

Comment gagner : expliquer les bonnes trajectoires CNIA 2023

M. Kazi Aoual, C. Rouveirol, H. Soldano, V. Ventos

July 2, 2023



Sommaire

- 1 Introduction
- 2 Le jeu
- 3 Construire des explications
 - Présentation du problème
 - Formalisation
- 4 Étude de cas
- 5 Conclusions et perspectives

- 1 Introduction
- 2 Le jeu
- 3 Construire des explications
- 4 Étude de cas
- 5 Conclusions et perspectives

Explications abductives minimales

Cadre classique

Explication du classement d'une observation o par un classifieur logique

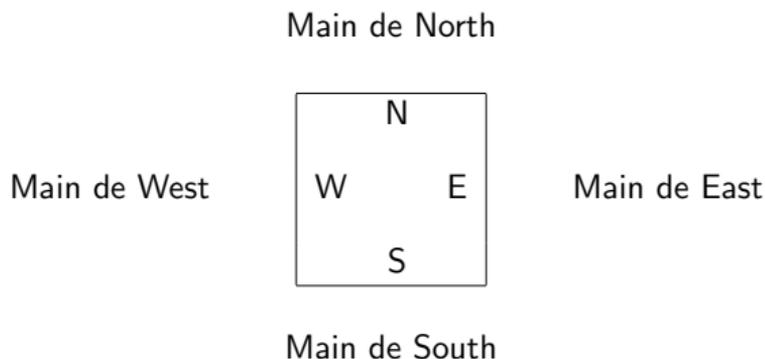
Notre proposition

Nous construisons des explications abductives du classement d'un groupe d'observations dans une même étiquette.

- 1 Introduction
- 2 Le jeu**
- 3 Construire des explications
- 4 Étude de cas
- 5 Conclusions et perspectives

Le jeu

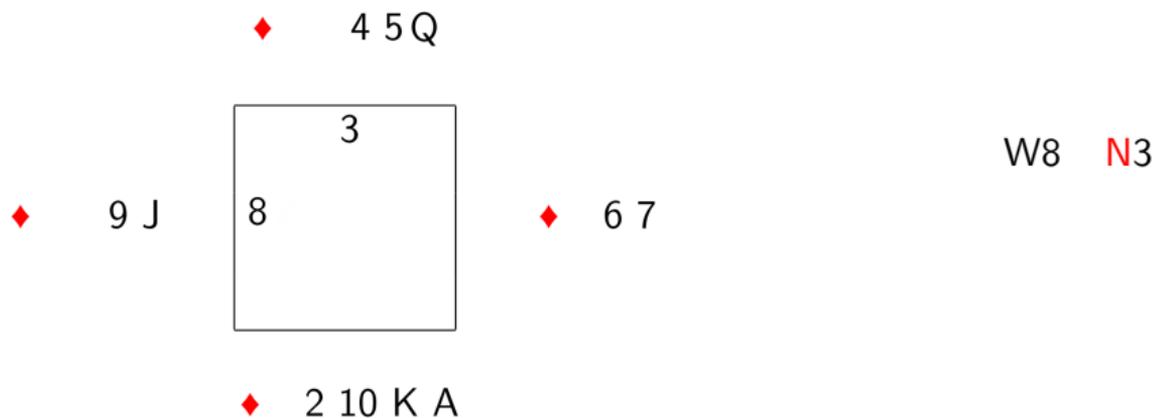
Nous utilisons une restriction du jeu du Bridge à une seule couleur durant la phase du jeu de la carte



Règles du jeu

- Deux équipes : déclarant = $\{North, South\}$ défenseur = $\{West, East\}$
- Le déclarant connaît les mains du défenseur.
- Objectif : gagner le plus de plis possibles
- Le jeu de la défense est connu

Illustration du problème



North a joué son ♦3 qui est optimal.

?

Question

Comment l'action choisie mène-t-elle à une récompense maximale cumulée ?

