
Dynamique des systèmes d'argumentation : changement de sémantique et forçage d'extension

Sylvie Doutre¹ Jean-Guy Mailly²

¹ IRIT, Université Toulouse 1 Capitole

² LIPADE, Université Paris Descartes

doutre@irit.fr jean-guy.mailly@parisdescartes.fr

Résumé

La dynamique des systèmes d'argumentation a fait l'objet de plusieurs études ces dernières années. La plupart des travaux sur ce sujet concernent le changement de la structure du graphe d'argumentation (addition ou retrait d'arguments et d'attaques), ou le changement du résultat du système (les statuts d'acceptation des arguments). Le changement de la sémantique d'acceptabilité utilisée dans le système n'a pas reçu beaucoup d'attention jusqu'ici. Un tel changement peut être motivé par différentes raisons, notamment comme un moyen de modifier le résultat du système. Dans cet article, nous montrons comment le changement de sémantique peut être utilisé pour atteindre un but sur les statuts des arguments, dans une situation de forçage d'extension.

Abstract

Change in argumentation frameworks has been widely studied in the recent years. Most of the existing works on this topic are concerned with change of the structure of the argumentation graph (addition or removal of arguments and attacks), or change of the outcome of the framework (acceptance statuses of arguments). Change on the acceptability semantics that is used in the framework has not received much attention so far. Such a change can be motivated by different reasons, especially as a way to change the outcome of the framework. In this paper, it is shown how semantic change can be used as a way to reach a goal about acceptance statuses in a situation of extension enforcement.

1 Introduction

La dynamique des systèmes d'argumentation a reçu une attention particulière ces dernières années [10, 12, 6, 7, 5, 26, 11, 19, 15, 16, 17]. De façon générale, on peut distinguer deux types d'approches sur le changement des systèmes d'argumentation : certaines concernent la structure du système (l'ensemble d'arguments et la relation d'attaque), tandis que les autres concernent les

statuts des extensions (extensions, *labellings*, acceptation sceptique, . . .). Cependant, un troisième composant du processus argumentatif n'a reçu que peu d'attention : la sémantique qui relie la structure du système et les statuts des arguments. Même si certaines approches permettent de modifier la sémantique durant le processus (par exemple [6]), il n'est pas expliqué *pourquoi* la sémantique doit changer, ni *comment* la nouvelle sémantique est sélectionnée. Dans cet article, nous étudions ces questions, en nous intéressant plus particulièrement aux sémantiques basées sur les extensions ; ces sémantiques produisent un ensemble d'ensembles d'arguments acceptables appelés extensions, lorsqu'elles sont appliquées à un système d'argumentation.

Deux raisons principales peuvent motiver un changement de sémantique. D'abord, cela peut être nécessaire pour des raisons pratiques. En effet, un problème de certaines sémantiques d'argumentation est leur complexité élevée. Cette complexité théorique n'est pas un problème lorsque l'on considère des systèmes d'argumentation appartenant à une classe particulière, ou de taille modeste. Cependant, même si, jusqu'à un certain point, il semble raisonnable pour un agent d'utiliser une sémantique dont la complexité est élevée (sémantique qui lui garantit l'existence d'au moins une extension par exemple), l'évolution du système peut justifier un changement de sémantique. Par exemple, si l'agent interagit avec d'autres agents dans le contexte d'un débat, des arguments et des attaques peuvent être ajoutés au système. De tels ajouts augmentent la taille du système, et peuvent amener le système à quitter la classe structurelle à laquelle il appartenait. Cela peut rendre le calcul des extensions plus difficile en pratique. Un changement de sémantique peut alors être souhaitable.

Une deuxième motivation du changement de sémantique est d'avoir un moyen alternatif de forcer certaines contraintes sur les statuts des arguments. En effet, il peut y avoir des limitations dans le cadre de certaines applica-

tions, qui empêchent de modifier la relation d'attaque, et l'ensemble d'arguments. Dans ce cas, si l'agent doit satisfaire une contrainte sur l'acceptation des arguments, le seul composant qui peut être modifié est la sémantique. En fait, que le changement de la structure du système soit possible ou non, nous montrons qu'un changement de sémantique peut permettre de satisfaire ce but avec moins de modifications de la structure du système. Cela signifie que dans un cadre où les ajouts et retraits d'arguments ou d'attaques sont limités (par exemple parce qu'ils ont un coût), le changement de sémantique est un levier supplémentaire pour atteindre un objectif (dans cet article, le forçage d'extension) en minimisant ce coût.

Principales contributions

1. Nous définissons un cadre abstrait unifié pour décrire la dynamique des systèmes d'argumentation, qui généralise les approches existantes. Cela permet d'utiliser les mêmes outils pour analyser et étendre ces différentes approches.
2. Nous étendons des travaux existants sur les caractéristiques pour le forçage d'extension [5], c'est-à-dire que nous donnons de nouveaux résultats sur le changement minimal à effectuer sur un système d'argumentation pour garantir qu'un ensemble d'arguments est (inclus dans) une extension, étant donnée une sémantique.
3. Nous étudions le taux de succès du changement de sémantique pour le forçage d'extension, c'est-à-dire le pourcentage de systèmes d'argumentation pour lesquels le résultat est meilleur (concernant le changement minimal de la structure du système) quand le changement de sémantique est utilisé.

Organisation de l'article La section 2 présente les préliminaires formels sur l'argumentation abstraite, sur laquelle repose la contribution. La section 3 propose un cadre général pour le changement des systèmes d'argumentation, qui généralise les approches existantes. Dans la section 4, nous montrons comment le changement de sémantique peut être utilisé pour forcer une contrainte d'acceptabilité dans un système d'argumentation. La section 5 décrit notre analyse expérimentale du taux de succès du changement de sémantique. La dernière section conclut l'article et décrit des pistes intéressantes pour de futurs travaux.

