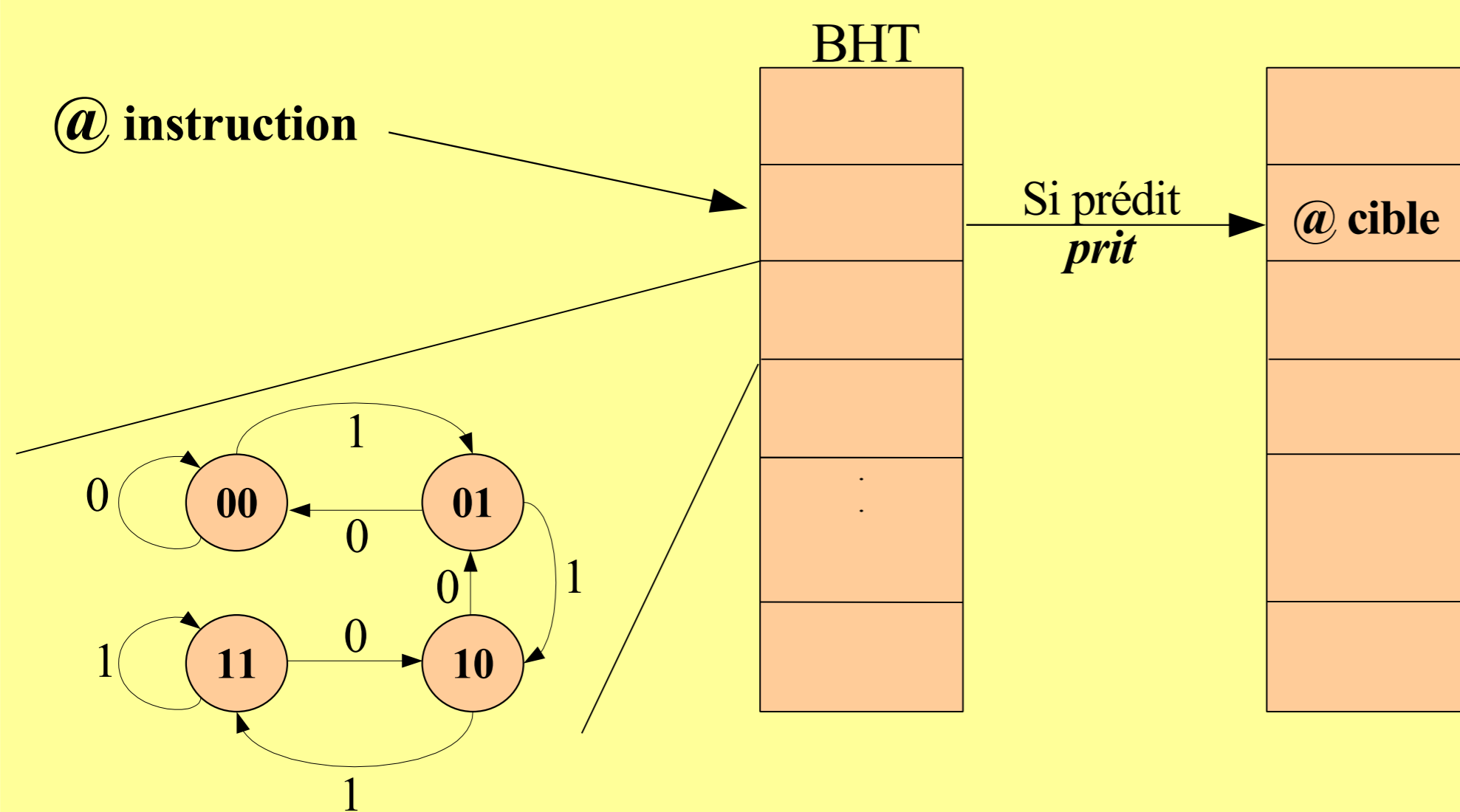


# PRÉDICTION DE BRANCHEMENT ET CALCUL DE TEMPS D'EXÉCUTION PIRE-CAS (WCET)

Claire Burguière  
IRIT, Université Paul Sabatier,  
TOULOUSE

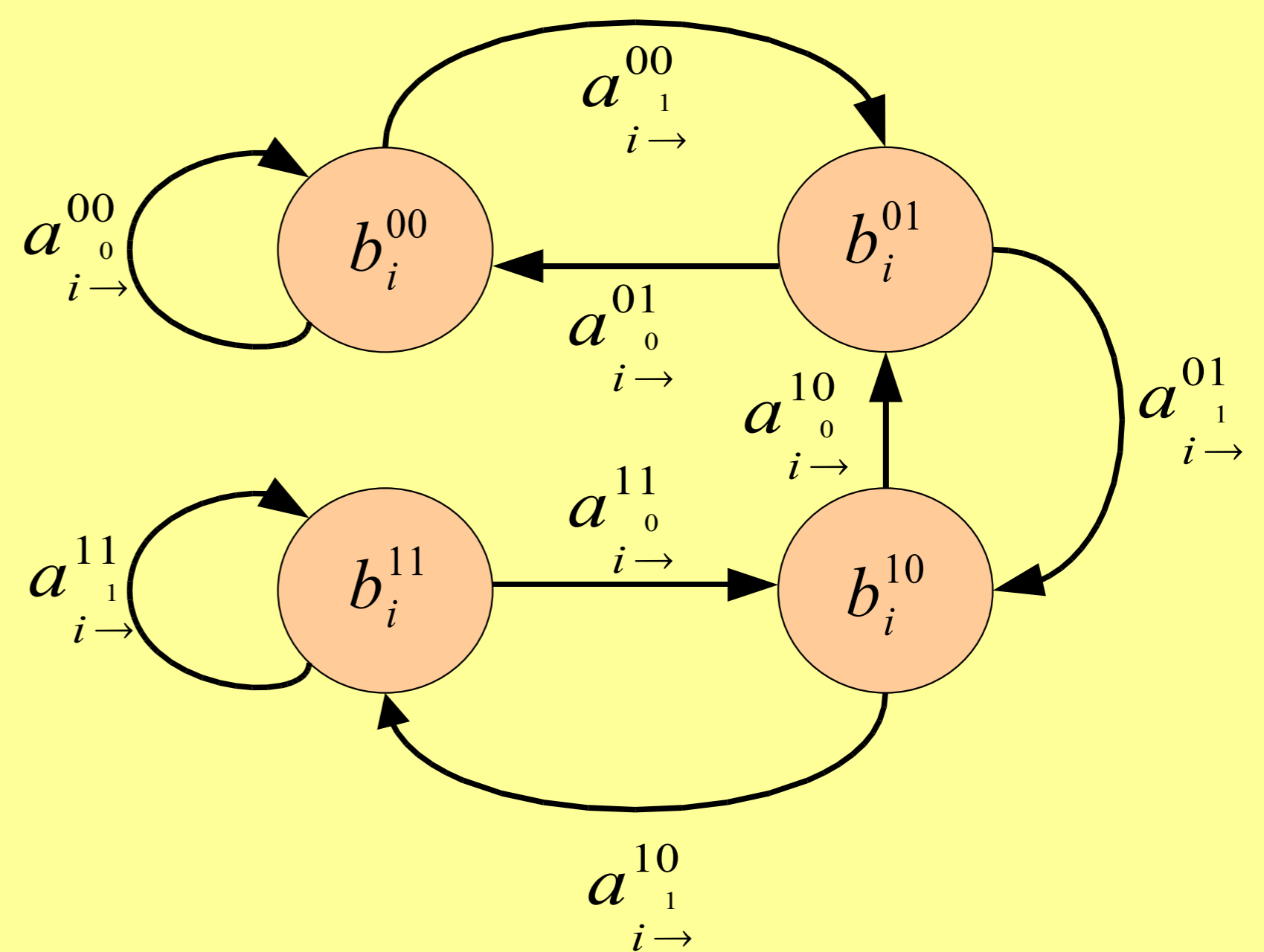


## PRÉDICTION DE BRANCHEMENTS



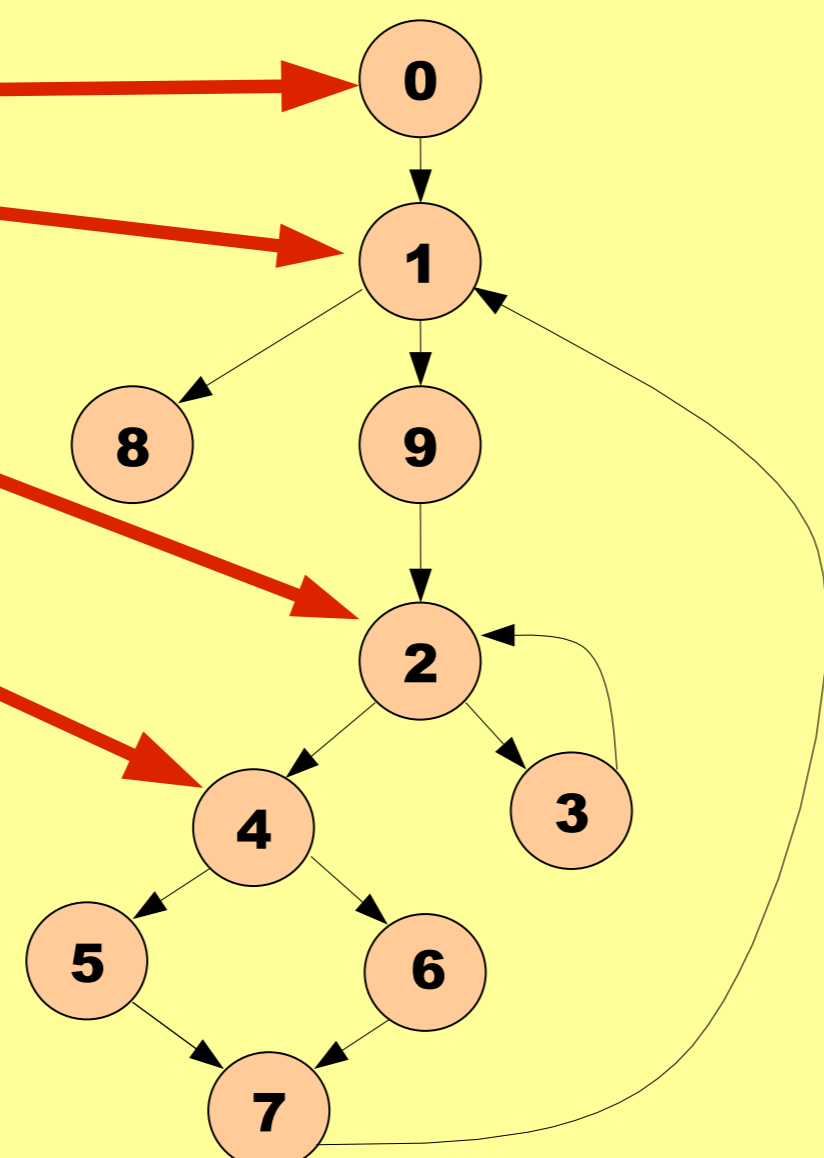
## MODÉLISATION DU PRÉDICTEUR BIMODAL

**Objectif :** prendre en compte la prédiction de branchement dans le calcul du temps d'exécution pire cas (WCET), c'est-à-dire évaluer le nombre d'erreurs de prédiction sur le chemin le plus long.



## CALCUL DE TEMPS D'EXÉCUTION PIRE CAS (IPET)

```
int i, j, fact, somme3=0, sommf=0;
for (i=0 ; i>N ; i++)
{
    fact=1;
    for (j=2 ; j<tab[i] ; i++)
        fact=fact*j;
    if (tab[i]%3==0)
    {
        tab[i]=tab[i]/3;
        som3=som3+tab[i];
    }
    else somf=somf+fact;
}
```



$$\begin{aligned}
 b_0 &= 1 & = a_{0,1} \\
 b_1 &= a_{0,1} + a_{7,1} = a_{1,8} + a_{1,9} \\