Illustration du problème

Arbre des trajectoires optimales

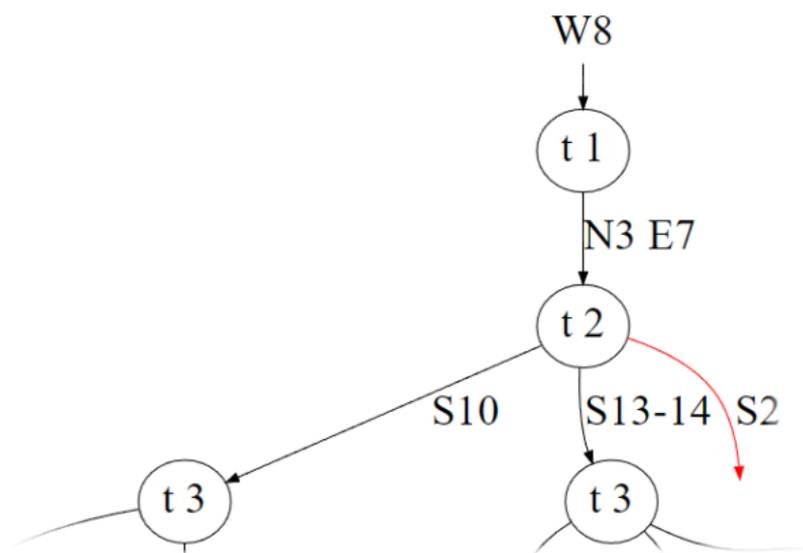
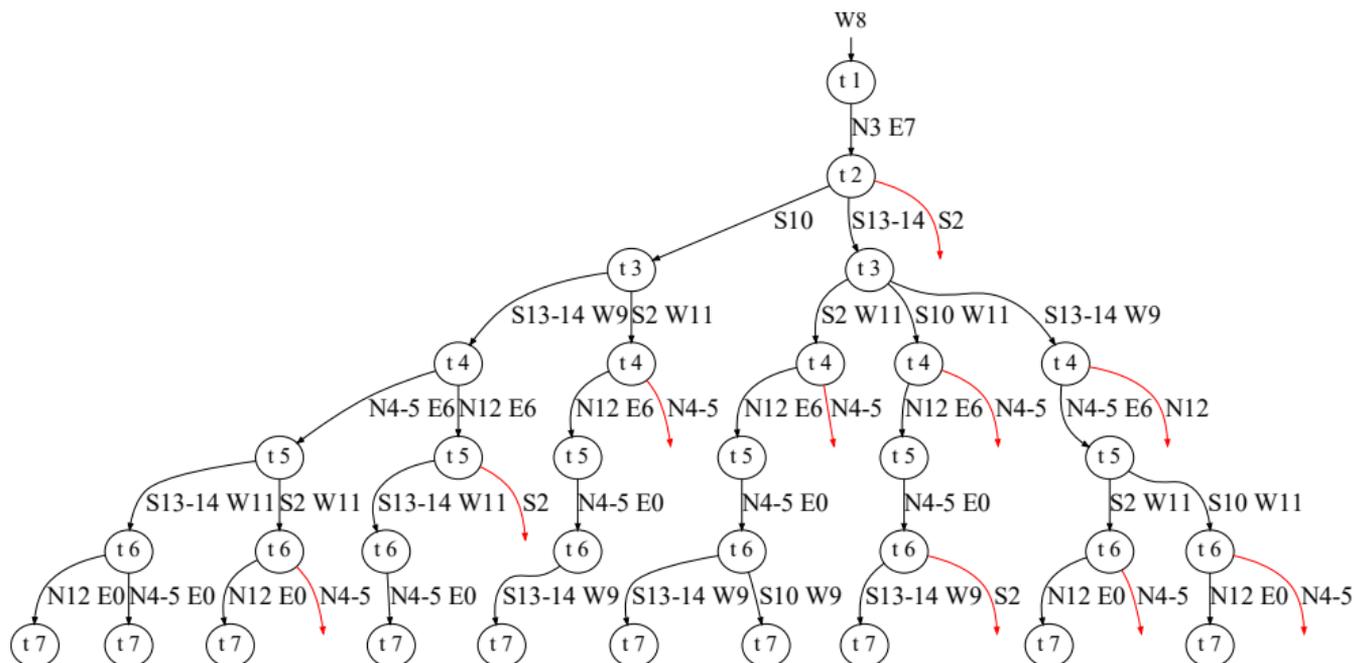