2 Argumentation abstraite

[23] présente l'argumentation comme étant l'étude des relations entre arguments, sans prendre en compte l'origine des arguments ou leur structure interne. Dans ce contexte, un système d'argumentation est un graphe dirigé $\langle A, R \rangle$ où

les nœuds de A sont les *arguments* et les arcs dans R représentent des *attaques* entre arguments. $(a_i, a_j) \in R$ signifie que a_i attaque a_j ; a_i est appelé un *attaquant* de a_j . Un argument a_i (respectivement un ensemble d'arguments S) *défend* un argument a_j contre son attaquant a_k si a_i (respectivement, un argument dans S) attaque a_k . La *portée* d'un ensemble d'arguments S par rapport à R , notée S_R^+ , est le sous-ensemble de A qui contient S et les arguments attaqués par S ; formellement $S_R^+ = S \cup \{a_j \mid \exists a_i \in S \text{ tel que } (a_i, a_j) \in R\}$. Différentes méthodes permettent d'évaluer les arguments. Une approche habituelle est de calculer des *extensions*, qui sont des ensembles d'arguments acceptables conjointement. Différentes sémantiques ont été définies, chacune donnant lieu à différents types d'extensions [23, 2].

Définition 1. Soit $F = \langle A, R \rangle$ un système d'argumentation. Un ensemble $S \subseteq A$ est

- *sans conflit* dans F si $\nexists a_i, a_j \in S$ tel que $(a_i, a_j) \in R$;
- *admissible* dans F si S est sans conflit et S défend chaque $a_i \in S$;
- une *extension naïve* de F si S est un ensemble sans conflit maximal (pour \subseteq);
- une *extension complète* de F si S est admissible et S contient tous les arguments qu'il défend;
- une *extension préférée* de F si S est une extension complète maximale (pour \subseteq);
- une *extension stable* de F si S est sans conflit et $S_R^+ = A$;
- une *extension de base* de F si S est une extension complète minimale (pour \subseteq).

Nous utilisons les notations *cf*, *ad*, *na*, *co*, *pr*, *st*, *gr* pour ces sémantiques. Pour chaque sémantique σ , les σ -extensions de F sont notées $Ext_\sigma(F)$.

Exemple 1. Soit F_1 le système d'argumentation donné en figure 1. Nous illustrons ici certaines des sémantiques.

$Ext_{ad} = \{\emptyset, \{a_1\}, \{a_4\}, \{a_1, a_3\}, \{a_1, a_4\}, \{a_4, a_6\}, \{a_1, a_4, a_6\}\}$,
 $Ext_{st}(F) = \{\{a_1, a_4, a_6\}\}$, $Ext_{pr}(F) = \{\{a_1, a_3\}, \{a_1, a_4, a_6\}\}$,
 $Ext_{co}(F) = \{\{a_1\}, \{a_1, a_3\}, \{a_1, a_4, a_6\}\}$, $Ext_{gr}(F) = \{\{a_1\}\}$.

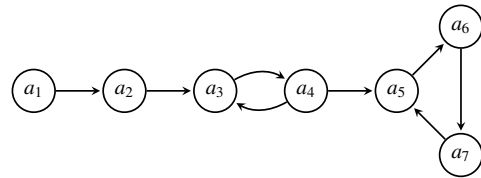


FIGURE 1 – Le système d'argumentation F_1

La notion de fonction de défense¹ d'un ensemble d'arguments dans un système d'argumentation est nécessaire pour la suite.

1. Cette fonction est appelée *characteristic function* par [23]. Nous l'appelons fonction de défense pour éviter la confusion avec les caractéristiques de [5].

Definition 2. Étant donné un système d'argumentation $F = \langle A, R \rangle$ et un ensemble d'arguments $E \subseteq A$, la *fonction de défense de E dans F* est la fonction qui associe à E et F l'ensemble d'arguments $f(E, F)$ défini par :

$$f(E, F) = \{a \in A \mid E \text{ défend } a \text{ contre tous ses attaquants}\}$$

Nous introduisons maintenant un moyen de mesurer la différence entre sémantiques. Cette distance entre sémantiques a été proposée dans [21]. Elle est basée sur les relations entre ensembles d'extensions produits par les différentes sémantiques.

Definition 3. Soit $\Sigma = \{\sigma_1, \dots, \sigma_n\}$ un ensemble de sémantiques, le *graphe d'inclusion des extensions* de Σ est défini par $Inc(\Sigma) = \langle \Sigma, D \rangle$ avec $D \subseteq \Sigma \times \Sigma$ tel que $(\sigma_i, \sigma_j) \in D$ si et seulement si

- pour tout système d'argumentation F , $Ext_{\sigma_i}(F) \subseteq Ext_{\sigma_j}(F)$;
- il n'existe pas $\sigma_k \in \Sigma$ ($k \neq i, k \neq j$) tel que $Ext_{\sigma_i}(F) \subseteq Ext_{\sigma_k}(F)$ et $Ext_{\sigma_k}(F) \subseteq Ext_{\sigma_j}(F)$.

Étant données $\sigma_i, \sigma_j \in \Sigma$, la *mesure de différence basée sur les inclusions de Σ* entre sémantiques est la longueur du plus court chemin non orienté entre σ_i et σ_j dans $Inc(\Sigma)$, notés $\delta_{Inc, \Sigma}(\sigma_i, \sigma_j)$.

Example 2. La figure 2 décrit le graphe d'inclusion des extensions de $\Sigma = \{cf, ad, na, st, pr, co, gr\}$. Nous observons par exemple que $\delta_{Inc, \Sigma}(st, ad) = 3$, $\delta_{Inc, \Sigma}(pr, gr) = 2$, $\delta_{Inc, \Sigma}(co, pr) = 1$.

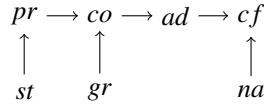


FIGURE 2 – Graphe d'inclusion des extensions $Inc(\Sigma)$

3 Cadre général pour le changement en argumentation

Nous proposons ici une définition abstraite qui inclut toutes les méthodes pour le changement dans les systèmes d'argumentation, en une famille globale.

