

Décision séquentielle dans l'incertain: Algorithmes pour les modèles non EU

G. Jeantet

Directeurs de Thèse : P. Perny et O. Spanjaard
Equipe : Décision

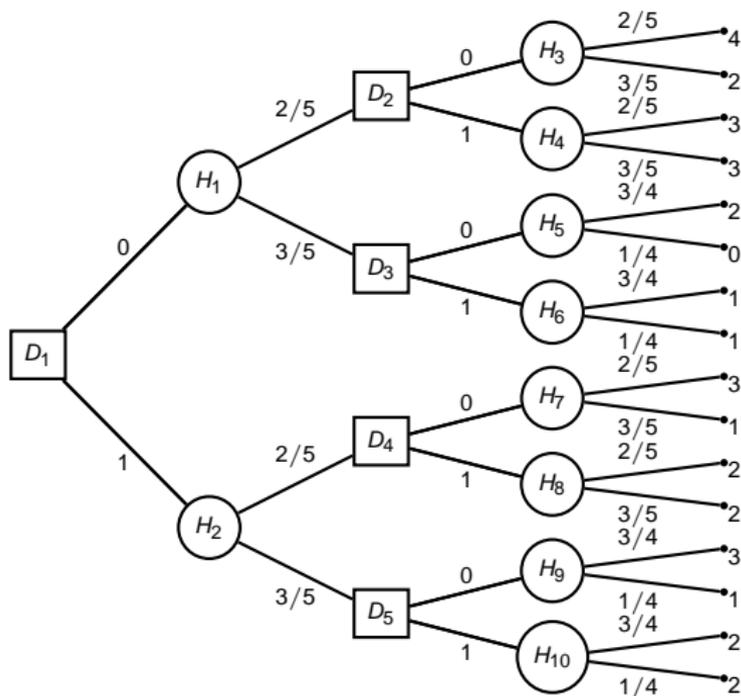
DÉcision, Systèmes Intelligents et Recherche opérationnelle

30 septembre 2008

Cadre général

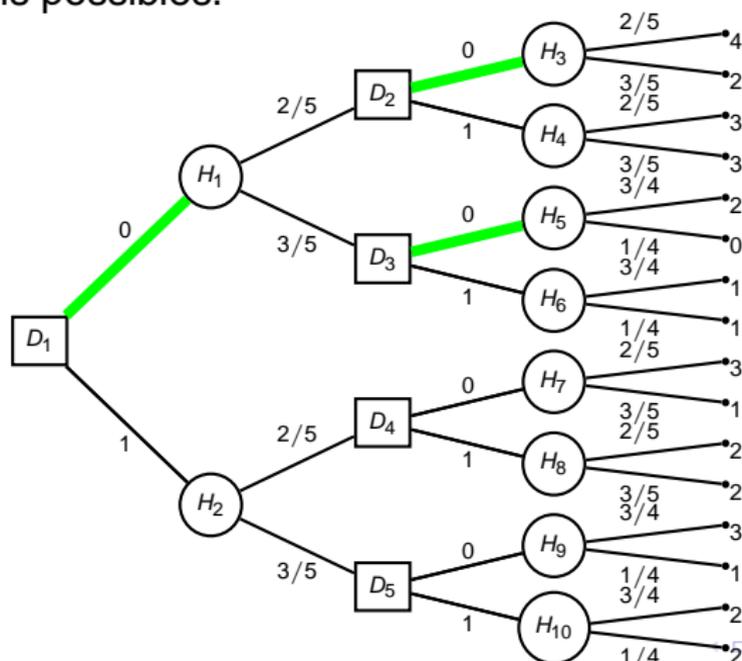
- Théorie de la décision algorithmique
 - ▶ Planification dans l'incertain
- Applications : navigation de robot, diagnostic médical, gestion d'optimisation de stock, joueurs artificiel ...
- Modèles Graphique :
 - ▶ Arbre de décision hasard (Raiffa, 1968)
 - ▶ Diagrammes d'influence (Shachter, 1986)
 - ▶ PDM (Dean et al., 1993 ; Kaelbling, Littman, Cassandra, 1999)

Arbre Décision Hasard (ADH)



