Cours Algorithmique des systèmes parallèles et distribués
Exercices
Série :PlusCal pour la programmation répartie ou concurrente (I)
par Dominique Méry
12 février 2026

Exercice 1 *(pluscaltut1.tla)*
Etudier, compléter et analyser le programme PlusCal suivant :

```
---------------------------- MODULE pluscaltut1q ----------------------------
EXTENDS Integers, Sequences, TLC, FiniteSets
(*
--wf
--algorithm Tut1 {
variables x = 0;

process (one = 1)
{
  A: assert x \in ???;
     x := x - 1;
  B: assert x \in ???? ;
     x := x * 3;
   BB: assert x \in ???;
};

process (two = 2)
{
  C: assert x \in ???;
     x := x + 1;
  D:
     assert x \in ??;
};

}
end algorithm;

*)

safepc == pc[1]="Done" /\ pc[2]="Done"  => ??


====
```

Exercice 2 *(pluscaltut2.tla)*
Etudier, compléter et analyser le programme PlusCal suivant :

```
---------------------------- MODULE pluscaltut2q ----------------------------
EXTENDS Integers, Sequences, TLC, FiniteSets

(*
--algorithm Tut2 {
variables x = 0;

process (one = 1)

variables temp
{

 A:
        temp := x + 1;


        x := temp;

};


process (two = 2)

variables temp
{
  B:
        temp := x + 1;

        x:= temp;
};
}
end algorithm;

*)

safepc == pc[1]="Done" /\ pc[2]="Done"  => ??
====
```

Exercice 3 *(pluscaltut3.tla)*
Etudier le programme PlusCal suivant :

```
---------------------------- MODULE pluscaltut3q ----------------------------
EXTENDS Integers, Sequences, TLC, FiniteSets
(*
--algorithm Tut3 {
```

```
variables x = 0;

process (one = 1)
{
  A:
    x := x + 1;
  B:
    await  x = 1;
  C:
    print <<"x=",x>>;
};

process (two = 2)
{
  D:
    await x = 1;
  E:
    assert x = 1;
  F:
    x := x -2;

};

}
end algorithm;

*)
```

==========

Exercice 4 *pluscaltut4.tla*
Ecrire un programme PlusCal qui traduit le protocole suivant :

- *S envoie une valeur val à R*
- *R reçoit la même valeur val*

Exercice 5 *pluscaltut5.tla*
Ecrire un programme PlusCal qui calcule la fonction factorielle de la façon suivante :

- *Un processus P1 calcule* $1 \times 2 \times 3 .... \times k1$
- *Un processus P2 calcule* $k2 \times (k2+1) \times \ldots \times N$
- *Les processus stoppent quand la condition* $k1 < k2$ *est fausse*

Exercice 6 *pluscaltut6.tla*
Ecrire un programme PlusCal qui calcule la fonction L^K *la façon suivante :*

— *Un processus P1 calcule* $L\times\ldots\times L$ *k1 fois.*
— *Un processus P2 calcule* $L\times\ldots\times L$ *k2 fois.*
— *Les processus P3 stoppent quand la condition* $k1+K2<L$ *est fausse*

Cours Algorithmique des systèmes parallèles et distribués
Exercices
Série : PlusCal pour la programmation répartie ou concurrente (II)
par Dominique Méry
12 février 2026