Definition 4. Un *opérateur de changement* est une fonction χ d'un multi-ensemble de systèmes d'argumentation $\mathcal{F} = \{\{F_1, \dots, F_n\}\}$, une formule φ d'un langage logique et une sémantique σ , vers un multi-ensemble $\mathcal{F}' = \{\{F'_1, \dots, F'_k\}\}$ et une sémantique σ' . Formellement,

$$\chi(\mathcal{F}, \varphi, \sigma) = (\mathcal{F}', \sigma')$$

La plupart des opérations existantes considèrent un unique système comme entrée et sortie des opérateurs, ce

qui est évidemment un cas particulier de multi-ensemble. C'est similaire pour les approches qui considèrent des ensembles de systèmes. [18] considère un profil de systèmes comme l'entrée d'opérateurs de fusion, ce qui peut également être considéré comme un multi-ensemble, puisque l'ordre des systèmes dans le tuple n'est pas pris en compte. À l'exception de [6], les travaux existants ne prennent pas en compte la possibilité de changer de sémantique, ce qui signifie que $\sigma' = \sigma$ pour ces approches. Le langage auquel appartient la formule φ n'est pas le même selon les approches (par exemple, chacun des travaux présentés dans [26, 19, 20, 15, 16] a son propre langage). Certaines approches n'utilisent pas directement une formule d'un langage logique, mais elles peuvent être traduites en une formule d'un langage particulier. Par exemple, ajouter ou retirer un argument ou une attaque [10, 12] est équivalent à certaines formules du langage défini dans [16]. De façon similaire, les ensembles d'arguments utilisés pour le forçage d'extension [6, 5, 17] sont des cas particuliers de formules définies dans [15, 18].

Parmi ces approches, certaines considèrent une notion de minimalité, comme le changement minimal de la relation d'attaque [5, 26, 19, 16], le changement minimal des statuts des arguments [15, 16, 18], ou la minimalité du cardinal [15, 18]. Nous pouvons donner une définition générale de la minimalité dans le processus de changement.

Definition 5. Un *critère de minimalité* est une fonction d'un tuple $\langle \mathcal{F}, \varphi, \sigma, \mathcal{F}', \sigma' \rangle$ vers un tuple de nombres réels positifs $d(\langle \mathcal{F}, \varphi, \sigma, \mathcal{F}', \sigma' \rangle)$.

Étant donné deux tels tuples t_1, t_2 , on définit $t_1 < t_2$ si le i^e élément de t_1 est plus petit que le i^e élément de t_2 , où i est le plus petit indice tel que t_1 et t_2 diffèrent.

Étant donné un multi-ensemble de systèmes $\mathcal{F} = \{\{F_1, \dots, F_n\}\}$, une formule φ et une sémantique σ , un opérateur de changement χ satisfait le critère de minimalité d ssi $\chi(\mathcal{F}, \varphi, \sigma) = (\mathcal{F}', \sigma')$ et $d(\langle \mathcal{F}, \varphi, \sigma, \mathcal{F}', \sigma' \rangle)$ est minimal.

Évidemment, les critères de minimalité les plus simples peuvent être définis avec un nombre unique, donc $d(\langle \mathcal{F}, \varphi, \sigma, \mathcal{F}', \sigma' \rangle)$ est un tuple de longueur 1. Par exemple, nous instancions cette définition avec les opérateurs de forçage d'extension [6, 5, 17].

Definition 6. Étant donné un système d'argumentation $F = \langle A, R \rangle$ et un ensemble d'arguments $E \subseteq A$, un *opérateur de forçage strict* (respectivement *non strict*) est une fonction de $\mathcal{F} = \{\{F\}\}$, une formule $\varphi_E = \bigwedge_{a_i \in E} a_i$ et une sémantique σ , vers $\mathcal{F}' = \{\{F'\}\}$ et σ' tel que $E \in Ext_{\sigma'}(F')$ (respectivement $\exists \epsilon \in Ext_{\sigma'}(F')$ avec $E \subseteq \epsilon$).

Un forçage est *minimal* ssi il satisfait le critère de minimalité

$$d(\langle \mathcal{F}, \varphi, \sigma, \mathcal{F}', \sigma' \rangle) = \langle d_H(\mathcal{F}, \mathcal{F}') \rangle$$

où d_H est la distance de Hamming entre graphes.^{2 3}

On dit que F' est un forçage de E dans F . On utilise $\varphi_E = \bigwedge_{a_i \in E} a_i$ pour spécifier que l'ensemble E est la requête de forçage ; cela rappelle les encodages logiques utilisés dans [17, 27].

Certains opérateurs de changement utilisent des critères de minimalité plus complexes, qui combinent m critères simples. On peut représenter de tels critères avec un tuple de longueur m ; c'est le cas par exemple de [15, 16, 18].

4 Forçage d'extension et changement de sémantique

Dans cette section, nous étudions l'utilisation du changement de sémantique pour le forçage d'extension. Nous rappelons d'abord la définition de cinq approches pour le forçage d'extension. Ensuite nous montrons sur des exemples intuitifs que modifier la sémantique peut permettre de réaliser un forçage avec moins de changement de la structure du graphe (voire même, *sans aucun changement* de la structure). Finalement, nous étendons l'étude de Baumann [6, 5] sur le changement minimal en fonction de la sémantique, et nous définissons une classe plus générale d'opérateurs de forçage qui atteignent notre but : réaliser le forçage d'extension avec un changement minimal de la structure *via un changement de sémantique*.

4.1 Opérateurs de forçage d'extension

Dans les premiers travaux sur le forçage d'extension [6], il est considéré que ce qui apparaît dans le système d'argumentation ne peut pas être modifié. Les seules modifications autorisées sont les ajouts d'arguments, et éventuellement d'attaques qui concernent au moins un nouvel argument. Ce type de changement est appelé *expansion normale*. Des cas particuliers de l'expansion normale sont appelés *expansion forte* et *expansion faible*. Une expansion forte (respectivement une expansion faible) est une expansion normale qui ajoute uniquement des arguments forts (respectivement faibles), c'est-à-dire des arguments qui ne peuvent pas être attaqués par (respectivement qui ne peuvent pas attaquer) les arguments pré-existants.

Definition 7. Soient F, F' deux systèmes d'argumentation tels que F' est un forçage strict (respectivement non strict) d'un ensemble E dans F .

