

Circuits

- De quoi à-t-on besoin ?
 - RAM : mémo + adressage déjà vu
 - UAL : exemple sélection par multiplexeur déjà vu
 - Registres généraux
 - Programme → registres spéciaux IR, PC

Unité centrale



Unité centrale

- Exemple

```
R0 <- 5
R1 <- 6
R2 <- R0 + R1
```

	Syntaxe	action	NZP	codage																
				opcode				arguments												
				F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
Arith - logique	NOT DR, SR	DR <- not SR	*	1	0	0	1	DR		SR		1	1	1	1	1	1	1	1	
	ADD DR, SR1, SR2	DR <- SR1 + SR2	*	0	0	0	1	DR		SR1		0	0	0	SR2					
	ADD DR, SR1, Imm5	DR <- SR1 + SEXT(Imm5)	*	0	0	0	1	DR		SR1		1	Imm5							
	AND DR, SR1, SR2	DR <- SR1 and SR2	*	0	1	0	1	DR		SR1		0	0	0	SR2					
	AND DR, SR1, Imm5	DR <- SR1 and SEXT(Imm5)	*	0	1	0	1	DR		SR1		1	Imm5							
charg. rang.	LEA DR,label	DR <- PC + SEXT(PCOffset9)	*	1	1	1	0	DR		PCOffset9										
	LD DR,label	DR <- mem[PC + SEXT(PCOffset9)]	*	0	0	1	0	DR		PCOffset9										
	ST SR,label	mem[PC + SEXT(PCOffset9)] <- SR		0	0	1	1	SR		PCOffset9										
	LDR DR,BaseR,Offset6	DR <- mem[BaseR + SEXT(Offset6)]	*	0	1	1	0	DR		BaseR		Offset6								
	STR SR,BaseR,Offset6	mem[BaseR + SEXT(Offset6)] <- SR		0	1	1	1	SR		BaseR		Offset6								
branchement	BR[n][z][p] label Si (cond)	PC <- PC + SEXT(PCOffset9)		0	0	0	0	n	z	p	PCOffset9									
	NOP	No Operation		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	RET	PC <- R7		1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	
	JSR label	R7 <- PC ; PC <- PC + SEXT(PCOffset11)		0	1	0	0	1	PCOffset11											

Unité centrale

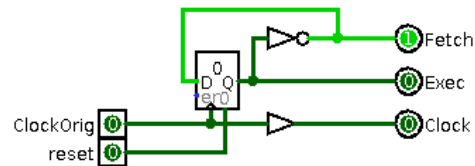
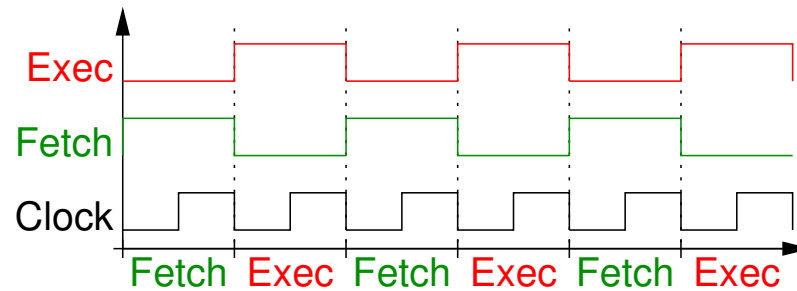
Cycles

- Cycle **instruction** $\neq$ cycle **horloge**
 - **Comp** : opérandes lues dans registres, rangement résultat à la fin
 - **Mem** : liaison registres / mémoire, écriture à la fin
 - **BR** : calcul adresse et écriture dans PC à la fin
- **MAIS** instruction qq. part, ici dans RI bien câblé
- **Ici** : Mémoire $\rightarrow$ IR **puis** exécution
- Cycle d'instruction :
 1. **LI** (Fetch)
 2. **EX** (Exec)

