Une Sémantique Graduée Paramétrique pour la Persuasion

Elise Bonzon[1] **Jérôme Delobelle**[2] **Sébastien Konieczny**[2] **Nicolas Maudet**[3]

[1] LIPADE, Université Paris Descartes, Paris, France
[2] CRIL, CNRS - Université d'Artois, Lens, France
[3] Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, CNRS - LIP6, UMR 7606, 75005 Paris

elise.bonzon@mi.parisdescartes.fr {delobelle,konieczny}@cril.fr nicolas.maudet@lip6.fr

Résumé

Dans cet article, nous nous intéressons à la question de savoir si les sémantiques graduées existantes permettent de capturer des principes utilisés en persuasion comme le procatalepsis (prévenir d'une attaque en proposant directement un contre-argument afin d'anticiper celle-ci) et l'atténuation (les longues lignes d'argumentation deviennent inefficaces). Cependant, certaines propriétés, largement acceptées par les sémantiques graduées existantes, sont incompatibles avec ces principes. Nous proposons ainsi une sémantique paramétrique basée sur le principe de propagation de valeurs, permettant de contrôler la portée des arguments pouvant avoir une influence sur l'évaluation des autres arguments. Nous étudions également les propriétés satisfaites par notre méthode (en identifiant en particulier les valeurs garantissant l'acceptabilité ou non de certaines propriétés), et apportons des résultats expérimentaux visant à étudier la diversité des ordres obtenues pour différentes valeurs du paramètre.

Abstract

In this paper we question the ability of the existant ranking semantics for argumentation to capture persuasion settings, emphasizing in particular the phenomena of protocatalepsis (the fact that it is often efficient to anticipate the counter-arguments of the audience), and of fading (the fact that long lines of argumentation become ineffective). It turns out that some widely accepted principles of ranking-based semantics are incompatible with a faithful treatment of these phenomena. We thus propose a parametrized semantics based on propagation of values, which allows to control the scope of arguments to be considered for evaluation. We investigate its properties (identifying in particular threshold values guaranteeing that some properties hold), and report of experimental results showing that the family of rankings that may be returned have limited diversity.

1 Introduction

Récemment, la quête d'une méthode visant à donner un sens aux réseaux d'arguments contradictoires a stimulé un certain nombre de travaux. Pris dans leur forme abstraite, de tels réseaux, appelés *systèmes d'argumentation*, ont été introduits par Dung [9].

Partageant l'idée selon laquelle identifier les ensembles d'arguments mutuellement acceptables (extensions) n'est parfois pas suffisant, de nombreuses sémantiques ont été proposées permettant d'attribuer une valeur à chacun des arguments ou de retourner un ordre/classement entre les arguments [3, 7, 15, 8, 14, 1, 17, 11, 18, 2, 6].

Chacune de ces propositions possède un certain mérite, avec des exemples bien conçus affirmant, dans certaines situations au moins, qu'elle devrait être la méthode de choix. Quand il s'agit de comparer ces approches (au-delà de leurs propriétés formelles comme la convergence ou l'unicité de la solution), les choses deviennent plus difficiles. Cela est dû au fait que la comparaison n'est pas aussi évidente en premier lieu puisque différentes sémantiques mettent l'accent sur différentes propriétés. Les travaux de Bonzon et al. [5] initient cette étude en comparant la plupart des ces sémantiques en se basant sur un ensemble d'axiomes existant. Cependant, il s'avère que la pertinence de certains axiomes soit très dépendante du contexte de l'application rendant ainsi la comparaison des sémantiques difficiles.

Dans cet article, nous définissons une nouvelle sémantique graduée applicable dans le contexte de la persuasion. Dans ce contexte, certains aspects, comme ce qui constitue une argumentation efficace, ont été largement étudiés, et peuvent constituer une base intéressante pour la comparaison. Nous nous concentrerons sur deux phénomènes bien documentés :

• *Procatalepsis* : anticiper les contre-arguments d'une audience [20] afin de potentiellement renforcer ses propres arguments. Nous illustrons ce principe par un exemple introduit par Besnard et Hunter [4][p.85] : l'argumentaire d'un vendeur destiné à persuader un acheteur de voiture potentiel :

(a1) La voiture x avec un moteur diesel est une voiture familiale de haute performance [...]

(a2) En général, les moteurs diesel ont une performance inférieure à celle des moteurs à essence

(a3) Avec ces nouveaux moteurs, la différence de performance [...] reste négligeable

(a4) Les moteurs diesel ont en effet de bonnes performances, compte tenu du fait qu'ils consomment moins de carburant et que le diesel est moins cher que l'essence.

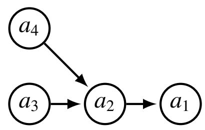


FIGURE 1 – Exemple de procatalepsis illustré par un système d'argumentation

Outre le fait que l'exemple soit antérieur aux récents scandales du diesel, ce qui est frappant, c'est qu'il contredit fortement un axiome "Void Precedence" satisfait (à notre connaissance) par *toutes* les sémantiques graduées existantes et qui considère les arguments non-attaqués comme les plus acceptables. En effet, cet argumentaire de vente semble plus convainquant que de simplement proposer l'argument (a1) seul.

• *Atténuation* : Les longues lignes d'argumentation deviennent inefficaces dans la pratique, pour la simple raison que le public perd facilement la trace des relations entre les arguments. Ceci est soutenu par le travail récent de Tan et al. [19] montrant (dans le cadre de leur étude sur une analyse approfondie des débats se déroulant sur le *subreddit* "ChangeMyView") que les arguments situés à une distance supérieure à 5 d'un autre argument n'ont plus d'impact sur le score de celui-ci. Alors que certaines sémantiques graduées [16, 18] intègrent des fonctionnalités pouvant être utilisées pour *réduire* la force des arguments par rapport à leur distance, d'autres ne prennent pas en considération ce principe.

Nous concluons en montrant que les sémantiques graduées actuelles sont mal équipées pour être utilisée en persuasion. Notre travail vise donc à concevoir une sémantique graduée adaptée pour la persuasion, permettant de capturer à la fois le principe d'atténuation et le principe de procatalepsis.

