Combiner les sémantiques à base d'extensions et les sémantiques à base de classement en argumentation abstraite *

Elise Bonzon[1] **Jérôme Delobelle**[2] **Sébastien Konieczny**[3] **Nicolas Maudet**[4]

[1] Université de Paris, LIPADE, F-75006 Paris, France
[2] Université Côte d'Azur, Inria, CNRS, I3S, Sophia-Antipolis, France
[3] CRIL, CNRS - Université d'Artois, Lens, France
[4] Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, CNRS - LIP6, UMR 7606, Paris, France

elise.bonzon@mi.parisdescartes.fr jerome.delobelle@inria.fr konieczny@cril.fr nicolas.maudet@lip6.fr

Résumé

Les sémantiques à base d'extensions évaluent l'acceptabilité d'ensembles d'arguments, tandis que les sémantiques à base de classement évaluent la force de chaque argument pour ensuite les classer. Ces deux types de sémantiques se concentrent sur différents aspects de l'information véhiculée par les systèmes d'argumentation. Après avoir discuté du pour et du contre de ces deux approches, nous étudions comment les combiner afin de tirer profit des deux. Nous définissons six nouvelles sémantiques combinant ces deux types de sémantiques. Plus précisément, nous proposons d'affiner les sémantiques à base de classement en utilisant des informations provenant de l'acceptabilité des arguments issue des sémantiques à base d'extensions, et de modifier les extensions provenant des sémantiques à base d'extensions à l'aide d'informations préférentielles issues des sémantiques à base de classement.

Abstract

Extension-based semantics evaluate the acceptability of sets of arguments, while ranking-based semantics evaluate the strength of each argument. These two kinds of semantics focus on different aspects of the information conveyed by argumentation systems. After discussing pros and cons of both approaches, we study how to combine them, in order to take benefits from both. We propose six new families of semantics combining extension-based and ranking-based semantics. More precisely we propose to refine the ranking-based semantics using information coming from extension-based semantics acceptability of arguments, and to modify the extensions chosen by extension-based semantics using preferential information coming from ranking-based semantics.

*Cet article est la version française d'un article publié à KR'18 [9].

1 Introduction

L'argumentation consiste à raisonner à partir d'informations conflictuelles basées sur l'interaction entre arguments. Dans le cadre de l'argumentation abstraite [15], les sémantiques à base d'extensions ont été les premières à être introduites dans l'optique de déterminer les ensembles d'arguments pouvant être conjointement acceptés. Ces extensions doivent généralement être sans-conflits (deux arguments dans une même extension ne peuvent pas s'attaquer) et être capable de défendre chacun de ces arguments. Chaque ensemble d'arguments est donc évalué de manière binaire (un ensemble d'arguments est ou n'est pas une extension) par ces sémantiques.

Les sémantiques à base de labellings [10] ont été introduites par la suite afin d'associer un label à chaque argument d'un système d'argumentation. Une fonction est utilisée pour associer à chaque argument un label $\{in, out, undec\}$, où *in* signifie que l'argument est accepté, *out* signifie que l'argument est rejeté et *undec* signifie que le statut de l'argument est indécis. Tout comme les sémantiques à base d'extensions, l'évaluation proposée par ces sémantiques s'effectuent sur les ensembles d'arguments. Il a d'ailleurs été prouvé [10] que les principales sémantiques à base d'extensions correspondent exactement à certaines sémantiques à base de labellings.

Plus récemment, il a été avancé que cette évaluation binaire ou ternaire est parfois trop rude pour certaines applications (comme les plateformes de débat en ligne [19]), justifiant ainsi la nécessité d'une évaluation plus ciblée de chaque argument. Les sémantiques à base de classement ont alors été proposées (e.g. [11, 18, 8]), avec comme objectif d'évaluer (comparativement) chaque argument. Une sémantique à base de classement est une fonction qui associe à chaque système d'argumentation un classement (un pré-ordre) entre les arguments. Ce classement représente la force comparative de chaque argument. Ainsi, contrairement aux sémantiques à base d'extensions (et de labellings), cette approche n'évalue pas des ensembles d'arguments mais chaque argument individuellement, en fonction de sa situation dans le graphe d'argumentation. Un type apparenté de sémantique sont les sémantiques graduées (e.g. [6, 19, 12]), où une valeur numérique est associée à chaque argument. L'évaluation ici est donc numérique au lieu d'être ordinale, mais l'objectif reste d'évaluer chaque argument individuellement. Clairement, si une sémantique graduée est définie, alors cela induit directement une sémantique à base de classement correspondante [14].

Deux types d'évaluations existent donc : individuellement, au niveau des arguments (avec les sémantiques à base de classement ou graduées) ou au niveau des ensembles d'arguments (avec les sémantiques à base d'extensions ou de labellings). Ces deux manières d'évaluer les informations codées dans un système d'argumentation sont complémentaires, et utiles pour différentes applications. La première approche est beaucoup plus récente et des travaux restent nécessaires pour mieux comprendre leur comportement et définir de nouvelles sémantiques significatives. Le second type d'évaluation, bien qu'étudié depuis longtemps, nécessite toujours une étude approfondie pour comprendre leurs principes sous-jacents (il convient de mentionner que, contrairement à d'autres tâches de raisonnement telles que l'inférence [20] ou la révision [1, 16], aucun théorème de représentation ou postulat permettant de caractériser les sémantiques de l'argumentation rationnelles n'existe).

Ce travail est basé sur l'observation que ces deux types d'évaluation sont, en un sens, orthogonaux puisqu'ils peuvent tous deux être utilisés pour extraire des informations sur le statut, la force, la situation (des ensembles) des arguments. Au lieu de considérer ces approches comme mutuellement exclusives, notre idée est de combiner le meilleur des deux approches. Nous pensons qu'étudier le potentiel d'une telle combinaison pourra être utile dans le développement des sémantiques de l'argumentation.

Dans ce travail, nous proposons six nouvelles familles de sémantiques, combinant les sémantiques à base d'extensions et les sémantiques à base de classement. Plus précisément, nous proposons d'affiner les sémantiques à base de classement avec des informations provenant de l'acceptabilité d'arguments basée sur les sémantiques à base d'extensions, et de modifier les extensions provenant des sémantiques à base d'extensions à l'aide d'informations préférentielles issues des sémantiques à base de classement.

Dans la section suivante, nous discuterons des différences entre l'évaluation des arguments faite par les sémantiques à base d'extensions et celle faite par les sémantiques à base de classement. Nous rappellerons ensuite certaines notions de l'argumentation abstraite avant de proposer quatre méthodes pour modifier les sémantiques à base de classement en tenant compte des informations provenant des sémantiques à base d'extensions. La première se focalise sur le statut d'acceptabilité de chaque argument (issu des sémantiques à base d'extensions). La seconde se base sur une évaluation plus précise du statut d'acceptabilité de chaque argument [22]. Les deux dernières modifient les sémantiques de propagation [8] pour permettre une distinction plus fine des arguments grâce à ces statuts d'acceptabilité. A l'inverse, afin de modifier les sémantiques à base d'extensions en utilisant les sémantiques à base de classement, nous montrons d'abord que ces dernières peuvent être utilisées pour évaluer les extensions et ne sélectionner que les meilleures. Nous discutons ensuite de la possibilité de prendre le classement retourné par une sémantique à base de classement en tant qu'information préférentielle dans un cadre d'argumentation basé sur les préférences [2] pour ne sélectionner que les attaques les plus convaincantes.

2 Confrontation des sémantiques

Les sémantiques à base d'extensions [15] sont étroitement liées aux modèles de programmes logiques car elles présentent une évaluation « tout ou rien » des ensembles d'arguments. Amgoud et Ben-Naim [18] soulignent certaines caractéristiques propres à ces sémantiques : *Élimination* : l'impact d'une attaque d'un argument y sur un argument x est radical, *i.e.* si y appartient à une extension, alors x est automatiquement exclu de cette extension ; *Existence* : une attaque réussie contre un argument x a le même effet que plusieurs attaques réussies (*i.e.* une attaque est suffisante pour « éliminer » x et plusieurs attaques ne peuvent pas éliminer x dans une plus grande mesure) ; *Absolutisme* : les trois statuts d'acceptabilité (accepté, rejeté ou indécis) ont un sens même sans comparaison entre eux ; *Planéité* : tous les arguments ayant le même statut d'acceptabilité ne peuvent pas être distingués. Ce type d'évaluation peut être utile pour définir des arguments à partir de formules logiques. Ici, les principes d'Élimination et d'Existence semblent essentiels pour capturer le fait qu'une attaque est létale et ainsi éviter toute contradiction entre les arguments afin d'obtenir un ensemble cohérent de formules.