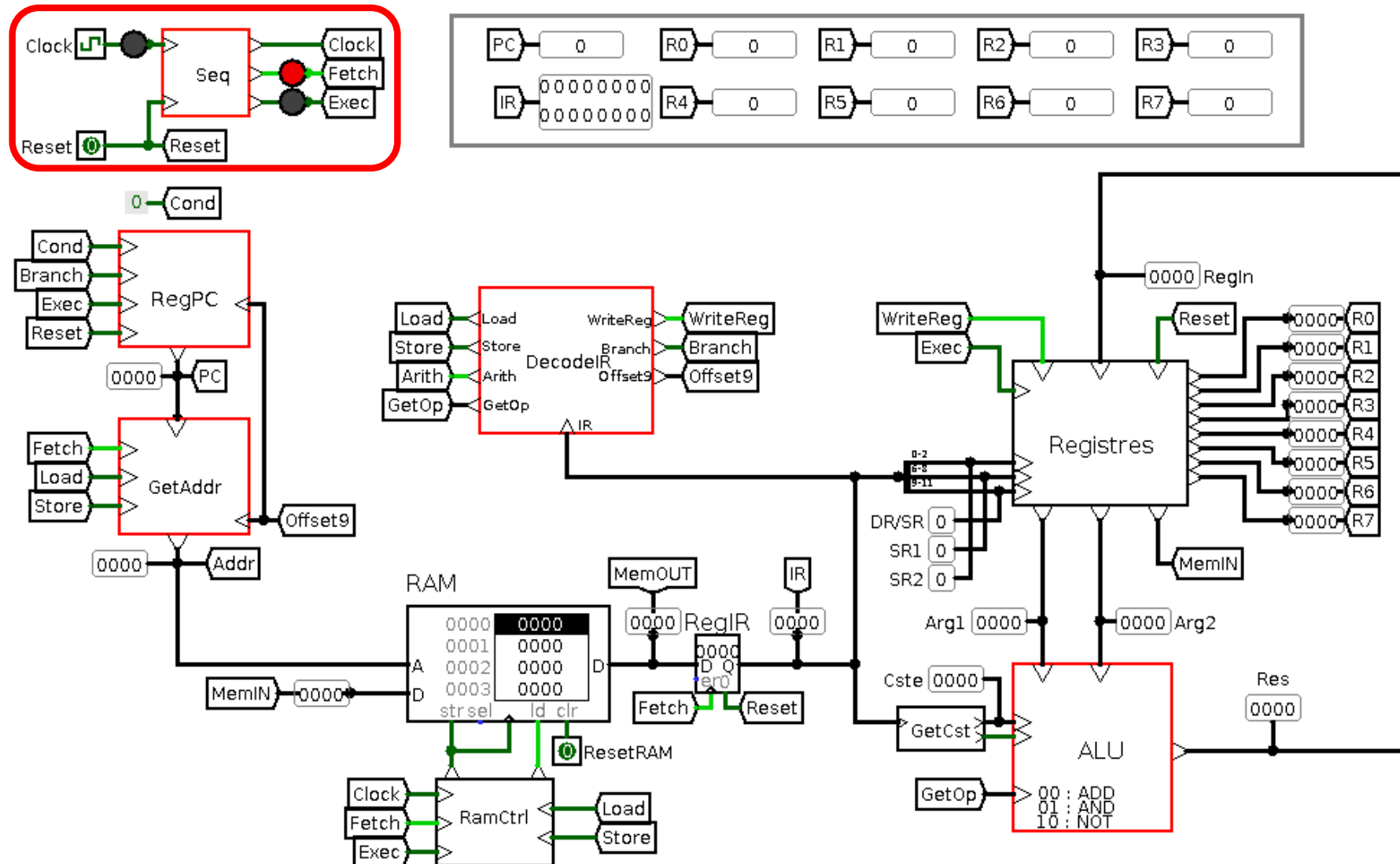
Unité centrale

Synchro

- Différentes activités suivant LI ou EX $\leadsto$ séquenceur
 - in : Clk, (RAZ)
 - out : Clk, LI, EX