Illustration du problème

Arbre des trajectoires optimales



① Introduction

② Le jeu

③ Construire des explications
Présentation du problème
Formalisation

④ Étude de cas

⑤ Conclusions et perspectives

Présentation du problème

Qu'est-ce qu'une explication

Explications abductives

Une explication abductive du classement d'une observation o dans une classe c par un classifieur D est une raison suffisante pour classer o dans c (Darwiche and Hirth 2020, Audemard et al. 2022)

Raisons suffisantes (Darwiche and Hirth 2020)

Si o est une observation décrite par un ensemble de propriétés en logique propositionnelle ou par une liste de paires attribut-valeur :

- La raison suffisante du classement de o dans c par D est un sous-ensemble des propriétés de o suffisant pour classer o dans c
- Une raison suffisante est minimale au sens ensembliste

Nos explications

Explications abductives

Nous étendons les définitions précédentes de plusieurs manières :

- Les observations sont décrites en logique d'ordre 1 comme un ensemble de faits. L'explication du classement d'une observation o est un sous ensemble des faits de l'observation.
- L'explication d'une observation dépend du classifieur D et de l'univers U des observations possibles.
- Une explication commune à un ensemble d'observations est une conjonction existentiellement quantifiées sans variable libre (motifs relationnels) (Marquis 1991).

Nos explications

Explication minimale du classement d'une observation o dans une étiquette c

Definition

Une explication de l'étiquette c d'une observation o relativement au classifieur D et à l'univers U est une conjonction $e \subseteq o$ telle que $e, U, D \models c$.

Si pour tout $e' \subset e$, $e', U, D \not\models c$, alors e est une explication minimale de l'étiquette c de o relativement à D et U .

Nos explications

Récompense

A chaque état du jeu, on connaît la récompense maximale cumulée associée à chaque action possible du déclarant. Une action optimale maximise la récompense cumulée.

Objectif

On veut expliquer pour une action optimale choisie, comment elle mène à une récompense cumulée maximale.

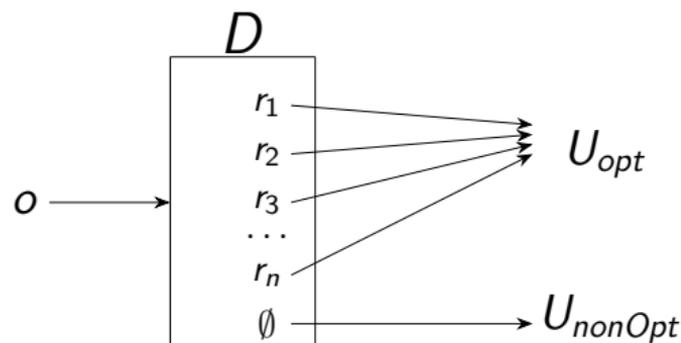
Formalisation

Formalisation

Univers des trajectoires possibles

On considère :

- $U = \{o_1, o_2, \dots, o_n\}$ l'univers des trajectoires possibles depuis (s, a)
- $U_{opt} \subseteq U$ ensemble des trajectoires optimales
- $U_{nonOpt} \subseteq U$ ensemble des trajectoires non-optimales
- Un classifieur logique D composé de règles qui classe les trajectoires comme étant optimales ou non