Nous proposons donc une sémantique graduée qui permet de prendre en compte ces principes. Cette méthode comporte un paramètre permettant de réguler la façon dont ces principes sont respectés. Notre vision est que, équipé de notre sémantique graduée, un vendeur faisant face à différents argumentaires de vente peut décider lequel sera le plus à son avantage. De manière générale, cette contribution pourrait être utilisée comme élément visant à développer des stratégies pour les techniques de persuasion calculatoire [12].

Le papier est organisé comme suit. Nous commençons par fournir, en Section 2, l'état de l'art requis sur les systèmes d'argumentation et les sémantiques graduées. La section 3.1 présente le principe de propagation que nous utilisons pour construire notre sémantique dans la section 3.2. Cette sémantique possède comme paramètre un facteur d'atténuation δ permettant de contrôler la vitesse de convergence et le classement obtenu. Plus important, nous étudions, dans la section 4.1, la relation qu'il existe entre ce facteur et la propriété "Void Precedence". Enfin, dans l'objectif de comparer notre méthode avec celles existantes, nous proposons une étude axiomatique de notre sémantique (Section 4.2) ainsi qu'un exemple commun (Section 5).

2 Préliminaires

Dans cette section, nous rappelons brièvement quelques éléments clés sur les systèmes d'argumentation abstraits proposés par Dung [9].

Définition 1 (Dung 1995) *Un* ***système d'argumentation (AF)*** *est un couple $F = \langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$ où $\mathcal{A}$ est un ensemble fini d'entités abstraites appelées* ***arguments*** *et $\mathcal{R}$ une relation binaire sur $\mathcal{A}$, i.e. $\mathcal{R} \subseteq \mathcal{A} \times \mathcal{A}$, appelée* ***relation d'attaque****. Notons $Arg(F) = \mathcal{A}$.*

Un des objectifs des systèmes d'argumentation est d'identifier les ensembles d'arguments qui peuvent être conjointement acceptés selon différents critères d'acceptabilité. Dans le cadre de Dung [9], l'*acceptabilité* d'un argument dépend de son appartenance à des ensembles d'arguments appelés extensions, tandis que les sémantiques graduées visent à classer les arguments du plus acceptable au moins acceptable.

Définition 2 *Une* **sémantique graduée** *σ associe à chaque système d'argumentation $F = \langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$ un ordre $\succeq^\sigma_F$ sur $\mathcal{A}$, où $\succeq^\sigma_F$ est un pré-ordre (une relation reflexive et transitive) sur $\mathcal{A}$. $a \succeq^\sigma_F b$ signifie que a est au moins aussi acceptable que b ($a \simeq^\sigma_F b$ équivaut à $a \succeq^\sigma_F b$ et $b \succeq^\sigma_F a$, et $a \succ^\sigma_F b$ équivaut à $a \succeq^\sigma_F b$ et $b \not\succeq^\sigma_F a$).*

Quand il n'existe aucune ambiguïté concernant la sémantique graduée et le système d'argumentation en question, nous utiliserons $\succeq$ au lieu de $\succeq^\sigma_{AF}$.

Introduisons maintenant quelques notations permettant de définir nos sémantiques graduées par la suite.

Notation 1 *Soient $F = \langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$ un système d'argumentation et deux arguments $a, b \in \mathcal{A}$. Un* **chemin** *de a vers b, noté $p(a,b)$, est une séquence de noeuds $s = \langle a_0, \dots, a_n \rangle$ telle que pour chacun des noeuds de la séquence, il existe une attaque vers le noeud suivant : $a_0 = a$, $a_n = b$ et $\forall i < n, (a_i, a_{i+1}) \in \mathcal{R}$. Sa* **longueur** *est notée $|p(a,b)|$ et correspond au nombre d'attaques dont il est composé.*

Notation 2 *Soit $\Delta_n(\mathrm{a}) = \{b \mid \exists p(b,a),\ avec\ |p(b,a)| = n\}$ l'ensemble des arguments dont il existe un chemin de longueur n partant de cet argument vers a. Un argument $b \in \Delta_n(a)$ est un* **défenseur** *(resp.* **attaquant***) de a si n est pair (resp. impair). Un chemin de b vers a est une* **branche** *si b n'est pas attaqué, i.e. si $\Delta_1(b) = \emptyset$. C'est une* **branche défensive** *(resp.* **branche attaquante***) si b est un défenseur (resp. attaquant) de a. $\Delta^{B^+}(a)$ (resp. $\Delta^{B^-}(a)$) correspond à l'ensemble de toutes les branches défensives (resp. attaquantes) de a.*

Bien que notre méthode soit générale, dans le contexte de cet article, nous étudions également les cadres d'argumentation ayant une forme arborescente où un argument a, appelé *argument racine* possède uniquement des branches défensives (*i.e.* $\Delta^{B^-}(a) = \emptyset$ et $\Delta^{B^+}(a) \neq \emptyset$). De tels cadres sont appelés **argumentaires persuasifs**. Le système d'argumentation en introduction (Figure 1) est un exemple d'argumentaire persuasif avec a_1 comme argument racine.

3 Propagation à profondeur variable

3.1 Le principe de propagation

La sémantique que nous proposons dans ce papier suit le principe de *propagation* déjà utilisé dans certaines sémantiques graduées existantes [18, 6]. L'idée est d'abord d'assigner une valeur initiale positive à chaque argument du système d'argumentation. Les arguments peuvent commencer avec la même valeur initiale [18] ou avec des valeurs différentes, comme dans [6] où les arguments non-attaqués se voient attribuer une valeur qui est au moins aussi importante que celles des arguments attaqués. Ensuite, chaque argument propage sa valeur dans le système d'argumentation, en alternant sa polarité selon la longueur du chemin considéré (négativement si c'est un attaquant et positivement si c'est un défenseur).
En s'inspirant de ces définitions, nous définissons formellement le principe de propagation, en incluant un facteur d'atténuation δ diminuant l'impact des arguments situés de plus en plus loin dans le graphe (plus la longueur du chemin i est longue, plus la valeur de δ^i sera petite puisque $\delta < 1$). Entre autres, un tel facteur d'atténuation garantira la convergence de calcul du score de tous les arguments.