Unité centrale



Unité centrale

Synchro

				codage															
	Syntaxe	action	NZP	opcode				arguments											
				F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Arith - logique	NOT DR, SR	DR <- not SR	*	1	0	0	1	DR		SR		1	1	1	1	1	1	1	
	ADD DR, SR1, SR2	DR <- SR1 + SR2	*	0	0	0	1	DR		SR1		0	0	0	SR2				
	ADD DR, SR1, Imm5	DR <- SR1 + SEXT(Imm5)	*	0	0	0	1	DR		SR1		1	Imm5						
	AND DR, SR1, SR2	DR <- SR1 and SR2	*	0	1	0	1	DR		SR1		0	0	0	SR2				
	AND DR, SR1, Imm5	DR <- SR1 and SEXT(Imm5)	*	0	1	0	1	DR		SR1		1	Imm5						
charg. rang.	LEA DR,label	DR <- PC + SEXT(PCOffset9)	*	1	1	1	0	DR		PCOffset9									
	LD DR,label	DR <- mem[PC + SEXT(PCOffset9)]	*	0	0	1	0	DR		PCOffset9									
	ST SR,label	mem[PC + SEXT(PCOffset9)] <- SR		0	0	1	1	SR		PCOffset9									
	LDR DR,BaseR,Offset6	DR <- mem[BaseR + SEXT(Offset6)]	*	0	1	1	0	DR		BaseR		Offset6							
	STR SR,BaseR,Offset6	mem[BaseR + SEXT(Offset6)] <- SR		0	1	1	1	SR		BaseR		Offset6							
branchement	BR[n][z][p] label Si (cond)	PC <- PC + SEXT(PCOffset9)		0	0	0	0	n	z	p	PCOffset9								
	NOP	No Operation		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	RET	PC <- R7		1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0		
	JSR label	R7 <- PC ; PC <- PC + SEXT(PCOffset11)		0	1	0	0	1	PCOffset11										

- Qui touche aux registres ?
- Comment ?

