Model-checking de CTL

Algorithme de Model-checking pour CTL

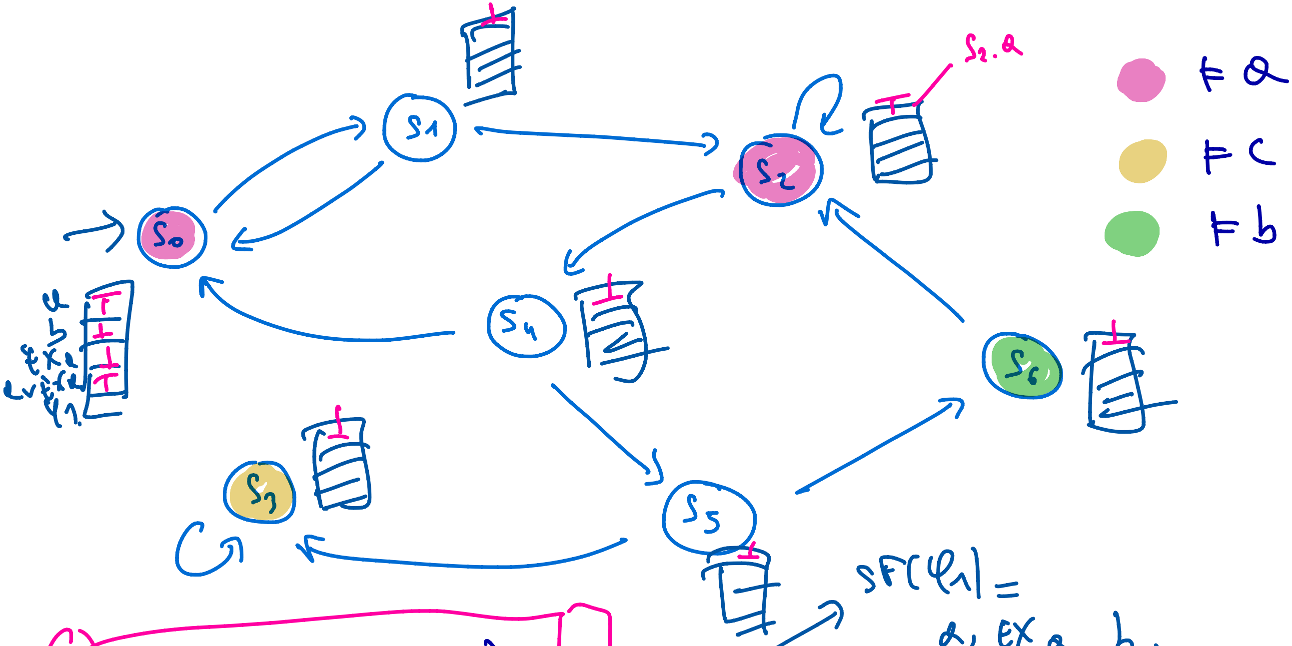
Input : un STE $\mathcal{S} = (Q, Act, \rightarrow, q_{init}, AP, \ell)$
+ une formule $\varphi \in CTL$

Output : oui ssi $\mathcal{S}, q_{init} \models \varphi$

idée de l'algo: indiquer pour chaque sous-formule de φ les états où elle est vraie.

$\varphi \rightarrow \underbrace{SF}_{\text{Sous - formule}}(\varphi)$ $\quad [\varphi \in SF(\varphi)]$

Algorithme de Model-checking pour CTL



$SF(\varphi_1) = a,\ EX\,a,\ b,\ a \vee EX\,a,\ \varphi_1$

$\varphi_1 = E\,(a \vee EX\,a)\ U\ b$

$\varphi_2 = AG\,(AF\,b \vee AF\,c)$

Algorithme de Model-checking pour CTL

procédure Marquage (φ) :

cas 1 : $\varphi = p$

Pour tout $q \in Q$:

Si $p \in \ell(q)$ Alors $q.\varphi := \top$

Sinon $q.\varphi := \bot$

cas 2 : $\varphi = \neg \psi$

Marquage (ψ)

Pour tout $q \in Q$:

$q.\varphi := \neg\ q.\psi$

cas 3 : $\varphi = \psi_1 \wedge \psi_2$

Marquage (ψ_1) , Marquage (ψ_2)

