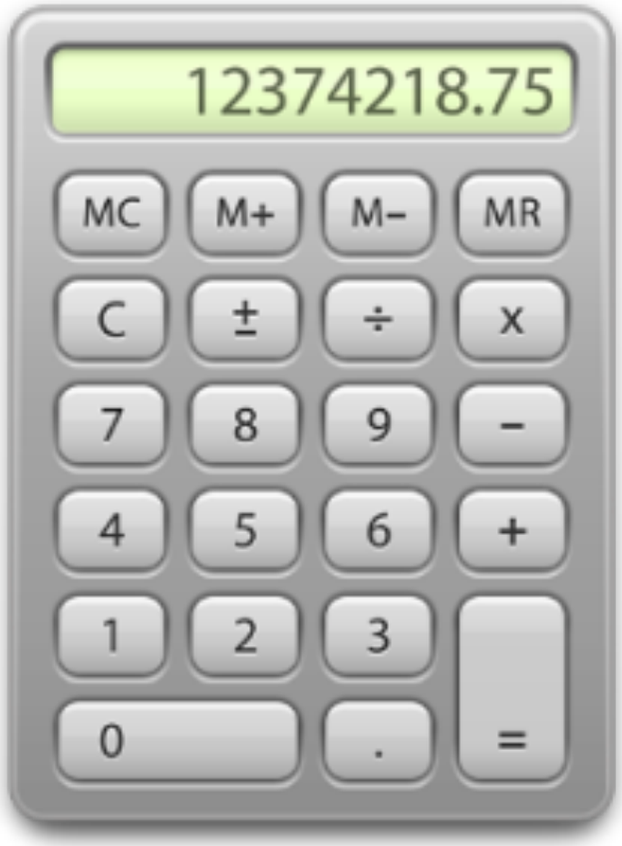
Introduction à l'assembleur ARM: instructions conditionnelles



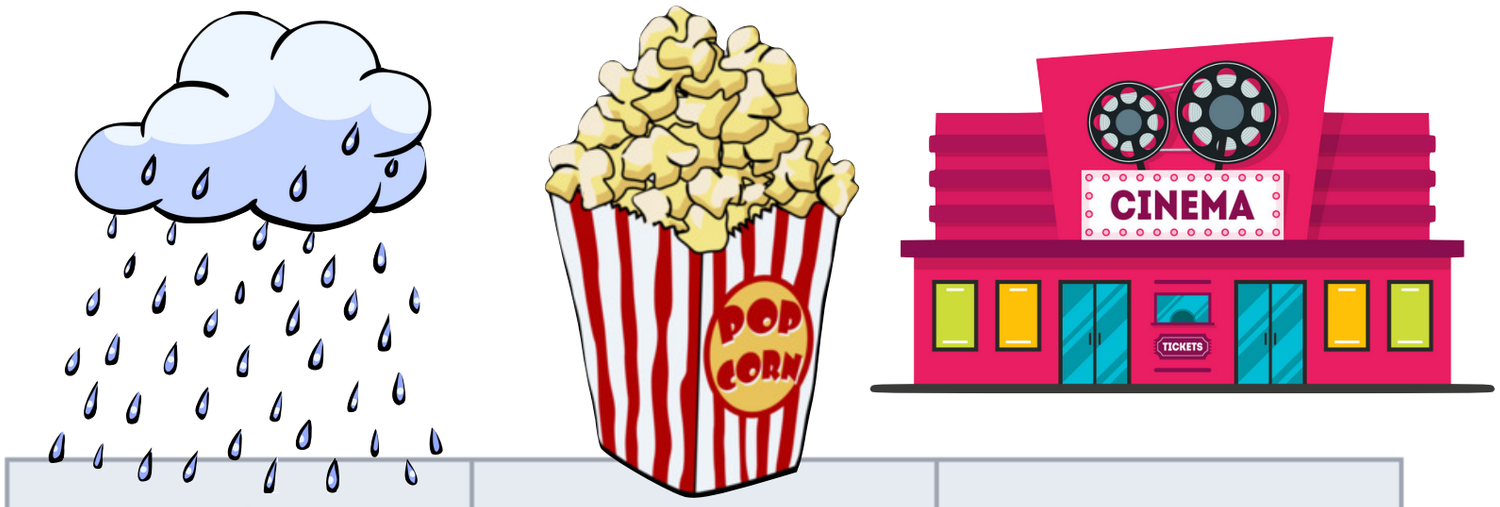
GIF-1001 Ordinateurs: Structure et Applications

Jean-François Lalonde

Instruction logique: ET

ET logique

« S'il pleut ET qu'il y a du popcorn, j'irai au cinéma »