Définition 3 *Soit $\langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$ un système d'argumentation. L'évaluation P de $a \in \mathcal{A}$, à l'étape i, est donnée par :*

$$P_i^{\epsilon,\delta}(a) = \begin{cases} v_\epsilon(a) & si\ i = 0 \\ P_{i-1}^{\epsilon,\delta}(a) + (-1)^i \delta^i \sum\limits_{b \in \Delta_i(a)} v_\epsilon(b) & sinon \end{cases}$$

avec $\delta \in]0,1[$ un facteur d'atténuation et $v_\epsilon : \mathcal{A} \to \mathbb{R}^+$ une fonction d'évaluation qui assigne un poids initial à chaque argument, avec $\epsilon \in [0,1]$ tel que :

$$v_\epsilon(b) = \begin{cases} 1 & si\ \Delta_1(b) = \emptyset \\ \epsilon & sinon \end{cases}$$

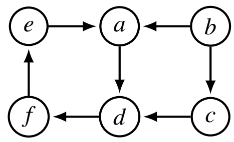


FIGURE 2 – Système d'argumentation F_1

Exemple 1 *Commençons par calculer l'évaluation P de chaque argument dans F_1 (voir Figure 2) avec les valeurs $\epsilon = 0.5$ et $\delta = 0.4$. Les résultats sont représentés dans la table 1.*
Focalisons nous sur l'argument f. Etant attaqué, celui-ci commence donc avec un score de 0.5 ($P_0^{0.5,0.4}(f) = 0.5$). Lors de la phase de propagation, il reçoit tout d'abord la valeur négative de son attaquant direct d qui est lui aussi attaqué : $P_1^{0.5,0.4}(f) = P_0^{0.5,0.4}(f) - 0.4 \times v_{0.5}(d) = 0.3$. Ensuite, durant la seconde étape ($i = 2$), f reçoit positivement les valeurs de a et c atténuées par δ^2 : $P_2^{0.5,0.4}(f) = P_1^{0.5,0.4}(f) + 0.4^2 \times (v_{0.5}(a) + v_{0.5}(c)) = 0.46$. Quand $i = 3$, f reçoit négativement la valeur de 1 de b (qui est non-attaqué) et la valeur de 0.5 de e tous deux atténuées par δ^3 : $P_3^{0.5,0.4}(f) = P_2^{0.5,0.4}(f) - 0.4^3 \times (v_{0.5}(b) + v_{0.5}(e)) = 0.364$. Et ainsi de suite.

$P_i^{0.5,0.4}$	a	b	c	d	e	f
0	0.5	1	0.5	0.5	0.5	0.5
1	-0.1	1	0.1	0.1	0.3	0.3
2	-0.02	1	0.1	0.34	0.38	0.46
3	-0.052	1	0.1	0.308	0.316	0.364
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
14	-0.0402	1	0.1	0.3161	0.3506	0.3736

TABLE 1 – Calcul de l'évaluation P de chaque argument dans F_1 avec $\epsilon = 0.5$ et $\delta = 0.4$

La proposition garantit la convergence de l'évaluation P pour chacun des arguments présents dans un système d'argumentation.

Proposition 1 *Soient $\langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$ un système d'argumentation et un facteur d'atténuation $\delta \in]0,1[$. Pour tout $a \in \mathcal{A}$, la séquence $\{P_i^{\epsilon,\delta}(a)\}_{i=0}^{+\infty}$ converge.*

Ainsi, la **valeur de propagation** d'un argument a correspond à la valeur $P^{\epsilon,\delta}(a) = \lim_{i \to +\infty} P_i^{\epsilon,\delta}(a)$.

Exemple 1 (cont.) *La valeur de propagation de chaque argument présent dans le système d'argumentation F_1 (voir Figure 2) correspond à la dernière ligne grisée ($i = 14$) de la table 1.*

3.2 La méthode de propagation en deux phases

Les arguments non-attaqués jouent un rôle important dans l'évaluation de l'acceptabilité des arguments dans les sémantiques de Dung. Bien que, comme expliqué dans l'introduction, ces arguments ne doivent pas toujours être considérés comme les plus acceptables, ils gardent tout de même un rôle spécifique permettant, par exemple, de distinguer les branches attaquantes et défensives (comme cela a été suggéré dans l'approche d'évaluation globale de Cayrol et Lagasquie-Schiex [7]). En s'inspirant de cela, notre méthode est composée de deux phases :

1) Durant la première phase, seuls les arguments non-attaqués propagent leurs valeurs dans le graphe d'argumentation. Pour cela, tous les arguments attaqués commencent avec une valeur initiale de 0 ($\epsilon = 0$). A l'issue de cette propagation, une première comparaison est effectuée sur la base de leur valeur de propagation.

2) Lors de la seconde phase (permettant de départager les éventuels arguments possédant encore un niveau d'acceptabilité identique), nous recommençons la phase de propagation mais, cette fois, avec une valeur initiale non nulle pour les arguments attaqués ($\epsilon \neq 0$).

Définition 4 *Soient $\epsilon \in]0,1]$ et $\delta \in]0,1[$. La sémantique graduée* **Propagation à Profondeur Variable** [1] $\mathsf{vdp}^{\epsilon,\delta}$ *associe à tout système d'argumentation $\langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$ un classement $\succeq$ sur $\mathcal{A}$ tel que $\forall a, b \in \mathcal{A}$:*

$a \succeq b$ ssi

$P^{0,\delta}(a) > P^{0,\delta}(b)$ ou,

$(P^{0,\delta}(a) = P^{0,\delta}(b)$ et $P^{\epsilon,\delta}(a) \geq P^{\epsilon,\delta}(b))$

Exemple 1 (cont.) *En appliquant la définition précédente, il est d'abord nécessaire de calculer la valeur de propagation pour chaque argument avec $\epsilon = 0$. Nous obtenons les valeurs suivantes : $P^{0,0.4}(a) = -0.4105$, $P^{0,0.4}(b) = 1$, $P^{0,0.4}(c) = -0.4$, $P^{0,0.4}(d) = 0.1642$, $P^{0,0.4}(e) = 0.0263$ et $P^{0,0.4}(f) = -0.0656$.*
Et en comparant ces valeurs de propagation, nous obtenons le classement suivant :

$$b \succ d \succ e \succ f \succ c \succ a$$

Notons qu'il n'existe aucune paire d'arguments possédant les mêmes scores, il n'est donc pas nécessaire d'effectuer la seconde étape dans ce cas précis.

