

et colonne $j - 1$ et de la ligne $i - 1$ et colonne j . De plus nous savons que $\binom{n}{0} = \binom{n}{n} = 1$.

Nous en déduisons une méthode de construction du triangle de Pascal :

1. nous plaçons dans la colonne 0 des 1 à chaque ligne, et des 1 à chaque entrée de la diagonale,
2. en partant du haut et en descendant, nous complétons le triangle en ajoutant deux coefficients adjacents d'une ligne, pour produire le coefficient de la ligne inférieure, en dessous du coefficient de droite.

La fonction C suivante est la traduction du calcul d'un élément du triangle de Pascal.

```
int pascal(int n, int p) {  
    if ((n == 0) || (p == n) || (p == 0)) {  
        return 1;  
    } else {  
        return pascal(n-1, p-1) + pascal(n-1, p);  
    }  
}
```

La zone mémoire associée au code de cette fonction (pour le calcul de l'élément $C(2, 1) = 2$) est fournie en annexe 1. La première colonne représente l'adresse des éléments de la mémoire. La seconde colonne représente le contenu de la mémoire. La troisième colonne représente l'instruction associée à chaque case de la mémoire. Cette fonction comporte une certaine récursivité et par conséquent certaines instructions sont exécutées plusieurs fois (ce qui explique la présence de plusieurs colonnes E_i pour un même registre et pour la même ligne d'instruction sur le tableau de remplissage de l'annexe 1).

La zone mémoire associée aux transferts par blocs est fournie en annexe 2. La colonne de gauche représente l'adresse des éléments de la mémoire. Les colonnes de droite représentent le contenu de la mémoire. Encore une fois, des données sont susceptibles d'être modifiées, ce qui explique la présence de deux colonnes pour une même adresse mémoire.

Q.2.3 Dans le code opératoire sur 32 bits d'une instruction de branchement, les bits 24 à 31 donnent le type de branchement et la condition éventuelle, tandis que les bits 0 à 23 sont réservés à la valeur du décalage en mémoire programme.

Expliquer la valeur de ce décalage pour la troisième instruction de la fonction étudiée (b1 pascal).

Q.2.4) Compléter à la fois

- i) l'annexe 1 pour connaître le contenu des registres SP(R13), LR(R14), R0, R1, R2, R3, R4, R11, R12 et CPSR (ne remplir que les cases blanches, les cases foncées indiquent que le registre n'est pas concerné par l'instruction en cours).
- ii) l'annexe 2 pour représenter l'évolution du contenu de la pile.

Remarque : Ne vous laissez pas impressionner par la grandeur du tableau. Le but n'est pas forcément de tout remplir mais bien de montrer que vous avez compris le fonctionnement du microprocesseur et le jeu d'instruction ARM.

Q.2.5) Décrire brièvement le rôle du registre CPSR et expliquer les valeurs complétées dans l'annexe 1.