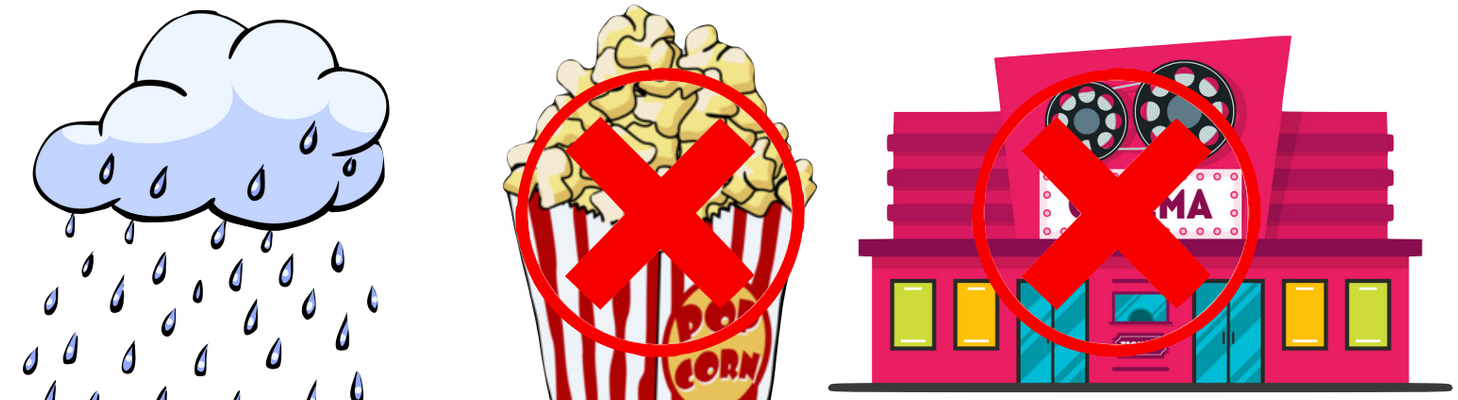
p	q	$p \wedge q$
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

Source: wikipedia, vectorstock

Instruction logique: ET

ET logique

« S'il pleut ET qu'il y a du popcorn, j'irai au cinéma »



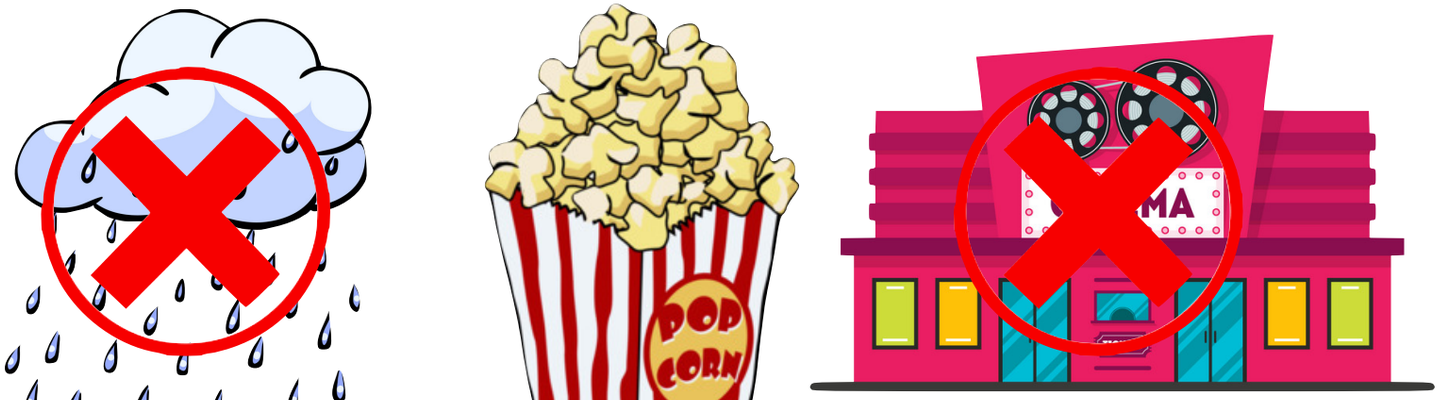
p	q	$p \wedge q$
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

Source: wikipedia, vectorstock

Instruction logique: ET

ET logique

« S'il pleut ET qu'il y a du popcorn, j'irai au cinéma »



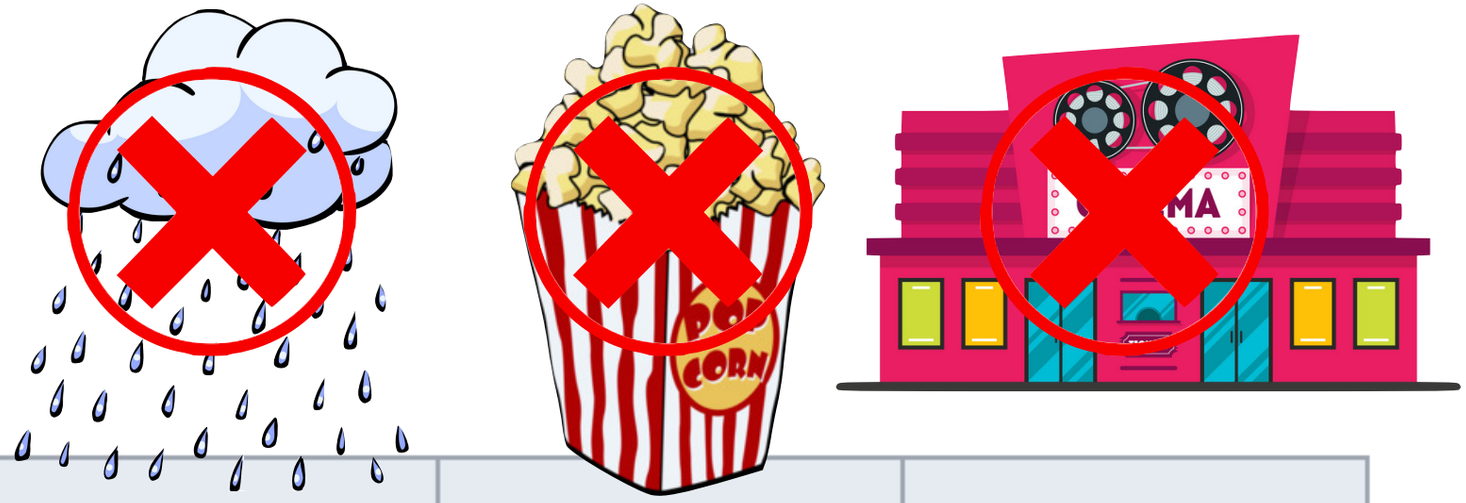
p	q	$p \wedge q$
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