2. La distance de Hamming entre deux graphes $F_1 = \langle A_1, R_1 \rangle$ et $F_2 = \langle A_2, R_2 \rangle$ est égale à la cardinalité de la différence symétrique entre R_1 et R_2 ; autrement dit, dans le cas présent, c'est le nombre d'attaques qu'il est nécessaire d'ajouter/d'enlever à un graphe pour obtenir l'autre.

3. Ici $\mathcal{F}, \mathcal{F}'$ sont des singletons, la distance de Hamming entre graphes peut donc être utilisée directement. Pour d'autres types d'opérateurs de changement, il faudrait utiliser une version généralisée aux multi-ensembles.

- Si F' est une expansion normale de F , alors le changement de F à F' est un *forçage normal strict* (respectivement *non strict*).
- Si F' est une expansion forte de F , alors le changement de F à F' est un *forçage fort strict* (respectivement *non strict*).
- Si F' est une expansion faible de F , alors le changement de F à F' est un *forçage faible strict* (respectivement *non strict*).

[17] propose ensuite de nouvelles approches qui, à l'opposé, remettent en question la relation d'attaque entre les arguments existants. Deux opérateurs sont définis.

Definition 8. Soient $F = \langle A, R \rangle, F' = \langle A', R' \rangle$ deux systèmes d'argumentation tels que F' est un forçage strict (respectivement non strict) de l'ensemble d'arguments E dans F .

- Si $A = A'$ et $R \neq R'$, alors le changement de F à F' est un *forçage à arguments fixés strict* (respectivement *non strict*).
- Si $A \subseteq A'$, alors le changement de F à F' est un *forçage général strict* (respectivement *non strict*).

Dans toutes ces approches, il est considéré que :

- soit la sémantique ne change pas durant le processus de forçage ;
- soit la nouvelle sémantique est donnée en paramètre de l'opérateur : il n'est pas expliqué pourquoi la sémantique change, ni pourquoi une sémantique en particulier est choisie pour être la nouvelle sémantique du système.

Nous notons ces méthodes $Nor_x, Str_x, Weak_x, Fix_x$ et Gen_x , avec $x \in \{s, ns\}$ qui correspond à strict et non strict.

4.2 Changement de structure minimal grâce au changement de sémantique

Example 3. Considérons à nouveau le système F_1 décrit à la figure 1. Nous voulons forcer l'ensemble $E = \{a_1, a_3\}$ en tant qu'extension. Nous considérons que l'agent utilise pour l'instant la sémantique stable. De toute évidence, pour forcer E , un changement de structure est requis si l'agent ne change pas de sémantique. Mais nous avons vu que E est déjà une extension de F_1 si l'on considère, par exemple, la sémantique préférée ou la sémantique complète. Donc si l'agent est autorisé à changer de sémantique, le forçage peut être réalisé sans modifier la structure du graphe.

Bien sûr, dans certaines situations, changer uniquement la sémantique peut ne pas être suffisant pour atteindre le but, si aucune des sémantiques possibles ne permet de générer des extensions qui correspondent à l'objectif. Dans ce cas, même si le changement de structure est permis, le changement de sémantique peut malgré tout être un moyen de minimiser les changements de structure à effectuer pour

atteindre le but. Même si des changements de structure sont autorisés (ou nécessaires), il peut être coûteux de réaliser de tels changements, et de telles modifications de l'ensemble d'arguments et de l'ensemble d'attaques peuvent être limitées.

Le problème du changement minimal pour le forçage d'extensions a déjà été étudié par [5], pour un sous-ensemble des approches de forçage possibles. Tout d'abord, cela concerne uniquement certaines sémantiques cibles (stable, préférée, complète et admissible). De plus, les opérateurs de forçage à arguments fixés ne sont pas considérés. Par ailleurs, seuls les opérateurs de forçage non stricts sont caractérisés. Pour chaque couple composé d'une de ces sémantiques et d'un opérateur de forçage, le nombre minimal de changements (ajout ou retrait d'attaques) à effectuer pour atteindre un forçage est appelé la *caractéristique*. Cette caractéristique est un entier naturel lorsque le forçage est possible, $+\infty$ signifie que le forçage de cet ensemble est impossible avec la sémantique considérée.

Nous poursuivons cette étude des caractéristiques et donnons ici des résultats pour le forçage à arguments fixés. Nous avons d'abord besoin d'introduire certaines notations.

Definition 9. Étant donné un système d'argumentation $F = \langle A, R \rangle$, et $X \subseteq A$,

- $R_{\downarrow}(F, X) = R \cap (X \times X)$ pour tout $X \subseteq A$;
- $na(F, X) = \{a_i \in A \setminus X \mid \forall a_j \in X, (a_i, a_j) \notin R \text{ et } (a_j, a_i) \notin R\}$
- $ad(F, X) = \{a_i \in A \setminus X \mid \exists a_j \in X, (a_i, a_j) \in R \text{ et } \forall a_j \in X, (a_j, a_i) \notin R\}$
- $st(F, X) = \{a_i \in A \setminus X \mid \forall a_j \in X, (a_j, a_i) \notin R\}$.

Proposition 1. Soit $F = \langle A, R \rangle$ un système d'argumentation, et $E \subseteq A$. La caractéristique du forçage à arguments fixés strict pour $\sigma \in \{cf, ad, st, co, pr, na\}$ est définie par la fonction $V_{\sigma, Fix_s}^F(E)$:

$$\begin{aligned} V_{cf, Fix_s}^F(E) &= |R_{\downarrow}(F, E)| \\ V_{na, Fix_s}^F(E) &= |R_{\downarrow}(F, E)| + |na(F, E)| \\ V_{ad, Fix_s}^F(E) &= |R_{\downarrow}(F, E)| + |ad(F, E)| \\ V_{st, Fix_s}^F(E) &= |R_{\downarrow}(F, E)| + |st(F, E)| \\ V_{co, Fix_s}^F(E) &= \min\{|R' \Delta R| + |R_{\downarrow}(F', E)| \mid f(E, F') = E, \\ &\quad F' = \langle A, R' \rangle\} \\ V_{pr, Fix_s}^F(E) &= \min\{|R' \Delta R| + |R_{\downarrow}(F', E)| \mid E \subseteq f(E, F'), \\ &\quad \forall E \subset E' \subseteq A, E' \not\subseteq f(E', F'), F' = \langle A, R' \rangle\} \end{aligned}$$

Nous constatons que ces résultats sont en lien avec les résultats de complexité de [27]. En effet, ces caractéristiques suggèrent des algorithmes en temps polynomial pour calculer le forçage minimal de E avec les sémantiques cf, na, ad et st .