Cependant, dans d'autres applications, certaines de ces propriétés sont discutables. Les plateformes de débat en ligne ont récemment fait leur apparition pour prendre de plus en plus d'importance. Sur ces plateformes, les utilisateurs peuvent argumenter pour ou contre un sujet donné (sous forme de question ou d'affirmation) ou un des arguments déjà existants. Comme le soulignent Leite et Martins [19], l'objectif n'est pas ici de déterminer les arguments pouvant être acceptés ensembles, mais plutôt d'évaluer à quel point la question/affirmation est acceptée. De plus, face à de nombreux arguments, il est préférable de disposer d'une évaluation des arguments plus détaillée que celle retournée par les sémantiques à base d'extensions. En outre, pour représenter avec exactitude les opinions de milliers d'utilisateurs, il semble plus approprié d'évaluer les arguments en utilisant plusieurs degrés d'acceptabilité ou une acceptabilité graduée. Les sémantiques à base de classement permettent justement de précisément obtenir une évaluation plus détaillée de la force de chaque argument. Cela peut être utile aussi bien pour ces plates-formes de débat que pour sélectionner les meilleurs arguments dans tous les types de débats (persuasion, délibération, etc.).

Cependant, un inconvénient pourrait être que l'évaluation de chaque argument n'est pas du tout liée à son statut d'acceptabilité : être un argument avec une bonne évaluation ne signifie pas que cet argument doit être accepté (étant donné une sémantique à base d'extensions), et même le terme «acceptation» étant défini par rapport au classement, il n'existe aucun seuil naturel permettant de faire la distinction entre les arguments acceptés et non acceptés. Définir une sémantique à base de classement compatible avec le statut d'acceptabilité d'une sémantique à base d'extensions serait alors une solution possible. C'est pourquoi nous proposons, dans cet article, de construire une nouvelle famille de sémantiques qui affinent les sémantiques à base de classement en utilisant les sémantiques à base d'extensions.

A l'inverse, les sémantiques à base d'extensions ont l'inconvénient de proposer une évaluation trop stricte des arguments. Il est, par exemple, impossible de donner une meilleure évaluation à un argument non-attaqué qu'à tous les arguments qu'il défend (voir principe de Planéité), alors que l'acceptabilité de ces derniers dépendent de l'acceptabilité de l'argument non-attaqué. Une évaluation plus détaillée des arguments peut être utilisée pour modifier les sémantiques à base d'extensions en sélectionnant, par exemple, uniquement les meilleures extensions. Ces deux approches seront détaillées par la suite.

3 Préliminaires

Dans cette section, nous rappelons brièvement certains éléments clés des systèmes d'argumentation abstraits.

Définition 1 *Un **système d'argumentation (AF)** est un couple $AF = \langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$ où $\mathcal{A}$ est un ensemble fini d'arguments et $\mathcal{R} \subseteq \mathcal{A} \times \mathcal{A}$ est la **relation d'attaque** entre arguments. Un ensemble d'arguments $\mathcal{S} \subseteq \mathcal{A}$ attaque un argument $y \in \mathcal{A}$, si $\exists x \in \mathcal{S}$, tel que $(x, y) \in \mathcal{R}$. $\mathcal{S}$ défend $z \in \mathcal{A}$ contre son attaquant y si $\mathcal{S}$ attaque y.*

Un système d'argumentation abstrait peut être représenté par un graphe orienté, où les nœuds représentent les arguments et les arêtes représentent la relation d'attaque entre deux arguments.
Rappelons certaines notions connues sur les graphes.

Définition 2 *Soient $AF = \langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$ et $x, y \in \mathcal{A}$. Un* **chemin** *P de y vers x, noté $P(y, x)$, est une séquence $\langle x_0, \ldots, x_n \rangle$ d'arguments telle que $x_0 = x$, $x_n = y$ et $\forall i < n, (x_{i+1}, x_i) \in \mathcal{R}$. La longueur du chemin P est n (le nombre d'attaques qui le compose) et est noté $l_P = n$.*

En fonction de la longueur d'un chemin entre deux arguments, l'argument au début de ce chemin peut être un attaquant et/ou un défenseur (*i.e.*, un argument qui attaque un attaquant) de l'argument au bout du chemin.

Définition 3 *Un* **défenseur** *(resp.* **attaquant***) de a est un argument situé au début d'un chemin de longueur paire (resp. impaire). Soit $\mathcal{R}_n(x) = \{y \mid \exists P(y, x) \text{ with } l_P = n\}$ le multi-ensemble des arguments situés au début d'un chemin de longueur n vers l'argument x. Un argument $y \in \mathcal{R}_n(x)$ est un attaquant (resp. défenseur) direct de x si $n = 1$ (resp. $n = 2$). Une **branche défensive** (resp. **attaquante**) est un chemin de longueur paire (resp. impaire) commençant par un argument non-attaqué.*

3.1 Sémantique à base d'extensions/de labellings

Dans le cadre de Dung [15], plusieurs sémantiques d'acceptabilité ont été définies pour sélectionner les ensembles d'arguments, appelés extensions, qui peuvent être conjointement acceptés étant donné un système d'argumentation.

Définition 4 *Soit $AF = \langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$. Un ensemble d'arguments $\mathcal{S} \subseteq \mathcal{A}$ est **sans-conflit** dans AF si $\forall x, y \in \mathcal{S}, (x, y) \notin \mathcal{R}$. Un ensemble sans-conflit $\mathcal{S}$ est **admissible** s'il défend tous ces arguments contre chacun de leur attaquants directs. Un ensemble admissible $\mathcal{S}$ est une **extension complète** si chaque argument défendu par $\mathcal{S}$ appartient à $\mathcal{S}$; une **extension préférée** si c'est un ensemble admissible maximal pour $\subseteq$; une **extension stable** s'il attaque chaque argument dans $\mathcal{A} \backslash \mathcal{S}$; l'unique **extension de base** (ou* grounded*) si c'est l'extension complète minimale pour $\subseteq$.*
*Notons $\mathcal{E}_\sigma(AF)$ l'ensemble des extensions de AF pour $\sigma \in$ {**co**(mplète), **pr**(eférée), **st**(able), **gr**(ounded)}.*

Une autre façon de représenter les concepts d'admissibilité consiste à utiliser les labellings [10].

Définition 5 *Soit $AF = \langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$. Un **labelling** de AF est une fonction $\mathcal{L} : \mathcal{A} \rightarrow \{in, out, undec\}$. Soit $l \in \{in, out, undec\}$, on note $l(\mathcal{L}) = \{x \in \mathcal{A} \mid \mathcal{L}(x) = l\}$.*
*Un labelling $\mathcal{L}$ est un **reinstatement labelling** de AF ssi*

- *$\forall x \in \mathcal{A}$, $\mathcal{L}(x) = in$ ssi $\forall y \in \mathcal{R}_1(x)$, $\mathcal{L}(y) = out$;*
- *$\forall x \in \mathcal{A}$, $\mathcal{L}(x) = out$ ssi $\exists y \in \mathcal{R}_1(x)$, $\mathcal{L}(y) = in$;*
- *$\forall x \in \mathcal{A}$, $\mathcal{L}(x) = undec$ ssi $\nexists y \in \mathcal{R}_1(x)$, $\mathcal{L}(y) = in$ et $\exists z \in \mathcal{R}_1(x)$, $\mathcal{L}(z) = undec$.*

Un reinstatement labelling $\mathcal{L}$ est :

- *un **labelling complet** ;*
- *un **labelling de base** si $in(\mathcal{L})$ est minimal pour $\subseteq$;*
- *un **labelling préféré** si $in(\mathcal{L})$ est maximal pour $\subseteq$;*

— *un **labelling stable** si* $undec(\mathcal{L}) = \emptyset$.
Notons $\mathcal{L}_\sigma(AF)$ *l'ensemble des reinstatement labellings de* AF *pour* $\sigma \in \{co, pr, st, gr\}$.

Concernant le **statut d'acceptabilité**, pour un AF avec au moins une extension (resp. reinstatement labelling), un argument est dit **sceptiquement** accepté s'il appartient à toutes les extensions (resp. il est *in* dans tous les reinstatement labellings) de AF. Un argument est **crédulement** accepté s'il appartient à au moins une des extensions (resp. il est *in* dans au moins un des reinstatement labellings) de AF. Pour une sémantique σ donnée, $sa_\sigma(AF)$ (resp. $ca_\sigma(AF)$) représente l'ensemble des arguments sceptiquement (resp. crédulement) acceptés dans AF.