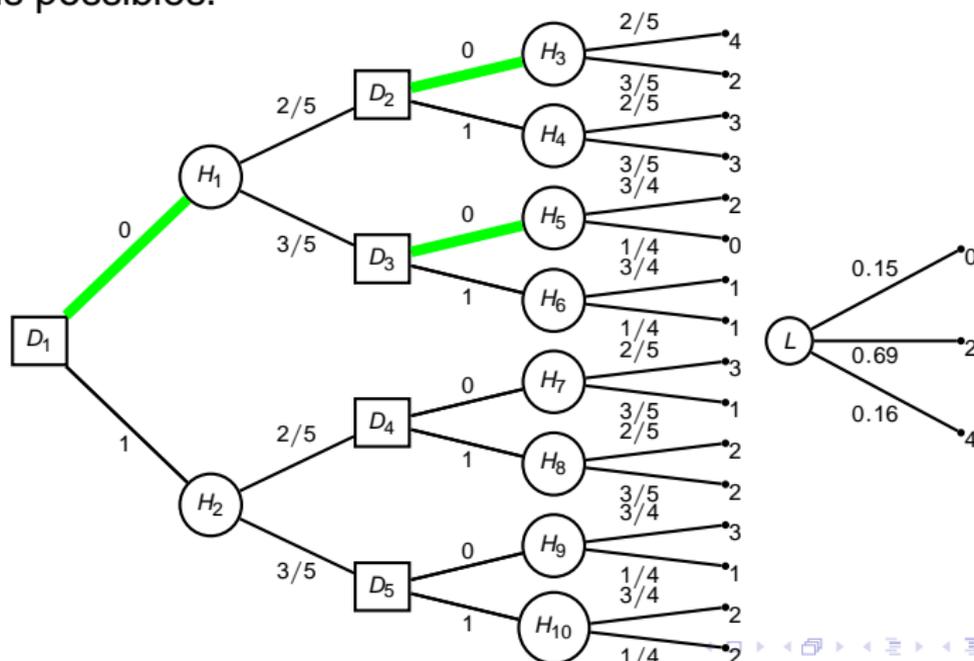
Stratégie

Une stratégie est un ensemble de décision où l'on envisage toutes les situations possibles.

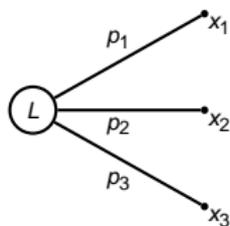


Stratégie

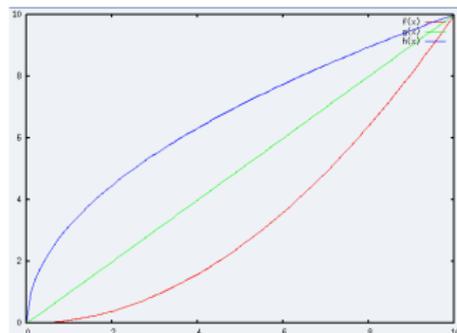
Une stratégie est un ensemble de décision où l'on envisage toutes les situations possibles.



Evaluation d'une stratégie : Modèle EU (von Neuman et Morgenstern, 1947)