Proposition 2. Soit $F = \langle A, R \rangle$ un système d'argumentation, et $E \subseteq A$. La caractéristique du forçage à arguments fixés non strict pour $\sigma \in \{cf, ad, st, co, pr, na\}$ est définie

par la fonction $V_{\sigma, Fix_{ns}}^F(E)$:

$$\begin{aligned} V_{na, Fix_{ns}}^F(E) &= V_{cf, Fix_{ns}}^F(E) = |R_{\downarrow}(F, E)| \\ V_{ad, Fix_{ns}}^F(E) &= \min\{|R_{\downarrow}(F, E')| + |ad(F, E')| \mid E \subseteq E' \subseteq A\} \\ V_{st, Fix_{ns}}^F(E) &= \min\{|R_{\downarrow}(F, E')| + |st(F, E')| \mid E \subseteq E' \subseteq A\} \\ V_{pr, Fix_{ns}}^F(E) &= V_{co, Fix_{ns}}^F(E) = V_{ad, Fix_{ns}}^F(E) \end{aligned}$$

Nous observons que ces résultats rappellent les caractéristiques pour le forçage général [5].

Observation 1. Pour $Op \in \{Nor, Str, Weak\}$, la caractéristique est triviale pour les sémantiques naïve et sans conflit : soit l'ensemble E est sans conflit, et la caractéristique est alors 0; soit E n'est pas sans conflit, et la caractéristique est alors $+\infty$.

Nous généralisons à présent la définition des opérateurs de forçage pour prendre en compte le changement de sémantique.

Definition 10. Soient $F = \langle A, R \rangle$ un système d'argumentation, σ une sémantique, Σ un ensemble de sémantiques, et $E \subseteq A$. Étant donné $Op \in \{Nor, Str, Weak, Fix, Gen\}$ et $x = s$ (respectivement $x = ns$), le forçage minimal de E dans F par Op_x est défini par $\chi(\{\{F\}, \varphi_E, \sigma) = (\{\{F'\}, \sigma')$ avec $\sigma' \in \Sigma$, tel que $E \in Ext_{\sigma'}(F')$ (respectivement $\exists \epsilon \in Ext_{\sigma'}(F')$ tel que $E \subseteq \epsilon$), et le critère $\langle V_{\sigma, Op_x}^F, \delta_{Inc, \Sigma}(\sigma, \sigma') \rangle$ est satisfait.

Cela signifie que, contrairement aux travaux existants, la sémantique cible n'est pas un paramètre de l'opérateur de forçage. Elle est choisie pour garantir que :

- la caractéristique (*i.e.* le nombre de modifications du graphe) est minimale;
- dans le cas où plusieurs sémantiques ont la même caractéristique, celle qui est choisie minimise le changement sémantique.

Nous utilisons ici $\delta_{Inc, \Sigma}$ pour illustrer notre approche, mais d'autres mesures de différence entre sémantiques peuvent être utilisées pour définir le changement sémantique minimal. Le graphe d'inclusion que nous utilisons ici est un cas particulier du graphe de relation défini dans [21]. D'autres notions intéressantes de graphes de relation peuvent être utilisées pour définir des distances entre sémantiques, comme les graphes d'inter-traductabilité [24] ou les relations de scepticisme [3]. [21] mentionne également d'autres approches, basées sur les propriétés des sémantiques, ou basées sur l'ensemble d'extensions d'un système d'argumentation pour les différentes sémantiques. Cela offre une grande diversité des alternatives pour définir le changement de sémantique.

Observation 2. Notre approche ne peut pas donner un résultat « pire », par rapport au changement de structure, que les approches de forçage classiques (c'est-à-dire les approches sans changement de sémantique, ou avec une sémantique spécifiée en paramètre). De plus, nous pouvons identifier quelques cas basiques pour lesquels notre

approche est sûre de donner un meilleur résultat que les approches classiques. Par exemple, lorsque l'ensemble E à forcer n'est pas une extension selon σ du système d'argumentation F (où σ est la sémantique actuelle), mais E est une extension de F selon σ' (avec σ' une des sémantiques alternatives possibles). Dans cette situation, il est garanti que forcer E dans F avec notre approche par changement de sémantique est faisable sans changement de la structure du graphe, tandis que les approches classiques ne le permettent pas.

5 Étude expérimentale

Dans cette section, nous présentons une étude expérimentale du succès du changement de sémantique pour le forçage d'extension. Nous avons calculé le résultat de requêtes de forçage pour un large ensemble de systèmes d'argumentation (en utilisant l'approche de forçage strict à arguments fixés), pour différentes sémantiques ($\Sigma = \{ad, st, co, na\}$), et pour chaque couple $(\sigma_1, \sigma_2) \in \Sigma \times \Sigma$, nous avons comparé V_{σ_1, Fix_s}^F et V_{σ_2, Fix_s}^F . Quand V_{σ_1, Fix_s}^F est significativement plus élevé que V_{σ_2, Fix_s}^F , cela indique que le changement de sémantique est pertinent pour ce couple de sémantiques et cet opérateur de forçage : passer de σ_1 à σ_2 permet de réduire le coût du forçage (en terme de changement sur le graphe). Dans la suite, nous présentons en détail notre protocole expérimentale et nous analysons les résultats.

5.1 Protocole

Nous avons utilisé les systèmes d'argumentation et les requêtes de forçage de [27], qui sont disponibles en ligne.