Source: wikipedia, vectorstock

Instruction logique: ET

ET logique

« S'il pleut ET qu'il y a du popcorn, j'irai au cinéma »



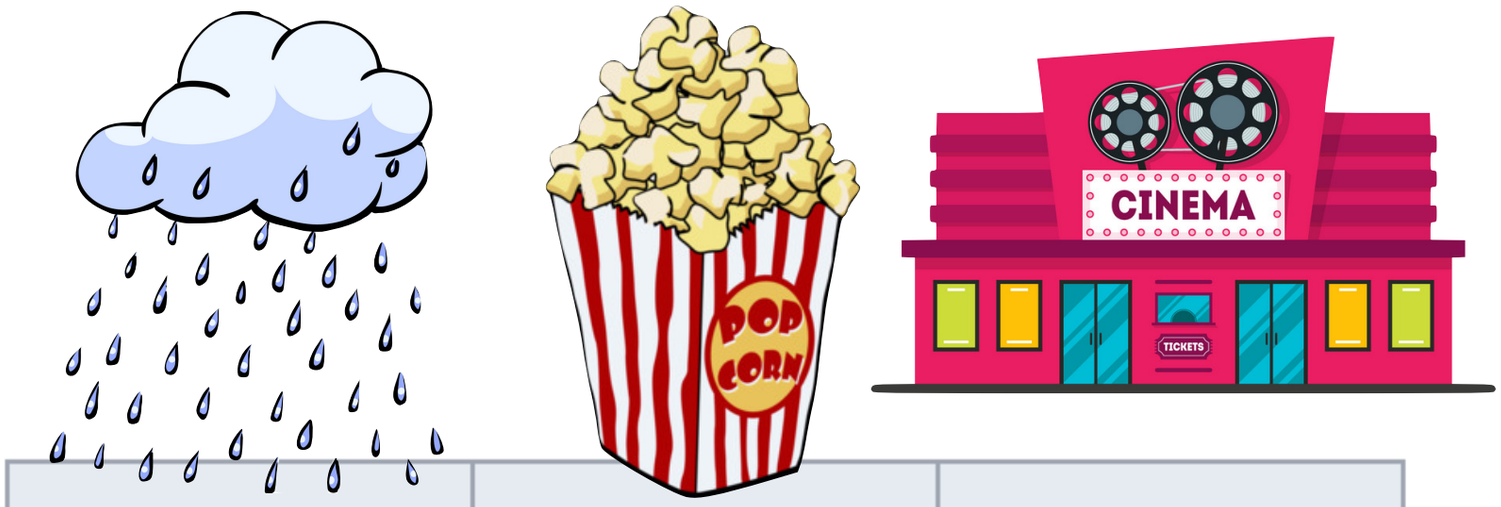
p	q	$p \wedge q$
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

Source: wikipedia, vectorstock

Instruction logique: OU

OU logique

« S'il pleut OU s'il y a du popcorn, j'irai au cinéma »



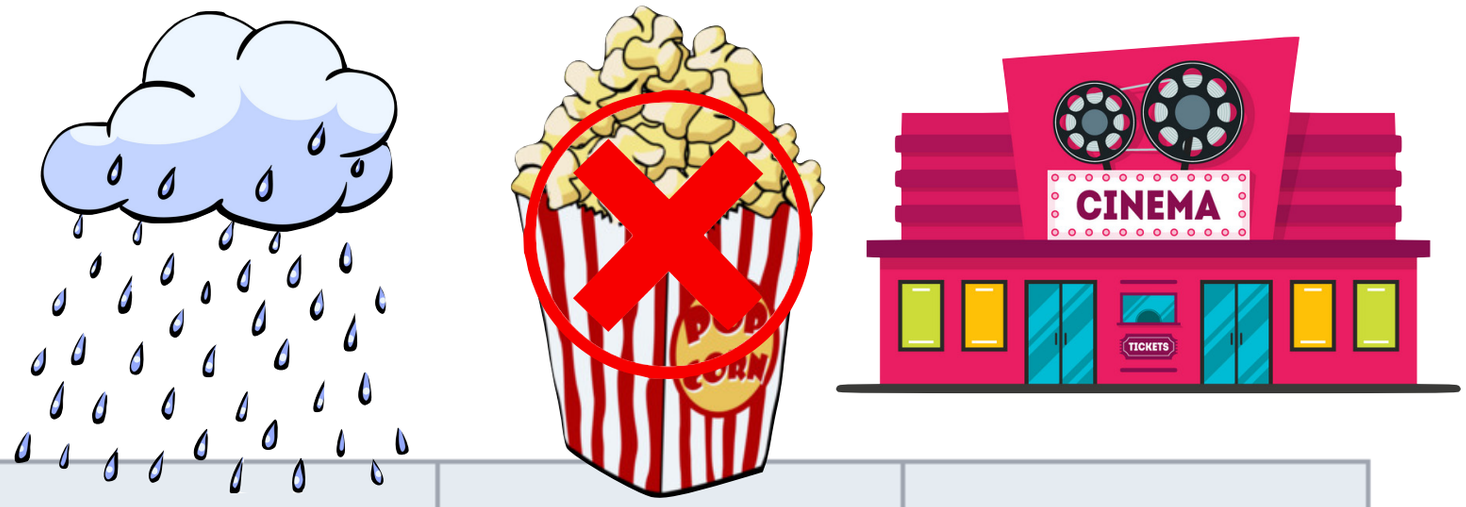
p	*q*	*p* ∨ *q*
1	1	1
1	0	1
0	1	1
0	0	0

Source: wikipedia, vectorstock

Instruction logique: OU

OU logique

« S'il pleut OU s'il y a du popcorn, j'irai au cinéma »