Une notion plus fine du statut de justification a été introduite dans [22] où ce statut est cette fois-ci basé sur le labelling des arguments. Concrètement, le statut de justification d'un argument est constitué de l'ensemble des labels qui lui a été attribués en utilisant la sémantique complète.

Définition 6 *Soit* $AF = \langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$ *et* $x \in \mathcal{A}$. *Le **statut de justification** de x est le résultat de la fonction* $\mathcal{JS} : \mathcal{A} \to 2^{\{in,out,undec\}}$ *avec* $\mathcal{JS}(x) = \{\mathcal{L}(x) \mid \mathcal{L} \in \mathcal{L}_{co}(AF)\}$.

Par exemple, si un argument est étiqueté soit *in* ou *undec* dans tous les labellings complets alors le statut de justification de cet argument sera $\{in, undec\}$. Six statuts peuvent être considérés avec la sémantique complète : $\{in\}$, $\{out\}$, $\{undec\}$, $\{in, undec\}$, $\{out, undec\}$ et $\{in, out, undec\}$.

3.2 Sémantique à base de classement

Une sémantique à base de classement permet de classer les arguments des plus acceptables aux moins acceptables.

Définition 7 *Une **sémantique à base de classement*** σ *associe à chaque système d'argumentation* $AF = \langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$ *un classement* $\succeq^\sigma_{AF}$ *sur* $\mathcal{A}$, *où* $\succeq^\sigma_{AF}$ *est un pré-ordre (une relation reflexive et transitive) sur* $\mathcal{A}$. $x \succeq^\sigma_{AF} y$ *signifie que x est au moins aussi acceptable que y ;* $x \simeq^\sigma_{AF} y$ *équivaut à* $x \succeq^\sigma_{AF} y$ *et* $y \succeq^\sigma_{AF} x$ *; et* $x \succ^\sigma_{AF} y$ *équivaut à* $x \succeq^\sigma_{AF} y$ *et* $y \not\succeq^\sigma_{AF} x$.

Un grand nombre de ces sémantiques ont été proposées (voir [14] pour un aperçu) avec, pour chacune d'elles, un comportement et des propriétés logiques différents. Dans cet article, nous nous focaliserons sur la sémantique *h-categoriser* pour illustrer nos méthodes. Cette sémantique a été d'abord introduite dans [6] en tant que sémantique graduée avant d'être définie comme une sémantique à base de classement dans [21].

Définition 8 *Soit* $AF = \langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$. *La fonction **h-categoriser*** $Cat : \mathcal{A} \to]0, 1]$ *est définie t.q.* $\forall x \in \mathcal{A}$,

$$Cat(x) = \begin{cases} 1 & si\ \mathcal{R}_1(x) = \emptyset \\ \frac{1}{1+\sum_{y \in \mathcal{R}_1(x)} Cat(y)} & sinon \end{cases}$$

Définition 9 *La sémantique **h-categoriser (Cat)** associe à chaque* $AF = \langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$ *un classement* $\succeq^{Cat}_{AF}$ *sur* $\mathcal{A}$ *tel que* $\forall x, y \in \mathcal{A}$, $x \succeq^{Cat}_{AF} y$ *ssi* $Cat(x) \geq Cat(y)$.

Exemple 1 *Calculons l'ensemble des extensions, des reinstatement labellings pour* $\sigma \in \{co, pr, st, gr\}$ *ainsi que le classement retourné par la sémantique h-categoriser sur l'AF de la Figure 1.*

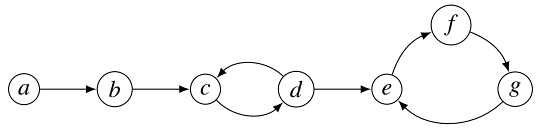


FIGURE 1 – Un système d'argumentation AF

$\mathcal{E}_{gr}(AF) = \{a\}$, $\mathcal{E}_{pr}(AF) = \{\{a, c\}, \{a, d, f\}\}$,
$\mathcal{E}_{st}(AF) = \{\{a, d, f\}\}$ et $\mathcal{E}_{co}(AF) = \{\{a\}, \{a, c\}, \{a, d, f\}\}$.

AF possède 3 reinstatement labellings $\mathcal{L}_1$, $\mathcal{L}_2$ *et* $\mathcal{L}_3$ *avec :*
$in(\mathcal{L}_1) = \{a\}, out(\mathcal{L}_1) = \{b\}, undec(\mathcal{L}_1) = \{c, d, e, f, g\}$
$in(\mathcal{L}_2) = \{a, c\}, out(\mathcal{L}_2) = \{b, d\}, undec(\mathcal{L}_2) = \{e, f, g\}$
$in(\mathcal{L}_3) = \{a, d, f\}, out(\mathcal{L}_3) = \{b, c, e, g\}, undec(\mathcal{L}_3) = \emptyset$

$$Cat(AF) = a \succ^{Cat}_{AF} f \succ^{Cat}_{AF} d \succ^{Cat}_{AF} g \succ^{Cat}_{AF} b \succ^{Cat}_{AF} c \succ^{Cat}_{AF} e$$

De nombreuses propriétés ont été introduites [7, 5] pour mieux comprendre le comportement de ces sémantiques à base de classement dans diverses situations. Nous étudions, par la suite, comment certaines de nos méthodes tiennent compte de ces propriétés. Nous nous contentons de rappeler leur définition informelle mais orientons le lecteur vers [7] pour les versions formelles. Les *propriétés générales de base* disent qu'un classement sur un ensemble d'arguments doit être défini uniquement sur la base de la relation d'attaque (*Abstraction*, **Abs**) ; que le classement entre deux arguments doit être indépendant des arguments qui ne sont connectés ni à l'un ni à l'autre (*Independence*, **In**) ; que tous les arguments sont comparables (*Total*, **Tot**) ; et que tous les arguments non-attaqués doivent avoir le même niveau d'acceptabilité (*Non-attacked Equivalence*, **NaE**).
Les *propriétés locales* se focalisent sur les attaquants/défenseurs directs en disant qu'un argument non-attaqué doit être strictement plus acceptable que tout argument attaqué (*Void Precedence*, **VP**) ; qu'un argument qui s'auto-attaque doit être strictement moins acceptable qu'un argument qui ne s'auto-attaque pas (*Self-Contradiction*, **SC**) ; que si un argument x a strictement plus d'attaquants directs qu'un autre argument y, alors y doit être strictement plus acceptable que x (*Cardinality Precedence*, **CP**) ; que si x possède un attaquant direct qui est strictement plus acceptable que tous les attaquants directs de y, alors x doit être strictement plus acceptable que y (*Quality Precedence*, **QP**) ; que pour deux arguments avec le même

nombre d'attaquants directs, un argument défendu doit être strictement plus acceptable qu'un argument non-défendu (*Defense Precedence*, **DP**) ; qu'une défense où chaque défenseur attaque un attaquant différent est la meilleure (*Distributed-Defense Precedence*, **DDP**) ; que si les attaquants directs de y sont (i) au moins aussi nombreux et (ii) acceptables que ceux de x, alors x doit être au moins aussi acceptable que y (*Counter-Transitivity*, **CT**). Pour sa version stricte (**SCT**), soit (i) ou (ii) doit être strict, impliquant une comparaison stricte entre x et y.

Les *propriétés globales* précisent comment le classement devrait être affecté sur la base de la comparaison des branches attaquantes et défensives de chaque argument. Plus précisément, ajouter une branche défensive à n'importe quel argument doit augmenter son acceptabilité (*Strict Addition of Defense Branch*, **⊕DB**) ; la même propriété a été définie en ajoutant la restriction que l'argument ciblé doit être attaqué (*Addition of Defense Branch*, **+DB**) ; augmenter la longueur d'une branche attaquante d'un argument doit augmenter son acceptabilité (*Augmentation de la branche d'attaque*, **↑AB**) ; ajouter une branche attaquante à un argument doit diminuer son acceptabilité (*Addition of Attack Branch*, **+AB**) ; et augmenter la longueur d'une branche défensive d'un argument doit diminuer son acceptabilité (*Increase of Defense Branch*, **↑DB**). Dans le même esprit, (*Attack vs Full Defense*, **AvsFD**) requiert qu'un argument possédant uniquement des branches défensives (donc aucune branche attaquante) doit être strictement plus acceptable qu'un argument attaqué uniquement par un argument non-attaqué.