Exercice 1 *pluscaltut7.tla*
Compléter le module pluscaltut7q.tla en proposant une assertion Q1 correcte.

```
---------------------------- MODULE pluscaltut7q ----------------------------
EXTENDS Integers, Sequences, TLC, FiniteSets
(*

--algorithm ex1{
variables x = 0;


process (one = 1)
variables u;
{
  A:
    u := x+1;
  AB:
    x := u;
  B:
    x := x +1;
};

process (two = 2)
{
  C:
    x := x - 1;
  D:
    assert x \in {-1,0,1,2};
    \*E2;
};

}
end algorithm;

*)
\* BEGIN TRANSLATION (chksum(pcal) = "9ff5fa47" /\ chksum(tla) = "69a4c6ee")
CONSTANT defaultInitValue
VARIABLES x, pc, u
```

```
vars == << x, pc, u >>

ProcSet == {1} \cup {2}

Init == (* Global variables *)
        /\ x = 0
        (* Process one *)
        /\ u = defaultInitValue
        /\ pc = [self \in ProcSet |-> CASE self = 1 -> "A"
                                       [] self = 2 -> "C"]

A == /\ pc[1] = "A"
     /\ u' = x+1
     /\ pc' = [pc EXCEPT ![1] = "AB"]
     /\ x' = x

AB == /\ pc[1] = "AB"
      /\ x' = u
      /\ pc' = [pc EXCEPT ![1] = "B"]
      /\ u' = u

B == /\ pc[1] = "B"
     /\ x' = x +1
     /\ pc' = [pc EXCEPT ![1] = "Done"]
     /\ u' = u

one == A \/ AB \/ B

C == /\ pc[2] = "C"
     /\ x' = x - 1
     /\ pc' = [pc EXCEPT ![2] = "D"]
     /\ u' = u

D == /\ pc[2] = "D"
     /\ Assert(x \in {-1,0,1,2},
               "Failure of assertion at line 25, column 5.")
     /\ pc' = [pc EXCEPT ![2] = "Done"]
     /\ UNCHANGED << x, u >>

two == C \/ D

(* Allow infinite stuttering to prevent deadlock on termination. *)
Terminating == /\ \A self \in ProcSet: pc[self] = "Done"
               /\ UNCHANGED vars
```

```
Next == one \/ two
           \/ Terminating

Spec == Init /\ [][Next]_vars

Termination == <>(\A self \in ProcSet: pc[self] = "Done")

\* END TRANSLATION


====
```

Exercice 2 *pluscaltut8.tla*
Compléter le module pluscalappaspd33.tla en proposant deux assertions R1 et R2 correctes.

```
----------------------------- MODULE pluscaltut8q -----------------------------
EXTENDS Integers, Sequences, TLC, FiniteSets
CONSTANTS
    k,l
(*

--algorithm ex3{
variables x = 0, y = 2;


process (one = 1)
variable u;
{
  A:
  u := x+1;
  AB:
    x := u;
  B:
    y := y -1;
  C: assert   x \in  -k..k /\ y \in -l..l;
 \*{0,1,2,3} /\ y \in {1,3}; \* E31;
};

process (two = 2)
{
  D:
    x := x - 1;
  E:
    y:=y+2;
```

```
   F:
    x:= x+2;
  G:
    assert x \in  -k..k/\ y \in -l..l; \*x \in {0,1,2,3} /\ y \in {1,3,4};    \* E3
};

}
end algorithm;

*)
\* BEGIN TRANSLATION (chksum(pcal) = "43ec0ed4" /\ chksum(tla) = "4bfca968")
CONSTANT defaultInitValue
VARIABLES x, y, pc, u

vars == << x, y, pc, u >>

ProcSet == {1} \cup {2}

Init == (* Global variables *)
        /\ x = 0
        /\ y = 2
        (* Process one *)
        /\ u = defaultInitValue
        /\ pc = [self \in ProcSet |-> CASE self = 1 -> "A"
                                       [] self = 2 -> "D"]

A == /\ pc[1] = "A"
     /\ u' = x+1
     /\ pc' = [pc EXCEPT ![1] = "AB"]
     /\ UNCHANGED << x, y >>

AB == /\ pc[1] = "AB"
      /\ x' = u
      /\ pc' = [pc EXCEPT ![1] = "B"]
      /\ UNCHANGED << y, u >>

B == /\ pc[1] = "B"
     /\ y' = y -1
     /\ pc' = [pc EXCEPT ![1] = "C"]
     /\ UNCHANGED << x, u >>

C == /\ pc[1] = "C"
     /\ Assert(x \in  -k..k /\ y \in -l..l,
               "Failure of assertion at line 20, column 6.")
     /\ pc' = [pc EXCEPT ![1] = "Done"]
```

```
     /\ UNCHANGED << x, y, u >>

one == A \/ AB \/ B \/ C

D == /\ pc[2] = "D"
     /\ x' = x - 1
     /\ pc' = [pc EXCEPT ![2] = "E"]
     /\ UNCHANGED << y, u >>

E == /\ pc[2] = "E"
     /\ y' = y+2
     /\ pc' = [pc EXCEPT ![2] = "F"]
     /\ UNCHANGED << x, u >>

F == /\ pc[2] = "F"
     /\ x' = x+2
     /\ pc' = [pc EXCEPT ![2] = "G"]
     /\ UNCHANGED << y, u >>

G == /\ pc[2] = "G"
     /\ Assert(x \in  -k..k/\ y \in -l..l,
               "Failure of assertion at line 33, column 5.")
     /\ pc' = [pc EXCEPT ![2] = "Done"]
     /\ UNCHANGED << x, y, u >>

two == D \/ E \/ F \/ G

(* Allow infinite stuttering to prevent deadlock on termination. *)
Terminating == /\ \A self \in ProcSet: pc[self] = "Done"
               /\ UNCHANGED vars

Next == one \/ two
           \/ Terminating

Spec == Init /\ [][Next]_vars

Termination == <>(\A self \in ProcSet: pc[self] = "Done")

\* END TRANSLATION

====
```