Ces auteurs fournissent des systèmes d'argumentation de différentes tailles $|A| \in \{50, 100, 150, 200, 250, 300\}$. Les systèmes sont générés suivant le modèle d'Erdős-Rényi [25]. Pour $p \in \{0.05, 0.1, 0.2, 0.3\}$, chaque couple $(a_i, a_j) \in A \times A$ a une probabilité p d'appartenir à la relation d'attaque R . Pour chaque $|A|$ et chaque p , cinq systèmes ont été générés. Finalement, pour chaque système, cinq ensembles d'arguments $E \subset A$ ont été générés aléatoirement pour chaque $|E|/|A| \in \{0.05, 0.1, 0.2, 0.3\}$. Cela signifie que pour chaque $|A|$, 400 instances de problème de forçage ($F = \langle A, R \rangle, E \subset A$) ont été générées.

Pour toutes ces requêtes, nous avons calculé le résultat du forçage strict à arguments fixés pour $\sigma \in \{na, ad, stb, co\}$. Le forçage sous la sémantique naïve a été fait *via* un logiciel que nous avons développé en Java. Pour les autres sémantiques, nous avons utilisé Pakota, le solver de forçage fournit par [27].⁴

4. Pakota a aussi la possibilité d'effectuer le forçage sous la sémantique préférée. En raison de la complexité élevée du problème de forçage sous cette sémantique, nos expérimentations ont fait face à un nombre élevé de *timeouts*. Pour cette raison, nous excluons pour l'instant la sé-

Les expérimentations ont été faites sur un système Ubuntu 16.04 64bits, équipé de 8Go de RAM et d'un CPU Intel Core i5 cadencé à 3.20GHz. Le temps limite pour chaque instance était de 10 minutes.

5.2 Analyse des résultats

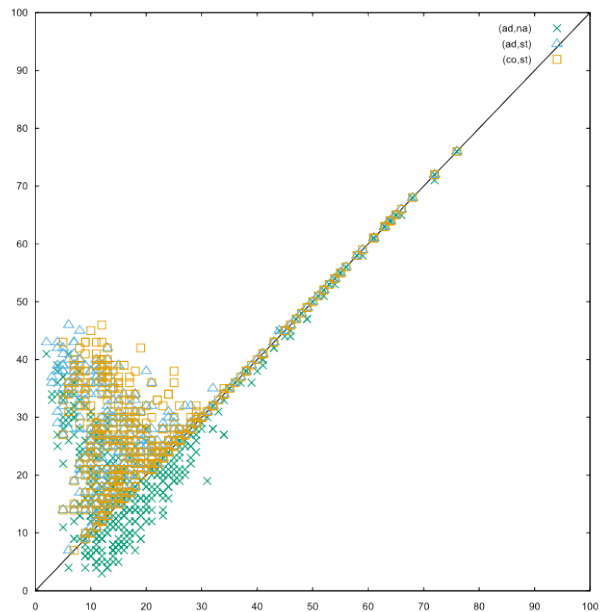


FIGURE 3 – Comparaison du changement minimal en fonction de la sémantique, pour les systèmes à 50 arguments

La figure 3 présente nos résultats pour un sous-ensemble des instances, à savoir les systèmes d'argumentation avec $|A| = 50$ et les requêtes de forçages associées $E \subset A$. Nous présentons uniquement les résultats pour cette classe de systèmes pour des raisons de lisibilité. En effet, pour les autres valeurs de $|A|$, les résultats sont similaires. Par ailleurs, nous présentons uniquement trois des six combinaisons de sémantiques possibles : (ad, st) (représentée par Δ), (ad, na) (représentée par \times) et (co, st) (représentée par \square). Pour chacune de ces combinaisons (σ_1, σ_2) , chaque point représente une instance (c'est-à-dire un couple $(F = \langle A, R \rangle, E \subseteq A)$) de telle façon que son abscisse est le changement minimal pour forcer E dans F sous la sémantique σ_1 , et l'ordonnée est la valeur pour le forçage sous la sémantique σ_2 . Ainsi, un point qui se situe sous la diagonale représente une instance pour laquelle le changement nécessaire sous la sémantique σ_1 est supérieur au changement à apporter sous la sémantique σ_2 , et vice-versa pour les points situés au-dessus de la diagonale. On observe qu'une proportion importante de points sont significativement éloignés de la diagonale, ce qui signifie qu'il y a une proportion élevée d'instances qui peuvent tirer partie du changement de sémantique préférée de notre analyse.

ment de sémantique pour effectuer le forçage. Au contraire, les points situés sur la diagonale représentent des instances pour lesquelles le forçage ne peut pas être amélioré par le changement de sémantique.

Mentionnons le fait que nous avons des résultats similaires pour les couples de sémantiques (st, na) et (co, na) . Seul le couple (ad, co) exhibe des points proches de la diagonale pour une proportion élevée des instances. Pour $|A| \in \{100, 150, 200, 250, 300\}$, nous observons des résultats similaires. Il est tout de même intéressant de mentionner que plus la valeur de $|A|$ est élevée, plus la proportion d'instances avec un faible succès du changement de sémantique diminue. Cependant, même pour $|A| = 300$, il y a toujours un nombre suffisamment important d'instances qui tirent partie du changement de sémantique (c'est-à-dire avec une différence significative entre V_{σ_1, Fix_s}^F et V_{σ_2, Fix_s}^F).⁵ Nous décrivons à la figure 4, pour chaque $|A|$ et chaque couple de sémantiques, le pourcentage d'instances pour lesquelles le rapport $V_{\sigma_1, Fix_s}^F / V_{\sigma_2, Fix_s}^F$ est plus petit que 0.9 ou plus grand que 1.1, c'est-à-dire le pourcentage d'instances pour lesquelles le changement de sémantique apporte une différence significative.