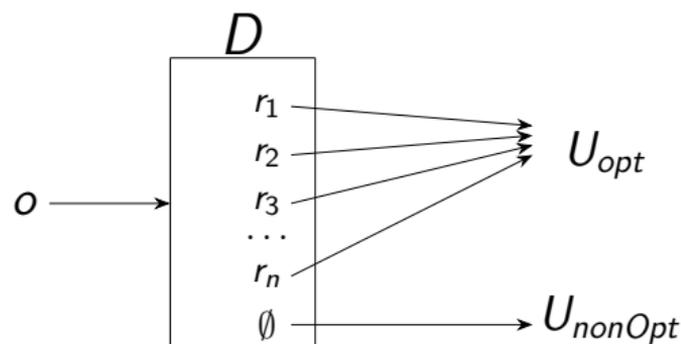


Formalisation

Univers des trajectoires possibles

On considère :

- $U = \{o_1, o_2, \dots, o_n\}$ l'univers des trajectoires possibles depuis (s, a)
- $U_{opt} \subseteq U$ ensemble des trajectoires optimales
- $U_{nonOpt} \subseteq U$ ensemble des trajectoires non-optimales
- Un classifieur logique D composé de règles qui classe les trajectoires comme étant optimales ou non



On va s'intéresser aux trajectoires optimales couvertes par chaque clause et c'est ce qu'on veut expliquer.

Formalisation

Construction d'explications communes minimales

Soit $O \subseteq U_{opt}$ l'ensemble des trajectoires couvertes par une clause de D :

- On va générer des explications communes minimales de l'ensemble des trajectoires de O en utilisant la $lgg(O)$ (Plotkin 1970) qui est le motif relationnel le plus spécifique couvrant les observations de O .

Definition

Une explication commune du classement c des observations de O est un motif relationnel e inclus dans $lgg(O)$ et tel que $e, U, D \models c$.

Si pour tout $e' \subset e$ on a $e', U, D \not\models c$ alors e' est une explication commune minimale de O .

Contribution algorithmique 1 : Construction d'une approx. de la lgg

Least General Generalization (Plotkin 1970)

La lgg de $O = \{o_1, \dots, o_n\}$ est le motif relationnel le plus spécifique. Le calcul s'effectue en $O(C^n)$ avec C la taille de la plus grande trajectoire et $n = |O|$.

Algorithme 1 : Approximation de la lgg

Nous construisons une approximation de la lgg (cf. Algo. 1)

Example

Soit $o_1 = \{p(1, 2), r(2), p(2, 3), q(3)\}$ et $o_2 = \{p(1, 3), r(4), p(2, 4), q(3)\}$.

(lgg exacte) :

$lgg(\{o_1, o_2\}) = p(1, X), p(Y, Z), r(Z), p(W, 3), p(2, V), q(3)$

(approximation de la lgg qui n'a que des littéraux qui possèdent au plus une seule variable) :

$lgg(\{o_1, o_2\})' = p(1, X), p(Y, 3), p(2, Z), q(3), r(W)$

Contribution algo. 2 : Extraction des explications communes minimales

Extraction des explications communes minimales de la lgg

Les explications communes minimales doivent être correctes (d'après la lgg):

- elles doivent couvrir toutes les trajectoires de O
- elles ne doivent couvrir aucune trajectoire de U_{nonOpt}

La fouille de motifs minimaux a été étudiée dans le cadre propositionnel (Soulet and Rioult 2015) mais pas en ordre 1.

Fouille de motifs minimaux en ordre 1

L'algorithme de fouille de motifs est un algorithme descendant, guidé par le rejet des observations de U_{nonOpt} . Pour l'ordre 1, on doit pouvoir ajouter plusieurs littéraux "liés" à la fois. On adapte l'algorithme de (Soulet and Rioult 2015) à ce cadre.

Contribution algo. 2 : Extraction des explications communes minimales

Décomposition de la lgg en locales

On décompose la lgg en locales, c'est-à-dire en ensembles de littéraux partageant des variables entre eux.

