

**Sur la pertinence dans le choix et
l'interprétation d'actions
(une approche fondée sur
la préférence entre plans)**

Jérôme Lang
IRIT

Deux agents :

l'acteur : entreprend des plans (en fonction de ses buts et de ses croyances)

l'observateur : observe le comportement de l'acteur **sans interagir avec lui**

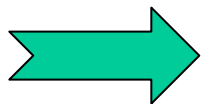
Question : comment le comportement de l'acteur influe-t-il sur les croyances que l'observateur a sur l'état mental (croyances, buts, intentions) de l'acteur?

Un élément de réponse :

- on peut supposer que l'acteur n'entreprend que des actions qu'il juge **pertinentes**
- l'acteur a une relation de **préférence** entre plans
- l'observateur a une idée (éventuellement partielle) de cette relation de préférence

Hypothèse simplificatrice :

les buts de l'acteur sont « tout-ou-rien »



il tend à choisir un plan non-dominé parmi ceux qui mènent au but

Hypothèse 1 : connaissance complète

- l'acteur et l'observateur ont une connaissance complète de l'état du monde à tout instant
- les actions sont déterministes



l'observateur sait tout, sauf peut-être :

- les **buts** de l'acteur
- les **intentions** de l'acteur
(= les actions qu'il s 'apprête à entreprendre)

Hypothèse 1 : connaissance complète

S ensemble (fini) des états possibles du monde

ACT ensemble (fini) d'actions disponibles

- **dynamique des actions** :

next : $S \times ACT \rightarrow S$ fonction de transition

next (α, s) résultat de l'action α dans l'état s

- **plans** = suites finies d'actions :

$$\pi = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p) \in ACT^*$$

$$\text{next}(\pi, s) = \text{next}(\alpha_p, \text{next}(\alpha_{p-1}, \dots, \text{next}(\alpha_1, s) \dots))$$

Contexte :

$$C = \langle S, s_0, \text{ACT}, \text{next}, g, \pi_{\text{done}} \rangle$$

- S , ACT et next : déjà définis
- $s_0 \in S$ état initial
- $g \subseteq S$ ensemble d'états-but
- $\pi_{\text{done}} \in \text{ACT}^*$ plan partiel déjà effectué

π **plan-solution** (pour C) ssi $\text{next}(\pi, s) \in g$

Relation de préférence entre plans :

relation réflexive et transitive sur ACT^*

Exemples :

– préférence «basique» :

$$\pi \geq^b \pi' \text{ pour tous } \pi, \pi'$$

– préférence pour les plans les plus courts :

$$\pi \geq^c \pi' \text{ ssi } |\pi| \leq |\pi'|$$

– préférence fondée sur l'inclusion :

$\pi \geq^i \pi'$ ssi il existe une fonction strictement croissante $\sigma: \{1, \dots, |\pi|\} \rightarrow \{1, \dots, |\pi'|\}$

telle que $\pi(i) = \pi'(\sigma(i))$ pour tout $i = 1 \dots |\pi|$

Pertinence d'une action dans un contexte :
définition rouge

α **pertinente** pour $C = \langle S, s_0, ACT, next, g, \pi_{done} \rangle$
si et seulement si

il existe un plan-solution π , **non-dominé pour C**,
commençant par (π_{done}, α)

Pertinence d'une action dans un contexte : définition rouge

α **pertinente** pour $C = \langle S, s_0, ACT, next, g, \pi_{done} \tilde{n} \rangle$
si et seulement si

il existe un plan-solution π , **non-dominé pour C**,
commençant par (π_{done}, α)

π est **non-dominé** pour C

ssi il n'existe pas de plan π' tel que

- π' est un plan solution
- π' commence par π_{done}
- $\pi' > \pi$ (π' est strictement préféré à π)

Exemple 1

Le compte est bon

à 25, 10, 10, ~~7~~~~4~~, 2 ñ g = {56}

si $\geq = \geq^c$:

[7 × 4 = 28] non-dominée

$$7 \times 4 = 28$$

$$28 \times 2 = 56$$

Exemple 1

Le compte est bon

$$\text{à } 25, 10, 10, 7, 4, 2 \text{ ñ } \quad g = \{56\}$$

si $\geq = \geq^c$:

$$[7 \times 4 = 28] \quad [7 \times 2 = 14]$$

$$[4 \times 2 = 8] \quad [10 - 2 = 8]$$

non-dominées

Exemple 1

Le compte est bon

$$\text{à } \cancel{25}, \cancel{10}, 10, 7, 4, 2 \text{ ñ} \quad g = \{56\}$$

si $\geq = \geq^c$:

$$[7 \times 4 = 28] \quad [7 \times 2 = 14]$$

$$[4 \times 2 = 8] \quad [10 - 2 = 8]$$

non-dominées

$$[25 + 10 = 35]$$

dominée

Exemple 1

Le compte est bon

$$\text{à } \cancel{5}, \cancel{10}, 10, 7, 4, 2 \text{ ñ } \quad g = \{56\}$$

si $\geq = \geq^c$:

$$[7 \times 4 = 28] \quad [7 \times 2 = 14]$$

$$[4 \times 2 = 8] \quad [10 - 2 = 8]$$

non-dominées

$$[25 + 10 = 35]$$

dominée

si $\geq = \geq^i$:

$$[25 + 10 = 35]$$

non-dominée

$$25 + 10 = 35; 35 + 10 = 45;$$

$$45 + 7 = 52; 52 + 4 = 56$$

Exemple 1

Le compte est bon

$$\text{à } 25, 10, 10, 7, 4, 2 \text{ ñ } \quad g = \{56\}$$

si $\geq = \geq^c$:

$$[7 \times 4 = 28] \quad [7 \times 2 = 14]$$

$$[4 \times 2 = 8] \quad [10 - 2 = 8]$$

non-dominées

$$[25 + 10 = 35]$$

dominée

si $\geq = \geq^i$:

$$[25 + 10 = 35]$$

$$[25 \times 10 = 250]$$

non-dominée

dominée

Exemple 1

Le compte est bon

à 25, 10, 10, 7, 4, 2 ñ g = {56}

$$\pi_{\text{done}} = \lambda$$

	$\geq b$	$\geq c$	$\geq i$
7×4	oui	oui	oui
$25 + 10$	oui	oui	non
25×10	oui	non	non
25×7	non	non	non

Exemple 1

Le compte est bon

á ~~25~~, ~~10~~, 10, 7, 4, 2 ñ g = {56}

$$\pi_{\text{done}} = [25 \times 2 = 50]$$

action suivante?

Exemple 1

Le compte est bon

á ~~25~~, ~~10~~, 10, 7, 4, 2 ñ g = {56}

$$\pi_{\text{done}} = [25 \times 2 = 50]$$

action suivante?

Actions **pertinentes** avec \geq^c

$$10 - 4 = 6 \quad (\text{puis } 50 + 6 = 56)$$

actions pertinentes = prochaines actions plausibles

Exemple 1

Le compte est bon

à 25, 10, 10, 7, 4, 2 ñ g = {56}

$$\pi_{\text{done}} = [25 \times 2 = 50]$$

action suivante?

Actions **pertinentes** avec \geq^i

$$10 - 4 = 6 \text{ (puis } 50 + 6 = 56)$$

$$10/10 = 1 \text{ (puis } 7 - 1 = 6; 50 + 6 = 56)$$

actions pertinentes = prochaines actions plausibles

Exemple 1

Le compte est bon

á 25, 10, 10, 7, 4, 2 ñ g = {56}

$\pi_{\text{done}} = [25 + 10 = 35]$ action suivante?