Nous insistons sur le fait qu'il est impossible de satisfaire toutes ces propriétés simultanément [7]. Cependant, vérifier quelles sont celles satisfaites par une sémantique donnée permet de mieux caractériser son comportement.

4 Améliorer les sémantiques à base de classement en utilisant les sémantiques à base d'extensions

4.1 Raffiner avec le statut d'acceptabilité

Cette approche vise à contraindre les classements à être compatibles avec le statut d'acceptabilité des arguments. Pour cela, nous combinons lexicographiquement le classement représentant le statut d'acceptabilité des arguments donné par une sémantique à base d'extensions avec le classement fourni par une sémantique à base de classement.

Définition 10 *Soient $AF = \langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$ et $\succeq^1_{AF}$, $\succeq^2_{AF}$ deux classements sur $\mathcal{A}$. Le **raffinement** (lexicographique) de $\succeq^2_{AF}$ par $\succeq^1_{AF}$ donne un nouveau classement $\succeq^{1,2}_{AF}$ tel que $\forall x, y \in \mathcal{A}$,*

$$x \succeq^{1,2}_{AF} y \text{ ssi } (x \succ^2_{AF} y) \text{ ou } (x \simeq^2_{AF} y \text{ et } x \succeq^1_{AF} y)$$

La définition suivante permet de construire un classement à partir du statut d'acceptabilité donné par une sémantique à base d'extensions [1] : un argument sceptiquement accepté est plus acceptable qu'un argument crédulement accepté, qui est plus acceptable qu'un argument rejeté.

Définition 11 *Soient $AF = \langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$ et $\sigma \in \{co, pr, st, gr\}$. $\succeq^{\sigma}_{AF}$ est un classement sur $\mathcal{A}$ tel que $\forall x, y \in \mathcal{A}$, $x \succeq^{\sigma}_{AF} y$ ssi une des ces conditions est satisfaite :* **i)** *$x \in sa_\sigma(AF)$,* **ii)** *$x \in ca_\sigma(AF) \setminus sa_\sigma(AF)$ et $y \notin sa_\sigma(AF)$,* **iii)** *$x, y \notin ca_\sigma(AF)$.*

Définition 12 *Soient σ_1 une sémantique à base de classement et $\sigma_2 \in \{co, pr, st, gr\}$. La **sémantique à base de classement basée sur l'acceptabilité** $\mathtt{ARS}_{\sigma_1,\sigma_2}$ associe à chaque $AF = \langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$ un classement $\succeq^{\sigma_1,\sigma_2}_{AF}$ sur $\mathcal{A}$ qui est le raffinement de $\succeq^{\sigma_2}_{AF}$ par $\succeq^{\sigma_1}_{AF}$.*

Exemple 2 *Les arguments sceptiquement et crédulement acceptés selon la sémantique complète sur l'AF de la Figure 1 sont respectivement $sa_{co}(AF) = \{a\}$ et $ca_{co}(AF) = \{a, c, d, f\}$. On obtient donc le classement suivant :*

$$a \succ^{co}_{AF} c \simeq^{co}_{AF} d \simeq^{co}_{AF} f \succ^{co}_{AF} b \simeq^{co}_{AF} e \simeq^{co}_{AF} g$$

Rappelons que le classement retourné par la sémantique h-categoriser est le suivant :

$$a \succ^{Cat}_{AF} f \succ^{Cat}_{AF} d \succ^{Cat}_{AF} g \succ^{Cat}_{AF} b \succ^{Cat}_{AF} c \succ^{Cat}_{AF} e$$

Donc en combinant ces deux classements, la nouvelle sémantique retourne le classement suivant :

$$a \succ^{Cat,co}_{AF} f \succ^{Cat,co}_{AF} d \succ^{Cat,co}_{AF} c \succ^{Cat,co}_{AF} g \succ^{Cat,co}_{AF} b \succ^{Cat,co}_{AF} e$$

Cet exemple montre que g possède une assez bonne évaluation avec la sémantique h-categoriser, alors qu'il s'agit d'un argument rejeté avec la sémantique complète. Son évaluation est même meilleure que celle de c qui est crédulement accepté. Cette nouvelle sémantique $\succeq^{\text{Cat},co}$ permet donc de forcer c à être plus acceptable que g.

La question est maintenant de savoir si ces modifications changent la « rationalité » de la sémantique initiale.

Proposition 1 *Soient σ_1 une sémantique à base de classement et $\sigma_2 \in \{co, pr, st, gr\}$. Soit α une propriété parmi Abs, In, VP, DP, DDP, SC, ⊕DB, +DB, +AB, ↑AB, ↑DB, Tot, NaE. Si σ_1 satisfait la propriété α, alors la sémantique $\mathtt{ARS}_{\sigma_1,\sigma_2}$ satisfait la propriété α. Les sémantiques $\mathtt{ARS}_{\sigma_1,gr}$ et $\mathtt{ARS}_{\sigma_1,st}$ satisfait QP, CT et SCT. La sémantique $\mathtt{ARS}_{\sigma_1,\sigma_2}$ satisfait AvsFD et ne satisfait pas CP.*

Il est intéressant de noter que, à part pour AvsFD et CP, cette nouvelle sémantique satisfait les mêmes propriétés que celles satisfaites par la sémantique à base de classement d'origine. Ainsi, la conformité de la sémantique à base de classement vis-à-vis de ces propriétés est préservée même lorsque celle-ci est raffinée par une sémantique à base d'extension. Mieux que cela, elle garantie AvsFD qui est satisfaite par peu de sémantiques existantes [7]. C'est donc un moyen simple d'obtenir de nouvelles sémantiques satisfaisant AvsFD à partir des sémantiques de Dung.

1. Notons que, à priori, toute sémantique à base d'extensions peut être utilisée ici, mais nous nous focalisons uniquement sur les quatre sémantiques de Dung dans cet article (pour les propriétés notamment).

4.2 Raffiner avec le statut de justification

Au lieu de prendre en compte le statut d'acceptabilité des arguments, il est également possible d'établir un classement à partir du statut de justification des arguments qui est basé sur les labellings, offrant une distinction plus fine des arguments. Cependant, la définition d'origine [22] (voir Définition 6) concerne uniquement la sémantique complète. C'est pourquoi nous proposons d'étendre cette définition à toutes les sémantiques de Dung.

Définition 13 *Soient* $AF = \langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$, $\sigma \in \{co, pr, st, gr\}$ *et* $x \in \mathcal{A}$. *Le* ***statut de justification étendu*** *de* x *est le résultat de la fonction* $\mathcal{JS} : \mathcal{A} \to 2^{\{in,out,undec\}}$ *t.q.* $\mathcal{JS}_\sigma(x) = \{\mathcal{L}_\sigma(x) \mid \mathcal{L} \in \mathcal{L}_\sigma(AF)\}$.

En plus des 6 statuts $\{in\}$, $\{out\}$, $\{undec\}$, $\{in, undec\}$, $\{out, undec\}$ et $\{in, out, undec\}$, nous devons ajouter le statut $\{in, out\}$, qui ne peut pas apparaître avec la sémantique complète [2], mais qui peut être obtenu avec les autres sémantiques. Les statuts peuvent donc être classés de la façon suivante : $\{in\} \succ_{js} \{in, undec\} \succ_{js} \{undec\} \simeq \{in, out, undec\} \simeq \{in, out\} \succ_{js} \{out, undec\} \succ_{js} \{out\}$. En se basant sur cette classification, il est possible de dire qu'un argument est plus acceptable qu'un autre s'il possède un meilleur statut.

Définition 14 *Soient* $AF = \langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$ *et* $\sigma \in \{co, pr, st, gr\}$. $\succeq_{AF}^{\mathcal{JS}_\sigma}$ *est un classement sur* $\mathcal{A}$ *t.q.* $\forall x, y \in \mathcal{A}$,
$$x \succeq_{AF}^{\mathcal{JS}_\sigma} y \text{ ssi } \mathcal{JS}_\sigma(x) \succeq_{js} \mathcal{JS}_\sigma(y)$$

Définition 15 *Soient* σ_1 *une sémantique à base de classement et* $\sigma \in \{co, pr, st, gr\}$. *La* ***sémantique à base de classement basée sur le statut de justification*** $\mathtt{JRS}_{\sigma_1,\sigma}$ *associe à chaque* $AF = \langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$ *un classement* $\succeq_{AF}^{\sigma_1, \mathcal{JS}_\sigma}$ *sur* $\mathcal{A}$ *qui est le raffinement de* $\succeq_{AF}^{\mathcal{JS}_\sigma}$ *par* $\succeq_{AF}^{\sigma_1}$.