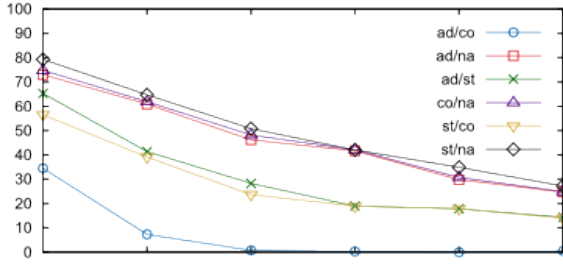


FIGURE 4 – Pourcentage de succès pour différentes situations de changement de sémantique

6 Conclusion

Cet article traite d'un aspect particulier de la *dynamique des systèmes d'argumentation*. Les approches existantes dans ce domaine concernent soit un changement de la structure d'un système, soit un changement des statuts des arguments (les deux étant liés). Nous défendons l'idée que dans certaines applications, cela a du sens de permettre à un agent de modifier son processus de raisonnement, qui est représenté par la sémantique d'acceptabilité. Ce changement peut être motivé par des raisons calculatoires (le besoin d'une complexité moins élevée), ou par certaines propriétés qui doivent être forcées dans l'ensemble d'extensions (par exemple le fait que certains arguments doivent

5. Une description et une analyse complètes de nos expérimentations, y compris les instances, le système de forçage et les courbes pour toutes les valeurs de $|A|$ et tous les couples (σ_1, σ_2) seront disponibles en ligne.

	<i>cf</i>	<i>ad</i>	<i>st</i>	<i>co</i>	<i>pr</i>	<i>na</i>
<i>Nor_s</i>						
<i>Str_s</i>	T	?	?	?	?	T
<i>Weak_s</i>						
<i>Nor_{ns}</i>	T	<i>ad</i>	<i>st</i>	<i>ad</i>	<i>ad</i>	T
<i>Str_{ns}</i>						
<i>Weak_{ns}</i>	T	<i>ad</i>	<i>st</i>	<i>ad</i>	<i>ad</i>	T
<i>Fix_s</i>	<i>cf</i>	<i>ad</i>	<i>st</i>	<i>co</i>	<i>pr</i>	<i>st</i>
<i>Fix_{ns}</i>	<i>cf</i>	<i>ad</i>	<i>st</i>	<i>ad</i>	<i>ad</i>	<i>cf</i>
<i>Gen_s</i>	?	?	?	?	?	?
<i>Gen_{ns}</i>	?	<i>ad</i>	<i>st</i>	<i>ad</i>	<i>ad</i>	?

TABLE 1 – Résumé des caractéristiques en fonction de σ et Op . Les cellules grises correspondent aux résultats pré-existants. **T** représente les caractéristiques triviales. σ signifie $V_{\sigma, Op}^F$, avec Op donné dans la première case de la ligne.

être acceptés), avec un changement minimal de la structure.

Un tel changement du processus de raisonnement est lié à ce qui est mentionné dans [8, 9]. Brièvement, l'idée est qu'un agent peut être à même d'utiliser différents processus de raisonnement, par exemple un qui est plus difficile à calculer et plus rationnel, et un autre qui est plus facile à calculer et basé sur des concepts moins rationnels (par exemple, il peut y avoir un biais dû à la perception de sources d'informations par l'agent). Le changement de sémantique en argumentation peut être conduit par une idée similaire.

Dans cet article, nous avons défini un cadre abstrait général pour décrire le changement en argumentation. Ce cadre est utile pour décrire et analyser, avec les mêmes outils, les différentes approches de la dynamique des systèmes d'argumentation. Nous avons ensuite instancié ce cadre pour une famille d'opérateurs de changements particuliers : les opérateurs de forçage d'extension. Nous avons montré que permettre à un agent de modifier la sémantique lorsqu'il réalise un forçage d'extension est utile dans certaines situations, car ce changement de sémantique ne peut pas donner un résultat moins bon (vis-à-vis du nombre de modifications du graphe) que le forçage « classique », et peut même donner de meilleurs résultats. Cette affirmation est basée sur notre étude des caractéristiques, résumée en table 1. Les cases grises correspondent aux résultats donnés dans [5]. Nous avons mené une étude expérimentale qui montre l'impact du changement de sémantique sur un large ensemble d'instances.

Plusieurs questions intéressantes sont apparues suite à ce travail. Naturellement, nous souhaitons compléter notre étude des caractéristiques et nos expérimentations avec plus de sémantiques. Les sémantiques idéale [22], prudente [14] ou les sémantiques SCC-récurrentes [4] sont des candidates potentielles. Déterminer les caractéristiques manquantes (c'est-à-dire remplacer les points d'interrogation

de la table 1 par leurs valeurs) est aussi un travail important. Comme les différences entre sémantiques sont évaluées dans le cadre des sémantiques à extensions, étendre cette approche aux sémantiques à *labellings* semble immédiat. Au contraire, le changement de sémantique pour les sémantiques graduées [1] nécessite un travail plus approfondi. Concernant notre étude expérimentale, nous souhaitons déterminer plus en détail l'impact de différents paramètres sur le changement de sémantique, comme la taille du système d'argumentation, celle de l'ensemble d'arguments à forcer, et la probabilité d'attaques. Nous avons utilisé le modèle de génération de graphes d'Erdős-Rényi, qui capture une structure de graphes intéressantes et a déjà été l'objet d'autres études [27]. Nous prévoyons de conduire une étude similaire pour d'autres familles de graphes [13] pour déterminer si l'impact du changement de sémantique est différent pour ces familles. Nous voulons également étendre les systèmes de forçage d'extension pour tirer profit de l'étude des caractéristiques : il est possible de calculer les caractéristiques pour une liste d'opérateurs de forçage et une liste de sémantiques, et de choisir le meilleur opérateur et la meilleure sémantique pour forcer un ensemble avec le moins possible de changements du graphe.

Pour finir, nous souhaitons étudier l'impact du changement de sémantique sur des opérations qui retournent un ensemble [15, 18]. Dans ces articles, le résultat de l'opération représente un résultat incertain (intuitivement, l'ensemble est interprété comme une « disjonction » de systèmes d'argumentation). Notre but est de déterminer si le changement de sémantique peut aider à réduire le cardinal de cet ensemble (c'est-à-dire réduire l'incertitude du résultat).