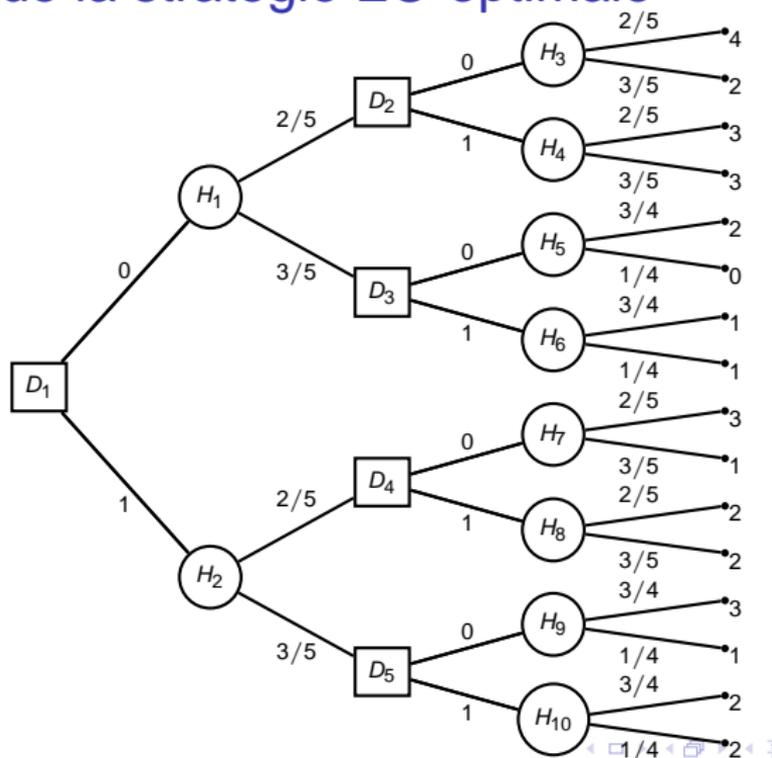
$$EU(L) = \sum p_i \times u(x_i)$$



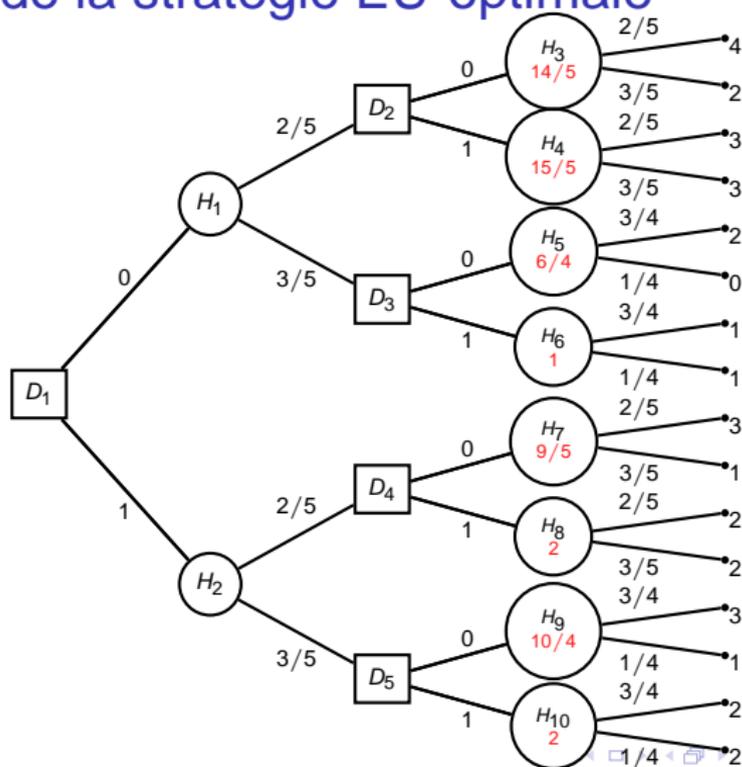
Fonctions d'utilités

- EU dans les arbres de décision hasard (Raiffa, 1968)
- EU dans les diagrammes d'influence (Shachter, 1986)
- EU dans les PDM (Liu and Koenig, 2008)