Exemple 3 *Rappelons que l'AF de la Figure 1 possède 3 reinstatement labellings* $\mathcal{L}_1$, $\mathcal{L}_2$ *and* $\mathcal{L}_3$. *Le(s) statut(s) de justification de chaque argument est* $\mathcal{JS}_{co}(a) = \{in\}$, $\mathcal{JS}_{co}(b) = \{out\}$, $\mathcal{JS}_{co}(c) = \mathcal{JS}_{co}(d) = \{in, out, undec\}$, $\mathcal{JS}_{co}(e) = \mathcal{JS}_{co}(g) = \{undec, out\}$ *et* $\mathcal{JS}_{co}(f) = \{in, undec\}$. *Ce qui nous donne le classement suivant :*
$$a \succ_{AF}^{JS_{co}} f \succ_{AF}^{JS_{co}} c \simeq_{AF}^{JS_{co}} d \succ_{AF}^{JS_{co}} e \simeq_{AF}^{JS_{co}} g \succ_{AF}^{JS_{co}} b$$
En le combinant avec le classement retourné par la sémantique h-categorizer, on obtient le classement suivant :
$$a \succ_{AF}^{Cat,JS_{co}} f \succ_{AF}^{Cat,JS_{co}} d \succ_{AF}^{Cat,JS_{co}} c \succ_{AF}^{Cat,JS_{co}} g \succ_{AF}^{Cat,JS_{co}} e \succ_{AF}^{Cat,JS_{co}} b$$

Proposition 2 *Soient* σ_1 *une sémantique à base de classement* $\sigma_2 \in \{co, pr, st, gr\}$. *Soit* α *une propriété parmi Abs, In, VP, DP, DDP, ⊕DB, +DB, +AB, ↑AB, ↑DB, Tot, NaE. Si* σ_1 *satisfait la propriété* α, *alors la sémantique* $\mathtt{JRS}_{\sigma_1,JS_{\sigma_2}}$ *satisfait la propriété* α. *Les sémantiques* $\mathtt{JRS}_{\sigma_1,JS_{gr}}$ *et* $\mathtt{JRS}_{\sigma_1,JS_{st}}$ *satisfait QP, CT et SCT. La sémantique* $\mathtt{JRS}_{\sigma_1,JS_{\sigma_2}}$ *satisfait AvsFD et ne satisfait pas CP, SC.*

Remarquons que la différence entre les propriétés satisfaites par cette sémantique et celle de base est mineure. En effet, la seule différence concerne Self-Contradiction (SC) et peut s'expliquer par le fait qu'un argument qui s'auto-attaque possède le label *undec* s'il n'est pas attaqué par d'autres arguments. Ainsi, cet argument est plus acceptable qu'un argument directement attaqué par un argument non-attaqué. Cela explique la différence avec la Proposition 1 où les fonctions d'inférence sceptique et crédule considèrent toujours ces deux arguments comme rejetés.

4.3 Raffiner les sémantiques de propagation avec les statuts d'acceptabilité et de justification

Dans cette section, nous proposons d'adapter les sémantiques de propagation introduites dans [8]. L'idée de ces sémantiques est d'attribuer, dans un premier temps, une valeur initiale à chaque argument (cette valeur est plus élevée pour les arguments non-attaqués que pour les arguments attaqués, afin d'améliorer leur impact sur l'évaluation des arguments). Ces valeurs sont ensuite propagées dans l'AF et combinées avant d'être comparées.
Afin de permettre un évaluation initiale plus fine (et non plus binaire), nous proposons d'utiliser le statut d'acceptabilité et le statut de justification.

Définition 16 *Soit* $AF = \langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$. *La fonction de valuation* $v : \mathcal{A} \to [0, 1]$ *assigne un poids initial à chaque argument. L'évaluation* P *de* $x \in \mathcal{A}$, *à l'étape* $i \in \mathbb{N}$, *est donnée par :*

$$P_i^v(x) = \begin{cases} v(x) & si\ i = 0 \\ P_{i-1}^v(x) + (-1)^i \sum_{y \in \mathcal{R}_i(x)} v(y) & sinon \end{cases}$$

Le ***vecteur de propagation*** *de* x *est noté* $P^v(x) = \langle P_0^v(x), P_1^v(x), \ldots \rangle$.

Comme dans [8], nous utilisons l'ordre lexicographique pour comparer les différents vecteurs de propagation.

Définition 17 *L'***ordre lexicographique** *entre deux vecteurs de réels* $V = \langle V_1, \ldots, V_n \rangle$ *and* $V' = \langle V'_1, \ldots, V'_n \rangle$ *est defini par* $V \succeq_{lex} V'$ *ssi* $\exists i \leq n$ *t.q.* $V_i \geq V'_i$ *et* $\forall j < i, V_j = V'_j$.

Définition 18 *La sémantique à base de classement* $Propa^v$ *associe à chaque système d'argumentation* $AF = \langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$ *un classement* $\succeq_{AF}^{P_v}$ *sur* $\mathcal{A}$, *où* v *est une fonction d'évaluation t.q.* $\forall x, y \in \mathcal{A}$, $x \succeq_{AF}^{P_v} y$ *ssi* $P^v(x) \succeq_{lex} P^v(y)$.

Le classement retourné par cette sémantique dépend clairement de la fonction de valuation choisie v. Dans [8], cette fonction ne prend que deux valeurs (une pour les arguments non-attaqués et une pour les arguments attaqués). Considérons maintenant des fonctions de valuations plus complexes en commençant par une fonction de valuation prenant en compte le statut d'acceptabilité des arguments.

2. Pour la sémantique complète, il est a été démontré [22, Théorème 2] que si un argument est *in* dans un labelling et *out* dans un autre alors il existe obligatoirement un autre labelling où cet argument est *undec*.

Définition 19 *Soient $AF = \langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$ et $\vec{z}_\sigma = \langle \alpha, \beta, \gamma, \delta \rangle$ un vecteur de réels lié à la sémantique $\sigma \in \{co, pr, st, gr\}$. La fonction de valuation $v_\sigma : \mathcal{A} \rightarrow [0,1]$ est définie $\forall x \in \mathcal{A}$,*

$$v_{\vec{z}_\sigma}(x) = \begin{cases} \alpha & si\ \mathcal{R}_1(x) = \emptyset \\ \beta & si\ x \in sa_\sigma(AF)\ et\ \mathcal{R}_1(x) \neq \emptyset \\ \gamma & si\ x \in ca_\sigma(AF) \backslash sa_\sigma(AF) \\ \delta & si\ x \notin ca_\sigma(AF) \end{cases}$$

avec $1 \geq \alpha > \beta > \gamma > \delta \geq 0$.

L'importance donnée aux arguments non-attaqués est préservée puisqu'ils ont la plus grande valeur initiale, suivis des arguments sceptiquement acceptés, puis des arguments crédulement acceptés, pour finir avec les arguments rejetés.

Exemple 4 *Avec la sémantique complète, nous observons sur l'AF de la Figure 1 que a est non-attaqué, c, d et f sont crédulement (mais pas sceptiquement) acceptés et b, e, g sont rejetés. La table suivante résume les évaluations de chaque argument avec $\vec{z}_{co} = \langle 1, 0.7, 0.3, 0 \rangle$:*

$P_i^{\vec{z}_{co}}$	a	b	c	d	e	f	g
0	1	0	0.3	0.3	0	0.3	0
1	1	-1	0	0	-0.3	0.3	-0.3
2	1	-1	1.3	0.3	0.3	0.6	-0.3

En comparant lexicographiquement chaque vecteur de propagation, nous obtenons le classement suivant :

$$a >_{AF}^{P_{\vec{z}_{co}}} f >_{AF}^{P_{\vec{z}_{co}}} c >_{AF}^{P_{\vec{z}_{co}}} d >_{AF}^{P_{\vec{z}_{co}}} e >_{AF}^{P_{\vec{z}_{co}}} g >_{AF}^{P_{\vec{z}_{co}}} b$$

Vérifions maintenant les propriétés que cette sémantique satisfait :

Proposition 3 *Soit $\sigma \in \{co, pr, st, gr\}$. La sémantique $Propa^{\vec{z}_\sigma}$ satisfait Abs, In, VP, DP, ↑AB, ↑DB, +AB, Tot, NaE et AvsFD. Les autres propriétés ne sont pas satisfaites.*

Les propriétés satisfaites par $Propa^{\vec{z}_\sigma}$ sont à peu près les mêmes que celles satisfaites par la sémantique $Propa_\epsilon$ introduite dans [8]. Les différences concernent AvsFD qui est maintenant satisfaite par $Propa^{\vec{z}_\sigma}$ grâce à la distinction faite entre les arguments attaqués par la fonction de valuation, par contre SCT et CT qui ne sont plus satisfaites.