Example

La lgg de l'exemple précédent contient 5 locales :

$$L = \{p(1, X)\}, \{p(Y, Z), r(Z)\}, \{p(W, 3)\}, \{p(2, V)\}, \{q(3)\}$$

Une explication commune minimale de O sera constituée de sous-ensembles des locales de L .

Exemple illustratif

Extraction des explications communes minimales

Exemple

On a :

- $o_1 = \{p(1), p(2), r(1)\}$ et $o_2 = \{p(1), p(2), r(2)\}$
- $o_3 = \{p(1)\}$
- $O = \{o_1, o_2\}$, $U_{nonOpt} = \{o_3\}$

La $lgg(\{o_1, o_2\}) = p(1), p(2), r(X)$ contient 3 locales qui sont : $\{p(1)\}$, $\{p(2)\}$, $\{r(X)\}$

Les explications communes minimales de O incluses dans la lgg sont : $r(X)$ et $p(2)$

- 1 Introduction
- 2 Le jeu
- 3 Construire des explications
- 4 Étude de cas**
- 5 Conclusions et perspectives

Étude de cas

Description des trajectoires

Les trajectoires sont représentées par des faits complètement instanciés en langage Datalog :

$$t_1 = nbSmallCards(2, south, [1, 2]), nbSmallCards(1, south, [3, 6]), \dots \\ action(14, 5), action(13, 4), \dots honor(14), honor(13), \dots$$

Types de prédicats

- 1 Prédicats intervalle
- 2 Prédicats ponctuels
- 3 Prédicats non temporels

Taille des observations

- Taille moyenne des observations en nombre de faits : 260.
- Nombre d'instances de prédicat moyen par observation : 10.

Étude de cas

On s'intéresse à l'état où North a joué $\spadesuit 3$:

W8 N3

- U_{opt} l'ensemble des trajectoires commençant par $\spadesuit 3$ et qui sont optimales
- U_{nonOpt} l'ensemble des trajectoires commençant par $\spadesuit 3$ et qui sont non-optimales
- le classifieur D est appris par cLear et est composé des règles suivantes :

$$opt \leftarrow \text{playSmallestCard}(Card, south, 3), \quad (1)$$

$$\text{willTakeTrickWithDominant}(12, north, T).$$

$$opt \leftarrow \text{action}(12, 6), \text{nbSmallCards}(1, Player, [1, 3]). \quad (2)$$

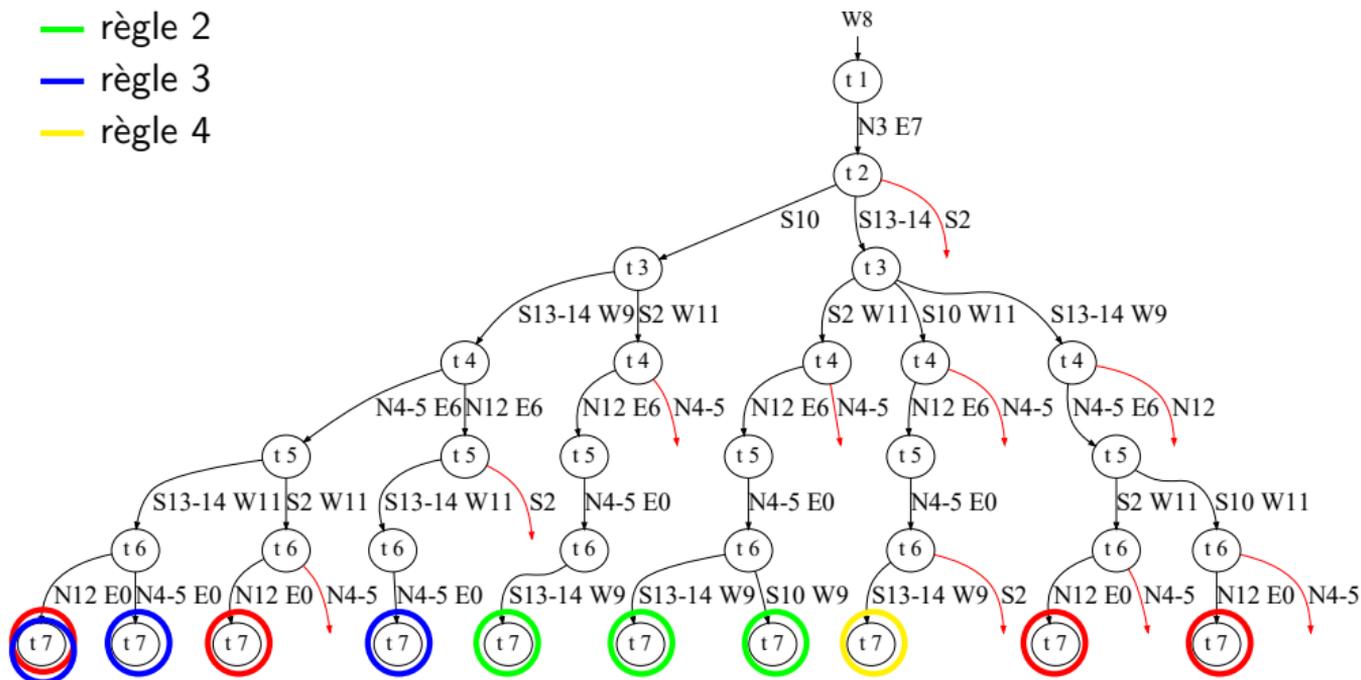
$$opt \leftarrow \text{nbHonors}(1, Player, [4, 5]). \quad (3)$$