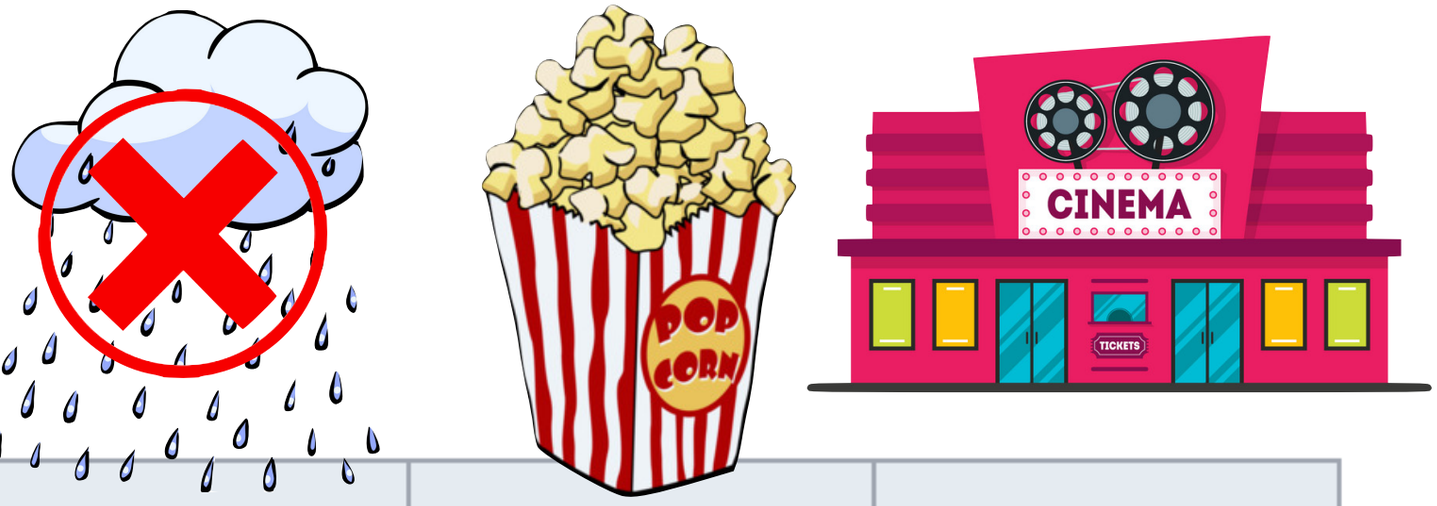
p	*q*	*p* ∨ *q*
1	1	1
1	0	1
0	1	1
0	0	0

Source: wikipedia, vectorstock

Instruction logique: OU

OU logique

« S'il pleut OU s'il y a du popcorn, j'irai au cinéma »



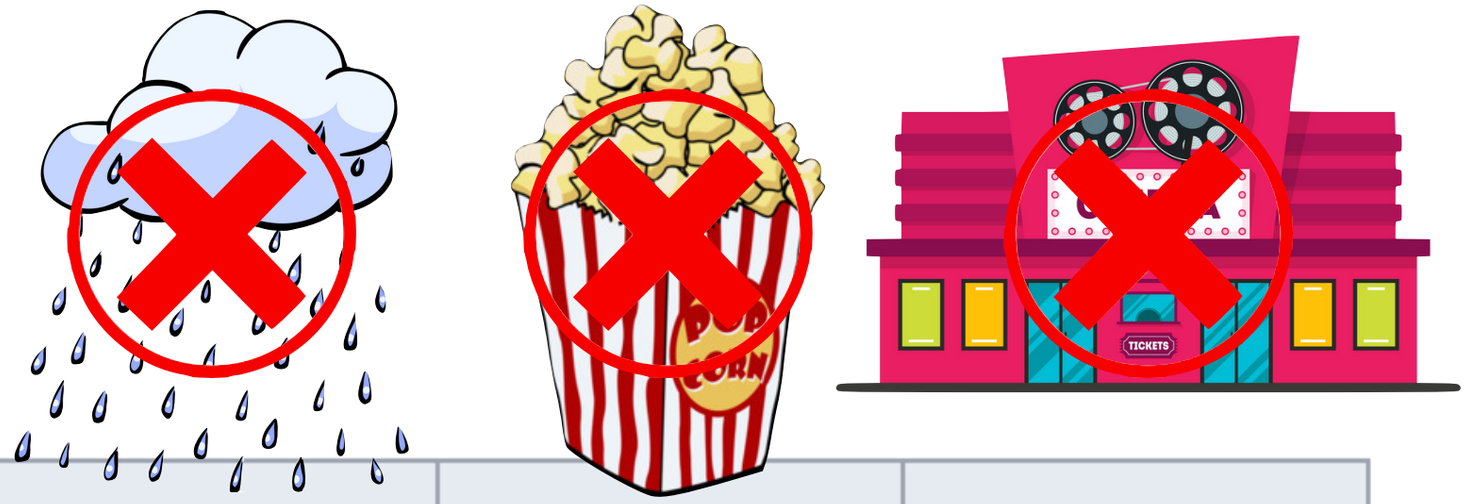
p	*q*	*p* ∨ *q*
1	1	1
1	0	1
0	1	1
0	0	0

Source: wikipedia, vectorstock

Instruction logique: OU

OU logique

« S'il pleut OU s'il y a du popcorn, j'irai au cinéma »