La fonction de valuation suivante prend en compte le statut de justification étendue (voir Définition 13).

Définition 20 *Soient $AF = \langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$ et $\vec{_{JS}}_\sigma = \langle \alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon, \omega \rangle$ un vecteur lié à la sémantique $\sigma \in \{co, pr, st, gr\}$. La fonction de valuation $v_{\vec{JS}_\sigma} : \mathcal{A} \rightarrow [0,1]$ est définie $\forall x \in \mathcal{A}$,*

$$v_{\vec{JS}_\sigma}(x) = \begin{cases} \alpha & si\ \mathcal{R}_1(x) = \emptyset \\ \beta & si\ \mathcal{JS}_\sigma(x) = \{in\}\ et\ \mathcal{R}_1(x) \neq \emptyset \\ \gamma & si\ \mathcal{JS}_\sigma(x) = \{in, undec\} \\ \delta & si\ \mathcal{JS}_\sigma(x) \in \{\{undec\}, \{in, out\}, \\ & \qquad \{in, undec, out\}\} \\ \epsilon & si\ \mathcal{JS}_\sigma(x) = \{undec, out\} \\ \omega & si\ \mathcal{JS}_\sigma(x) = \{out\} \end{cases}$$

avec $1 \geq \alpha > \beta > \gamma > \delta > \epsilon > \omega \geq 0$.

Exemple 5 *En appliquant la sémantique complète à l'AF de la Figure 1 et avec $\vec{_{JS}}_{co} = \langle 1, 0.8, 0.6, 0.4, 0.2, 0 \rangle$, nous obtenons les évaluations suivantes :*

$P_i^{\vec{JS}_{co}}$	a	b	c	d	e	f	g
0	1	0	0.4	0.4	0.2	0.6	0.2
1	1	-1	0	0	-0.4	0.4	-0.4
2	1	-1	1.4	0.4	0.6	1	-0.2

Ce qui donne le classement suivant :

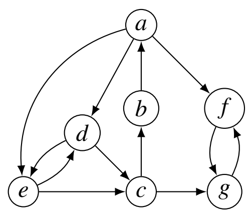
$$a >_{AF}^{P_{\vec{JS}_{co}}} f >_{AF}^{P_{\vec{JS}_{co}}} c >_{AF}^{P_{\vec{JS}_{co}}} d >_{AF}^{P_{\vec{JS}_{co}}} e >_{AF}^{P_{\vec{JS}_{co}}} g >_{AF}^{P_{\vec{JS}_{co}}} b$$

Comme le montre la proposition suivante, augmenter le nombre de distinctions entre les arguments attaqués permet de conserver l'idée des sémantiques de propagation de base tout en proposant une distinction plus fine.

Proposition 4 *Soit $\sigma \in \{co, pr, st, gr\}$. La sémantique $Propa^{\vec{z}_{JS_\sigma}}$ satisfait Abs, In, VP, DP, ↑AB, ↑DB, +AB, Tot, NaE et AvsFD. Les autres propriétés ne sont pas satisfaites.*

5 Améliorer les sémantiques à base d'extensions en utilisant les sémantiques à base de classement

Dans cette section, nous proposons trois méthodes visant à utiliser les sémantiques à base de classement pour modifier les résultats retournés par les sémantiques à base d'extensions. L'objectif des deux premières méthodes est de réduire le nombre d'extensions, afin de faciliter l'inférence, en utilisant les sémantiques à base de classement. La dernière méthode considère le classement retourné par les sémantiques à base de classement en tant qu'information préférentielle dans un cadre d'argumentation basé sur les préférences pour ne sélectionner que les attaques les plus convaincantes.



$\mathcal{E}_{gr}(AF) = \{\}$
$\mathcal{E}_{pr}(AF) = \{\{a, c\}, \{b, d, f\}, \{b, e, f\}, \{b, d, g\}, \{b, e, g\}\}$
$\mathcal{E}_{st}(AF) = \{\{a, c\}, \{b, d, f\}, \{b, e, f\}, \{b, d, g\}, \{b, e, g\}\}$
$\mathcal{E}_{co}(AF) = \{\emptyset, \{a, c\}, \{b, d, f\}, \{b, e, f\}, \{b, d, g\}, \{b, e, g\}\}$

$$Cat(AF) = b >_{\text{AF}}^{\text{Cat}} a >_{\text{AF}}^{\text{Cat}} c >_{\text{AF}}^{\text{Cat}} g >_{\text{AF}}^{\text{Cat}} d \simeq_{\text{AF}}^{\text{Cat}} e >_{\text{AF}}^{\text{Cat}} f$$

FIGURE 2 – Un AF possédant de nombreuses extensions

5.1 Sélectionner les meilleurs extensions

Comme le montre l'AF de la Figure 2, lorsque plusieurs cycles de longueur paire existent, les sémantiques à base d'extensions de Dung renvoient plusieurs extensions (à l'exception de la sémantique de base qui retourne toujours une extension unique). Comme discuté dans [17], sélectionner les arguments sceptiquement et crédulement acceptés peut être problématique dans ce cas de figure. En effet, l'utilisation de l'inférence sceptique peut ne fournir presque aucune information alors que l'inférence crédule peut retourner jusqu'à l'ensemble de tous les arguments. Par exemple, sur l'AF de la Figure 2, avec la sémantique préférée (la remarque s'applique également aux sémantiques stable et complète), l'ensemble des arguments sceptiquement acceptés est vide, alors que l'ensemble des arguments crédulement acceptés contient tous les arguments de AF. Certains travaux existants (*e.g.* [13, 3]) considèrent certains éléments supplémentaires (quand ils sont disponibles), comme les poids sur les attaques ou les préférences sur les arguments, pour réduire le nombre d'extensions. Cependant, notre objectif est de le faire sans aucune information supplémentaire. Alors que, dans [17], la relation d'attaque est prise en compte pour discriminer certaines extensions, nous proposons ici de considérer le classement renvoyé par une sémantique à base de classement pour sélectionner les "meilleures" extensions. Pour cela, nous proposons deux approches.

5.1.1 Comparer le rang des arguments

Le premier critère que nous considérons est le rang que possède un argument dans un classement d'arguments renvoyé par une sémantique à base de classement. Supposons qu'un agent veuille sélectionner les arguments les plus convaincants à mettre en avant dans un débat afin de convaincre un auditoire : l'agent souhaite utiliser les meilleurs arguments tout en restant cohérent et en étant capable de se défendre contre d'éventuelles attaques.

Définition 21 *Soit $AF = \langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$. Étant donné une sémantique à base de classement σ, le **rang** de $x \in \mathcal{A}$, noté $r_\sigma(x)$, est le niveau auquel il appartient dans la séquence ordonnée des classes d'équivalence de $\mathcal{A}$ étant donné $\succeq^{\sigma}_{AF}$. Ainsi $r_\sigma(x) = i$ où i est le plus long chemin $x_1 \succ^{\sigma}_{AF} \ldots \succ^{\sigma}_{AF} x_i \succ^{\sigma}_{AF} x$; et $r_\sigma(x) = 0$ si $\nexists y \in \mathcal{A}$ t.q. $y \succ^{\sigma}_{AF} x$.*

Exemple 6 *En considérant le classement retourné par la sémantique h-categoriser sur AF (Figure 2), le rang de chaque argument est $r_{Cat}(a) = 1$, $r_{Cat}(b) = 0$, $r_{Cat}(c) = 2$, $r_{Cat}(d) = 4$, $r_{Cat}(e) = 4$, $r_{Cat}(f) = 5$ et $r_{Cat}(g) = 3$.*

Étant donné une sémantique à base de classement, le multi-ensemble de rangs d'une extension obtenu à partir d'une sémantique à base d'extensions est composé du rang de chacun de ces arguments.