$$opt \leftarrow \text{nbThreats}_h(2, Player, 0, [7, 7]). \quad (4)$$

Étude de cas

Arbre des trajectoires optimales

- règle 1
- règle 2
- règle 3
- règle 4



Étude de cas

$$r_3 = \text{opt} \leftarrow \text{nbHonors}(1, \text{Player}, [4, 5]).$$

Soit U_3 ensemble des observations couvertes par r_3 . On extrait les minimaux de $\text{lgg}(U_3)$.

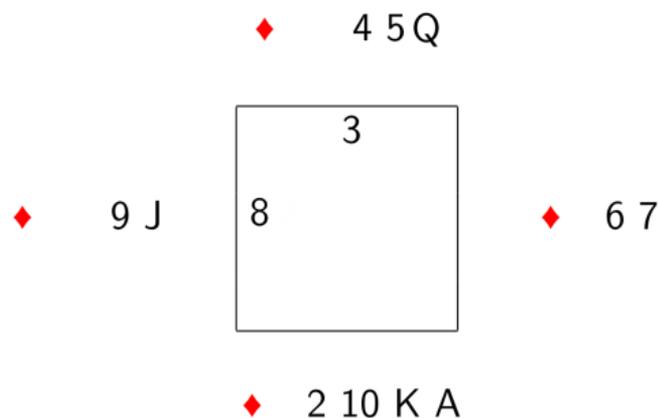
Extraction des minimaux de la lgg

Voici 2 minimaux sur les 1923 extraits de $\text{lgg}(U_3)$ contenant 339 littéraux et 71 locales:

$$\text{nbHonors}(1, \text{south}, [4, 5]). \tag{1}$$

$$\text{action}(10, 2), \text{action}(13, T), \text{action}(14, T'). \tag{2}$$

Étude de cas

$$nbHonors(1, south, [4, 5]).$$


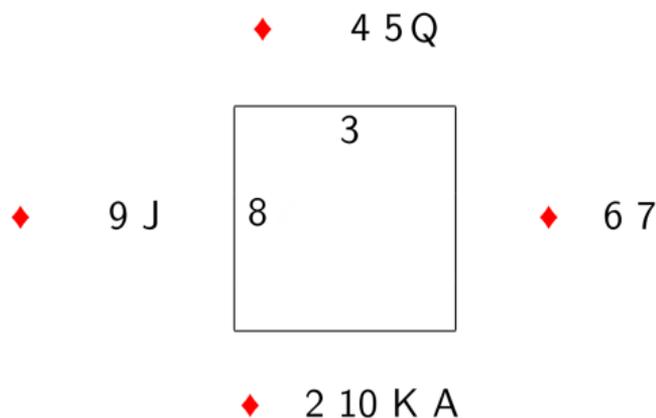
L'explication commune minimale nous dit que *South* a 1 honneur exactement entre t_4 et t_5 .
On sait donc que :