Exemple 1

Le compte est bon

à 25, 10, 10, 7, 4, 2 ñ $g = \{56\}$

$\pi_{\text{done}} = [25 + 10 = 35]$ action suivante?

$$25+10+10+7+4 = 56$$

On voudrait que les actions pertinentes soient celles qui permettent d'effectuer la somme $25+10+10+7+4$ et seulement celles-là.

Exemple 1

Le compte est bon

à 25, 10, 10, 7, 4, 2 ñ $g = \{56\}$

$\pi_{\text{done}} = [25 + 10 = 35]$ action suivante?

$25+10+10+7+4 = 56$: plans de longueur 4

plans les plus courts commençant par $25+10=35$:
 $\pi = 25+10=35; 7 \times 4=28; 28 \times 2=56$ etc.

Actions **pertinentes** avec \geq^c : les mêmes qu'avant
que l'action $25 + 10 = 35$ ait été observée

Exemple 1

Le compte est bon

à 25, 10, 10, 7, 4, 2 ñ $g = \{56\}$

$\pi_{\text{done}} = [25 + 10 = 35]$ action suivante?

$25+10+10+7+4 = 56$: plans de longueur 4

plans les plus courts commençant par $25+10=35$:

$\pi = 25+10=35; 7 \times 4=28; 28 \times 2=56$ etc.

Actions **pertinentes** avec \geq^i : les précédentes,
plus celles qui permettent d'effectuer la somme
 $25+10+10+7+4$

Exemple 1

Le compte est bon

à 25, 10, 10, 7, 4, 2 ñ g = {56}

$\pi_{\text{done}} = [10/10 = 1]$

action suivante?

Exemple 1

Le compte est bon

à 25, 10, 10, 7, 4, 2 ñ g = {56}

$\pi_{\text{done}} = [10/10 = 1]$ action suivante?

10/10=1; 25+4=29; 29-1=28; 28×2=56

10/10=1; 25×2=50; 7-1=6; 50+6=56

plans les plus courts commençant par 25+10=35 :

$\pi = 10/10=1; 7\times 4=28; 28\times 2=56$ etc.

Actions **pertinentes** avec \geq^i : les mêmes qu'avant que l'action 10/10 = 1 ait été observée

Exemple 1

Le compte est bon

à 25, 10, 10, 7, 4, 2 ñ g = {56}

$\pi_{\text{done}} = [10/10 = 1]$ action suivante?

$\pi_1 : 10/10=1; 25+4=29; 29-1=28; 28 \times 2=56$

$\pi_2 : 10/10=1; 25 \times 2=50; 7-1=6; 50+6=56$

plans les plus courts commençant par $25+10=35$:

$\pi = 10/10=1; 7 \times 4=28; 28 \times 2=56$ etc.

Actions **pertinentes** avec \geq^c : les précédentes, plus celles qui font partie de π_1 et π_2

Pertinence d'une action dans un contexte :
définition verte

α **pertinente** pour $C = \langle S, s_0, ACT, next, g, \pi_{done} \rangle$

si et seulement si

il existe un plan-solution π , **non-dominé pour C**,
commençant par (π_{done}, α)

Pertinence d'une action dans un contexte : définition verte

α **pertinente** pour $C = \langle S, s_0, ACT, next, g, \pi_{done} \rangle$
si et seulement si

il existe un plan-solution π , **non-dominé pour C**,
commençant par (π_{done}, α)

π est **non-dominé** pour C

ssi il n'existe pas de plan π' tel que

- π' est un plan solution
- ~~- π' commence par π_{done}~~
- $\pi' > \pi$ (π' est strictement préféré à π)

Exemple 1

Le compte est bon

à 25, 10, 10, 7, 4, 2 ñ g = {56}

$\pi_{\text{done}} = [25 + 10 = 35]$ action suivante?

Aucun plan de longueur minimale ne commence par $25 + 10 = 35$

Actions pertinentes avec \geq^c : aucune

Exemple 1

Le compte est bon

à 25, 10, 10, 7, 4, 2 ñ g = {56}

$\pi_{\text{done}} = [10/10 = 1]$ action suivante?

Aucun plan de longueur minimale ne commence par $10/10 = 1$

Actions pertinentes avec \geq^c : aucune

Exemple 1

Le compte est bon

à 25, 10, 10, 7, 4, 2 ñ g = {56}

$\pi_{\text{done}} = [25 + 10 = 35]$ action suivante?

$\pi_1 : 10/10=1; 25+4=29; 29-1=28; 28 \times 2=56$

$\pi_2 : 10/10=1; 25 \times 2=50; 7-1=6; 50+6=56$

Actions **pertinentes** avec \geq^i : celles qui font partie de π_1 et π_2 , et seulement celles-ci

Exemple 1

Le compte est bon

à 25, 10, 10, 7, 4, 2 ñ $g = \{56\}$

$\pi_{\text{done}} = [25 \times 10 = 250]$ action suivante?

Aucun plan solution ne se «sert» de $25 \times 10 = 250$
mais il existe tout de même des plans-solution qui
commencent par $25 \times 10 = 250$:

$25 \times 10 = 250$; $7 \times 4 = 28$; $28 \times 2 = 56$

Actions **pertinentes** avec \geq^i (ou \geq^c): aucune

Exemple 1

Le compte est bon

à 25, 10, 10, 7, 4, 2 ñ $g = \{56\}$

$\pi_{\text{done}} = [25 \times 10 = 250]$ action suivante?

Aucun plan solution ne se «sert» de $25 \times 10 = 250$
mais il existe tout de même des plans-solution qui
commencent par $25 \times 10 = 250$:

$25 \times 10 = 250$; $7 \times 4 = 28$; $28 \times 2 = 56$

Actions **pertinentes** avec \geq^i : $7 \times 4 = 28$, etc.

On suppose maintenant que l'observateur ne connaît plus le but de l'acteur

Buts plausibles

Etant donnés s_0 et π_{done} $\text{now} = |\pi_{\text{done}}|$

$g \subseteq S$ **but plausible** ssi pour tout $t = 0, \dots, \text{now}-1$
l'action $\pi_{\text{done}}(t)$ est **pertinente**