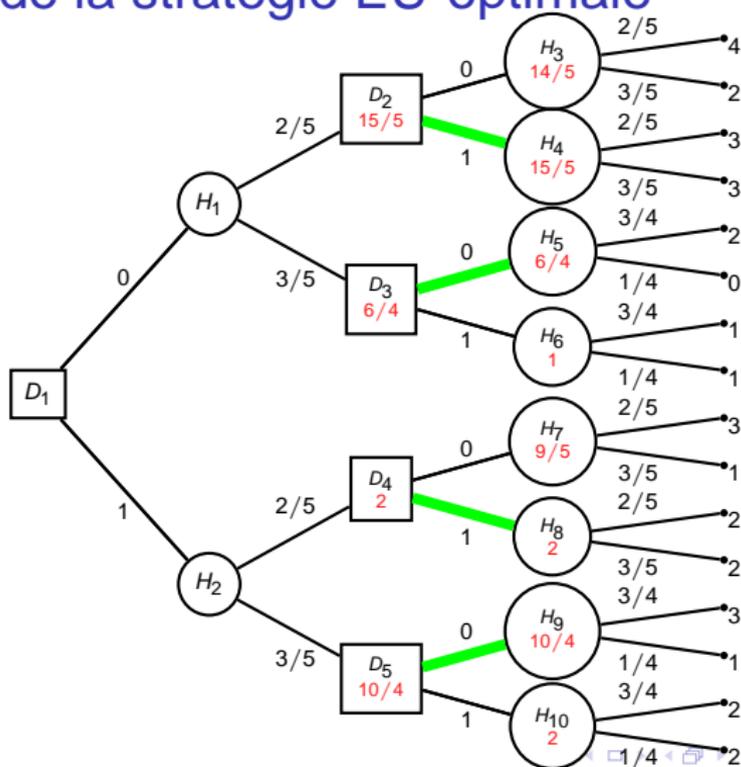
Recherche de la stratégie EU-optimale



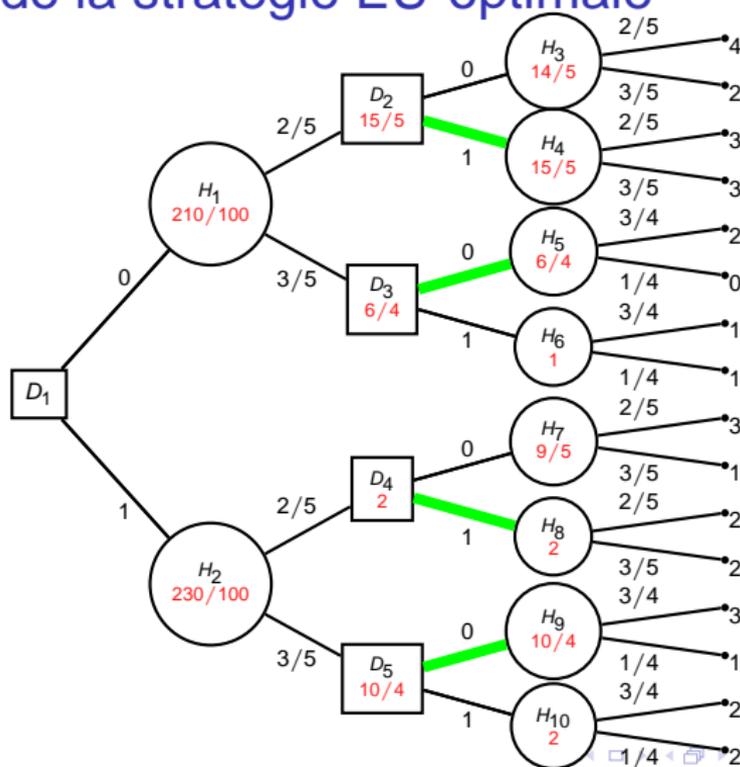
Recherche de la stratégie EU-optimale



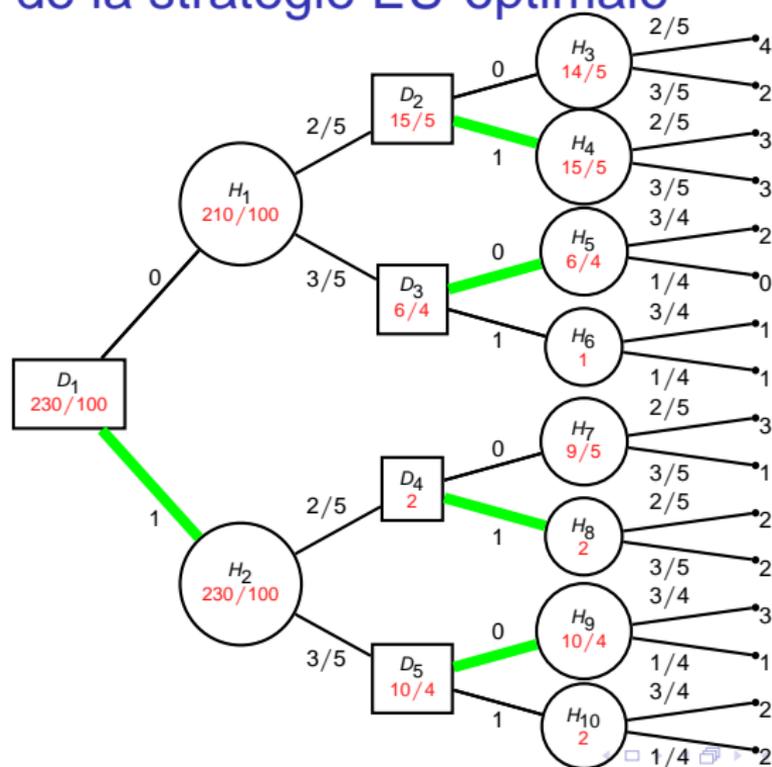
Recherche de la stratégie EU-optimale



Recherche de la stratégie EU-optimale



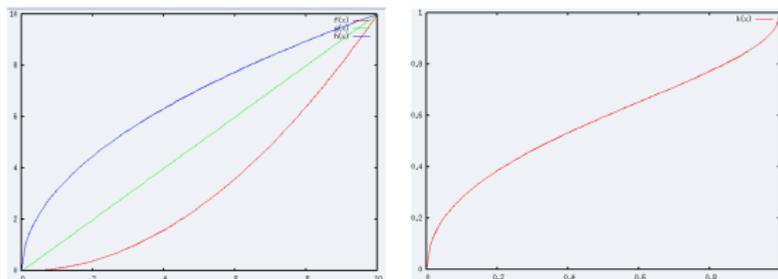
Recherche de la stratégie EU-optimale



De EU à RDU (Quiggin, 1982)

- Incapacité du critère EU à modéliser tous les comportements rationnels (paradoxe d'Allais, paradoxe d'Ellsberg ...)
- Développement de nouveaux modèles non-EU en théorie de la décision

$$RDU(L) = u(x_1) + \sum_{i>1} \varphi \left(\sum_{j \geq i} p_j \right) \times (u(x_i) - u(x_{i-1}))$$



Fonctions d'utilités et fonction phi

Modèle RDU (Rank Dependent Utility)

- La stratégie renvoyée par induction arrière est **sous-optimale** !
- La recherche d'une stratégie RDU-optimale dans un arbre décision hasard est un problème NP-difficile (ROADEF 2008).
- Développement d'une borne pour un algorithme par énumération implicite pour le calcul de RDU dans les ADH (ICAPS 2008). Le calcul de la borne est basé sur la construction par programmation dynamique d'une loterie qui domine stochastiquement toutes les autres.

Modèle RDU (Rank Dependent Utility)