Pour tout $q \in Q$:

$q.\varphi := q.\psi_1 \wedge q.\psi_2$

cas 3' : $\varphi = \psi_1 \vee \psi_2$

Marquage (ψ_1) , Marquage (ψ_2)

Pour tout $q \in Q$:

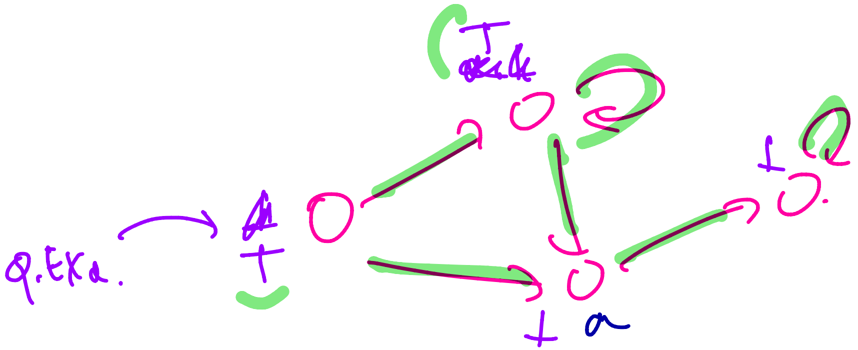
$q.\varphi := q.\psi_1 \vee q.\psi_2$

Algorithme de Model-checking pour CTL

procédure Marquage (φ) (suite)

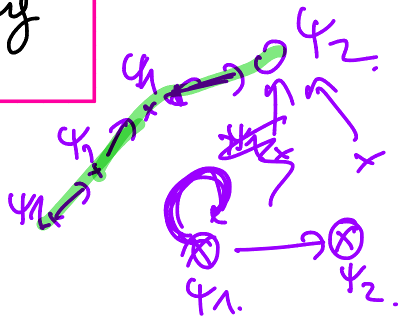
cas 4 : $\varphi = EX\,\psi$

Marquage (ψ)
Pour tout $q \in Q$: $q.\varphi := \perp$
Pour toute $(q \to q')$:
Si $q'.\psi$ Alors $q.\varphi := \top$



$\varphi = EX\,a$.

Algorithme de Model-checking pour CTL



procédure Marquage(φ) (suite)

cas 5 : $\varphi = E\,\psi_1\,\mathcal{U}\,\psi_2$

Marquage(ψ_1), Marquage(ψ_2)

Pour tout $q \in Q$:

$q.\varphi := \bot$, $q.\text{dejavu} := \bot$

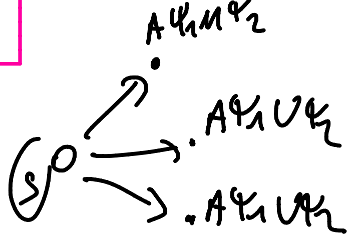
$L = \{\ \}$

Pour tout $q \in Q$: Si $q.\psi_2$ Alors | $L := L + \{q\}$
| $q.\text{dejavu} := \top$

tant que $L \neq \emptyset$:

- piocher un q dans L [... le retirer]
- $q.\varphi := \top$
- Pour tout $(q' \to q)$:
  - Si $\neg\, q'.\text{dejavu}$ Alors :
    - $q'.\text{dejavu} := \top$
    - Si $q'.\psi_1$ Alors $L := L + \{q'\}$

Algorithme de Model-checking pour CTL



procédure Marquage (φ) (suite)

cas 6 : $\varphi = A\Psi_1 M \Psi_2$

Marquage (Ψ_1), Marquage(Ψ_2)

Pour tout $q \in Q$:

$q.nb := \text{degré}(q)$, $q.\varphi := \bot$

$L = \{\}$

Pour tout $q \in Q$: Si $q.\Psi_2$ Alors $L := L + \{q\}$

tant que $L \neq \emptyset$:

. piocher un q dans L

. $q.\varphi := \top$

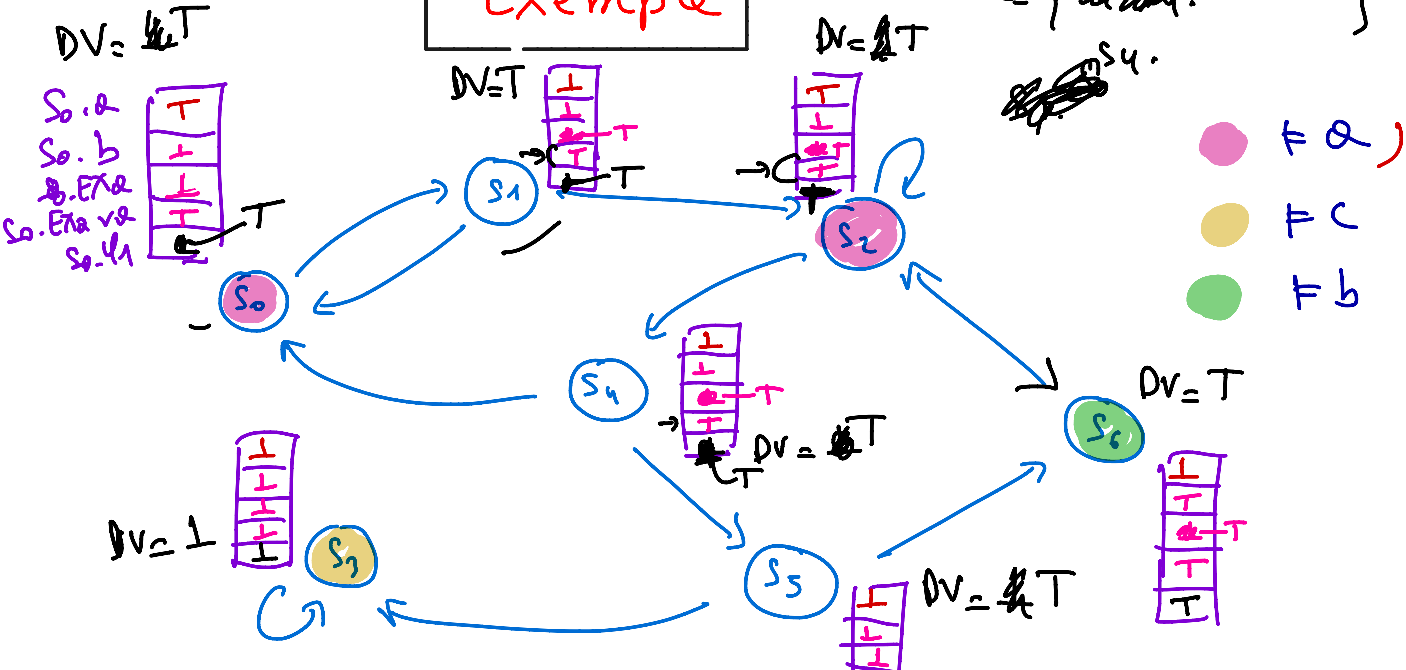
. Pour tout $(q' \to q)$:

$q'.nb := q'.nb - 1$

Si $(q'.nb == 0) \wedge (q'.\Psi_1) \wedge (\neg\, q'.\varphi)$ Alors :