 b_2 &= a_{9,2} + a_{3,2} = a_{2,4} + a_{2,3} \\
 b_3 &= a_{2,3} & = a_{3,2} \\
 b_4 &= a_{2,4} & = a_{4,5} + a_{4,6} \\
 b_5 &= a_{4,5} & = a_{5,7} \\
 b_6 &= a_{4,6} & = a_{6,7} \\
 b_7 &= a_{5,7} + a_{6,7} = a_{7,1} \\
 b_9 &= a_{1,9} & = a_{9,2} \\
 b_8 &= a_{1,8} & = 1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b_3 &\leq 100 \\
 b_3 &\leq 50
 \end{aligned}$$

$$T = \sum_i b_i \times tb_i + \sum_{i,j} a_{i,j} \times ta_{i,j} \\
 \text{WCET} = \text{MAX}(T)$$

$$C = \{00, 01, 10, 11\}$$

$$D = \{0, 1\}$$

$b_i$  est le nombre d'exécution du bloc  $i$

$a_{i \rightarrow}$  est le nombre d'exécution de l'arête sortant du bloc  $i$  dans la direction  $d$

$$\begin{cases}
 b_i^{00} = a_{i \rightarrow}^{00} + a_{i \rightarrow}^{01} + a_{i \rightarrow}^{00} \\
 b_i^{01} = a_{i \rightarrow}^{00} + a_{i \rightarrow}^{10} + a_{i \rightarrow}^{01} \\
 b_i^{10} = a_{i \rightarrow}^{01} + a_{i \rightarrow}^{11} + a_{i \rightarrow}^{10} \\
 b_i^{11} = a_{i \rightarrow}^{10} + a_{i \rightarrow}^{11} + a_{i \rightarrow}^{11}
 \end{cases}$$

$$\forall c \in C, b_i^c = a_{i \rightarrow}^c + a_{i \rightarrow}^c + a_{i \rightarrow}^c$$

$$b_i = \sum_c b_i^c$$

$$\forall d \in D, a_{i \rightarrow}^d = \sum_c a_{i \rightarrow}^c + \sum_c a_{i \rightarrow}^c$$

$$\sum_c a_{i \rightarrow}^c \leq 1$$

$$\sum_c b_{i \rightarrow}^c \leq 1$$

- C. Burguière et C. Rochange. *A contribution to branch prediction modeling in WCET analysis.* Conference on Design, Automation and Test in Europe (DATE). 2005.
- C. Burguière et C. Rochange. *A case for static branch prediction in real-time systems.* Conference on Embedded and Real-Time Computing Systems and Applications (RTCSA). 2005.
- C. Burguière, C. Rochange et P. Sainrat. *History-based schemes and implicit path enumeration.* Workshop on Worst-Case Execution Time (WCET) Analysis. 2006.