Références

- [1] Amgoud, Leila et Jonathan Ben-Naim: *Ranking-Based Semantics for Argumentation Frameworks*. Dans *Proc. SUM'13*, pages 134–147, 2013.
- [2] Baroni, Pietro, Martin Caminada et Massimiliano Giacomin: *An introduction to argumentation semantics*. Knowledge Eng. Review, 2011.
- [3] Baroni, Pietro et Massimiliano Giacomin: *Skepticism relations for comparing argumentation semantics*. *Int. J. Approx. Reasoning*, 50(6) :854–866, 2009.
- [4] Baroni, Pietro, Massimiliano Giacomin et Giovanni Guida: *SCC-recursiveness : a general schema for argumentation semantics*. *Artif. Intell.*, 2005.
- [5] Baumann, Ringo: *What Does it Take to Enforce an Argument? Minimal Change in abstract Argumentation*. Dans *Proc. ECAI'12*, pages 127–132, 2012.
- [6] Baumann, Ringo et Gerhard Brewka: *Expanding Argumentation Frameworks : Enforcing and Monotonicity Results*. Dans *Proc. COMMA'10*, pages 75–86, 2010.
- [7] Bisquert, Pierre, Claudette Cayrol, Florence Dupin de Saint-Cyr et Marie Christine Lagasque-Schiex: *Change in argumentation systems : exploring the interest of removing an argument*. Dans *Proc. SUM 2011*, pages 275–288, 2011.
- [8] Bisquert, Pierre, Madalina Croitoru et Florence Dupin de Saint-Cyr: *Four Ways to Evaluate Arguments According to Agent Engagement*. Dans *Proc. BIH'15*, pages 445–456, 2015.
- [9] Bisquert, Pierre, Madalina Croitoru et Florence Dupin de Saint-Cyr: *Towards a Dual Process Cognitive Model for Argument Evaluation*. Dans *Proc. SUM'15*, pages 298–313, 2015.
- [10] Boella, Guido, Souhila Kaci et Leendert van der Torre: *Dynamics in Argumentation with Single Extensions : Attack Refinement and the Grounded Extension*. Dans *Proc. AAMAS'09*, pages 1213–1214, 2009, ISBN 978-0-9817381-7-8.
- [11] Booth, Richard, Souhila Kaci, Tjitze Rienstra et Leendert van der Torre: *A Logical Theory about Dynamics in Abstract Argumentation*. Dans *Proc. SUM 2013*, pages 148–161, 2013.
- [12] Cayrol, Claudette, Florence Dupin de Saint-Cyr et Marie Christine Lagasque-Schiex: *Change in Abstract Argumentation Frameworks : Adding an Argument*. *J. Artif. Intell. Res.*, 38 :49–84, mai 2010.
- [13] Cerutti, Federico, Massimiliano Giacomin et Mauro Vallati: *Generating Structured Argumentation Frameworks : AFBenchGen2*. Dans *Proc. COMMA'16*, pages 467–468, 2016.
- [14] Coste-Marquis, Sylvie, Caroline Devred et Pierre Marquis: *Prudent Semantics for Argumentation Frameworks*. Dans *Proc. ICTAI 2005*, pages 568–572, 2005.
- [15] Coste-Marquis, Sylvie, Sébastien Konieczny, Jean-Guy Mailly et Pierre Marquis: *On the Revision of Argumentation Systems : Minimal Change of Arguments Statuses*. Dans *Proc. KR'14*, 2014.
- [16] Coste-Marquis, Sylvie, Sébastien Konieczny, Jean-Guy Mailly et Pierre Marquis: *A Translation-based Approach for Revision of Argumentation Frameworks*. Dans *Proc. JELIA'14*, 2014.
- [17] Coste-Marquis, Sylvie, Sébastien Konieczny, Jean-Guy Mailly et Pierre Marquis: *Extension Enforcement in Abstract Argumentation as an Optimization Problem*. Dans *Proc. IJCAI'15*, 2015.
- [18] Delobelle, Jérôme, Adrian Haret, Sébastien Konieczny, Jean-Guy Mailly, Julien Rossit et Stefan Woltran: *Merging of Abstract Argumentation Frameworks*. Dans *Proc. KR'16*, pages 33–42, 2016.

- [19] Doutre, Sylvie, Andreas Herzig et Laurent Perrussel: *A Dynamic Logic Framework for Abstract Argumentation*. Dans *Proc. KR'14*, pages 62–71, 2014.
- [20] Doutre, Sylvie, Faustine Maffre et Peter McBurney: *A Dynamic Logic Framework for Abstract Argumentation : Adding and Removing Arguments*. Dans *Proc. IEA/AIE'17*, 2017.
- [21] Doutre, Sylvie et Jean-Guy Mailly: *Quantifying the Difference Between Argumentation Semantics*. Dans *Proc. COMMA'16*, 2016.
- [22] Dung, Phan Mihn, Paolo Mancarella et Francesca Toni: *Computing Ideal Sceptical Argumentation*. *Artif. Intell.*, 171(10-15) :642–674, 2007.
- [23] Dung, Phan Minh: *On the Acceptability of Arguments and Its Fundamental Role in Nonmonotonic Reasoning, Logic Programming, and n-Person Games*. *Artif. Intell.*, 77(2) :321–357, 1995.
- [24] Dvorák, Wolfgang et Christof Spanring: *Comparing the Expressiveness of Argumentation Semantics*. Dans *Proc. COMMA'12*, pages 261–272, 2012.
- [25] Erdős, Paul et Alfréd Rényi: *On Random Graphs I*. *Publicationes Mathematicae*, pages 290–297, 1959.
- [26] Saint-Cyr, Florence Dupin de, Pierre Bisquert, Claudette Cayrol et Marie-Christine Lagasquie-Schiex: *Argumentation update in YALLA (Yet Another Logic Language for Argumentation)*. *Int. J. Approx. Reasoning*, 75 :57–92, 2016.
- [27] Wallner, Johannes Peter, Andreas Niskanen et Matti Jarvisalo: *Complexity Results and Algorithms for Extension Enforcement in Abstract Argumentation*. Dans *Proc. AAAI'16*, pages 1088–1094, 2016.