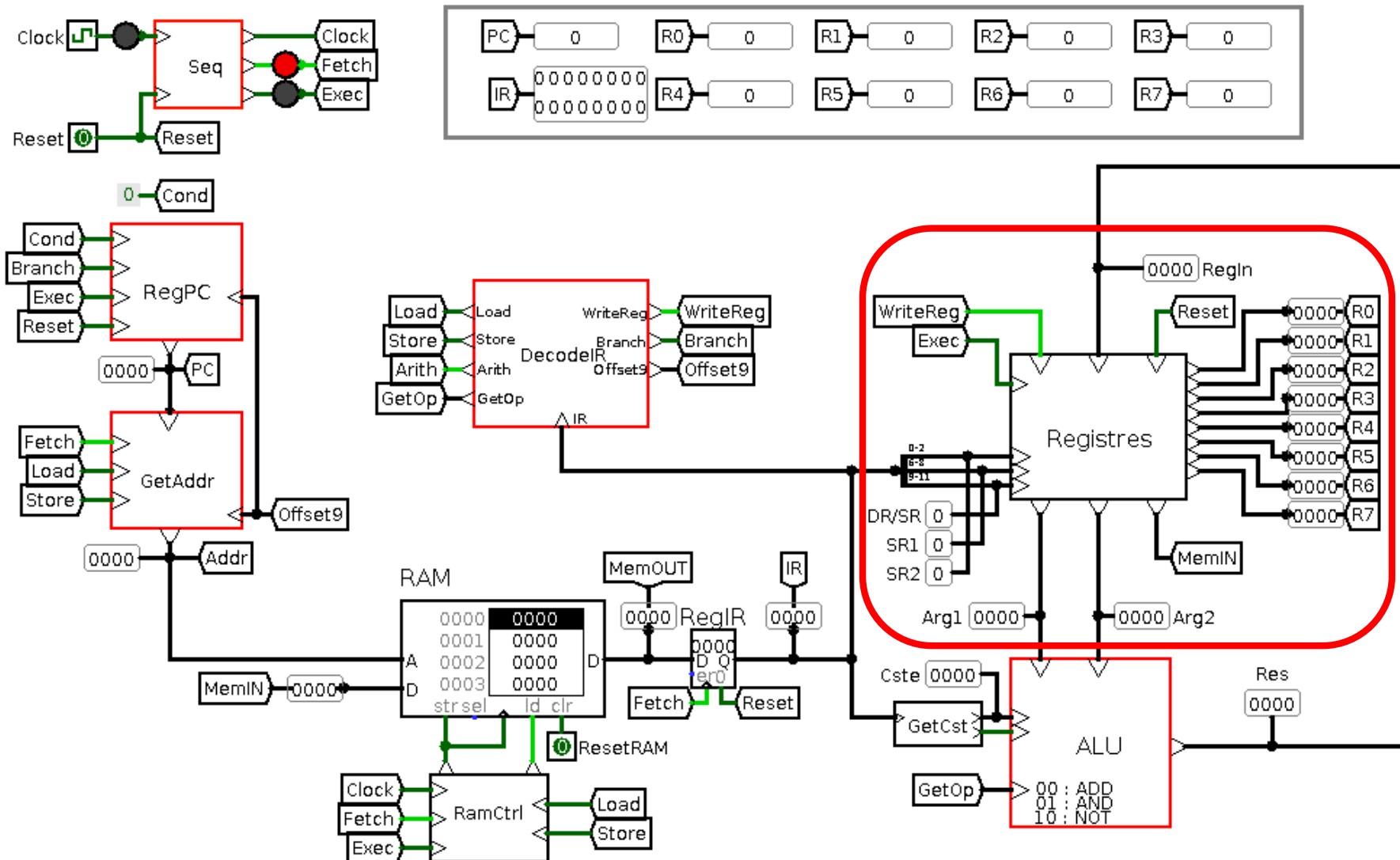
Unité centrale

Dialogue avec les registres

- Adressage pertinent
- Sorties pertinentes
- Entrées pertinentes
- Et signaux. . .