$L := L + \{q'\}$

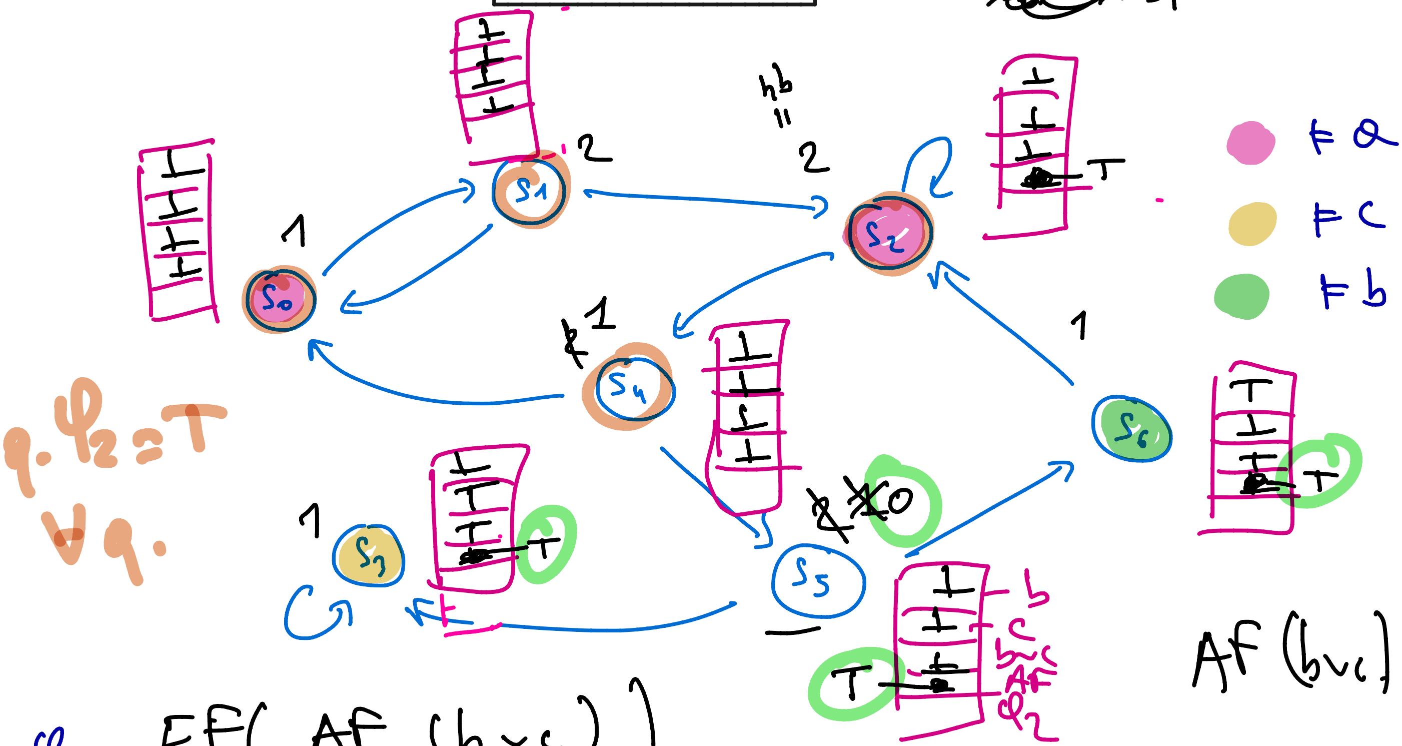
Exemple



$$\varphi_1 = E\,(a \vee EX\,a)\;U\;b$$

$$SF(\varphi_1) = a,\ EXa,\ b,\ a \vee EXa,\ \varphi_1$$

Exemple



$$\varphi_2 = EF(AF(b \vee c))$$

$$SF(\varphi_2) = b, c, b \vee c, AF(b \vee c), \varphi_2.$$

Complexité

$$|S| = |Q| + |\rightarrow|$$

Algorithme en $O(|\varphi| \cdot |S|)$

cas 5 : $\varphi = E\,\psi_1\, U\, \psi_2$

Marquage (ψ_1), Marquage (ψ_2)
Pour tout $q \in Q$:
    $q.\varphi := \bot$, $q.dejavu := \bot$

$L = \{\}$
Pour tout $q \in Q$: Si $q.\psi_2$ Alors $L := L + \{q\}$

tant que $L \neq \emptyset$:
  . piocher un q dans L [...le retirer]
  . $q.\varphi := T$
  . Pour tout $(q' \rightarrow q)$:
      Si $\neg\, q'.dejavu$ Alors :
          $q'.dejavu := T$
          Si $q'.\psi_1$ Alors $L := L + \{q'\}$

cas 6 : $\varphi = A\,\psi_1\, U\, \psi_2$

Marquage (ψ_1), Marquage (ψ_2)
Pour tout $q \in Q$:
    $q.nb := degré(q)$, $q.\varphi := \bot$

$L = \{\}$
Pour tout $q \in Q$: Si $q.\psi_2$ Alors $L := L + \{q\}$
tant que $L \neq \emptyset$:
  . piocher un q dans L
  . $q.\varphi := T$
  . Pour tout $(q' \rightarrow q)$:
      $q'.nb := q'.nb - 1$
      Si $(q'.nb == 0) \wedge (q'.\psi_1) \wedge (\neg\, q'.\varphi)$ Alors :
          $L := L + \{q'\}$