- La stratégie renvoyée par induction arrière est **sous-optimale** !
- La recherche d'une stratégie RDU-optimale dans un arbre décision hasard est un problème NP-difficile (ROADEF 2008).
- Développement d'une borne pour un algorithme par énumération implicite pour le calcul de RDU dans les ADH (ICAPS 2008). Le calcul de la borne est basé sur la construction par programmation dynamique d'une loterie qui domine stochastiquement toutes les autres.

Modèle RDU (Rank Dependent Utility)

- La stratégie renvoyée par induction arrière est **sous-optimale** !
- La recherche d'une stratégie RDU-optimale dans un arbre décision hasard est un problème NP-difficile (ROADEF 2008).
- Développement d'une borne pour un algorithme par énumération implicite pour le calcul de RDU dans les ADH (ICAPS 2008). Le calcul de la borne est basé sur la construction par programmation dynamique d'une loterie qui domine stochastiquement toutes les autres.

Application réelle

Qui veut gagner des millions ?

- Perea and Puerto (2007)
Profondeur : 30
Noeud de décision : 14400
- Questions dépendantes
75 millions de noeuds de décision

Machine.

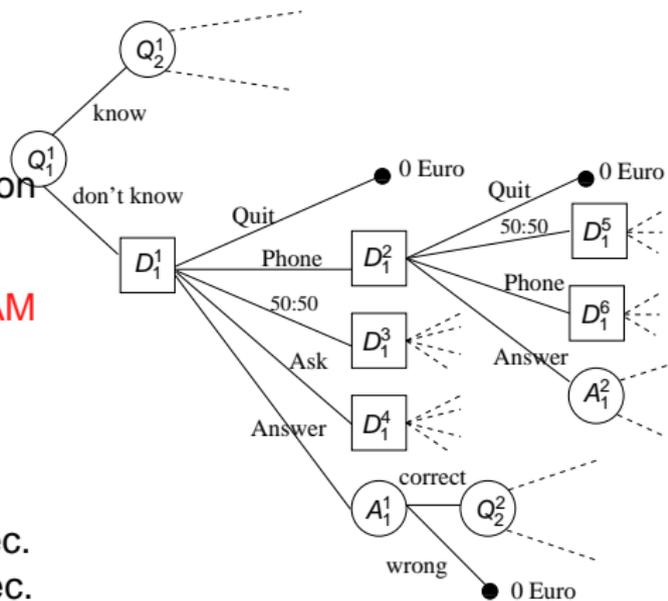
Questions dépendantes : **64GO RAM**
(Clusters du LIP6)

Resultats.