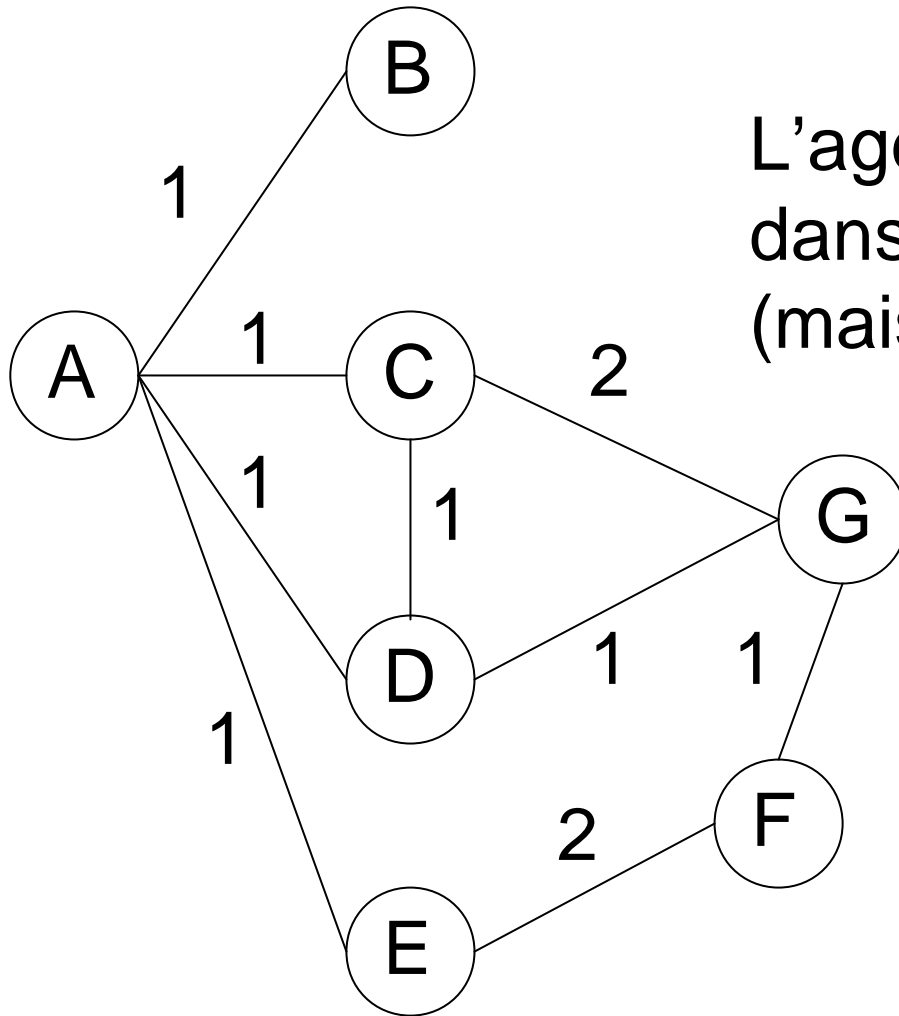
On suppose maintenant que l'observateur ne connaît plus le but de l'acteur

Buts plausibles

Etant donnés s_0 et π_{done} $\text{now} = |\pi_{\text{done}}|$

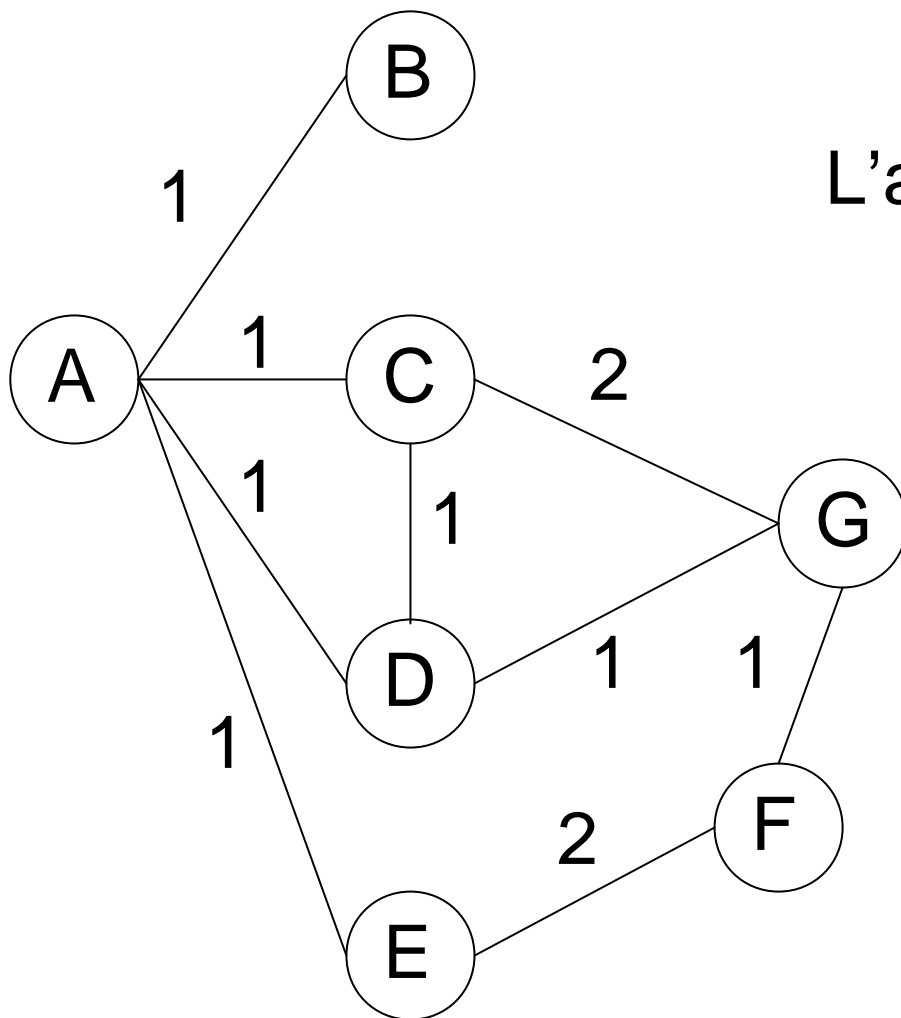
$g \subseteq S$ **but plausible** ssi pour tout $t = 0, \dots, \text{now}-1$
l'action $\pi_{\text{done}}(t)$ est **pertinente**

Exemple 2



L'agent désire se rendre dans une ville unique (mais laquelle?)