Exercice 3 *pluscaltut9.tla Fig :* **??**
On considère un système formé de deux processus one et two assurant les calculs suivants avec un observateur three

— *one : le processus envoie les entiers multiples de 4 entre 0 et N via un canal de communication à two.*
— *two : le processus reçoit les valeurs envoyées par one et ajoute la valeur reçue à la variable s.*
— *three : le processus fait un calcul de la somme des entiers de 0 à N/4.*

On suppose que N est divisible par 4..

Question 3.1 *Ecrire un programme PlusCal qui effectue ces tâches.*

Question 3.2 *Afin de vérifier que le calcul effectué par les deux processus est correct, on décide de vérifier que, quand tous les processus ont terminé la variable result contient la somme des entiers pairs entre 0 et N.*
Ajouter une propriété de sûreté safety1 qui énonce la correction de cet algorithme en vérifiant que la valeur de result et la valeur de witness sont égales en fin de calcul.

Exercice 4 *pluscaltut10.tla voir Figure 1*
Soit le petit module pluscaltut10.tla.
Donner les expressions ???? à placer dans les parties `assert` *afin que la vérification ne détecte pas d'erreurs dans cette assertion. Par exemple, on pourrait proposer* $(x = 1 \vee x = 2) \wedge (y = 0 \vee y = 5)$ *mais il vous appartient de simuler le programme pluscal pour vérifier que jamais l'assertion que vous proposerez ne soit fausse. La solution TRUE fonctionne mais n'est pas autorisée et les expressions demandées doivent contenir une occurence de x au moins et une occurence de y.*

Listing 1 – pluscaltut10q.tla

```
---------------------------- MODULE pluscaltut10 ----------------------------
EXTENDS Integers, Sequences, TLC, FiniteSets
CONSTANTS k,l

(*

--algorithm ex3{
variables x = 0, y = 8;


process (one = 1)
{
  A:
    x := x + 1;
  B:
    y := y -1;
  C:
      assert  x \in ?? /\ y \in ???;
};

process (two = 2)
{
  D:
    x := x - 1;
  E:
    y:=y+2;
   F:
    x:= x+2;
   assert x \in ?? /\ y \in ??;
};

}
end algorithm;

*)

====
```

FIGURE 1 – Programme PlusCal pluscaltut10.tla