

Cours Modélisation et vérification des systèmes informatiques

Exercices

Examen écrit et TP Noté du 27 novembre 2025

par Dominique Méry

23 novembre 2025

Exercice 1 Soit le contrat suivant :

```
variables int x, int y, int z
requires P(x0, y0, z0)
ensures Q(x0, y0, z0, xf, yf, zf)
begin
  0 : x = 10  $\wedge$  y = z+x  $\wedge$  z = 2·x
  y := z+x
  1 : x = 10  $\wedge$  y = x+2·10
end
```

Question 1.1 Compléter le module `ex25_1.tla` en définissant la précondition et la postcondition.

Question 1.2 Compléter l'action `step0_1` et vérifier que le module est sans blocage.

Question 1.3 Compléter le module en vérifiant que le contrat est correct c'est-à-dire que la propriété de correction partielle est satisfaite ou pas.

Listing 1 – labelex251

```
----- MODULE ex25_1 -----
EXTENDS Integers , TLC
CONSTANTS x0,y0,z0 (* x0,y0,z0      are the initial values *), un
pre(u,v,w) ==
post(u0,v0,w0,u,v,w) ==

-----ASSUME-----
VARIABLES x,y,z,pc
-----
step0_1 ==
skip == UNCHANGED <<x,y,z,pc>>
-----
Init ==
Next == step0_1 \ / skip
-----
safetypc == pc="1" =>
=====
```

Exercice 2 Soit le contrat suivant :

```
variables int x, int y, int z
requires P(x0, y0, z0)
ensures Q(x0, y0, z0, xf, yf, zf)
begin
  0 : x = 1  $\wedge$  y = 3  $\wedge$  x+y = 12
  x := y+x
  1 : x = 567  $\wedge$  y = 34
end
```

Question 2.1 Compléter le module `ex25_2.tla` en définissant la précondition et la postcondition.

Question 2.2 Compléter l'action `step0_1` et vérifier que le module est sans blocage.

Question 2.3 Compléter le module en vérifiant que le contrat est correct c'est-à-dire que la propriété de correction partielle est satisfaite ou pas.

Listing 2 – labelex251

```
----- MODULE ex25_2 -----
EXTENDS Integers , TLC
CONSTANTS x0,y0 (* x0,y0 are the initial values *), un
pre(u,v) ==
post(u0,v0,u,v) ==

-----
ASSUME pre(x0,y0)
-----
VARIABLES x,y,pc
-----
step0_1 ==
skip == UNCHANGED <<x,y,pc>>
-----
Init ==
Next == step0_1 \ / skip
-----
safetypc ==
=====
```

Exercice 3 Soit le programme C suivant :

Listing 3 – summation.c

```
#include <stdio.h>

int ffS(int n) {
    int ps = 0;
    int k = 0;
    int ok=k, ops = 0;
    while (k < n) {
        ok=k;ops=ps;
        k = ok + 1;
        ps = ops + k;
    };
    return ps;
}
int fS(int n) {
    int ps = 0;
    int k = 0;
    while (k < n) {
        k = k + 1;

        ps = ps + k+1;
   };
```

```

    return ps;
}

int main()
{

    for (int i = 0; i < 11; ++i){
        printf("Value_for_z=%d_is_%d\n", i ,fS(i));
        return 0;
}

```

Question 3.1 Ecrire les données en entrée de ce programme et ce qui est calculer.

Question 3.2 Donner la liste des variables utiles pour exprimer le calcul à partir des valeurs.

Question 3.3 Soit le code suivant extrait du programme ci-dessus :

Listing 4 – labelsummation.c

```

int ps = 0;
int k = 0;
int r;
inloop: while (k < x) {
    k = k + 1;
    ps = ps + k+1;
};
outloop: r = ps ;

```

Traduire ce code sous la forme d'actions suivant les étiquettes inloop et outloop.

Question 3.4 Vérifier la correction partielle et l'absence des erreurs à l'exécution.

Exercice 4

Exercice 5 Soit le programme suivant :

Listing 5 – average.c

```

int a(int n, int m) {
    int r;
    r = (m+n) / 2;
    return r;
}

```

Question 5.1 Ecrire une relation entre les valeurs initiales n_0 , m_0 et r_0 et les valeurs finales de n_f , m_f et r_f des variables n, m, r . Traduire cette relation dans un module TLA^+ .

Question 5.2 L'exécution du programme summation.c conduit à une valeur inattendue pour certaines valeurs de n_0 et de m_0 . Analayser cette question avec l'outil TLA^+ .

Exercice 6 Soient les deux annotations suivantes. Pour chacune de ces annotations, traduire les annotations en un module TLA^+ et vérifier ou non la correction de cette annotation.

Question 6.1

On suppose que p est un nombre premier :

$$\begin{aligned}\ell_1 : & x = 2^p \wedge y = 2^{p+1} \wedge x \cdot y = 2^{2 \cdot p + 1} \\ & x := y + x + 2^x \\ \ell_2 : & x = 5 \cdot 2^p \wedge y = 2^{p+1}\end{aligned}$$

Question 6.2

$$\begin{aligned}\ell_1 : & x = 1 \wedge y = 12 \\ & x := 2 \cdot y \\ \ell_2 : & x = 1 \wedge y = 24\end{aligned}$$