p	*q*	*p* ∨ *q*
1	1	1
1	0	1
0	1	1
0	0	0

Source: wikipedia, vectorstock

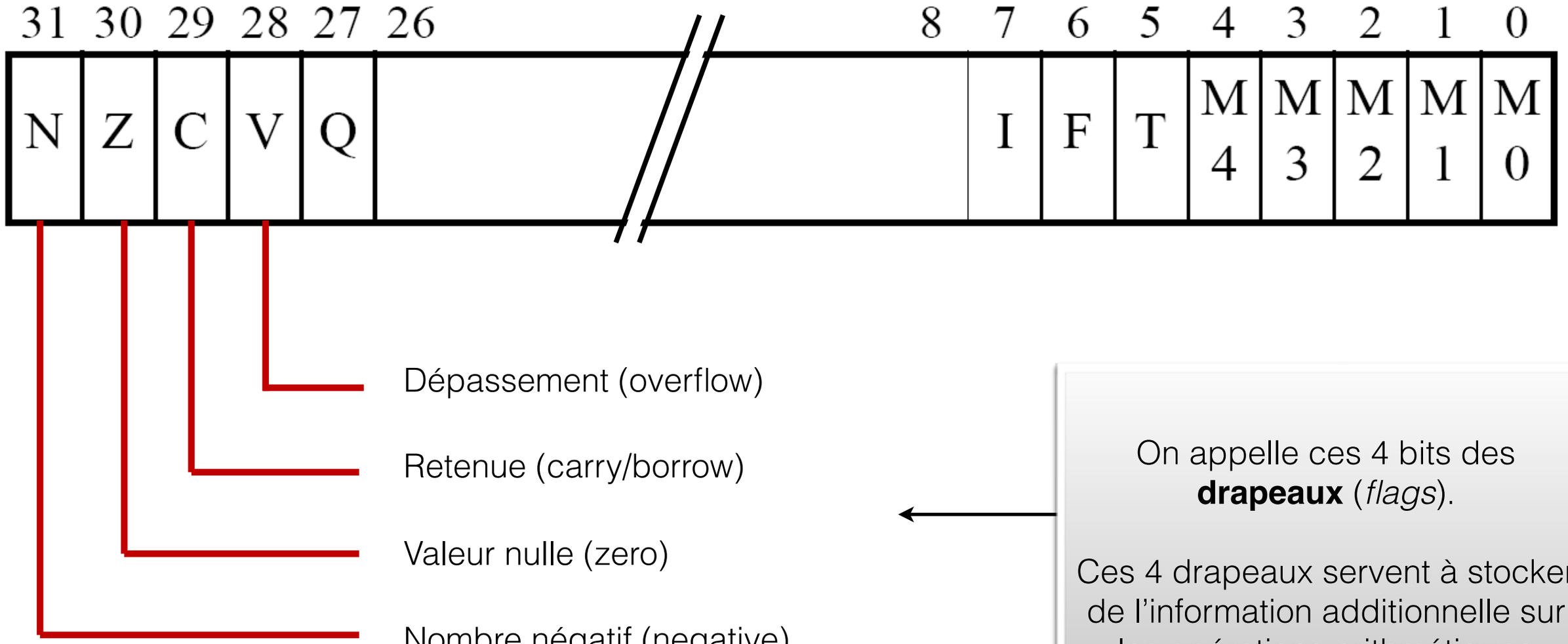
Problème à résoudre

- But: comparer deux nombres placés dans R1 et R2
  - Si R1 > R2, mettre R3 dans R0
  - Sinon, mettre R4 dans R0
- Comment faire?

- Nous allons avoir besoin de trois mécanismes:
  1. **Une instruction pour comparer** R1 et R2
  2. **Un endroit pour stocker** le résultat de la comparaison
  3. **Des instructions conditionnelles**, activées seulement si la comparaison répond à certains critères

