

## Examen AFGL

Durée : 2h

Tout document de cours et TD est autorisé.

### Exo 1. LTL & CTL

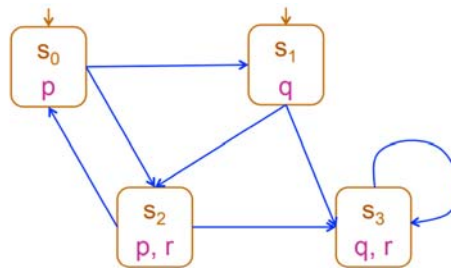
Soit la figure suivante représentant les fragments LTL et CTL de la logique temporelle.



- Interpréter cette représentation?
- Selon vous, le choix entre LTL et CTL dépend de quels facteurs?

### Exo 2. Satisfaisabilité

Soit le système de transition ST suivant :



$S = \{s_0, s_1, s_2, s_3\}$  est l'ensemble des états,  $P = \{p, q, r\}$  est l'ensemble des propriétés atomiques. Par exemple, dans l'état  $s_2$  les propriétés  $p$  et  $r$  sont vraies.

- Dire si ST satisfait ou non les propriétés suivantes :
  - $\varphi_1$  :  $p$  et  $q$  ne sont jamais vraies en même temps
  - $\varphi_2$  : tout  $q$  est immédiatement suivi d'un  $r$
  - $\varphi_3$  : tout  $p$  est immédiatement suivi d'un  $q$
  - $\varphi_4$  : tout chemin infini depuis un état initial atteint  $r$
  - $\varphi_5$  : tout chemin infini depuis un état initial atteint  $p$

### Exo 3. Invariant et Opérations

- (i) Donner le résultat de l'opération suivante pour l'appel  $op(2, 1)$  avec  $v_1 = 1$  et  $v_2 = 4$ .

```

sortie ← op(x, y) =
  PRE x ∈ ℕ ∧ y ∈ ℕ
  THEN
    v1 := v1 + x ||
    v2 := v2 + y ||
    sortie := v1 * v2
  END

```

- (ii) Déterminer si l'opération

$op(x) = \text{PRE } x \in \{1, 2\} \wedge y \in \{1, 2\} \text{ THEN } y := y + (2 * x) \text{ END}$

préserve l'invariant  $y \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$ . Justifier votre réponse.

## Exo 4. Machine Abstraite

```
MACHINE q2
VARIABLES v1
INVARIANT v1 ∈ 0..4  -- c'est à dire v1 ∈ NAT ∧ v1 ∈ [0, 4]
                      -- et NAT désigne l'ensemble des naturels
INITIALISATION v1 := 0
OPERATIONS
  res ← op1 =
    PRE v1 ≤ 2 THEN
      ANY x1 WHERE x1 ∈ NAT ∧ x1 ∈ 0..2 THEN res := x1 ||
                                                    v1 := v1+x1 END
    END;

  res ← op2 =
    PRE v1 ∈ NAT THEN
      ANY x1 WHERE x1 ∈ NAT ∧ x1 ∈ 0..2 THEN res := x1 ||
                                                    v1 := v1+x1 END
    END;

  op3 =
    PRE v1 ∈ 0..2 THEN
      SELECT v1 = 0 THEN v1 := v1+1
      WHEN v1 = 1 THEN v1 := 0
      WHEN v1 = 2 THEN v1 := 1
      ELSE v1 := 3 END
    END
END
```

- (a) Indiquer si l'invariant est préservé. Justifier votre réponse.
- (b) Quel est l'état de la machine après avoir exécuté les 3 opérations suivantes :  
1 ← op1 ; 2 ← op1 ; 2 ← op2.  
Par exemple, 1 ← op1 signifie que l'opération a retourné la valeur 1 en sortie après exécution.

## Exo 5. Spécification en B

Ecrivez une spécification B pour le système suivant. Le système doit permettre de gérer des équipes de hockey.

Une équipe a les attributs suivants : *idEquipe* et *nomEquipe*. Un joueur a les attributs suivants : *idJoueur* et *nomJoueur*. Une équipe embauche un joueur en signant un contrat qui spécifie seulement le salaire. Au cours de sa carrière, un joueur peut faire partie de plusieurs équipes; entre autres, il peut avoir joué pour une équipe à des époques différentes suite aux échanges.

A chaque fois qu'un joueur est embauché ou échangé, on crée un contrat. On doit être capable d'afficher en ordre chronologique les équipes successives avec lesquelles un joueur a évolué et le salaire pour chacun de ces contrats.

Pour identifier les variables d'état, considérez seulement les opérations suivantes :

- (a) *ajoueur(idJoueur, nomJoueur)* ajoute le joueur dans le système.
- (b) *supJoueur(idJoueur)* supprime le joueur du système; son historique de contrats est aussi supprimé.
- (c) *ajoequipe(idEquipe, nomEquipe)* ajoute l'équipe dans le système.
- (d) *engager(idEquipe, idJoueur, salaire)* engagement d'un joueur par une équipe.
- (e) *sortie ← affCarriere(idJoueur)* affiche en ordre chronologique les contrats d'un joueur.

Ne spécifiez que les opérations *ajoueur*, *supJoueur*, *engager* (par soucis de concision) en complétant la machine abstraite hockey donnée en Annexe.

## Annexe

```
MACHINE hockey
SETS
    JOUEUR;
    EQUIPE
VARIABLES
    joueur, nomJoueur, contrats,
    equipe, nomEquipe

INVARIANT
    .....

INITIALISATION
    .....

OPERATIONS
    ajoutJoueur(idJoueur, pNomJoueur) =
    .....
    END;

    supJoueur(idJoueur) =
    .....
    END;

    engager(idEquipe, idJoueur, salaire) =
    .....
    END ;

END
```