Une préoccupation pourrait être que la valeur de ϵ, utilisée dans la deuxième phase, pourrait changer le classement obtenu. Nous montrons que ce n'est pas le cas :

Proposition 2 *Soit $F = \langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$ un système d'argumentation et $\delta \in]0,1[$. $\forall \epsilon, \epsilon' \in]0,1]$,*

$$\mathsf{vdp}^{\epsilon,\delta} = \mathsf{vdp}^{\epsilon',\delta}$$

Notons que même si différentes valeurs de ϵ ne changent en rien le classement obtenu entre les arguments, il reste essentiel pour distinguer les arguments non-attaqués et les arguments attaqués dans la fonction d'évaluation v_ϵ (définition 3). Cependant, ce paramètre est un élément purement interne sans aucun effet sur le résultat de la procédure. C'est pourquoi, pour une meilleure lisibilité, vdp^{δ} sera utilisé à la place de $\mathsf{vdp}^{\epsilon,\delta}$ pour décrire notre sémantique graduée paramétrique en général.

A l'inverse, deux valeurs de δ peuvent produire des classements différents. En effet, ce paramètre permet de choisir la portée d'influence des arguments dans le système d'argumentation tout en garantissant la convergence de l'évaluation P. Par exemple, avec une valeur de δ proche de 0, seuls les arguments proches (et donc une partie restreinte de l'AF) seront pris en compte lors du calcul des valeurs de propagation. A l'inverse, une valeur de δ proche de 1, permettra à la (quasi) totalité des arguments (s'il existe un chemin) d'être pris en considération.

Suivant le principe d'atténuation utilisé en persuasion, il semble naturel de supposer que les arguments situés à une longue distance d'un autre argument deviennent inefficaces.

En termes de conception, il semble intéressant de pouvoir contrôler ce paramètre pour spécifier une profondeur maximale au delà de laquelle les arguments n'ont plus d'influence sur le score des autres arguments. Afin de mieux comprendre comment prendre en considération ce principe, considérons l'algorithme suivant permettant de calculer la valeur de propagation. D'abord, une valeur positive est assignée à chaque argument ($\forall a \in \mathcal{A}$, $P_0^{\epsilon,\delta}(a) = 1$ si a n'est pas attaqué ou $P_0^{\epsilon,\delta}(a) = \epsilon$ sinon). Puis, à l'étape $i \in \mathbb{N}^*$, nous ajoutons (ou retirons) au score accumulé jusqu'à l'étape précédente ($P_{i-1}^{\epsilon,\delta}(a)$), les valeurs atténués (v_ϵ et δ^i) reçues des arguments situés au début d'un chemin de longueur i (Δ_i) : $P_i^{\epsilon,\delta}(a) = P_{i-1}^{\epsilon,\delta}(a) + (\text{-}1)^i \delta^i \sum_{b \in \Delta_i(a)} v_\epsilon(b)$. Le processus s'arrête quand, entre deux étapes, la différence avec l'étape précédente pour toutes les évaluations P est strictement plus petite qu'un degré de précision fixé μ, i.e. $\forall a \in \mathcal{A}, |P_i^{\epsilon,\delta}(a) - P_{i-1}^{\epsilon,\delta}(a)| < \mu$. Ainsi, étant donné un degré de précision, il est possible de choisir un δ en fonction de la profondeur maximale espérée.

1. Variable-Depth Propagation en anglais

Proposition 3 *Soient F un système d'argumentation,* $i \in \mathbb{N}^*$ *une profondeur maximale et* $\mu > 0$ *un degré de précision. Si* $\delta < \sqrt[i]{\frac{\mu}{\max\limits_{a \in Arg(F)}\left(|\Delta_i(a)|\right)}}$ *alors la séquence* $\{P_i^{\epsilon,\delta}(a)\}_{i=0}^{+\infty}$ *converge avant l'étape* $i+1$.

Exemple 1 (cont.) *Supposons que la profondeur maximale espérée est de 5. En utilisant la formule précédente, avec un degré de précision de* $\mu = 10^{-4}$, δ *devrait être inférieur à* $\sqrt[5]{\frac{10^{-4}}{3}} \simeq 0.127$*. Ainsi, une valeur proche de cette limite, par exemple* $\delta = 0.12$*, assure que seuls les arguments situés jusqu'à une distance de 5 (inclus) seront considérés.*

Utiliser ce principe d'atténuation apporte également certains avantages calculatoires. En effet, le nombre d'étapes nécessaires pour déterminer la valeur de propagation de chaque argument étant plus petit que si tout le système d'argumentation devait être parcouru, le classement entre les arguments est donc retourné plus rapidement.

4 Propriétés pour les sémantiques graduées

Dans cette section, nous vérifions quelles propriétés sont satisfaites par vdp. Nous commençons par discuter de la propriété *Void Precedence* (Section 4.1), avant de lister les différentes propriétés existantes dans la littérature (Section 4.2). Différentes valeurs de δ pouvant retourner différents classements, nous proposons, dans la section 4.3, une étude expérimentale montrant que la diversité des classements obtenus reste assez faible.

4.1 Void Precedence

L'un des points où vdp se distingue des autres sémantiques graduées existantes est qu'un argument attaqué peut éventuellement avoir un meilleur score (et donc être plus acceptable) qu'un argument non-attaqué. En effet, quand un argument possède plusieurs branches défensives et peu de branches attaquantes, celui-ci reçoit beaucoup de valeurs positives et peu de valeurs négatives. Ainsi, en fonction de la valeur de δ, cet argument peut obtenir un score supérieur à celui d'un argument non-attaqué.