Unité centrale

Dialogue avec les registres



Unité centrale

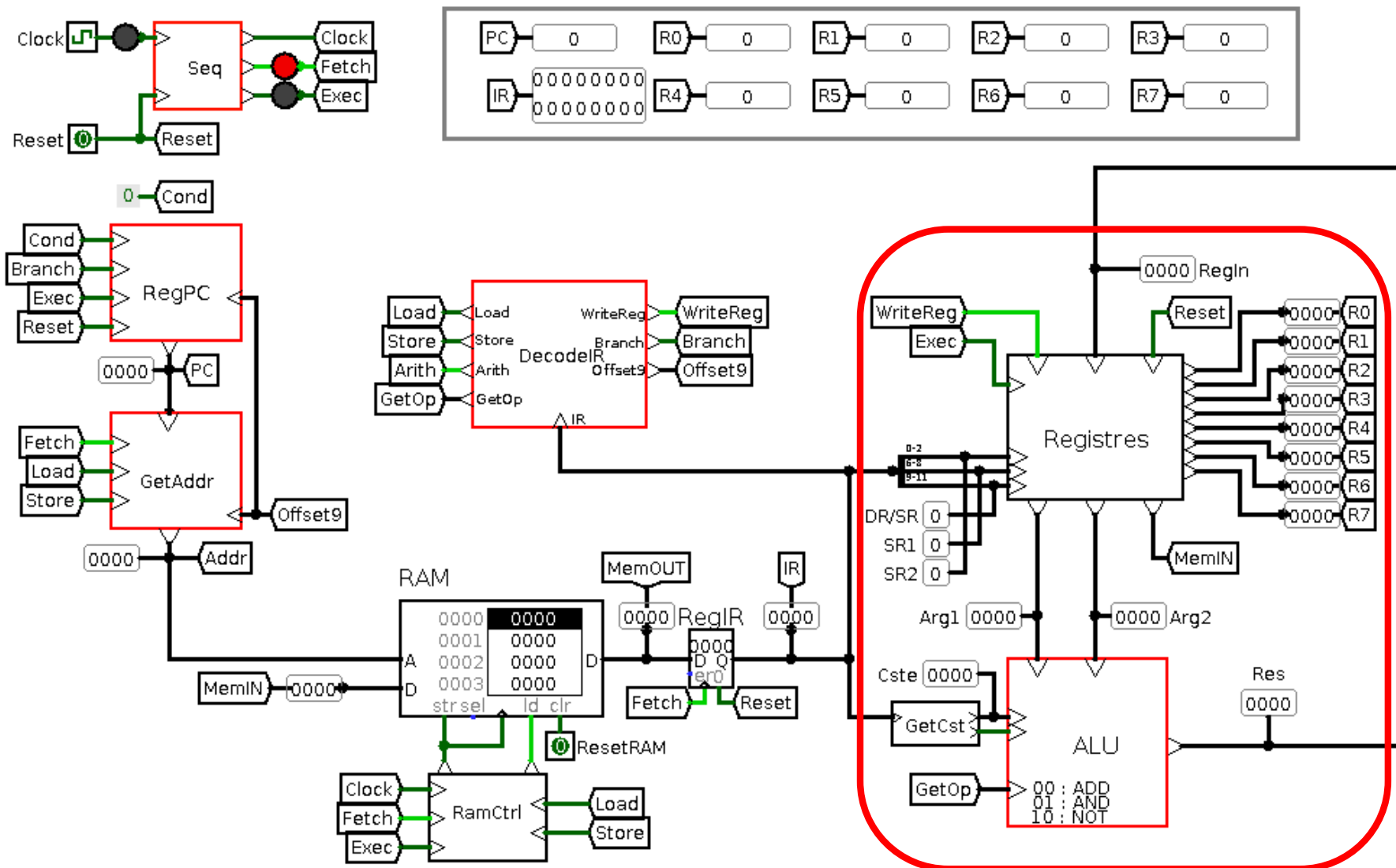
Dialogue avec l'UAL

Arith - logique	NOT DR, SR	DR <- not SR	*	1	0	0	1	DR	SR	1	1	1	1	1	1
	ADD DR, SR1, SR2	DR <- SR1 + SR2	*	0	0	0	1	DR	SR1	0	0	0	SR2		
	ADD DR, SR1, Imm5	DR <- SR1 + SEXT(Imm5)	*	0	0	0	1	DR	SR1	1	Imm5				
	AND DR, SR1, SR2	DR <- SR1 and SR2	*	0	1	0	1	DR	SR1	0	0	0	SR2		
	AND DR, SR1, Imm5	DR <- SR1 and SEXT(Imm5)	*	0	1	0	1	DR	SR1	1	Imm5				

- Avec qui ?
- Quels arguments ? **Entrées** / **Sorties** / **Signaux** de l'UAL ?
 - Dest, Source1, Source2
 - Dest, Source1, Immédiat
 - Dest, Source1

