



HAL
open science

La logique contextuelle générale

Arnaud Kohler

► **To cite this version:**

| Arnaud Kohler. La logique contextuelle générale. 2021. <hal-03195162v1>

HAL Id: hal-03195162

<https://hal.science/hal-03195162v1>

Preprint submitted on 10 Apr 2021 (v1), last revised 29 Oct 2022 (v7)

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

La logique contextuelle générale

Arnaud Kohler

Arnaud.kohler@pacariane.com

Résumé

La recherche de la modélisation du raisonnement humain a conduit à une multiplication des langages formels au cours du XX^{ième} siècle. Chacun réussissait à capturer une capacité d'inférence particulière – au dépend toutefois d'autres propriétés. L'union semblait impossible, signifiant l'échec de l'approche symbolique en Intelligence Artificielle. A la fin du Xième siècle, les efforts se sont alors concentrés sur l'approche statistique, ou connexionniste. Le constat d'un second revers émerge aujourd'hui. Nous présentons dans cet article les causes de ces échecs, basés l'un et l'autre sur le même manque : l'incapacité de réflexivité dans la mécanique du raisonnement. Ce constat corrigé, nous proposons un langage formel unificateur des logiques existantes.

Abstract

The search for a model of human reasoning led to a multiplication of formal languages during the 20th century. Each succeeded in capturing a particular inference capacity - at the expense of other properties. The union seemed impossible, signifying the failure of the symbolic approach in Artificial Intelligence. At the end of the 10th century, efforts were concentrated on the statistical or connectionist approach. The observation of a second setback is emerging today. We present in this article the causes of these failures, both based on the same lack: the incapacity of reflexivity in the mechanics of reasoning. Once this observation is corrected, we propose a formal language that unifies existing logics.

Nos postulats

Nous adossons notre approche à trois postulats. Nous ne les instruisons pas, n'en faisant qu'une présentation succincte, et invitons les lecteurs intéressés à approfondir leur réflexion aux travers des nombreux ouvrages en la matière. Ces postulats sont affirmés par certains, et infirmés par au moins autant d'autres. Nous assumons l'incapacité d'en proposer une démonstration définitive - si ce n'est par les constats empiriques que nous présenterons.

1) Le raisonnement est faillibiliste

Le raisonnement conclue « mécaniquement » à la validité de toute proposition qui ne serait pas explicitement questionnée ou contredite. Cette propriété entraîne que toute croyance à date est susceptible d'être révisable suite à la prise en compte de nouvelles informations.

2) Le raisonnement est perspectiviste

Le raisonnement n'analyse pas un ensemble d'informations comme un tout unique, mais considère la croyance comme la somme des perspectives que nous avons sur chaque information considérée unitairement.

3) Le raisonnement suit les principes d'Aristote

Les règles syntaxiques du raisonnement sont les principes du tiers exclu (a est vrai ou faux), de non-contradiction (a n'est pas à la fois vrai et faux), et d'identité (a est a). Elles sont autonomes de la sémantique.

Critique des langages classiques

Par « langage classique », nous entendons ici l'ensemble des langages formels, à l'exception de la logique contextuelle sur laquelle nous reviendrons plus loin.

La logique propositionnelle

En logique propositionnelle, un ensemble de connaissances est considéré comme un tout. Il n'est possible de raisonner que sur un contexte unique à la fois, celui-ci ne pouvant être appréhendé que dans sa globalité. La logique propositionnelle est mono-contextuelle, et en tant que tel elle n'est ni faillibiliste ni perspectiviste.

Les logiques modales épistémiques

Notre étude portant sur la modélisation des croyances, nous restreignons notre critique aux logiques épistémiques, sans préjuger toutefois de sa pertinence générale. Les logiques modales épistémiques introduisent dans la syntaxe un nouveau connecteur, sensé traduire la « nécessité » d'une proposition. L'exercice est immédiatement contradictoire avec le postulat

de faillibilisme, qui rejette toute connaissance absolue – et ne résout pas l’insuffisance du formalisme propositionnel, sur lequel les logiques modales sont adossées.

Les logiques des prédicats

Les logiques des prédicats introduisent un quantificateur universel, sensé traduire une validité permanente. La contradiction avec le postulat faillibiliste est immédiate et, dans ce cas aussi, ne résout pas l’insuffisance du formalisme propositionnel sur lequel ces logiques sont adossées. D’autre part, le quantificateur introduit les notions de fonction et de variable dans le langage, en contradiction avec le postulat qui veut que toute proposition est syntaxiquement équivalente.

La logique contextuelle

Elle est construite par application du postulat contextuel sur la logique propositionnelle : « Soit L un langage formel muni de la fonction d’interprétation syntaxique \models . Une formule bien formée f de L est un ensemble de signes qui n’a pas de signification. Son sens est porté par une pensée, qui est une proposition élémentaire de L . Pour c symbolisant cette pensée, la relation entre c et f est $c \models f$ ».