Void Precedence (VP) Un argument non-attaqué doit être strictement plus acceptable qu'un argument attaqué.

$$\Delta_1(a) = \emptyset \text{ et } \Delta_1(b) \neq \emptyset \Rightarrow a \succ b$$

Illustrons cela sur l'argumentaire persuasif de la figure 1 :

Exemple 2 *L'argument* a_1 *possède deux branches défensives. Ainsi la valeur de propagation de chacun des arguments, avec* $\delta = 0.95$ *et* $\epsilon = 0$*, est* $P^{0,0.95}(a_1) = 1.805$*,* $P^{0,0.95}(a_2)$ =-1.9 *and* $P^{0,0.95}(a_3) = P^{0,0.95}(a_4) = 1$*. Avec une valeur de* ϵ *non nulle (*$\epsilon = 0.5$*), nous obtenons les valeurs de propagation suivantes :* $P^{0.5,0.95}(a_1) = 1.83$*,* $P^{0.5,0.95}(a_2)$ =-1.4 *and* $P^{0.5,0.95}(a_3) = P^{0.5,0.95}(a_4) = 1$*. Par conséquent, il est possible d'inférer le classement suivant où* a_1 *est plus acceptable que les arguments non-attaqués* a_3 *et* a_4 *:*

$$a_1 \succ a_3 \simeq a_4 \succ a_2$$

Nous montrons que le paramètre δ possède une limite en dessous de laquelle VP est satisfaite.

Proposition 4 *Soient* $\langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$ *un système d'argumentation et* $\delta^M = \sqrt{\frac{1}{\max_{a \in \mathcal{A}}(|\Delta_2(a)|)}}$.

$$\text{Si } \delta < \delta^M \text{ alors } \mathsf{vdp}^\delta \text{ satisfait } VP$$

Exemple 2 (cont.) *L'argument* a_1 *possède le plus grand nombre de défenseurs directs avec* $|\Delta_2(a_1)| = 2$*. Afin de satisfaire la propriété VP, la valeur de* δ *doit être :* $\delta < \sqrt{1/2} \simeq 0.7071$*. Donc si* $\delta = 0.7$*, les valeurs de propagation sont* $P^{0,0.7}(a_1) = 0.98$*,* $P^{0,0.7}(a_2) = -1.4$ *et* $P^{0,0.7}(a_3) = P^{0,0.7}(a_4) = 1$ *quand* $\epsilon = 0$ *et* $P^{0.5,0.7}(a_1) = 1.13$*,* $P^{0.5,0.7}(a_2) = -0.9$*,* $P^{0.5,0.7}(a_3) = P^{0.5,0.7}(a_4) = 1$ *quand* $\epsilon = 0.5$*. Ce qui permet d'obtenir le classement suivant :*

$$a_3 \simeq a_4 \succ a_1 \succ a_2$$

Il est important de noter que notre méthode se distingue des autres approches en ce qui concerne la propriété VP, mais dans une certaine mesure seulement. Par exemple, dans un argumentaire persuasif, une ligne de défense unique n'est pas suffisante pour devenir plus convaincante qu'un argument non-attaqué (i). D'un autre coté, si cette condition n'est pas remplie, une condition simple (ii) peut être énoncée afin de violer VP dans les argumentaires persuasifs :

Proposition 5 *Soit* $PP = \langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$ *un argumentaire persuasif avec* $a \in \mathcal{A}$ *comme argument racine. Alors,*
(i) si $|\Delta^{B^+}(a)| < 2$ *alors* vdp^δ *satisfait VP ;*
(ii) si $|\Delta^{B^+}(a)| \geq 2$ *et* $\delta > \sqrt[m]{\frac{1}{|\Delta^{B^+}(a)|}}$ *avec m la longueur de la plus longue branche défensive de a alors* vdp^δ *viole VP.*

Le procatalepsis et le principe d'atténuation peuvent attirer la valeur de δ dans des directions opposées. La compréhension de cette interaction peut fournir des informations précieuses, en particulier dans le contexte de la persuasion. Supposons par exemple que le persuadeur sait qu'une valeur de δ donnée est attendue, correspondant au profil d'un public spécifique, cette valeur étant fixée, il est possible de conclure qu'un certain nombre de branches de défenses sera requis. Par conséquent, au lieu de développer, disons, deux longues lignes de persuasion, le persuadeur favorisera plutôt le déploiement d'un certain nombre de lignes alternatives dans son argumentaire persuasif.

Il s'avère que dans le contexte de notre méthode, la propriété VP coïncide avec une autre propriété étudiée dans la littérature, à savoir *Defense Precedence* (DP), qui indique que, lorsque deux arguments possèdent le même nombre d'attaquants directs, celui étant défendu au moins une fois doit être plus acceptable que celui qui n'est jamais défendu. Par conséquent, nous avons :

Proposition 6 *vdp^δ satisfait VP ssi DP est satisfait*

Il est important de noter que ce n'est pas le cas en général puisqu'il existe des sémantiques qui satisfont VP mais pas DP. En d'autres termes, jouer avec le paramètre δ permet également de contrôler la propriété DP.

4.2 Autres propriétés

Plusieurs autres propriétés ont été introduites et étudiées dans la littérature (voir le travail de Bonzon et al. [5] pour un aperçu). Afin de mieux comprendre le comportement de notre méthode et pouvoir la comparer aux autres sémantiques, nous vérifions, dans cette section, quelles sont les propriétés satisfaites par vdp^δ (en omettant certaines d'entre elles lorsqu'il existe des incompatibilités connues). Concernant les propriétés étudiées dans ce papier, nous fournissons uniquement leur définition informelle mais invitons le lecteur à se référer à [5] pour les définitions formelles.

Soient $AF = \langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$ un système d'argumentation et deux arguments $a, b \in \mathcal{A}$.

Abstraction (Abs) Le classement sur $\mathcal{A}$ doit être défini uniquement sur la base de la relation d'attaque entre les arguments.

Independence (In) L'ordre entre deux arguments a et b doit être indépendant des arguments qui ne sont connectés ni à a ni à b.

Total (Tot) Tous les arguments sont comparables entre eux.

Non-attacked Equivalence (NaE) Tous les arguments non-attaqués ont le même niveau d'acceptabilité.

Les *propriétés locales* se concentrent sur les attaquants/défenseurs directs :

Counter-Transitivity (CT) Si les attaquants directs de b sont au moins aussi nombreux et acceptables que ceux de a, alors a doit être au moins aussi acceptable que b.

Strict Counter-Transitivity (SCT) Si CT est satisfaite et que les attaquants directs de b sont strictement plus nombreux ou acceptables que ceux de a, alors a doit être strictement plus acceptable que b.

Defense Precedence (DP) Soient deux arguments avec le même nombre d'attaquants directs. Un argument défendu doit être strictement plus acceptable qu'un argument non défendu.