Unité centrale

Dialogue avec l'UAL



Unité centrale

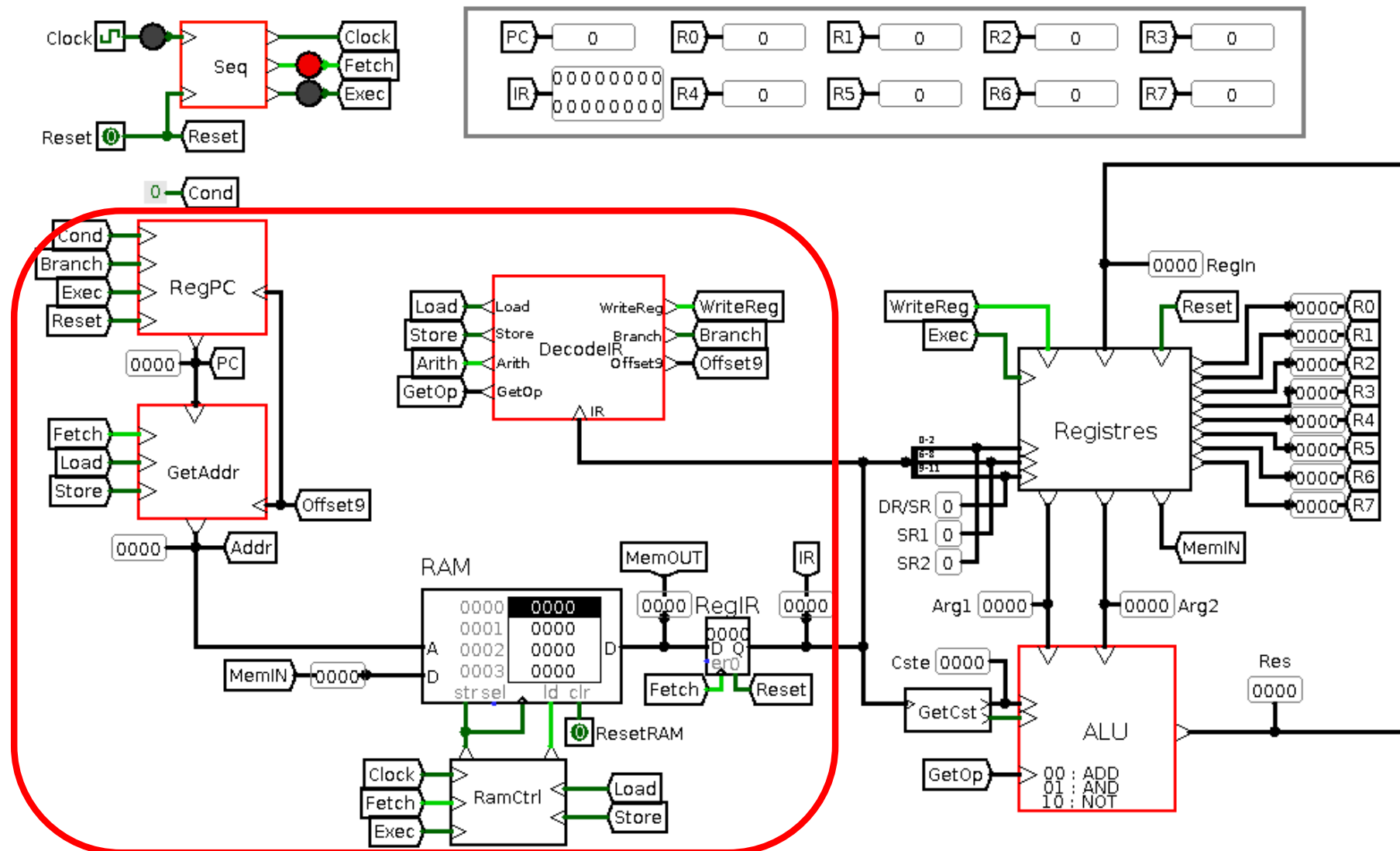
Dialogue avec mémoire

LD DR,label	DR <- mem[PC + SEXT(PCOffset9)]	*	0	0	1	0	DR	PCOffset9
ST SR,label	mem[PC + SEXT(PCOffset9)] <- SR		0	0	1	1	SR	PCOffset9

- Avec **qui** ?
 - LI et EX
- **Quand** ?
 - PC + registres généraux. . .
- Signaux : Load/Store, Fetch, Exec, Clk
- Calculs $\leadsto$ GetAddr PC ou PC+. . .

Unité centrale

Dialogue avec mémoire

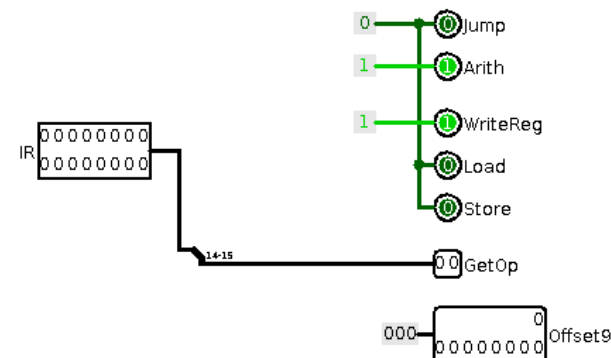


Unité centrale

Dialogue avec IR (décodage)

Syntaxe	action	NZP	codage															
			opcode				arguments											
			F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
NOT DR, SR	DR <- not SR	*	1	0	0	1	DR		SR		1	1	1	1	1	1	1	
ADD DR, SR1, SR2	DR <- SR1 + SR2	*	0	0	0	1	DR		SR1		0	0	0	SR2				
ADD DR, SR1, Imm5	DR <- SR1 + SEXT(Imm5)	*	0	0	0	1	DR		SR1		1	Imm5						
AND DR, SR1, SR2	DR <- SR1 and SR2	*	0	1	0	1	DR		SR1		0	0	0	SR2				
AND DR, SR1, Imm5	DR <- SR1 and SEXT(Imm5)	*	0	1	0	1	DR		SR1		1	Imm5						
LD DR,label	DR <- mem[PC + SEXT(PCoffset9)]	*	0	0	1	0	DR		PCoffset9									
ST SR,label	mem[PC + SEXT(PCoffset9)] <- SR		0	0	1	1	SR		PCoffset9									
BR[n][z][p] label Si (cond)	PC <- PC + SEXT(PCoffset9)		0	0	0	0	n	z	p	PCoffset9								

- Instruction dans IR $\rightsquigarrow$ Quels signaux pour quelle instruction ?
 - GetOp ?
 - Load ?
 - Store ?
 - WriteReg ?