Définition 22 *Soient $AF = \langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$, σ_1 une sémantique à base d'extensions et σ_2 une sémantique à base de classement. Pour $\mathcal{E} = \{x_1, \ldots, x_n\} \in \mathcal{E}_{\sigma_1}(AF)$, son **multi-ensemble de rangs** est $rv_{\sigma_2}(\mathcal{E}) = (r_{\sigma_2}(x_1), \ldots, r_{\sigma_2}(x_n))$.*

Exemple 6 (cont.) *En se focalisant sur l'extension préférée $\{b, d, f\}$ et la sémantique h-categorizer, nous obtenons $rv_{Cat}(\{b, d, f\}) = (0, 4, 5)$.*

Nous utilisons une fonction d'agrégation afin d'agréger les valeurs appartenant au même multi-ensemble de rangs.

Définition 23 *Une fonction $\otimes$ est une fonction d'agrégation si $\forall n \in \mathbb{N}$, $\otimes$ est une fonction de $\mathbb{N}^n \to \mathbb{N}$ t.q.*
- $x_i \geq x'_i \Rightarrow \otimes(x_1, \ldots, x_i, \ldots, x_n) \geq \otimes(x_1, \ldots, x'_i, \ldots, x_n)$
- $\otimes(x_1, \ldots, x_n) = 0$ *ssi pour tout i,* $x_i = 0$
- $\otimes(x) = x$.

De nombreuses fonctions d'agrégation existent comme *sum*, *avg*, *max*, *min*, *leximax*, *leximin*, etc.

L'objectif est maintenant de comparer le score attribué à chaque extension afin de sélectionner les meilleures.

Définition 24 *Soient $AF = \langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$, σ_1 une sémantique à base d'extensions, σ_2 une sémantique à base de classement et $\otimes$ une fonction d'agrégation. L'ensemble des **extensions basées sur le rang** (RBE) est défini comme suit :*

$$\mathrm{RBE}^{\otimes}_{\sigma_1,\sigma_2}(AF) = \mathrm{argmin}_{\mathcal{E} \in \mathcal{E}_{\sigma_1}(AF)} \otimes(rv_{\sigma_2}(\mathcal{E}))$$

De toute évidence, l'ensemble d'extensions résultant dépend de la fonction d'agrégation choisie. En effet, l'utilisation de la moyenne favorise les extensions avec peu d'arguments mais qui ont un bon rang (même si ce ne sont pas les meilleurs rangs) alors que quand le leximin est utilisé, le nombre d'arguments n'a pas autant d'impact car le rang du meilleur argument de chaque extension est d'abord comparée et en cas d'égalité, les arguments avec le deuxième meilleur rang sont comparés, etc. Ainsi, un agent peut privilégier une fonction d'agrégation soit lexicographique ou basée sur la moyenne, en fonction de la manière dont il pense que le public percevra les arguments (se focaliser sur les plus significatifs ou évaluer le débat dans sa globalité).

Exemple 7 *Sélectionnons les meilleures extensions parmi celles retournées par la sémantique préférée dans l'AF de la Figure 2. Le rang de chaque argument est calculé en utilisant la sémantique h-categoriser. Nous nous focalisons sur la moyenne et le leximin comme fonction d'agrégation.*

	$\mathcal{E}_{pr}(AF)$	$\mathcal{L}eximin$	avg
$\mathcal{E}_1$	$\{a, c\}$	$(1, 2)$	1.5
$\mathcal{E}_2$	$\{b, d, f\}$	$(0, 4, 5)$	3
$\mathcal{E}_3$	$\{b, e, f\}$	$(0, 4, 5)$	3
$\mathcal{E}_4$	$\{b, d, g\}$	$(0, 3, 4)$	2.33
$\mathcal{E}_5$	$\{b, e, g\}$	$(0, 3, 4)$	2.33

Donnant $\mathrm{RBE}^{\mathcal{L}eximin}_{pr,Cat}(AF) = \{\mathcal{E}_4, \mathcal{E}_5\}$ *et* $\mathrm{RBE}^{avg}_{pr,Cat}(AF) = \{\mathcal{E}_1\}$.

Proposition 5 *Pour tout $\otimes$, pour toutes sémantiques σ_1 et σ_2, pour tout $AF = \langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$, pour tout $x \in \mathcal{A}$,*
— $\texttt{RBE}^{\otimes}_{\sigma_1,\sigma_2}(AF) \subseteq \mathcal{E}_{\sigma_1}(AF)$
— $sa_{\sigma_1}(AF) \subseteq \bigcup_{\mathcal{E} \in \texttt{RBE}^{\otimes}_{\sigma_1,\sigma_2}(AF)} \mathcal{E} \subseteq ca_{\sigma_1}(AF)$

Baroni et Giacomin [4] ont défini un ensemble de propriétés pour les sémantiques à base d'extensions. Vérifions lesquelles sont satisfaites par RBE.

Proposition 6 *Soient $\otimes$ une fonction d'agrégation et σ_2 une sémantique à base de classement. Soit α une propriété parmi I-maximality, Admissibility, Strong Admissibility, Reinstatement, Weak Reinstatement et CF-Reinstatement [4]. Si la sémantique à base d'extensions σ_1 satisfait α, alors $\texttt{RBE}^{\otimes}_{\sigma_1,\sigma_2}$ satisfait α.*

Ainsi, RBE satisfait les mêmes propriétés que la sémantique à base d'extensions (ou de labellings) initiale, à l'exception de la propriété Directionality, comme dans [17].

5.1.2 Comparaison deux à deux

Notre seconde approche vise à comparer toutes les extensions deux à deux en fonction du nombre d'arguments d'une extension qui sont plus acceptables que les arguments d'une autre extension. Un tel choix de comparaison pourrait être intéressant lorsque l'utilisateur aura la possibilité de proposer lui-même des extensions alternatives et de demander une justification quant à la raison pour laquelle cette autre extension n'a pas été sélectionnée.

Définition 25 *Soient $AF = \langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$, σ_1 une sémantique à base d'extensions, σ_2 une sémantique à base de classement et $\mathcal{E}, \mathcal{E}' \in \mathcal{E}_{\sigma_1}(AF)$.*
$\mathcal{N}_{\sigma_2}(\mathcal{E}, \mathcal{E}') = |\{(x, y) \text{ t.q. } x \succ^{\sigma_2}_{AF} y \text{ avec } x \in \mathcal{E} \text{ et } y \in \mathcal{E}'\}|$

Exemple 8 *Considérons l'ensemble des extensions préférées de AF (Figure 2) et le classement retourné par h-categoriser. On a $\mathcal{N}_{Cat}(\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_4) = 4$ car $c \succ^{Cat} d$, $c \succ^{Cat} g$, $a \succ^{Cat} d$ et $a \succ^{Cat} g$. La table suivante contient les résultats des comparaisons de toutes les paires d'extensions :*

$\mathcal{N}_{Cat}$	$\mathcal{E}_1$	$\mathcal{E}_2$	$\mathcal{E}_3$	$\mathcal{E}_4$	$\mathcal{E}_5$
$\mathcal{E}_1 = \{a, c\}$	×	4	4	4	4
$\mathcal{E}_2 = \{b, d, f\}$	2	×	0	0	0
$\mathcal{E}_3 = \{b, e, f\}$	2	0	×	0	0
$\mathcal{E}_4 = \{b, d, g\}$	2	1	1	×	0
$\mathcal{E}_5 = \{b, e, g\}$	2	1	1	0	×

L'approche consiste à compter le nombre d'extensions « vaincues » par chaque extension et sélectionner celle(s) obtenant le meilleur score.

Définition 26 *Soient $AF = \langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$, σ_1 une sémantique à base d'extensions et σ_2 une sémantique à base de classement. L'ensemble des* ***extensions basées sur l'acceptabilité*** *(ABE) est défini comme suit :* $\texttt{ABE}_{\sigma_1,\sigma_2}(AF) =$
$\operatorname{argmax}_{\mathcal{E} \in \mathcal{E}_{\sigma_1}(AF)} |\{\mathcal{E}' \in \mathcal{E}_{\sigma_1}(AF) : \mathcal{N}_{\sigma_2}(\mathcal{E}, \mathcal{E}') > \mathcal{N}_{\sigma_2}(\mathcal{E}', \mathcal{E})\}|$

Exemple 8 (cont.) *L'extension $\mathcal{E}_1$ bat toutes les autres extensions donc $\texttt{ABE}_{pr,Cat}(AF) = \{\mathcal{E}_1\}$.*

Proposition 7 *Pour toutes sémantiques σ_1 et σ_2, pour tout $AF = \langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$, pour tout $x \in \mathcal{A}$,*
— $\texttt{ABE}_{\sigma_1,\sigma_2}(AF) \subseteq \mathcal{E}_{\sigma_1}(AF)$
— $sa_{\sigma_1}(AF) \subseteq \bigcup_{\mathcal{E} \in \texttt{ABE}_{\sigma_1,\sigma_2}(AF)} \mathcal{E} \subseteq ca_{\sigma_1}(AF)$

Tout comme RBE, la sémantique ABE satisfait globalement les mêmes propriétés que la sémantique initiale.