Les *propriétés globales* précisent comment le classement devrait être affecté sur la comparaison des branches attaquantes et défensives :

Addition of Defense Branch (+DB) Ajouter une branche défensive à n'importe quel argument attaqué améliore son acceptabilité.

Increase of Attack Branch (↑AB) Augmenter la longueur d'une branche attaquante d'un argument améliore son acceptabilité.

Addition of Attack Branch (+AB) Ajouter une branche attaquante à un argument dégrade son acceptabilité.

Increase of Defense Branch (↑DB) Augmenter la longueur d'une branche défensive d'un argument dégrade son acceptabilité.

Attack vs Full Defense (AvsFD) Un argument sans aucune branche attaquante est strictement plus acceptable qu'un argument uniquement attaqué par un argument non-attaqué.

Pour les argumentaires persuasifs, cette propriété (AvsFD) peut être simplement reformulée "un argument sera plus acceptable s'il possède un argumentaire persuasif plutôt que d'un attaquant unique".

Vérifions maintenant lesquelles de ces propriétés sont satisfaites par vdp :

Proposition 7 *Soit $\delta \in]0, 1[$. vdp^δ satisfait les propriétés Abs, In, Tot, NaE, +AB et AvsFD.*

Nous montrons également que certaines propriétés globales sont satisfaites par vdp quand le facteur d'atténuation δ est assez grand.

Proposition 8 *Avec $\delta \in]\delta^m, 1[$ tel que $\delta^m = \sqrt[i]{\frac{\mu}{\max_{a \in Arg(F)} \left(|\Delta_i(a)| \right)}}$ où i représente la longueur de la branche ajoutée ou étendue alors vdp^δ satisfait également +DB, ↑DB et ↑AB.*

La table 2 résume ces résultats. À titre de comparaison, nous incluons également les résultats de certaines sémantiques de la littérature où le même ensemble de propriétés [5] a déjà été vérifié. C'est le cas de la sémantique utilisée pour les systèmes d'argumentation sociaux (*SAF*) [14] restreint au cadre des systèmes d'argumentation de Dung, la sémantique Categorizer (*Cat*) [3, 17], la Discussion-based semantics (*Dbs*) et la Burden-based semantics (*Bbs*) [1], la sémantique globale basée sur les tuples ($Tuples^*$) [7] et la sémantique introduite par Matt et Toni (*M&T*) [15].

Une première remarque est que vdp satisfait les propriétés jugées "basiques" selon [5] (Abs, In, +AB, NaE et Tot), à l'exception de VP (voir discussion dans la section 4.1).

Nous pouvons également noter que vdp satisfait AvsFD dans tous les cas, ainsi que la propriété +DB pour un δ particulier. En effet, la possibilité de mieux classer les arguments possédant plusieurs défenseurs plutôt qu'un argument défendu une unique fois semble intéressant. Par exemple, en persuasion, une affirmation défendue par différents arguments peut-être plus crédible qu'une affirmation défendue seulement une fois.

Propriétés	SAF	Cat	Dbs	Bbs	*Tuples**	M&T	vdp$^{\delta}$	vdp$^{\delta'}$
Abs	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
In	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tot	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓
NaE	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
+AB	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
AvsFD	×	×	×	×	✓	✓	✓	✓
+DB	×	×	×	×	✓	×	×	✓
↑AB	✓	✓	✓	✓	✓	×	×	✓
↑DB	✓	✓	✓	✓	✓	×	×	✓
VP	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓
DP	✓	✓	✓	✓	×	×	×	✓
CT / SCT	✓	✓	✓	✓	×	×	×	×

TABLE 2 – Résumé des propriétés satisfaites par vdp ($\forall\delta$, et avec $\delta^m < \delta' < \delta^M$) ainsi que certaines sémantiques graduées existantes où le même ensemble de propriétés ont déjà été vérifié. Les cellules grisées représentent les résultats fournis dans ce papier.

Enfin, les seules propriétés n'étant jamais satisfaites par vdp sont CT et SCT. Cependant, il est facile de démontrer que ces propriétés sont incompatibles avec +DB. Intuitivement, lorsque +DB considère qu'ajouter une défense doit renforcer un argument, SCT dit que le fait d'ajouter n'importe quelle branche (ce qui inclus les branches défensives) doit diminuer son acceptabilité.

4.3 Diversité des classements

Une caractéristique intéressante de notre sémantique est donc que l'utilisateur peut choisir si VP est satisfait ou non, donnant ainsi lieu à des classements différents. Cependant, on pourrait craindre que la diversité des classements soit si élevée que la sémantique devienne trop sensible aux légères modifications de δ. Les résultats résumés dans la table 3 montre cependant une certaine proximité entre les classements obtenues pour différentes valeurs de δ.

δ	**0.001**	**0.2**	**0.4**	**0.6**	**0.8**	**0.9**
0.001	100	99.94	99.45	95.91	89.38	86.26
0.2	99.94	100	99.48	95.87	89.37	86.36
0.4	99.45	99.48	100	96.29	89.87	86.70
0.6	95.91	95.87	96.29	100	93.18	90.14
0.8	89.38	89.37	89.87	93.18	100	96.84
0.9	86.26	86.36	86.70	90.14	96.84	100

TABLE 3 – Degrés de similarité entre différentes valeurs de δ

Pour obtenir ces résultats, nous avons appliqué notre sémantique pour plusieurs valeurs de $\delta \in \{0.001, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 0.9\}$ sur 1000 systèmes d'argumentation générés aléatoirement [2]. Nous avons ensuite calculé le degré de similarité qu'il existe entre deux classements issus de deux δ différents en utilisant la distance de Kendall tau [13].