Unité centrale

Organisation

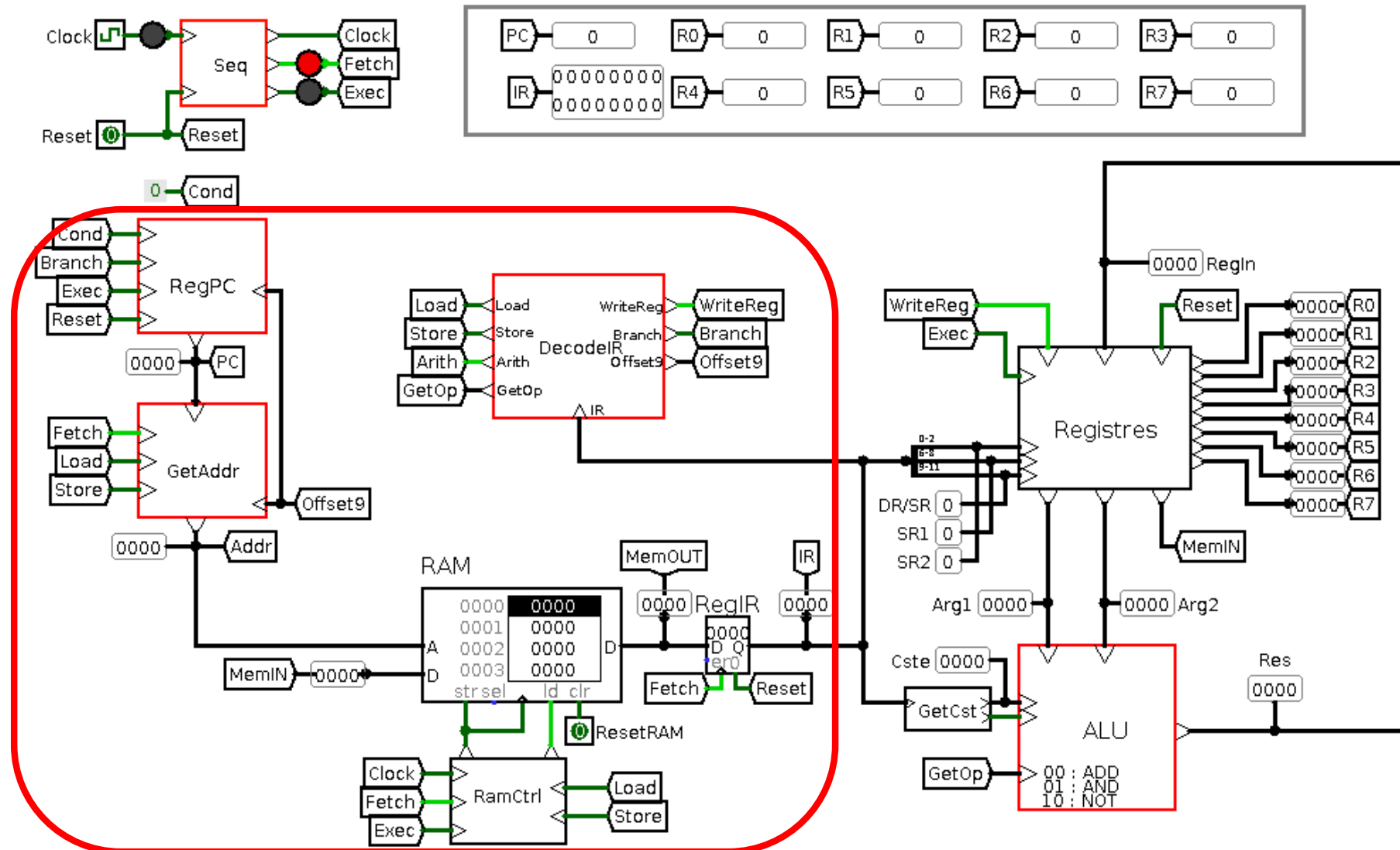
Phase LI

- Charger Mem[PC] dans IR
- Signal **Fetch = 1** $\leadsto$ mémoire mode « lecture »
- PC directement accessible
- IR reçoit MemOUT $\leadsto$ écriture et **verrou** quand **Fetch** $\rightarrow$ 0