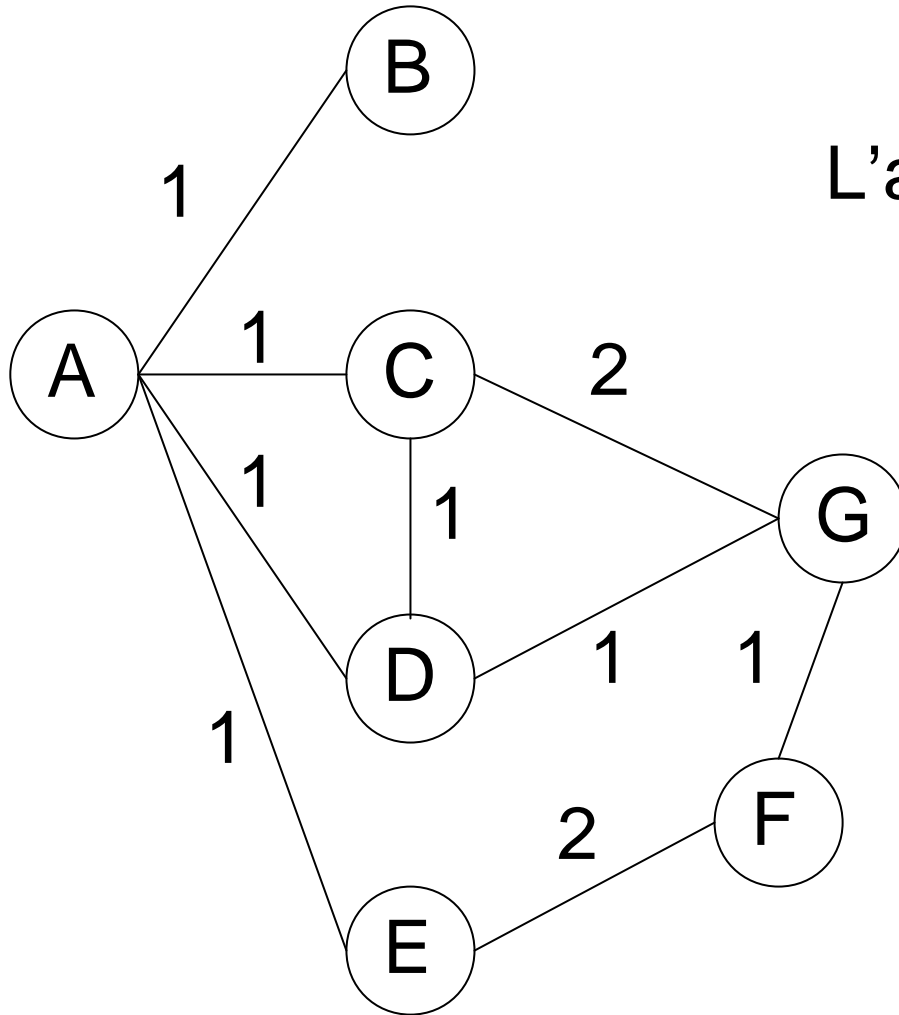
Exemple 2



L'agent va de A en C

Exemple 2

$\pi \geq \pi'$ ssi $\text{coût}(\pi) \leq \text{coût}(\pi')$



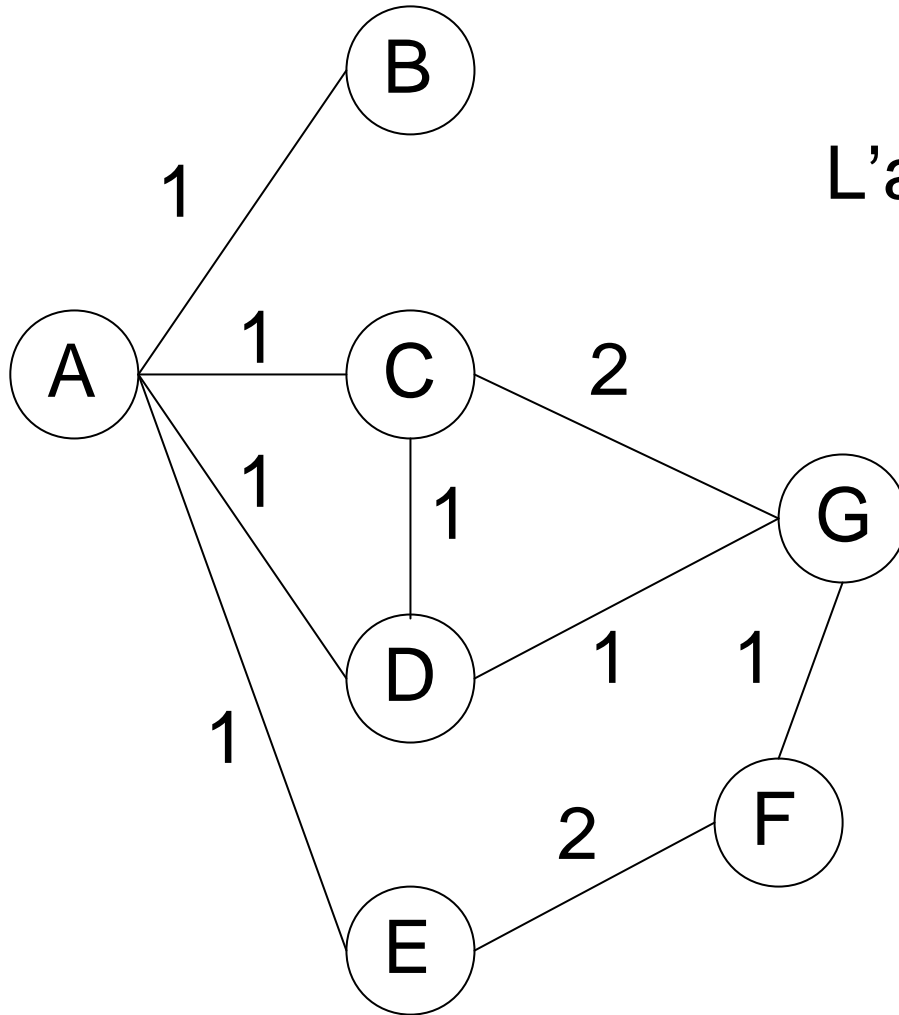
L'agent va de A en C

but plausible :