Définition 5 *Soient $\langle\mathcal{A},\mathcal{R}\rangle$ et τ_{σ_1}, τ_{σ_2} les classements retournés par les sémantiques graduées σ_1 et σ_2 respectivement. La* **distance de Kendall Tau** *entre τ_{σ_1} et τ_{σ_2} est calculée comme suit :*

$$K(\tau_{\sigma_1}, \tau_{\sigma_2}) = \frac{\sum_{\{i,j\}\in\mathcal{A}} \overline{K_{i,j}}(\tau_{\sigma_1}, \tau_{\sigma_2})}{0.5 \times |\mathcal{A}| \times (|\mathcal{A}| - 1)}$$

avec :

- $\overline{K_{i,j}}(\tau_{\sigma_1}, \tau_{\sigma_2}) = 1$ *si* $i \succ^{\sigma_1} j$ *et* $i \succ^{\sigma_2} j$, *ou* $i \prec^{\sigma_1} j$ *et* $i \prec^{\sigma_2} j$, *ou* $i \simeq^{\sigma_1} j$ *et* $i \simeq^{\sigma_2} j$,
- $\overline{K_{i,j}}(\tau_{\sigma_1}, \tau_{\sigma_2}) = 0$ *si* $i \succ^{\sigma_1} j$ *et* $i \prec^{\sigma_2} j$ *ou vice versa,*
- $\overline{K_{i,j}}(\tau_{\sigma_1}, \tau_{\sigma_2}) = 0.5$ *si* $i \succ^{\sigma_1} j$ *ou* $i \prec^{\sigma_1} j$ *et* $i \simeq^{\sigma_2} j$ *ou vice versa.*

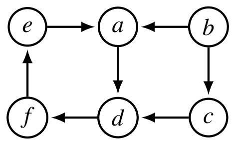
Le plus petit degré de similarité (86.26%) est logiquement observé entre la plus petite et la plus grande valeur de δ. Mais ce degré reste globalement très élevé, montrant que la sémantique reste assez stable lorsque ce paramètre varie.

5 Comparaison avec les sémantiques existantes

Nous allons maintenant montrer qu'en général, les différentes sémantiques proposées dans la littérature peuvent

2. Les algorithmes de génération sont basés sur ceux utilisés pour produire les benchmarks de la compétition ICCMA'15, voir `http://argumentationcompetition.org/2015/results.html`

renvoyer un large éventail de classements. Pour cela, nous appliquons ces sémantiques sur l'exemple de la figure 2 que nous rappelons ici.



La gamme de sémantiques considérées ici est plus importante que dans la section précédente, car nous incluons des sémantiques récentes pour lesquelles les propriétés axiomatiques n'ont pas encore été étudiées dans la littérature (du moins pas entièrement). Cependant, deux catégories de sémantiques graduées sont exclues de cette étude puisqu'elle possèdent des caractéristiques rendant difficile la comparaison avec les autres sémantiques. La première concerne les sémantiques retournant un pré-ordre partiel entre les arguments (*i.e.* certains arguments peuvent être incomparables) comme la sémantique globale $Tuples^*$ introduite par Cayrol et Lagasquie-Schiex [7] ou la sémantique introduite par Grossi et Modgil [11]. La seconde catégorie est composée de sémantiques retournant un ensemble de classements pour un même système d'argumentation [10]. Ainsi, nous considérons les sémantiques *Cat*, *M&T*, *SAF*, *Dbs* and *Bbs* déjà étudiées dans la section 4.2, ainsi que la sémantique utilisant les *fuzzy label* (*FL*) [8], α-Burden-based semantics (α-*Bbs*) [2], la sémantique de comptage (*CS*) [18] et les sémantiques de propagation $Propa_{\epsilon}, Propa_{1+\epsilon}, Propa_{1\rightarrow\epsilon}$ introduites par Bonzon et al. [6]. Tous les classements sont représentés dans la table 4.

Sémantiques	*Classements*
M&T	$b \succ d \simeq e \succ a \simeq c \simeq f$
FL	$b \succ d \succ e \succ f \succ a \simeq c$
SAF	$b \succ d \succ e \succ f \succ c \succ a$
α-BBS ($\alpha = 5$)	
$Propa_{1\rightarrow\epsilon}$	
$\mathsf{vdp}^{\delta}(\delta = 0.3)$	
Dbs/Bbs	$b \succ f \succ e \succ c \succ d \succ a$
CS	
α-BBS ($\alpha = 0.5$)	
$Propa_{\epsilon}(\epsilon = 0.8)$	
Cat	$b \succ f \succ e \succ d \succ c \succ a$
$Propa_{\epsilon}(\epsilon = 0.3)$	
$Propa_{1+\epsilon}$	
$\mathsf{vdp}^{\delta}(\delta = 0.8)$	$d \succ b \succ e \succ c \succ f \succ a$

TABLE 4 – Classements obtenus avec les différentes sémantiques graduées sur F_1 (figure 2).

Notre sémantique se distingue clairement des autres sémantiques par le fait qu'avec $\delta \geq \frac{\sqrt{2}}{2}$, d, qui est attaqué, est strictement plus acceptable que b qui n'est pas attaqué. En effet, grâce au cycle pair, d reçoit uniquement des poids positifs provenant du seul argument non-attaqué b. Cependant, d ne fait pas toujours partie des "meilleurs" arguments comme c'est le cas avec les sémantiques considérant qu'une nouvelle branche d'attaque peut renforcer un argument (*i.e.* les sémantiques qui satisfont +DB et AvsFD). En effet, les sémantiques considérant, à l'inverse, qu'une défense est une attaque affaiblie (*i.e.* les sémantiques qui satisfont SCT) jugent que même si d est défendu, il reste néanmoins directement attaqué une fois de plus que c, e et f. Le raisonnement inverse tient également avec l'argument f considéré comme un des "meilleurs" arguments pour les sémantiques satisfaisant SCT alors qu'il reste plutôt acceptable pour les sémantiques satisfaisant +DB et AvsFD. L'argument a reste quant à lui toujours l'argument le moins acceptable puisqu'il est attaqué directement par b mais également par e. C'est pourquoi il est toujours considérer comme moins acceptable que c qui est uniquement attaqué par b.