2. Endroit pour stocker

- Le registre d'état (CPSR) décrit l'état du processeur



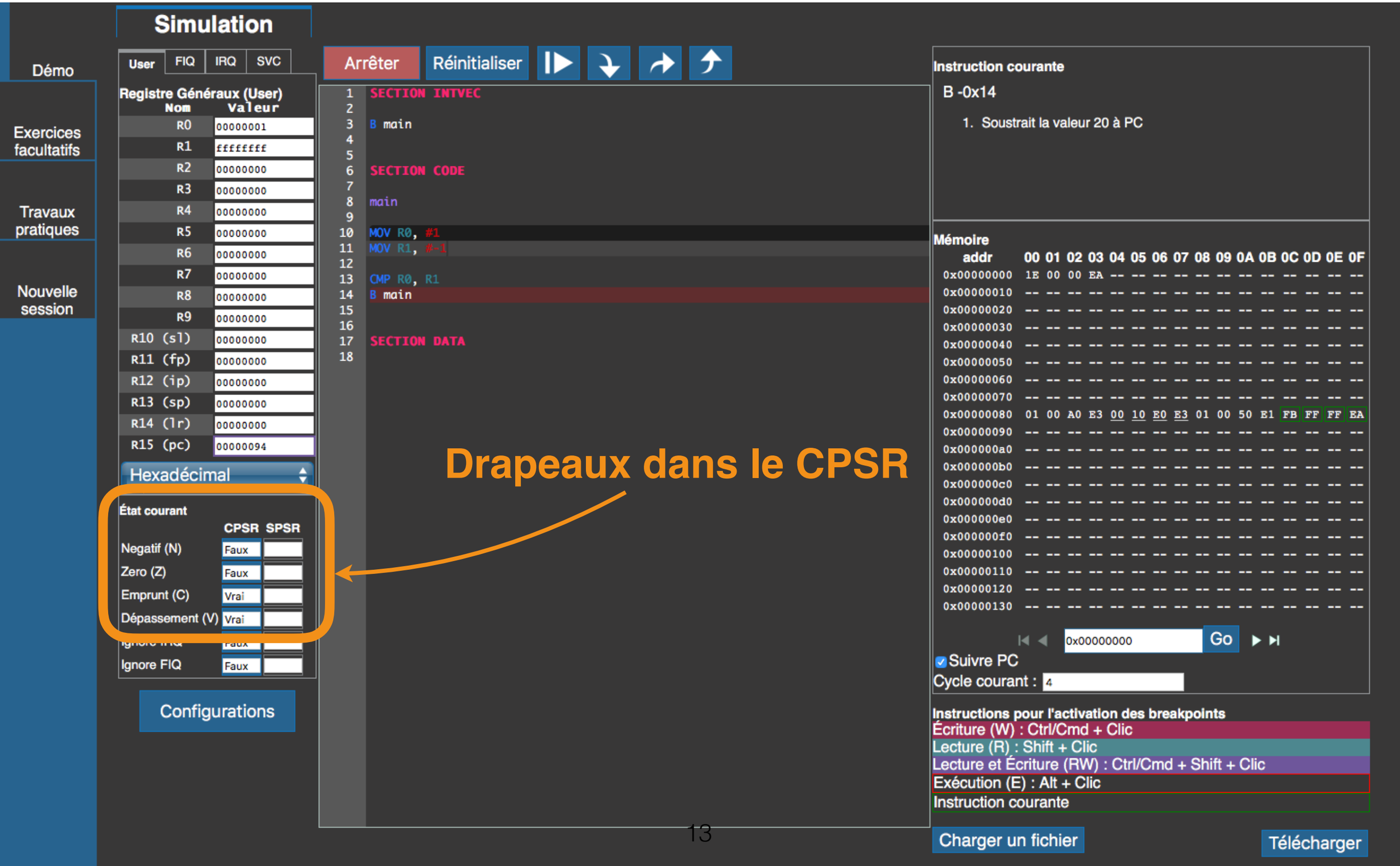
On appelle ces 4 bits des **drapeaux** (*flags*).

Ces 4 drapeaux servent à stocker de l'information additionnelle sur les opérations arithmétiques effectuées par l'ALU.

CPSR: détection de conditions

- N: Détection de signe négatif
  - 1 si résultat < 0, 0 autrement
- Z: Détection de zéro
  - 1 si résultat = 0, 0 autrement
  - Souvent utilisé pour détecter les égalités
- C: Détection de retenue (*carry*) ou d'emprunt (*borrow*)
  - 1 si l'opération a impliqué une retenue, 0 autrement
  - Ex. retenue d'addition de nombres positifs
- V: Détection de débordements (*overflow*)
  - 1 si l'opération a impliqué un débordement, 0 autrement
  - Ex. débordement signé lors d'une addition

Dans le simulateur…



1. Instruction pour comparer

- L’instruction CMP compare deux nombres, et modifie les drapeaux de l’ALU

```
CMP R1, R2    ; calcule R1 - R2, change les drapeaux
```

1. Instruction(s) pour comparer

- Les instructions arithmétiques et logiques

```
INSTRUCTION Rd, Rs, Op
; exécute l'instruction
```

modifient les drapeaux de l'ALU lorsque la lettre **S** est rajoutée après le nom de l'instruction

```
INSTRUCTIONS Rd, Rs, Op
; exécute l'instruction et met à jour les drapeaux
```

- Exemple:

```
SUBS  R0, R1, R2          ; R0 ← R1 - R2
                          ; et met à jour les drapeaux
```

3. Instructions conditionnelles

- L'instruction

```
MOVcc Rd, Op
```

met l'opérande `Op` dans le registre `Rd`, **si la condition `cc` est vraie**

- Exemple:

```
MOVEQ R3, R1
; R3 ← R1 seulement si le drapeau Z est 1

ADDNE R2, R2, R1
; R2 ← R2 + R1 seulement si le drapeau Z est 0
```

Instructions conditionnelles

Code assembleur:

```
MOVEQ R3, R1
; R3 ← R1 si le drapeau Z est 1
```

Équivalent, en C, à:

```
if (Z == 1) {
  R3 = R1;
}
```

Code assembleur:

```
ADDNE R2, R2, R1
; R2 ← R2 + R1 si le drapeau Z est 0
```

Équivalent, en C, à:

```
if (Z == 0) {
  R2 = R2 + R1;
}
```

Codes de condition

Table A8-1 Condition codes

cond	Mnemonic extension	Meaning (integer)	Meaning (floating-point) [a]	Condition flags
0000	EQ	Equal	Equal	Z == 1
0001	NE	Not equal	Not equal, or unordered	Z == 0
0010	CS [b]	Carry set	Greater than, equal, or unordered	C == 1
0011	CC [c]	Carry clear	Less than	C == 0
0100	MI	Minus, negative	Less than	N == 1
0101	PL	Plus, positive or zero	Greater than, equal, or unordered	N == 0
0110	VS	Overflow	Unordered	V == 1
0111	VC	No overflow	Not unordered	V == 0
1000	HI	Unsigned higher	Greater than, or unordered	C == 1 and Z == 0
1001	LS	Unsigned lower or same	Less than or equal	C == 0 or Z == 1
1010	GE	Signed greater than or equal	Greater than or equal	N == V
1011	LT	Signed less than	Less than, or unordered	N != V
1100	GT	Signed greater than	Greater than	Z == 0 and N == V
1101	LE	Signed less than or equal	Less than, equal, or unordered	Z == 1 or N != V
1110	None (AL) [d]	Always (unconditional)	Always (unconditional)	Any

a. Unordered means at least one NaN operand.
b. HS (unsigned higher or same) is a synonym for CS.
c. LO (unsigned lower) is a synonym for CC.
d. AL is an optional mnemonic extension for always, except in IT instructions. For details see *IT* on page A8-104.