Proposition 8 *Soit σ_2 une sémantique à base de classement. Soit α une propriété parmi I-maximality, Admissibility, Strong Admissibility, Reinstatement, Weak Reinstatement et CF-Reinstatement [4]. Si la sémantique à base d'extensions σ_1 satisfait α, alors $\texttt{ABE}_{\sigma_1,\sigma_2}$ satisfait α.*

5.2 Suppression d'attaques

La dernière modification des sémantiques à base d'extensions que nous proposons est une modification plus radicale puisqu'elle prend beaucoup plus en considération le classement retourné par les sémantiques à base de classement. L'idée ici est de donner une plus grande priorité aux arguments les plus acceptables selon une sémantique à base de classement, en ne considérant que les attaques provenant des arguments plus acceptables que leurs cibles. Nous avons choisi d'utiliser le cadre d'argumentation basé sur les préférences de Amgoud et Cayrol [2] en considérant le classement retourné par une sémantique à base de classement comme relation de préférence entre les arguments.

Amgoud et Cayrol [2] redéfinissent la relation d'attaque en disant qu'un argument x attaque un argument y si et seulement s'il existe bien une attaque de x vers y mais avec la condition supplémentaire que y ne soit pas préféré à x selon le relation de préférence. Cette nouvelle relation d'attaque est ensuite utilisée pour définir les extensions et l'acceptabilité des arguments de manière standard.

Définition 27 *Soient $AF = \langle \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$ et σ une sémantique à base de classement. Un AF_σ est un triplet $\langle \mathcal{A}', \mathcal{R}', \succeq^{\sigma}_{AF} \rangle$ où :*
— $\mathcal{A}' = \mathcal{A}$
— $\mathcal{R}' = \{(a, b) \mid (a, b) \in \mathcal{R} \text{ et } a \succeq^{\sigma}_{AF} b\}$
— *$\succeq^{\sigma}_{AF}$ est le classement sur $\mathcal{A}$ retourné par σ sur AF*

Exemple 9 *Illustrons cela sur l'AF de la Figure 2 avec la sémantique h-categoriser. Les attaques suivantes doivent être retirées : (c, b) (car $b \succ^{Cat}_{AF} c$), (d, c) (car $c \succ^{Cat}_{AF} d$), (e, c) (car $c \succ^{Cat}_{AF} e$) and (f, g) (car $g \succ^{Cat}_{AF} f$). Les extensions de AF_{Cat} sont donc : $\mathcal{E}_{gr}(AF_{Cat}) = \{b, c, f\}$, $\mathcal{E}_{co}(AF_{Cat}) = \{\{b, c, f\}, \{b, c, e, f\}, \{b, c, d, f\}\}$, $\mathcal{E}_{pr}(AF_{Cat}) = \mathcal{E}_{st}(AF_{Cat}) = \{\{b, c, e, f\}, \{b, c, d, f\}\}$.*

Notons que ces nouvelles extensions ne sont pas nécessairement sans-conflits par rapport au système d'argumentation original à cause de la suppression de certaines attaques. Mais cela n'est pas surprenant car ces attaques sont considérées comme illégitimes selon la nouvelle relation d'attaque. Dans [9, Definition 30], une méthode est donnée pour rendre ces extensions sans-conflits.

6 Conclusion

Les sémantiques à base d'extensions et celles à base de classement offrent des évaluations différentes pour les systèmes d'argumentation. Bien qu'elles puissent être utilisées séparément pour différentes applications, il est également intéressant de combiner ces deux approches afin de tirer le meilleur de ces deux types d'évaluation. Dans ce travail, plusieurs approches sont proposées pour combiner ces sémantiques. Plus précisément, nous avons affiné les sémantiques à base de classement en utilisant des informations provenant du statut d'acceptabilité (ou de justification) des arguments issues des sémantiques à base d'extensions. Puis, nous avons procédé au processus inverse en modifiant les extensions pour ne sélectionner que les meilleures d'entre elles, soit en utilisant directement le classement entre arguments ou à l'aide d'informations préférentielles issues des sémantiques à base de classement. Pour chacune d'entre elles, nous avons montré qu'elles gardent globalement les mêmes propriétés logiques.

Références

[1] Alchourrón, Carlos E., Peter Gärdenfors et David Makinson: *On The Logic Of Theory Change : Partial Meet Contraction And Revision Functions*. Journal of Symbolic Logic, 50 :510–530, 1985.

[2] Amgoud, Leila et Claudette Cayrol: *Inferring from Inconsistency in Preference-Based Argumentation Frameworks*. International Journal of Automated Reasoning, 29(2) :125–169, 2002.

[3] Amgoud, Leila et Srdjan Vesic: *Rich preference-based argumentation frameworks*. International Journal of Approximate Reasoning, 55(2) :585–606, 2014.

[4] Baroni, Pietro et Massimiliano Giacomin: *On principle-based evaluation of extension-based argumentation semantics*. Artificial Intelligence, 171(10-15) :675–700, 2007.

[5] Baroni, Pietro, Antonio Rago et Francesca Toni: *How Many Properties Do We Need for Gradual Argumentation ?* Dans *AAAI'18*, 2018.

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

[7] Bonzon, Elise, Jérôme Delobelle, Sébastien Konieczny et Nicolas Maudet: *A Comparative Study of Ranking-based Semantics for Abstract Argumentation*. Dans *AAAI'16*, pages 914–920, 2016.

[8] Bonzon, Elise, Jérôme Delobelle, Sébastien Konieczny et Nicolas Maudet: *Argumentation Ranking Semantics Based on Propagation*. Dans *COMMA'16*, pages 139–150, 2016.

[9] Bonzon, Elise, Jérôme Delobelle, Sébastien Konieczny et Nicolas Maudet: *Combining Extension-Based Semantics and Ranking-Based Semantics for Abstract Argumentation*. Dans *KR'18*, pages 118–127, 2018.

[10] Caminada, Martin: *On the Issue of Reinstatement in Argumentation*. Dans *JELIA'06*, pages 111–123, 2006.

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

[12] Costa Pereira, Célia da, Andrea Tettamanzi et Serena Villata: *Changing One's Mind : Erase or Rewind ?* Dans *IJCAI'11*, pages 164–171, 2011.

[13] Coste-Marquis, Sylvie, Sébastien Konieczny, Pierre Marquis et Mohand Akli Ouali: *Selecting Extensions in Weighted Argumentation Frameworks*. Dans *COMMA'12*, pages 342–349, 2012.

[14] Delobelle, Jérôme: *Ranking-based Semantics for Abstract Argumentation*. Thèse de doctorat, 2017.

[15] 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.

[16] Katsuno, Hirofumi et Alberto O. Mendelzon: *Propositional Knowledge Base Revision and Minimal Change*. Artificial Intelligence, 52 :263–294, 1991.

[17] Konieczny, Sébastien, Pierre Marquis et Srdjan Vesic: *On Supported Inference and Extension Selection in Abstract Argumentation Frameworks*. Dans *ECSQARU'15*, pages 49–59, 2015.

[18] Leila, Amgoud et Jonathan Ben-Naim: *Ranking-Based Semantics for Argumentation Frameworks*. Dans *SUM'13*, pages 134–147, 2013.

[19] Leite, João et João Martins: *Social Abstract Argumentation*. Dans *IJCAI'11*, pages 2287–2292, 2011.

[20] Makinson, David: *General Patterns in Nonmonotonic Reasoning*. Dans *Handbook of Logic in Artificial Intelligence and Logic Programming (Vol. 3)*, pages 35–110. Oxford University Press, 1994.

[21] Pu, Fuan, Jian Luo, Yulai Zhang et Guiming Luo: *Argument Ranking with Categoriser Function*. Dans *KSEM'14*, pages 290–301, 2014.

[22] Wu, Yining et Martin Caminada: *A Labelling-Based Justification Status of Arguments*. Studies in Logic, 3(4) :12–29, 2010.