Perea and Puerto : < 1 sec.

Questions dep., φ convexe : 2992 sec.

Questions dep., φ concave : 4026 sec.



Conclusion

- Verrou repoussé sur l'utilisation de RDU dans les problèmes de décision séquentielle dans l'incertain
- Ces travaux ont fait l'objet de 2 publications et ont reçu le prix du meilleur article lors du congrès de ROADEF en 2008
- Travaux en cours
 - ▶ Stratégies mixtes
 - ▶ Calcul de la stratégie RDU-Optimale dans les diagrammes d'influences et les PDM

Conclusion

- Verrou repoussé sur l'utilisation de RDU dans les problèmes de décision séquentielle dans l'incertain
- Ces travaux ont fait l'objet de 2 publications et ont reçu le prix du meilleur article lors du congrès de ROADEF en 2008
- Travaux en cours
 - ▶ Stratégies mixtes
 - ▶ Calcul de la stratégie RDU-Optimale dans les diagrammes d'influences et les PDM

Conclusion

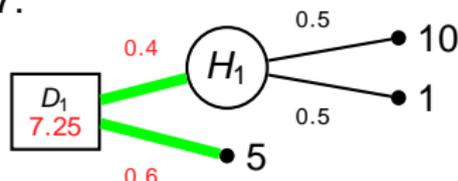
- Verrou repoussé sur l'utilisation de RDU dans les problèmes de décision séquentielle dans l'incertain
- Ces travaux ont fait l'objet de 2 publications et ont reçu le prix du meilleur article lors du congrès de ROADEF en 2008
- Travaux en cours
 - ▶ Stratégies mixtes
 - ▶ Calcul de la stratégie RDU-Optimale dans les diagrammes d'influences et les PDM

Publications

- *9ème Congrès de la Société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision*
Prix du meilleur article
- *The International Conference on Automated Planning and Scheduling.*

Perspectives

- Stratégies mixtes : $\varphi(0) = 0$, $\varphi(p) = 0.45$ si $0 < p \leq 0.7$ et $\varphi(p) = 1$ si $p > 0.7$.



$$RDU(\text{haut}) = 5.05$$

$$RDU(\text{bas}) = 5$$

- Calcul de la stratégie RDU-Optimale dans les diagrammes d'influences et les PDM

Paradoxe d'Allais

Lotterie	0\$	3000\$	4000\$
L_1	0.00	1.00	0.00
L'_1	0.10	0.00	0.90
L_2	0.90	0.10	0.00
L'_2	0.91	0.00	0.09

Généralement :

- *Un tien vaut mieux que deux tu l'auras* : L_1 est préféré à L'_1 ,
- Pour des probabilités presque identique : L'_2 est préférée à L_2 .

- L_1 est préféré à L'_1
- alors $u(3000) > 0.1u(0) + 0.9u(4000)$
- équivalent à $0.9u(0) + 0.1u(3000) > 0.91u(0) + 0.09u(4000)$
- Le respect du critère EU impose alors de préférer la loterie L_2 à L'_2

Paradoxe d'Allais

Lotterie	0\$	3000\$	4000\$
L_1	0.00	1.00	0.00
L'_1	0.10	0.00	0.90
L_2	0.90	0.10	0.00
L'_2	0.91	0.00	0.09

Généralement :

- *Un tien vaut mieux que deux tu l'auras* : L_1 est préféré à L'_1 ,
- Pour des probabilités presque identique : L'_2 est préférée à L_2 .
- L_1 est préféré à L'_1
- alors $u(3000) > 0.1u(0) + 0.9u(4000)$
- équivalent à $0.9u(0) + 0.1u(3000) > 0.91u(0) + 0.09u(4000)$
- Le respect du critère EU impose alors de préférer la loterie L_2 à L'_2