

**Travaux Dirigés  
Langages Synchrone (LUSTRE)**

**Question 1**

Soit le programme Lustre TEST1 suivant :

```
node TEST1 (I:int)
  returns (B:bool ; (X1, X2:int) when B) ;
  let
    B = true -> not pre(B) ;
    X1 = compteur(I) when B ;
    X2 = compteur(I when B) ;
  tel.
```

Avec

```
node compteur (I:int) returns (N:int) ;
  let
    N = I -> (pre(N) + 1) ;
  tel.
```

Quelle est la réponse de TEST1 au flot constant I=0 ?

**Question 2**

Soit le programme Lustre défini partiellement par

```
node prog1 (B1, B2:bool ; H1:bool when B1 ;
            H2:bool when B2 ;
            X1:int when H1 ;
            X2:int when H2 ;
            Y:int when (B1 and B2))
  returns (S : int when ...) ;
  var Z1:int when ...;
      Z2:int when ...;
      Z3:int when ...;
      Z4:int when ... ;
  let
    Z1 = current(X1) ;
    Z2 = current(X2) ;
    Z3 = current(Z1) + current(Z2) ;
    Z4 = (current(Z3) when (B1 and B2)) + Y ;
    S = current(Z4) ;
  tel.
```

Il manque dans ce programme les informations d'horloge. Lorsqu'elles existent, précisez les horloges de Z1... Z4 et S. Dans le cas contraire, dites simplement que tel flot est « mal typé du point de vue des horloges ».

**Question 3**

Ecrire les équations Lustre (et uniquement les équations) qui calculent la suite de Fibonacci :  $u_0=1$ ,  $u_1=1$ ,  $u_n=u_{n-1} + u_{n-2}$  pour tout  $n>1$

**Question 4**

On considère un passage à niveau composé de deux voies. La circulation sur chaque voie se fait toujours dans le même sens comme indiqué sur la figure ci-après. Sur chaque voie est disposé un capteur ENTREE (ENTREE1 pour la voie 1 et ENTREE2 pour la voie 2) en amont du passage à niveau, et un capteur SORTIE (SORTIE1 pour la voie 1 et SORTIE2 pour la voie 2)

en aval du passage à niveau. Ces capteurs émettent un signal (i.e., une occurrence vraie sur le flot booléen correspondant) à chaque passage d'un train (chaque signal est émis qu'une seule fois lors du passage du train). Le système de contrôle reçoit ces signaux et émet à destination des barrières des ordres de fermetures et d'ouvertures, sous la forme de signaux DOWN et UP (DOWN pour l'ordre de fermeture, et UP pour l'ouverture). On appelle zone S1 (resp. S2) la portion de voie comprise entre ENTREE1 (resp. ENTREE2) et SORTIE1 (resp. SORTIE2).

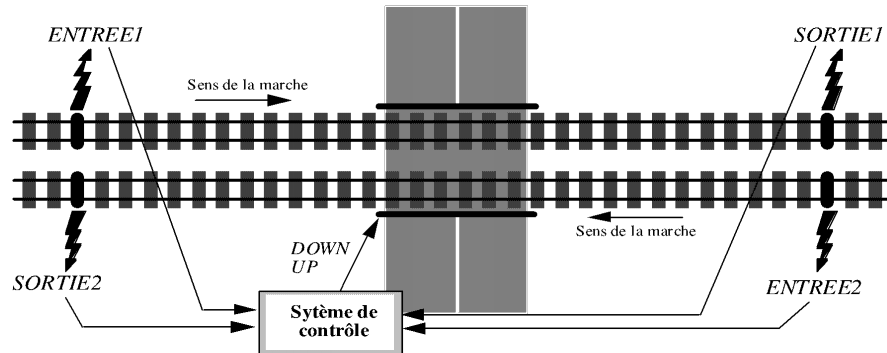


figure 1.

La spécification du système à réaliser devient alors: *les barrières doivent être fermées lorsqu'il y a au moins un train en zone S1 ou S2, et réciproquement les barrières doivent être ouvertes lorsque les zones S1 et S2 sont vides*. Ecrire un programme Lustre implémentant cette spécification.

**Attention** : il peut y avoir plusieurs trains en même temps dans chaque zone S1 et S2. Un train peut par exemple entrer dans S1 alors que le train qui le précède n'est pas encore sorti.