6 Conclusion

Beaucoup de sémantiques graduées ont été proposées récemment dans la littérature. Malgré des études détaillées de leurs propriétés, il reste difficile de déterminer quelle sémantique est plus appropriée pour un contexte d'application donné. Dans ce papier, nous avons pris le problème à l'envers en proposant une sémantique appliquée au contexte de la persuasion, qui prend en considérantion deux principes bien connus dans la pratique : le procatalepsis et l'atténuation. Il s'avère qu'aucune des sémantiques existantes n'est vraiment appropriée pour ce contexte là – toutes s'engagent par exemple en faveur de la propriété "Void Precedence" qui est en contradiction avec l'idée du procatalepsis. C'est pourquoi nous avons introduit une nouvelle sémantique paramétrique basée sur la notion de propagation. Un facteur d'atténuation est utilisé pour permettre à la fois la convergence et la gestion de l'impact, plus ou moins important en fonction de la longueur du chemin, d'un argument sur un autre. Nous montrons que, grâce à ce facteur d'atténuation, le principe d'atténuation peut être capturé en fixant une profondeur maximale d'influence. Pour certaines valeurs de ce paramètre, VP n'est pas satisfait, ce qui permet de capturer le principe de procatalepsis dans les argumentaires persuasifs. Nous vérifions également quelles sont les autres propriétés satisfaites par notre méthode, tout en proposant une étude expérimentale visant à montrer à quel point le classement entre deux valeurs de ce paramètre reste proche. Nous pensons que cette méthode est un outil utile pour la persuasion, permettant par exemple d'évaluer l'impact relatif que peut avoir différents argumentaires persuasifs. Les travaux futurs incluent de tester cette sémantique sur des outils de persuasion calculatoire existants. Notre méthodologie peut s'avérer intéressante dans des contextes différents : en se questionnant, par exemple, sur la pertinence d'une sémantique proposée dans la littérature dans d'autres contextes d'application (comme la négociation). Cela permettrait de détecter les phénomènes n'ayant éventuellement pas été capturés correctement et qui demanderaient d'éventuels ajustements.

7 Remerciements

Ce travail a bénéficié d'une aide de l'Agence Nationale de la Recherche portant la référence ANR-13-BS02-0004 dans le cadre du projet AMANDE.

Références

[1] Amgoud, Leila et Jonathan Ben-Naim: *Ranking-Based Semantics for Argumentation Frameworks*. Dans *Proc. of the 7th International Conference on Scalable Uncertainty Management, (SUM'13)*, pages 134–147, 2013.

[2] Amgoud, Leila, Jonathan Ben-Naim, Dragan Doder et Srdjan Vesic: *Ranking Arguments With Compensation-Based Semantics*. Dans *Proc. of the 15th International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning, (KR'16)*, pages 12–21, 2016.

[3] Besnard, Philippe et Anthony Hunter: *A logic-based theory of deductive arguments*. Artificial Intelligence, 128(1-2) :203–235, 2001.

[4] Besnard, Philippe et Anthony Hunter: *Elements of Argumentation*. MIT Press, 2008.

[5] Bonzon, Elise, Jérôme Delobelle, Sébastien Konieczny et Nicolas Maudet: *A Comparative Study of Ranking-based Semantics for Abstract Argumentation*. Dans *Proc. of the 30th AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI'16)*, pages 914–920, 2016.

[6] Bonzon, Elise, Jérôme Delobelle, Sébastien Konieczny et Nicolas Maudet: *Argumentation Ranking Semantics based on Propagation*. Dans *Proc. of the 6th International Conference on Computational Models of Argument (COMMA'16)*, pages 139–150, 2016.

[7] Cayrol, Claudette et Marie-Christine Lagasquie-Schiex: *Graduality in Argumentation*. Journal of Artificial Intelligence Research, 23 :245–297, 2005.

[8] Costa Pereira, Célia da, Andrea Tettamanzi et Serena Villata: *Changing One's Mind : Erase or Rewind ?* Dans *Proc. of the 22nd International Joint Conference on Artificial Intelligence, (IJCAI'11)*, pages 164–171, 2011.

[9] Dung, Phan Minh: *On the Acceptability of Arguments and its Fundamental Role in Nonmonotonic Reasoning, Logic Programming and n-Person Games*. Artificial Intelligence, 77(2) :321–358, 1995.

[10] Gabbay, Dov M.: *Equational approach to argumentation networks*. Argument & Computation, 3(2-3) :87–142, 2012.

[11] Grossi, Davide et Sanjay Modgil: *On the Graded Acceptability of Arguments*. Dans *Proc. of the 24th International Joint Conference on Artificial Intelligence, (IJCAI'15)*, pages 868–874, 2015.

[12] Hunter, Anthony: *Opportunities for Argument-Centric Persuasion in Behaviour Change*. Dans *Proc. of the 14th European Conference on Logics in Artificial Intelligence, (JELIA'14)*, pages 48–61, 2014.

[13] Kendall, M. G.: *A New Measure of Rank Correlation*. Biometrika, 30(1/2) :81–93, juin 1938, ISSN 00063444.

[14] Leite, João et João Martins: *Social Abstract Argumentation*. Dans *Proc. of the 22nd International Joint Conference on Artificial Intelligence, (IJCAI'11)*, pages 2287–2292, 2011.

[15] Matt, Paul-Amaury et Francesca Toni: *A Game-Theoretic Measure of Argument Strength for Abstract Argumentation*. Dans *Proc. of the 11th European Conference on Logics in Artificial Intelligence, (JELIA'08)*, pages 285–297, 2008.

[16] Pu, Fuan, Jian Luo et Guiming Luo: *Some Supplementaries to the Counting Semantics for Abstract Argumentation*. Dans *Proc. of the 27th IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI'15)*, pages 242–249, 2015.

[17] Pu, Fuan, Jian Luo, Yulai Zhang et Guiming Luo: *Argument Ranking with Categoriser Function*. Dans *Proc. of the 7th International Conference on Knowledge Science, Engineering and Management, (KSEM'14)*, pages 290–301, 2014.

[18] Pu, Fuan, Jian Luo, Yulai Zhang et Guiming Luo: *Attacker and Defender Counting Approach for Abstract Argumentation*. Dans *Proc. of the 37th Annual Meeting of the Cognitive Science Society, (CogSci'15)*, 2015.

[19] Tan, Chenhao, Vlad Niculae, Cristian Danescu-Niculescu-Mizil et Lillian Lee: *Winning Arguments : Interaction Dynamics and Persuasion Strategies in Good-faith Online Discussions*. Dans *Proc. of the 25th International Conference on World Wide Web, (WWW'16)*, pages 613–624, 2016.

[20] Walton, Douglas: *Dialog Theory for Critical Argumentation*. John Benjamins Publishing, 2007.