Unité centrale

Organisation

LI



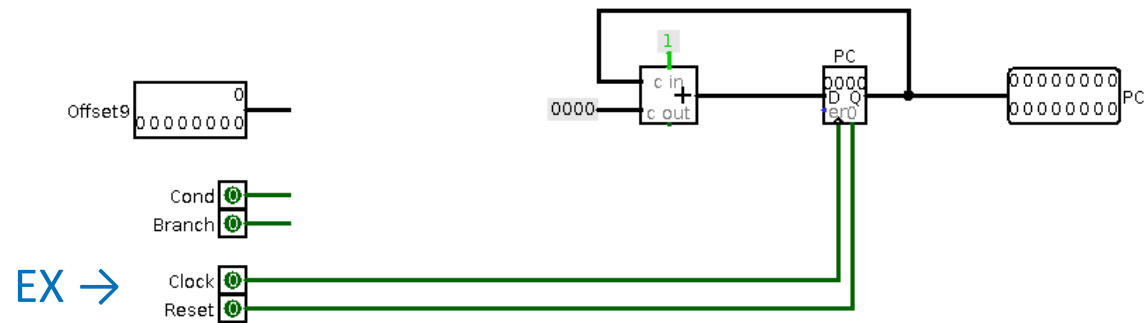
Unité centrale

Organisation

Phase EX

- Mise à jour PC

on sait faire



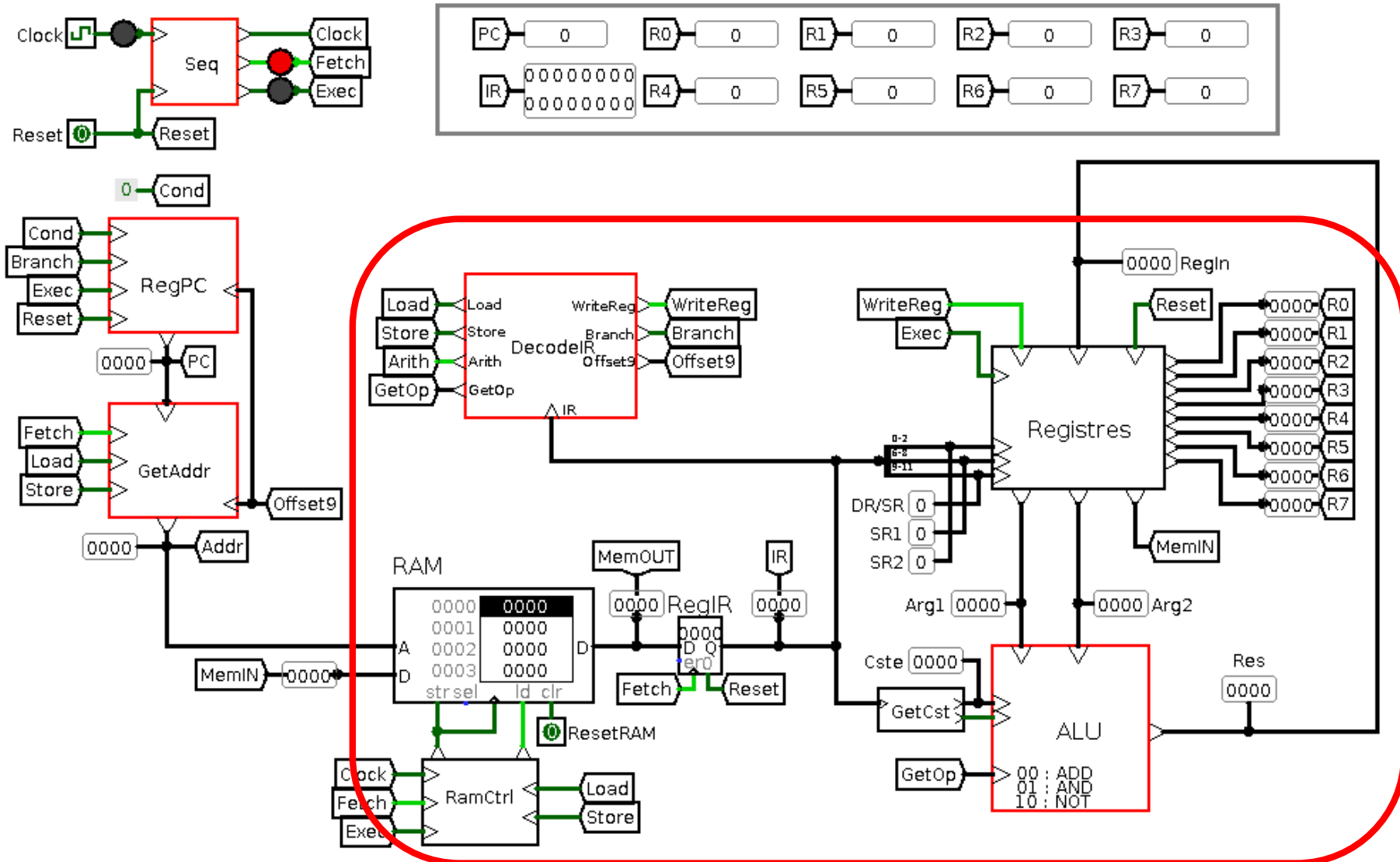
- Opération. . .
- Rangement résultat (à la fin)
- Opération : calcul ou mémoire

Unité centrale

Organisation

EX calcul

Exemple : ADD DR, SR1, SR2



Organisation

EX mémoire

Exemple : ST SR, label