Manuel de référence ARM, p. A8-8

Codes de condition

Table A8-1 Condition codes

cond	Mnemonic extension	Meaning (integer)	Condition flags
0000	EQ	Equal	Z == 1
0001	NE	Not equal	Z == 0

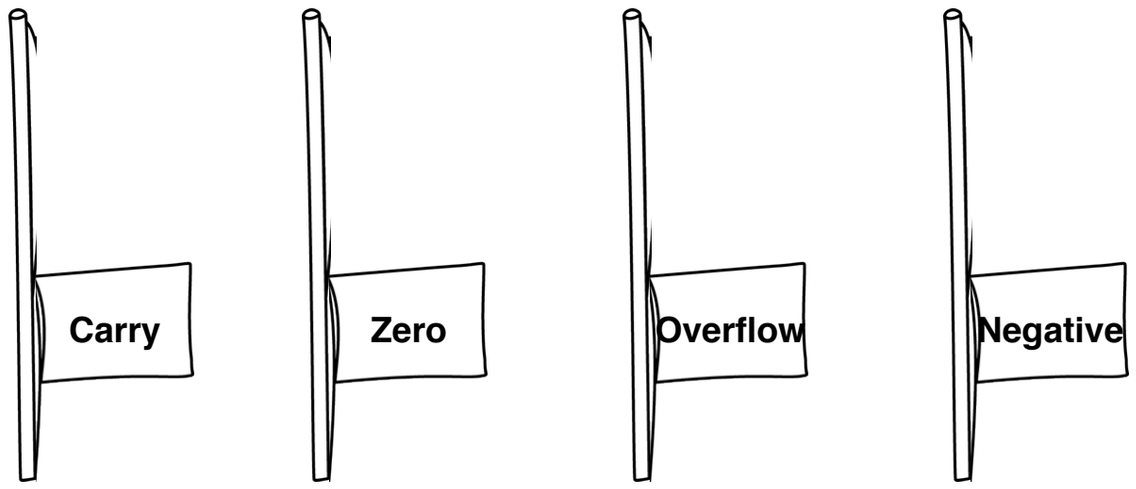
Dans le cadre du cours, ces codes de condition nous seront les plus utiles.

1010	GE	Signed greater than or equal	N == V
1011	LT	Signed less than	N != V
1100	GT	Signed greater than	Z == 0 and N == V
1101	LE	Signed less than or equal	Z == 1 or N != V

Manuel de référence ARM, p. A8-8

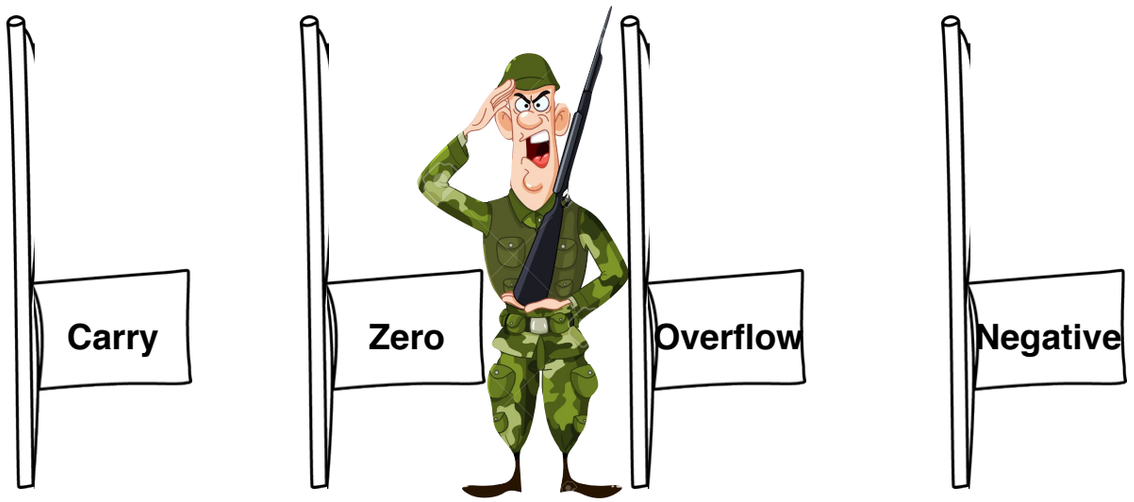
Dans la série «analogies visuelles déconcertantes™»

```
SUBS  R0, R1, R2      ; R0 ← R1 - R2
                      ; et met à jour les drapeaux
```