L’expression $c \models f$ n’affirme ni la pensée c ni la phrase f , mais la connaissance que la phrase f exprime la pensée c . Cette propriété apporte au langage une propriété réflexive, permettant de raisonner sur les relations exprimées par f (comme pour les logiques classiques), mais aussi d’exploiter la relation entre c et f . Le lecteur intéressé trouvera dans les documents indiqués en bibliographique une description détaillée de la logique contextuelle et des contextes épistémiques, qui sont le fondement de la sémantique contextuelle.

Elle garantit la cohérence syntaxique de toute théorie, respecte les principes d’Aristote, et s’adosse à une sémantique faillibiliste et perspectiviste. Notons par ailleurs que c est syntaxiquement une proposition comme une autre. Les formules ne vérifiant pas le postulat contextuel ne sont pas syntaxiquement interdites, elles ne portent simplement pas de sémantique.

Les propriétés de la logique contextuelle

Pour en faciliter la compréhension, nous allons présenter la logique contextuelle *via* un cas « concret ». Supposons donc un ensemble de connaissances composé des pensées suivantes :

« Les oiseaux sont des animaux herbivores et grégaires qui volent. Les hirondelles et les autruches sont des oiseaux. Les autruches ne volent pas. Les félins sont des animaux carnivores et solitaires. Les lions et les chats sont des félins. Les lions sont grégaires. Les animaux grégaires ne sont pas solitaires. Les félins ne sont pas des oiseaux. Si un félin rencontre un oiseau, alors il y a une attaque. Les pensées « Les oiseaux volent » et « Les félins sont solitaires » sont parfois vraies et parfois fausses ».

Il est juste impossible de modéliser cet ensemble de connaissances par les logiques classiques. Il contient en effet les deux principales difficultés qui ont conduit à leur échec :

- 1) *« Les oiseaux volent et ne volent pas »*. 3 tentatives ont été faites pour le résoudre :
 - remplacer la phrase par « les oiseaux qui ne sont pas des autruches volent ». L'affirmation perd alors son caractère général. La conséquence immédiate est une explosion combinatoire,
 - autoriser l'incohérence dans la théorie, en acceptant simultanément des formules vraies et fausses. Cela conduit à restreindre les principes d'Aristote,
 - introduire de nouvelles règles de production, sur le principe suivant : « ce qui n'est pas explicitement faux est vraie ». De notre point de vue, cela a été la tentative la plus juste. Elle se heurte toutefois à d'autres difficultés, que le lecteur découvrira par exemple dans la bibliographie portant sur la logique des défauts.

- 2) *« Les félins ne sont pas des oiseaux »*. Cette connaissance interdit dans une théorie l'existence simultanée d'un félin et d'un oiseau sous peine de contradiction. Cela ne permet pas l'exploitation de la connaissance *« Si un félin rencontre un oiseau, alors il y a une attaque »*. La solution retenue classiquement est l'utilisation de la logique des prédicats.

Pourtant, la syntaxe propositionnelle est suffisante pour modéliser et interpréter correctement cet ensemble de connaissances en exploitant une sémantique contextuelle. Le principe est d'associer chaque expression *f* à la pensée *c* qui la porte. Les contextes épistémiques sélectionnent ensuite les pensées adéquates en fonction de la perspective analysée.

« *Les oiseaux volent et ne volent pas* ». Cette connaissance est connue comme parfois vraie et parfois fausse. La solution contextuelle est dans l'exploitation de la propriété faillibiliste du formalisme. Les hirondelles volent parce que rien ne dit qu'elles ne volent pas. A l'opposé, les autruches ne volent pas parce que c'est explicitement indiqué.

« *Les félins ne sont pas des oiseaux* ». Les contextes épistémiques de la vision consolidée « *félin et oiseau* » produisent l'ensemble des propriétés non contradictoires communes aux 2 espèces, mais ne permettent pas d'inférer la proposition « *attaque* ». Cependant, la conjonction des contextes calculés séparément sur « *félin* » et sur « *oiseau* », ou sur « *chat* » et « *hirondelle* » par exemple, infèrera le résultat recherché, à savoir la résultante de trois perspectives : celle décrivant « *chat* », celle décrivant « *hirondelle* », et celle portant les inférences de ces deux perspectives considérées séparément – donc le prédicat « *attaque* » pour cet exemple.

Dans l'exemple proposé, nous avons introduit une seconde exception (« *contrairement aux félins en général, les lions ne sont pas solitaires mais grégaires* ») pour tester le comportement de la théorie. Les contextes épistémiques identifient automatiquement les combinaisons adéquates des pensées pour fournir les bonnes interprétations selon les perspectives analysées.

La fonction sémantique décrite est récursive. Elle caractérise la logique contextuelle générale.

Conclusion

Sous leur apparente simplicité, les règles logiques cachent une réelle complexité d'utilisation. Un piège consiste à biaiser le raisonnement et les conclusions en pratiquant involontairement des inférences « de bon sens commun » pour obtenir la conclusion souhaitée. Pour pallier ce risque, nous avons développé un système expert reproduisant la sémantique contextuelle en restant dans le strict cadre de la syntaxe propositionnelle.