C

Exemple 2

$\pi \geq \pi'$ ssi $\text{coût}(\pi) \leq \text{coût}(\pi')$

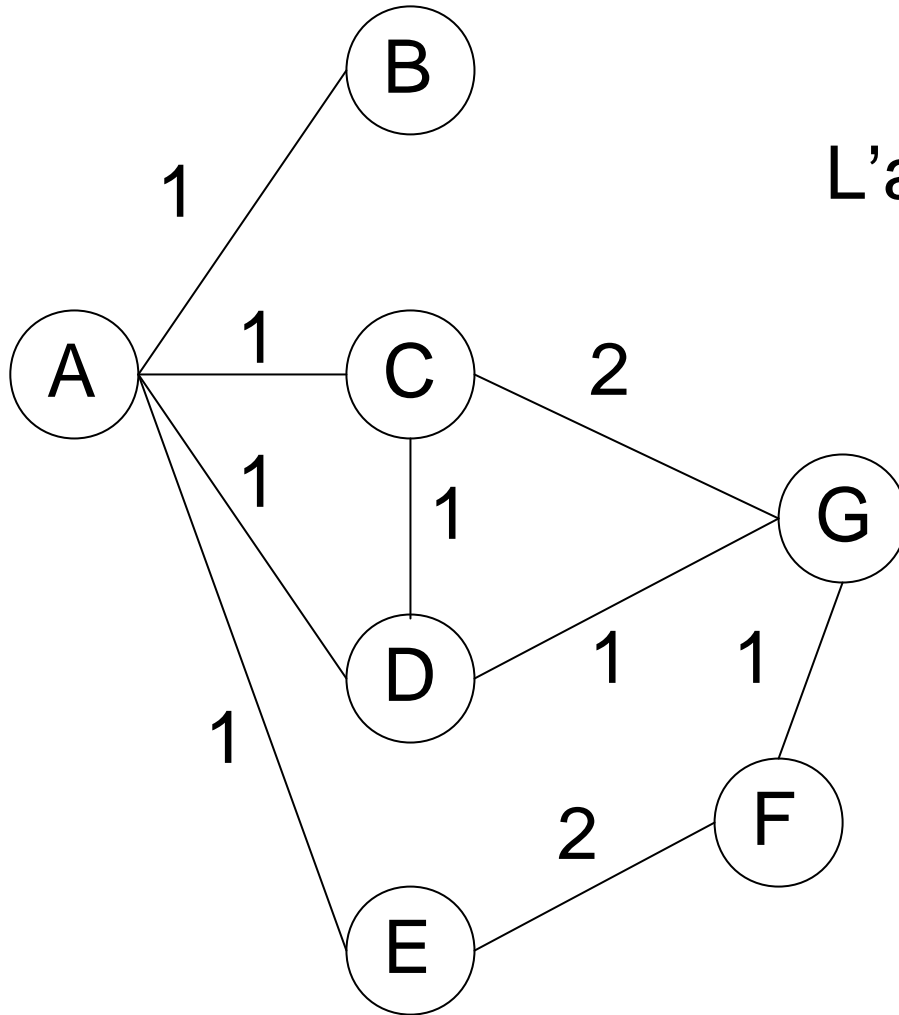


L'agent va de A en D

buts plausibles :
D, G, F

Exemple 2

$\pi \geq \pi'$ ssi $\text{coût}(\pi) \leq \text{coût}(\pi')$

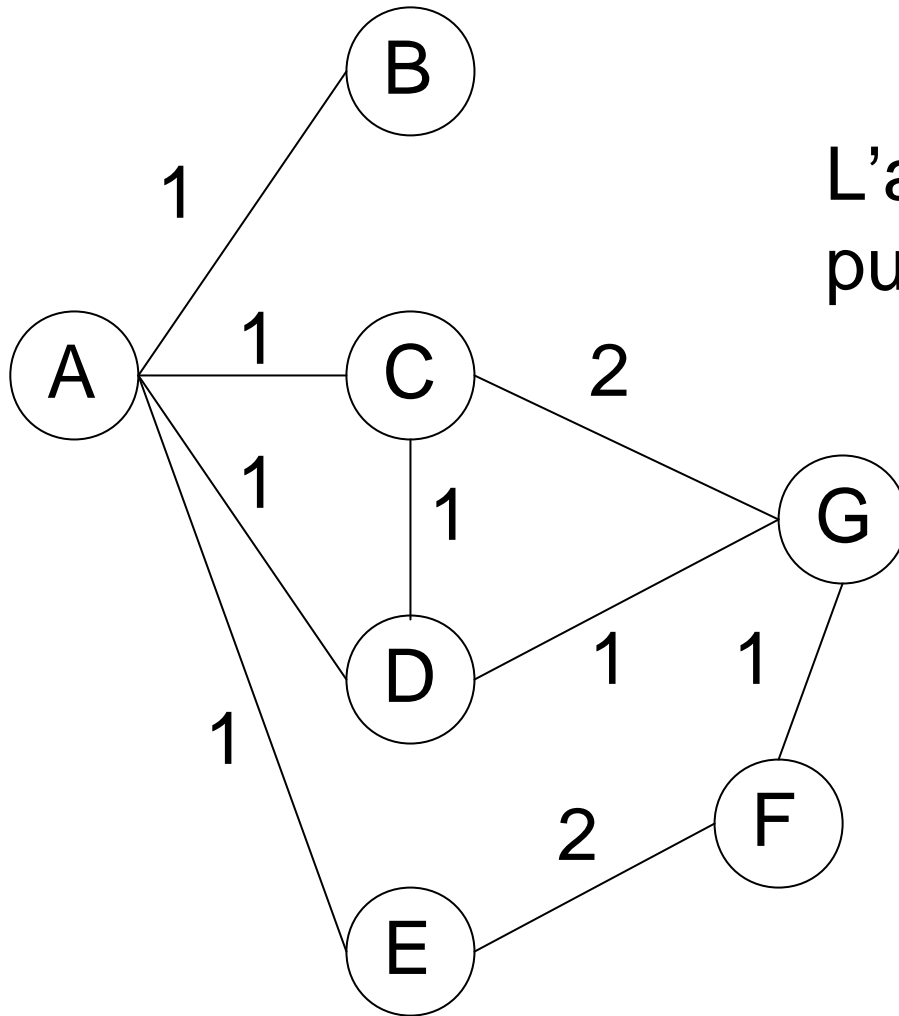


L'agent va de A en E

buts plausibles :
E, F

Exemple 2

$\pi \geq \pi'$ ssi $\text{coût}(\pi) \leq \text{coût}(\pi')$

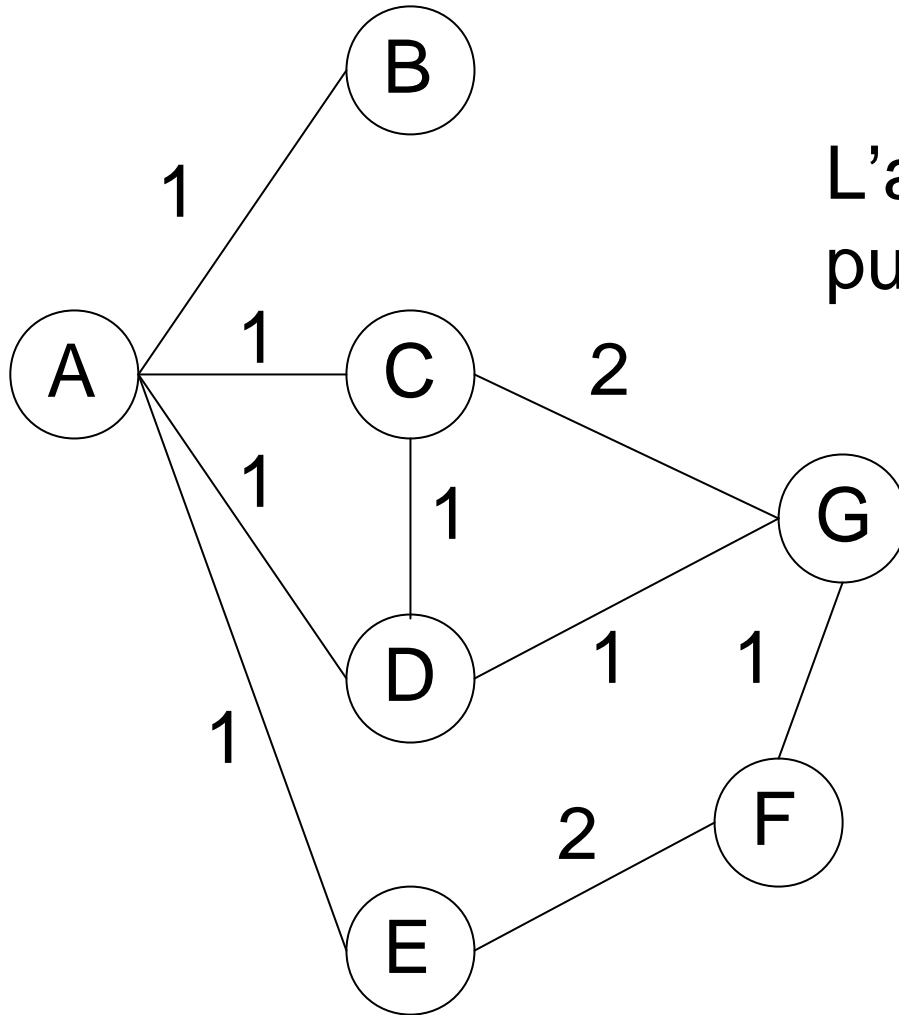


L'agent va de A en C
puis en D

buts plausibles
D, G, F

Exemple 2

$\pi \geq \pi'$ ssi $\text{coût}(\pi) \leq \text{coût}(\pi')$



L'agent va de A en C
puis en D

pas de **but**
plausible

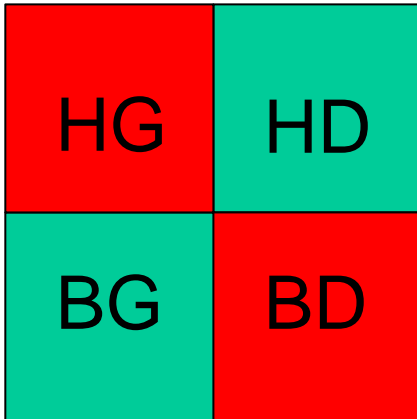
Hypothèse 2 : connaissance incomplète

- actions éventuellement non-déterministes
- l'acteur a des croyances sur l'état courant éventuellement incomplètes