- ① l'un des honneurs est joué au temps t_3 donc au début du deuxième pli
- ② l'autre honneur est joué au temps t_5 au début du 3ème pli

De 1 on déduit que *South* a gagné le premier pli (car *East* ne peut pas le gagner) et le deuxième.
De 2 on déduit que *South* a gagné le 3ème pli.

Étude de cas

$action(10, 2), action(13, T), action(14, T')$.



L'explication commune minimale nous dit que :

- ① *South* a joué son 10 au temps t_2
- ② *South* a joué le 13 et le 14 aux deux plis suivants

De 1 on déduit que *South* a gagné le premier pli et de 2 on déduit que *South* a gagné les deux plis suivants.

- 1 Introduction
- 2 Le jeu
- 3 Construire des explications
- 4 Étude de cas
- 5 Conclusions et perspectives**

Conclusions et perspectives

Résumé de notre travail

- Nous avons proposé une formalisation à l'ordre 1 de la notion d'explication partagée par un groupe d'exemples ;
- Cette formalisation est basée sur la prise en compte du voisinage de l'observation ;
- Des algorithmes spécifiques ont été conçus et implémentés pour le calcul des explications.

Résultats

Des tests préliminaires menés sur l'analyse de trajectoires d'un jeu de Bridge simplifié ont montré que notre méthode génère des explications communes minimales.

Perspectives

- Garantir la diversité des explications présentées en calculant une distance entre elles ;
- Adapter l'approche pour des situations où certaines informations sont cachées.

Slide bonus : Contraintes pour approximation de la lgg

Les contraintes que l'on a appliqué pour la construction de la lgg sont les suivantes :

- nombre de littéraux généralisés pour chaque littéral de la graine
- nombre et types de variables dans ces littéraux généralisés
- types de généralisation d'une constante (possibilité de généraliser par une variable déjà dans la lgg)
- degré max d'une variable (nombre d'occurrences dans la lgg)
- ...

Slide bonus : Univers des observation possible - une autre vision

L'Univers U des observations possible est une formule

L'Univers U des observations possibles peut être représenté comme une formule qui restreint les observations autorisées. Les observations sont les modèles de la formule U .

Example

Soit deux étiquettes $+$ et $-$. On a :

- $o_1 = \{p(1), p(2), r(1)\}$
- $D = \{+ \leftarrow p(X), r(X); + \leftarrow p(2)\}$

- ① Si $U = \text{Vrai}$, les explications minimales de l'étiquette $+$ attribuée à o_1 sont $p(1), r(1)$ et $p(2)$.
- ② Considérons que $U = \{p(X) \leftarrow r(X); p(1) \vee p(2)\}$. Comme toute obs. doit satisfaire U , de $r(1)$ et U on peut déduire $p(1)$ et de $p(1), r(1), D$ on déduit $+$.
- ③ $p(1), r(1)$ n'est plus une explications minimale du classement de o_1 car $r(1)$ explique également l'étiquette.

Slide bonus : Extraction des minimaux

L'adaptation de l'algorithme de (Soulet and Rioult 2015) à l'extraction de minimaux à partir de locales est : Pour toutes les combinaisons de locales de la lgg, pour une locale :

- on cherche un sous-ensemble de littéraux dans une locale rejetant au moins un exemple supplémentaire de U_{nonOpt} par rapport au minimal courant ;
- on ajoute le sous-ensemble de littéraux au minimal en construction.