

Cours Algorithmique des systèmes parallèles et distribués  
 Exercices  
 Série sur les protocoles de communication  
 par Dominique Méry  
 5 février 2026

**Exercice 1** (*disapp\_td2\_ex1.tla, disapp\_td2\_ex1\_pluscal.tla*)

Modéliser en  $TLA^+$  l'envoi d'un message  $m$  à un processus  $P2$  via un canal  $CHAN$  par  $P1$

**Exercice 2** (*disapp\_td2\_ex2.tla*)

Trois processus  $P_1$ ,  $P_2$  et  $P_3$  réalisent les actions suivantes :

*disapp*

- $P_1$  calcule la fonction  $f_1$  en appliquant cette fonction sur les valeurs se trouvant sur un tas  $T$ .
- $P_2$  calcule la somme des valeurs produites par le processus  $P_1$ .
- $P_3$  produit les valeurs utilisées par  $P_1$ .

Modéliser ce système en  $TLA^+$ .

**Exercice 3** (*disapp\_td2\_ex3.tla*)

On peut définir un algorithme réparti comme un ensemble d'algorithmes locaux et on définit les systèmes de transition associées comme suit.

Given a set  $\mathcal{LC}$  of configurations a set  $\mathcal{LI} \subseteq \mathcal{LC}$  of initial configurations, and a set  $\mathcal{M}$  of messages, a local algorithm  $\mathcal{LA}$  is a structure  $(\mathcal{LC}, \mathcal{LI},$

$\rightarrow_i, \rightarrow_s, \rightarrow_r, \mathcal{M})$  with :

- $\rightarrow_i \subseteq \mathcal{LC} \times \mathcal{LC}$  modelling internal computation steps,
- $\rightarrow_s \subseteq \mathcal{LC} \times \mathcal{M} \times \mathcal{LC}$  modelling sending steps,
- $\rightarrow_r \subseteq \mathcal{LC} \times \mathcal{M} \times \mathcal{LC}$  modelling receiving steps.

A distributed algorithm for a collection of processes is a collection  $\{\mathcal{LA}_1, \dots, \mathcal{LA}_n\}$  of local algorithms, one algorithm  $\mathcal{LA}_k = (\mathcal{LC}_k, \mathcal{LI}_k, \rightarrow_i^k, \rightarrow_s^k, \rightarrow_r^k, \mathcal{M})$  for each process  $P_k$ , with a transition relation  $\rightarrow$  defined over the set  $\mathcal{C} = \mathcal{LC}_1 \times \dots \times \mathcal{LC}_n \times (\mathcal{M} \rightarrow \mathbb{N})$  of configurations : let  $C = (C_1, \dots, C_n, M)$  and  $C' = (C'_1, \dots, C'_n, M')$  two configurations and let define  $C \rightarrow C'$  :

- internal transition  $\exists k \in \{1, \dots, n\} : (\forall j \in 1..n : j \neq k : C_j = C'_j) \wedge C_k \rightarrow_i^k C'_k \wedge M' = M$
- send transition  $\exists k \in \{1, \dots, n\} : \exists m \in \mathcal{M} : \begin{cases} \forall j \in 1..n : j \neq k : C_j = C'_j \\ \wedge \forall o \in \mathcal{M} \setminus \{m\} : M'(o) = M(o) \\ \wedge M'(m) = M(m) + 1 \wedge (C_k, m, C'_k) \in \rightarrow_s^k \end{cases}$
- receive transition  $\exists k \in \{1, \dots, n\} : \exists m \in \mathcal{M} : M(m) \neq 0 : \begin{cases} \forall j \in 1..n : j \neq k : C_j = C'_j \\ \wedge \forall o \in \mathcal{M} \setminus \{m\} : M'(o) = M(o) \\ \wedge M(m) = M'(m) + 1 \wedge (C_k, m, C'_k) \in \rightarrow_r^k \end{cases}$

Ecrire un module  $TLA^+$  qui décrit les algorithmes locaux constituant un algorithme réparti et modéliser l'algorithme réparti lui-même. Traduire la modélisation des algorithmes locaux et répartis dans la notation  $TLA^+$ .

**Exercice 4** (*distapp\_td2\_ex4.tla*)

*Nous considérons les protocoles de communication selon diverses hypothèses. Ecrire une solution pour la communication FIFO en intégrant les différents cas d'erreurs ou non.*

**Exercice 5** (*a\_abp.tla, a\_pluscal\_abp.tla*)

*L'algorithme du bit alterné permet de contrôler la perte possible de messages en proposant un mécanisme basé sur un accusé de réception. Ecrire une solution pour l'algorithme du bit alterné*

— *en utilisant le langage  $TLA^+$ .*

— *en utilisant d'abord le langage PlusCal, puis en traduisant en  $TLA^+$*

*Dans les deux cas, il est demandé de vérifier les propriétés attendues.*