Plans éventuellement conditionnels

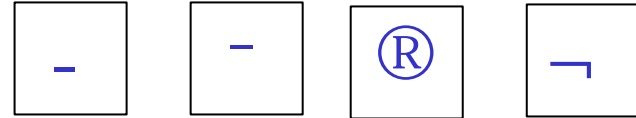
si O alors π sinon π'

Exemple 3



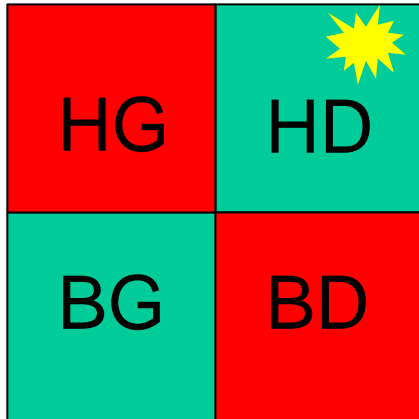
Actions

- de déplacement



- look : renvoie **R** ou **V**

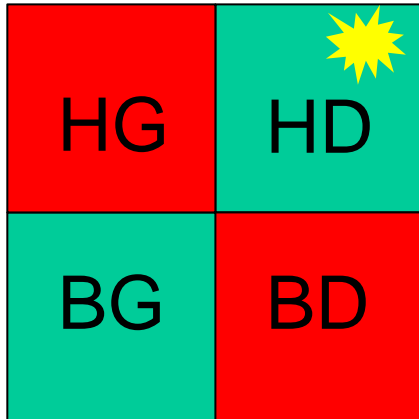
Exemple 3



But de l'acteur : HD

$\pi_{\text{done}} = \text{look}$

Exemple 3



But de l'acteur : HD

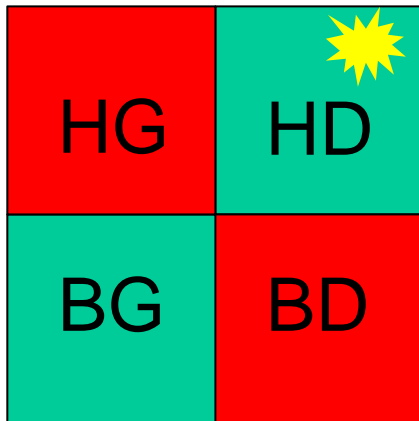
$\pi_{\text{done}} = \text{look}$

Etat de croyance initial de l'acteur ?

{HG,HD} ?

plausible

Exemple 3



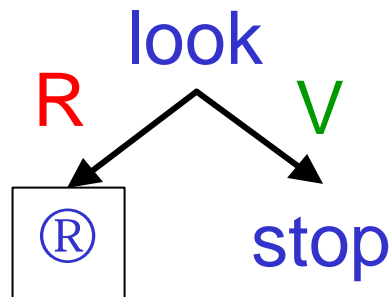
But de l'acteur : HD

$\pi_{\text{done}} = \text{look}$

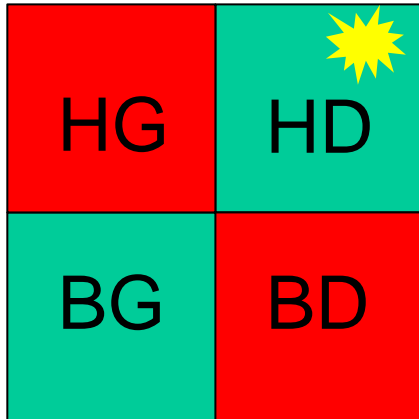
Etat de croyance initial de l'acteur ?

{HG,HD} ?

plausible



Exemple 3



But de l'acteur : HD

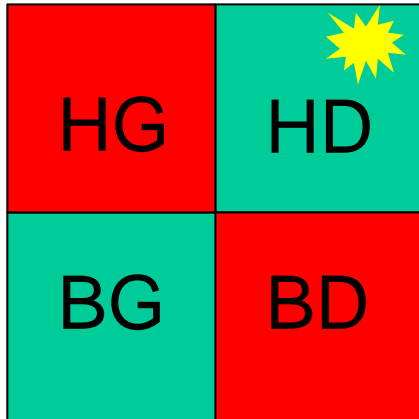
$\pi_{\text{done}} = \text{look}$

Etat de croyance initial de l'acteur ?

{HG, BD} ?

non plausible

Exemple 3



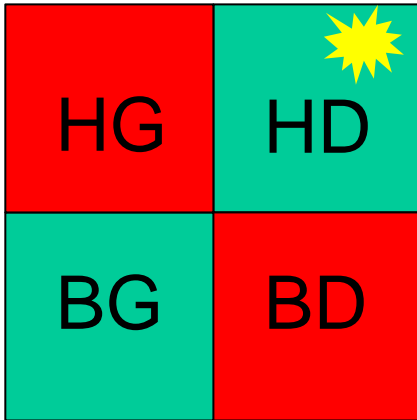
But de l'acteur : HD

$\pi_{\text{done}} = \text{look}$

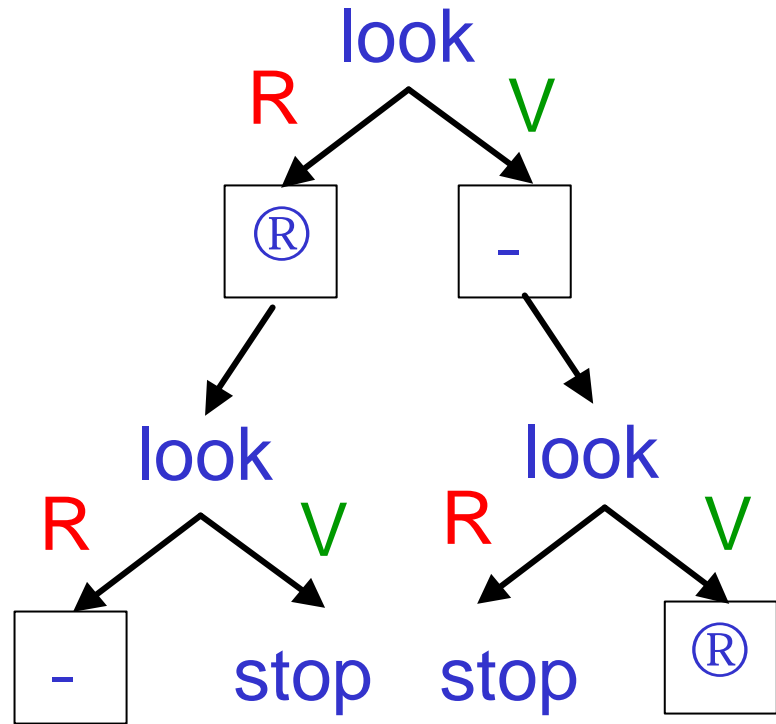
Etat de croyance initial de l'acteur ?

{HG,HD,BG,BD} ?