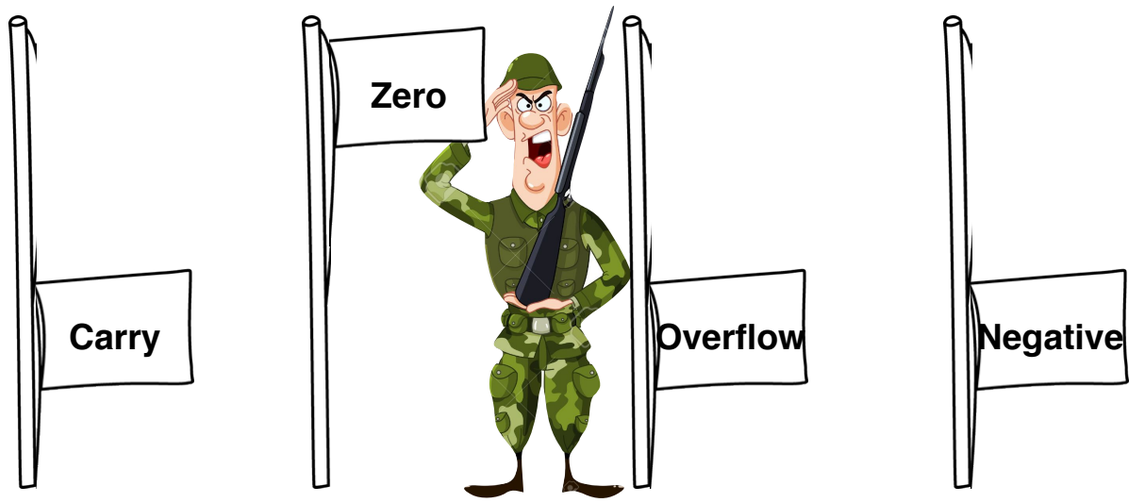
Dans la série «analogies visuelles déconcertantes™»

```
SUBS  R0, R1, R2      ; R0 ← R1 - R2
                      ; et met à jour les drapeaux
```

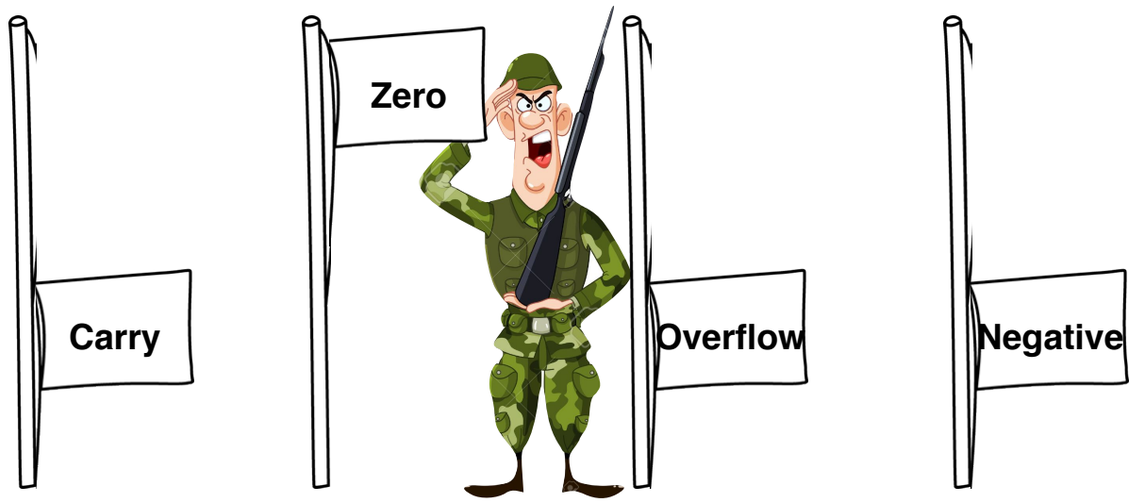


Dans la série «analogies visuelles déconcertantes™»

```
SUBS  R0, R1, R2      ; R0 ← R1 - R2
                      ; et met à jour les drapeaux
```



Dans la série «analogies visuelles déconcertantes™»




```
ADDEQ R2, R2, R1
; R2 ← R2 + R1 seulement si le drapeau Z est 1
; sinon, on passe à l'instruction suivante
```

Problème à résoudre #1

- But: comparer deux nombres placés dans R1 et R2
  - Si R1 > R2, mettre R3 dans R0
  - Sinon (R1 <= R2), mettre R4 dans R0
- Comment faire?

Code	Symbole
GT	>
GE	>=
LT	<
LE	<=

Problème à résoudre #1

- But: comparer deux nombres placés dans R1 et R2
  - Si R1 > R2, mettre R3 dans R0
  - Sinon (R1 <= R2), mettre R4 dans R0
- Comment faire?

Code	Symbole
GT	>
GE	>=
LT	<
LE	<=

```
CMP  R1, R2      ; calcule R1 - R2, change les drapeaux
MOVGT R0, R3     ; si R1 > R2,  R0 ← R3
MOVLE R0, R4     ; si R2 >= R1, R0 ← R4
```

Démonstration (comparaisons #2)

Problème à résoudre #2

Calculer la valeur absolue d'une différence:

```
R0 = abs(R1 - R2)
```

- Indices:
  - si R1 > R2, R0 = R1 - R2
  - sinon (R1 ≤ R2), R0 = R2 - R1

Code	Symbole
GT	>
GE	>=
LT	<
LE	<=

Problème à résoudre #2

Calculer la valeur absolue d'une différence:

```
R0 = abs(R1 - R2)
```

Code	Symbole
GT	>
GE	>=
LT	<
LE	<=

Solution (à trois instructions)

```
CMP R1, R2
; calcule R1 - R2, change les drapeaux
SUBGT R0, R1, R2    ; si R1 > R2, R0 ← R1 - R2
SUBLE R0, R2, R1    ; si R1 <= R2, R0 ← R2 - R1
```

Problème à résoudre #2

Calculer la valeur absolue d'une différence:

```
R0 = abs(R1 - R2)
```

Code	Symbole
GT	>
GE	>=
LT	<
LE	<=

Solution (à deux instructions)

```
SUBS  R0, R1, R2
; calcule R1 - R2, change les drapeaux

RSBLE R0, R0, #0
; si R1 <= R2, R0 = -R0 (donc R0 = R2 - R1)
```

Démonstration

(valeur absolue)