

## TD 2 "Introduction à la vérification"

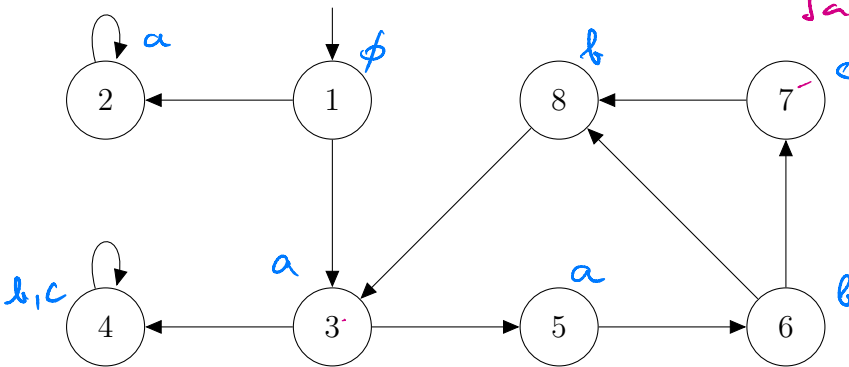
**Question 1** Exprimez les propriétés suivantes en CTL, avec  $AP = \{r, a, b\}$ .

1. Chaque requête  $r$  sera satisfaite (par  $a$ ) un jour.
2.  $a$  doit être toujours satisfaite, sauf si  $b$  est vrai juste avant.
3. Dans chaque execution il doit y avoir 2 états (pas nécessairement consécutifs) où  $a$  est vrai.

**Question 2** 1. Transformez la formule CTL suivante en forme normale existentielle :

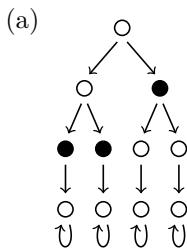
$$\Phi = AG \neg (a \cup b)$$

2. Utilisez l'algorithme de model-checking CTL pour déterminer si le système de transitions ci-dessous satisfait  $\Phi$ .

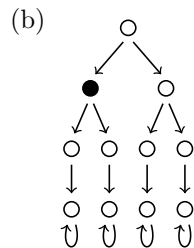


$$L(1) = \emptyset, L(2) = L(3) = L(5) = \{a\}, L(6) = L(8) = \{b\}, L(7) = \{c\}, L(4) = \{b, c\}.$$

**Question 3** Proposez pour chaque ST ci-dessous une formule CTL qui l'identifie : la formule doit être satisfaite par ce ST, et par aucun autre ST dans la figure. Les états en noir sont ceux qui satisfont l'unique proposition atomique  $a$ .

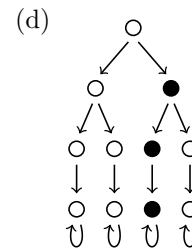
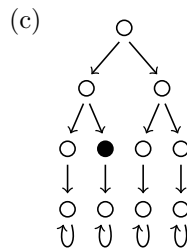


$$\neg a \wedge AFa$$

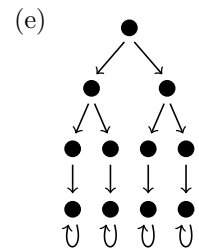


$$\neg a \wedge EX(a \wedge AX(\neg a)) \wedge EG(\neg a)$$

$$\neg a \wedge EXa \wedge AX(\neg a) \wedge AXAX(\neg a)$$



$$\neg a \wedge EX EGa$$



$$AGa$$

$$\phi = AG \ A(a \cup b)$$

$$\neg \phi = EF(\neg A(a \cup b))$$

$$\neg A(a \cup b) =$$

$$\underbrace{EG(\neg b)}_{\phi_1} \vee \underbrace{E(\neg b \cup (\neg a \wedge \neg b))}_{\phi_2}$$

$$\neg \phi = EF(\phi_1 \vee \phi_2)$$

$$= EF(\phi_1) \vee EF(\phi_2)$$

$$ENF(\phi) = \neg EF(\phi_1) \wedge \neg EF(\phi_2)$$

$$EF(EG(\neg b))$$

$$\text{Sat}(EG(\neg b)) =$$

$$EF(E(\neg b \cup (\neg a \wedge \neg b)))$$

$$\{1, 2\}$$

$$\text{Sat}(\neg a \wedge \neg b) = \{1, 7\}$$

$$T_0 = \{1, 7\}$$

$$T_1 = T_0 \cup \{q \neq b : \text{Post}(q) \cap T_0 \neq \emptyset\}$$

$$= T_0$$

$$EF(\{1, 2, 7\}) = \text{Pre}^*(1, 2, 7)$$

$$= S \setminus \{4\}$$

$$\text{Sat}(\phi) = \{4\}$$