Exemple 3

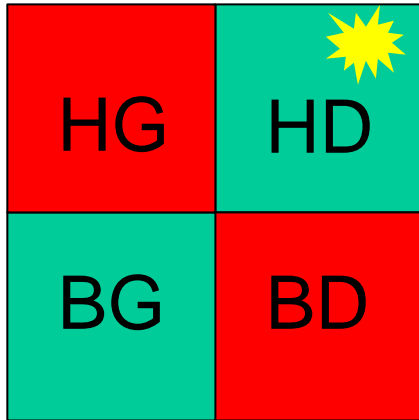


{HG,HD,BG,BD}

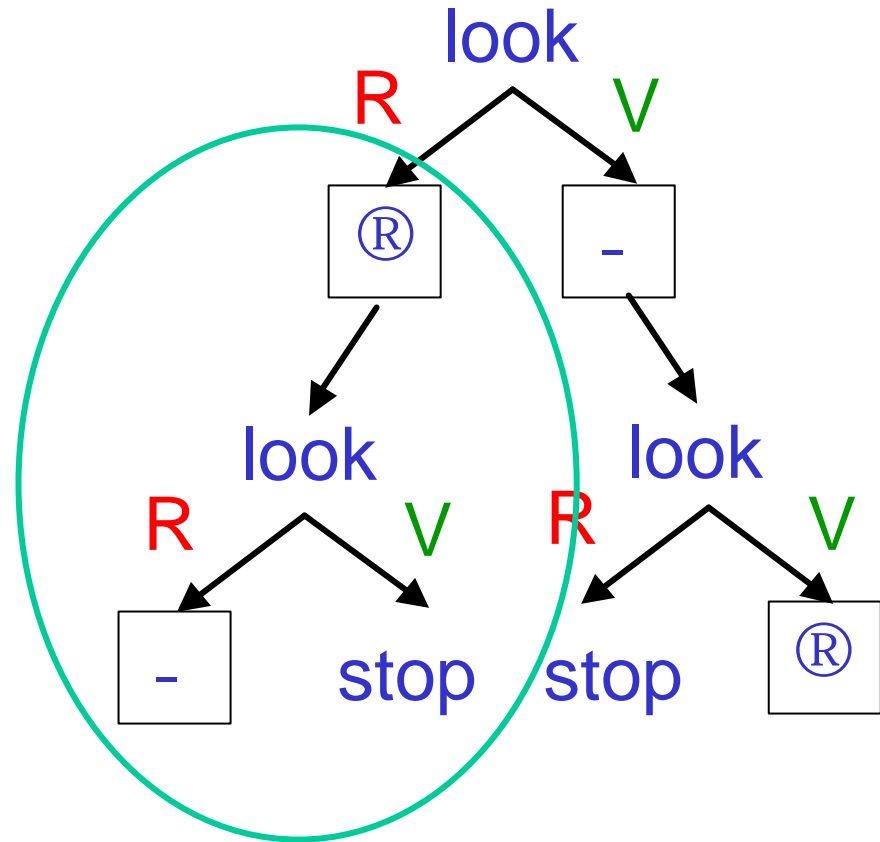


{HG,HD,BG,BD} ?

Exemple 3



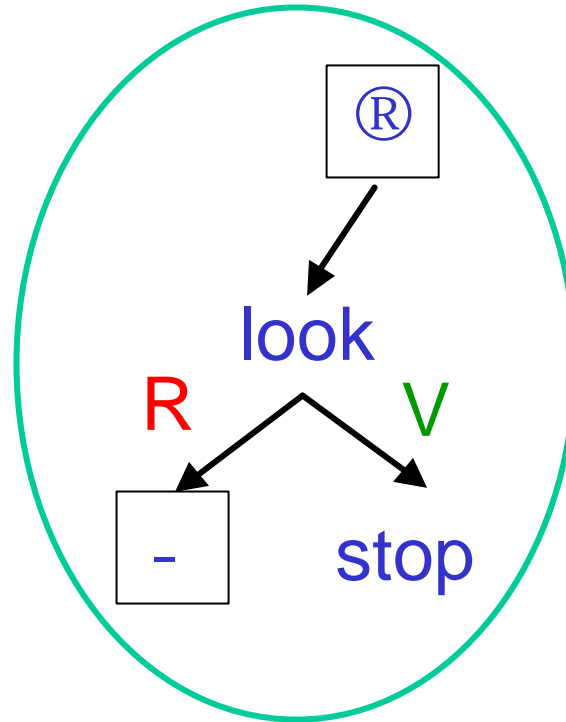
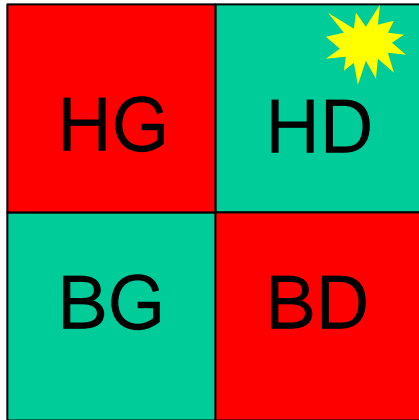
{HG,HD,BG,BD}



{HG,HD,BG,BD} ?

Exemple 3

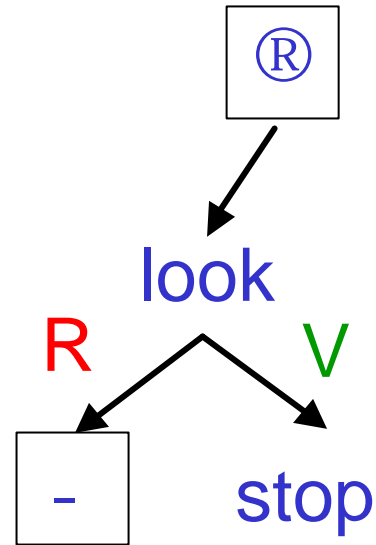
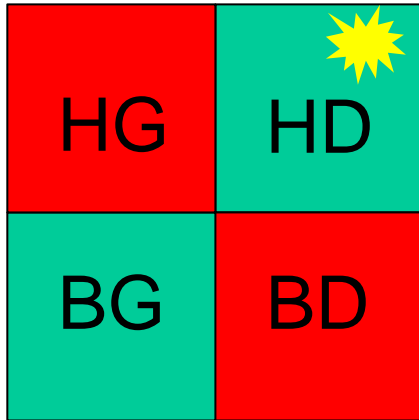
{HG,HD,BG,BD}



{HG,HD,BG,BD} ?

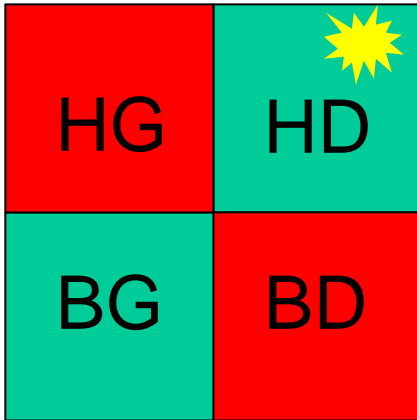
Exemple 3

{HG,HD,BG,BD}

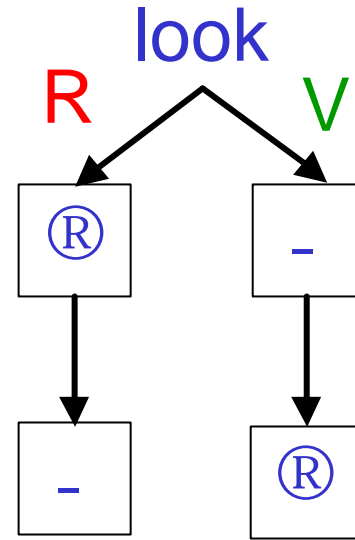


{HG,HD,BG,BD} ?