Les propriétés de la logique contextuelle que nous venons de présenter ont donc été vérifiées et validées « mécaniquement » - sur l'exemple présenté, mais aussi sur d'autres cas, plus simples et plus complexes. D'autre part, profitant de la propriété de garantie de la cohérence syntaxique,

des fonctions d'apprentissage ont été implémentées pour permettre au système d'absorber n'importe quel ensemble de connaissances.

Associée à la sémantique contextuelle, la syntaxe de la logique propositionnelle est donc suffisante pour modéliser et exploiter des informations éventuellement incomplètes, incohérentes, modales ou relevant de prédicats, et propose un formalisme qui unifie l'ensemble des langages formels classiques. Ce résultat ne préjuge pas de ce qu'est l'Intelligence, ni même de ce que sera l'Intelligence Artificielle, mais permet de surmonter l'échec rencontré au XX^{ième} siècle par l'Intelligence Artificielle symbolique, et invite à rouvrir ce dossier.

Références bibliographiques

- ANDLER, Daniel, *Introduction aux sciences cognitives*, Gallimard, 2004
- BENTZ, Robert, *L'intelligence artificielle est bien aujourd'hui une escroquerie*, Le Monde, 24 novembre 2019
- CARDON, Dominique, COINTET Jean-Philippe, MAZIERES Antoine, *La revanche des neurones. L'invention des machines inductives et la controverse de l'intelligence artificielle*, Réseaux 2018/5 (n° 211), 2018
- COLMERAUER, Alain, KANOUI, Henry, CAN CANEGHEM, Michel, *Prolog, bases théoriques et développements actuels*, Techniques et Science Informatiques, vol. 2, no 4, 1983
- DESCARTES, René, *Méditations métaphysiques. Objections et Réponses (I à VI)*, édition sous la direction de Jean-Marie Beyssade et de Denis Kambouchner, éd. Gallimard Tel (2018), 1641
- DUCROT, Oswald, *Langue et pensée formelle*, Langue française, n°12, Linguistique et mathématique, sous la direction de M.-C. Barbault et Oswald Ducrot, 1971
- EZRATTY, Olivier, *Les usages de l'intelligence artificielle*, 2019
- FAUBLEE, Jacques, *L'origine du mot malgache harena*, dans *Tradition et dynamique sociale à Madagascar*, Collection IDERIC, 1978/9, 1978
- GÄRDENFORS, Peter, MAKINSON, David, *Relations between the logic of theory change and nonmonotonic logic*, in André Fuhrmann and Michael Morreau, eds. *The Logic of Theory Change*, LNAI-465, 1991
- JULIA, Luc, *L'intelligence artificielle n'existe pas*, Broché, 2019

- KOHLER, Arnaud, *La logique contextuelle*, CCSD HAL, référence hal-02120285, 2019
- KRIPKE, Saul Aaron, *Semantical considerations on modal logic, Reference and Modality*, L. linsky (éditeur), Oxford University Press, London, 1971
- LUKASZEWICZ, Jan, *Many-Valued Systems of Propositional Logic*, eds. S. Mc Call, polish Logic, Oxford University Press, Oxford, 1967
- MC CARTHY, John, *Circumscription - A Form of Non Monotonic Reasoning*, Artificial Intelligence 13, 1980
- NORMAN, Donald, *Models of human memory*, Academic Press, New York, 1970
- PITRAT, Jacques, *Méta-connaissance, Futur de l'Intelligence Artificielle*, Hermes, 1990
- RASTIER, François, *Sémiotique et science de la culture*, Linx, 44 | 2001, 2001
- REITER, Ray, *A logic for default reasoning*, Artificial Intelligence 13, 1980
- ROUGIER, Nicolas P., *Pourquoi votre chat est nul aux échecs et pourtant plus intelligent qu'une IA*, Université de Bordeaux, référence hal-02322085, 2019
- ROULIN, Jean-Luc, *Psychologie cognitive*, rédaction sous la coordination de Jean-Luc Roulin, édition Bréal, 2006
- SAUVAYRE, Romy, *Croire à l'incroyable*, Presses Universitaires de France, 2012
- PITRAT, Jacques, *Méta-connaissance, Futur de l'Intelligence Artificielle*, Hermes, 1990
- REITER, Raymond, *A logic for default reasoning*, Artificial Intelligence 13, 1980
- THAYSE, André & co-auteurs, *Approche logique de l'intelligence artificielle*, Dunod informatique, 1993
- VAN HAECHT, Louis, *Le problème de l'origine du langage*, Revue Philosophique de Louvain, 1947
- VILLANI, Cédric & co-auteurs, *Donner un sens à l'Intelligence Artificielle – Pour une stratégie nationale et européenne*, mission parlementaire du 8 septembre 2017 au 8 mars 2018 confiée par le premier ministre Edouard Philippe, 2018
- [WILU] WITTGENSTEIN, Ludwig, *Tractatus logico-philosophicus*, traduction Gilles Gaston Granger, éd. Gallimard Tel (1993), 1921