<

Cours Modélisation et vérification des systèmes informatiques
Exercices
Examen écrit et TP Noté du 27 novembre 2025
par Dominique Méry
8 décembre 2025

Exercice 1 *Soit le contrat suivant :*

variables $int\ x, int\ y, int\ z$
requires $P(x_0, y_0, z_0)$
ensures $Q(x_0, y_0, z_0, x_f, y_f, z_f)$

begin
$0 : x = 10\ \wedge\ y = z{+}x\ \wedge z = 2{\cdot}x$
$y := z{+}x$
$1 : x = 10\ \wedge\ y = x{+}2{\cdot}10$
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 propriétét de correction partielle est satisfaite ou pas.*

Listing 1 – labelex251

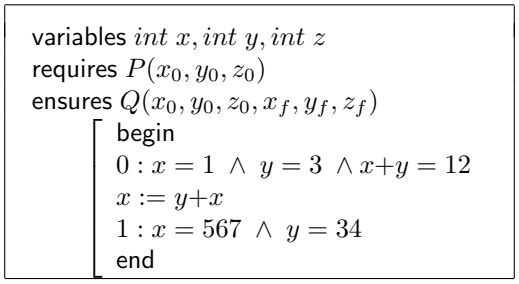
```
--------- MODULE ex25_1 --------
EXTENDS Integers,TLC
CONSTANTS x0,y0,z0  (* x0,y0,z0   are the initial values *), un
P(u,v,w) == u=10 /\ v=u+w /\ w=2*u
Q(u0,v0,w0,u,v,w) ==
-----------------------------------------------------------
ASSUME P(x0,y0,z0)
-----------------------------------------------------------
VARIABLES x,y,z,pc
-----------------------------------------------------------
step0_1 == pc="0" /\ y'=␣z+x␣/\␣pc'="1" /\ x'=␣x/\␣z'=z

skip == UNCHANGED <<x,y,z,pc>>
-----------------------------------------------------------
Init ==
Next == step0_1 \/ skip
-----------------------------------------------------------

safetypc == pc="1" =>

=========
```

Exercice 2 *Soit le contrat suivant :*



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 propriétét 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 progtramme 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) {

    ps = ps + k+1;
          k = 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 *Soit le programme suivant :*

Listing 5 – average.c

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

Question 4.1 *Ecrire une relation entre les valeurs initiales* $n0$*,* $m0$ *et* $r0$ *et les valeurs finales de* nf*,* mf *et* rf *des variables* n,m,r*. . Traduire cette relation dans un module TLA*$^+$*.*

Question 4.2 *L'exécution du programme summation.c conduit à une valeur inattendue pour certaines valeurs de n0 et de m0. Analayser cette question avec l'outil TLA$^+$.*

Exercice 5 *Soient les deux annotations suivantes. Pour chacune de ces annotations, traduire les annotations en unb module TLA$^+$ et vérifier ou non la correction de cette annotation.*

Question 5.1
On suppose que p est un nombre premier :

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

Question 5.2

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