Exemple 3

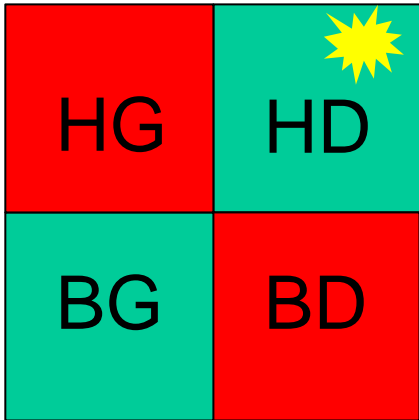


{HG,HD,BG,BD}

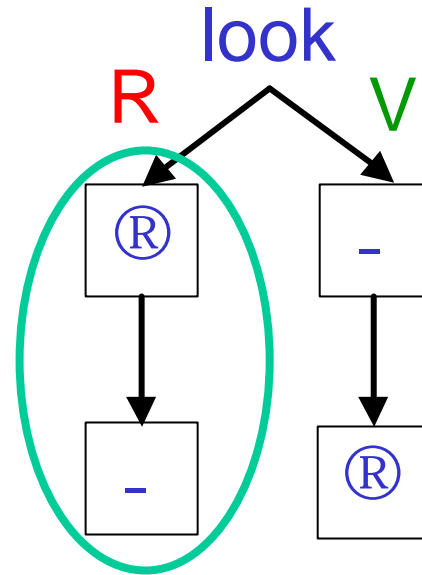


{HG,HD,BG,BD} ?

Exemple 3

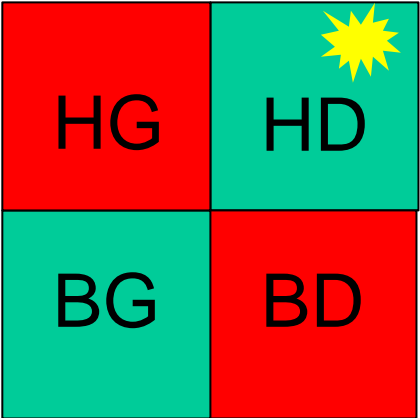


{HG,HD,BG,BD}

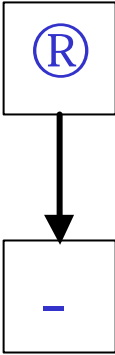


{HG,HD,BG,BD} ?

Exemple 3

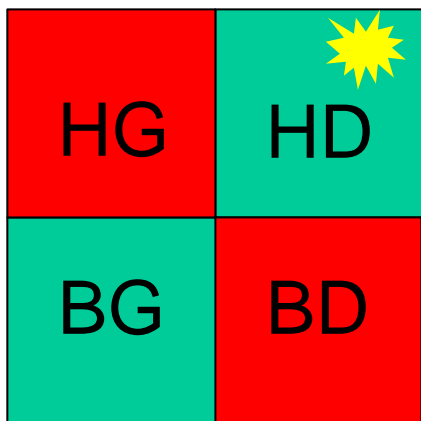


{HG,HD,BG,BD}



{HG,HD,BG,BD} ?

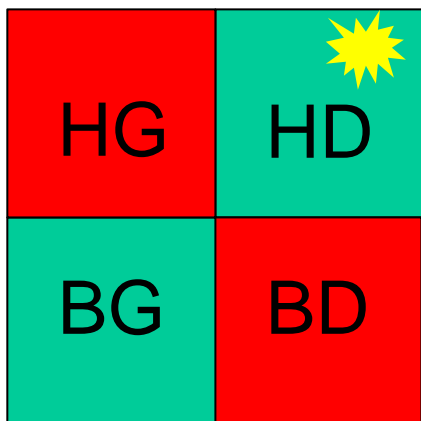
Exemple 3



et ainsi de suite

{HG,HD,BG,BD} ?

Exemple 3

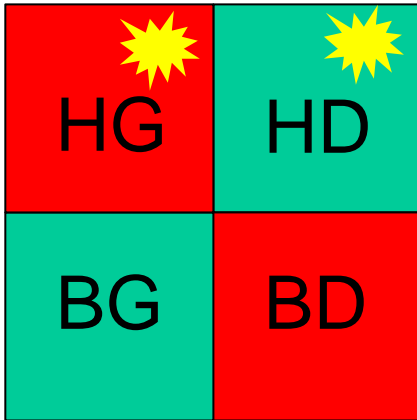


et ainsi de suite

{HG,HD,BG,BD} ?

non plausible

Exemple 3



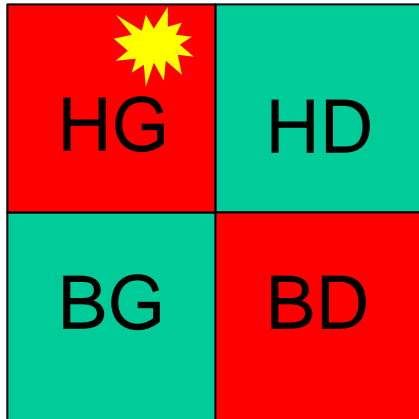
But de l'acteur : ????

$\pi_{\text{done}} =$; look

{HG,HD} but plausible ?

non

Exemple 3



But de l'acteur : ????

$\pi_{\text{done}} =$; look

{HG} but plausible ?

oui

état de croyances initiaux possibles :

{BG, BD},

Exemple 3

HG	HD
BG	BD

But de l'acteur : ????

$\pi_{\text{done}} =$; look ;

but plausible : {HG}

Exemple 3

HG	HD
BG	BD

But de l'acteur : ????

$$\pi_{\text{done}} = \boxed{-}$$

buts plausibles : {HG}, {HD}, {HG, HG}

Relation de préférence entre plans :

Généralisations de \geq^c :

- $\pi \geq \pi'$ ssi la branche la plus longue de $|\pi|$ n'est pas plus longue que la branche la plus longue de $|\pi'|$
- $\pi \geq \pi'$ ssi longueur moyenne de $|\pi| \leq$ longueur moyenne de $|\pi'|$

Relation de préférence entre plans :

Une généralisation de \geq^i : \geq^{ig}

$\pi \geq \pi'$ ssi l'une de ces conditions est satisfaite :

- (a) π, π' inconditionnels et $\pi \geq^{ig} \pi'$;
- (b) $\pi = [\text{test}(x); \text{si } x \text{ alors } \pi_1 \text{ sinon } \pi_2]$
et $\pi' \in \{\pi_1, \pi_2\}$
- (c) $\pi = [\text{test}(x); \text{si } x \text{ alors } \pi_1 \text{ sinon } \pi_2]$,
 $\pi' = [\text{test}(x); \text{si } x \text{ alors } \pi'_1 \text{ sinon } \pi'_2]$
et $\pi_1 \geq^{ig} \pi'_1, \pi_2 \geq^{ig} \pi'_2]$

Travaux connexes

- Reconnaissance de plans
- Raisonnement non-monotone et révision des croyances, logique des conditionnels
- Abduction
- Pertinence et dialogue?