

Gheorghe-Ilie FÂRTE
Université « Alexandru Ioan Cuza » de Iași

Traits essentiels d'une formalisation adéquate

Essential Traits of Adequate Formalization

Abstract: In order to decide whether a discursive product of human reason corresponds or not to the logical order, one must analyze it in terms of syntactic correctness, consistency, and validity. The first step in logical analysis is formalization, that is, the process by which logical forms of thoughts are represented in different formal languages or logical systems. Although each thought can be properly formalized in different ways, the formalization variants are not equally adequate. The adequacy of formalization seems to depend on several essential features: parsimony, accuracy, transparency, fertility and reliability. Because there is a partial antinomy between these traits, it is impossible to find a perfectly adequate variant of formalization. However, it is possible and preferable to reach a reasonable compromise by choosing the variant of formalization which satisfies all of these fundamental characteristics.

Keywords: logical order, logical form, formalization, adequacy, syntactic correctness, coherence, validity.

1. Introduction : l'ordre des formes logiques

Les progrès scientifiques dans tous les domaines de la connaissance humaine et les performances discursives dans toutes les situations de communication dépendent nécessairement de l'*ordre logique* des pensées. Contrairement à l'ordre discursif « étroitement dépendant de la situation d'interlocution », l'ordre logique est « fixe, atemporel et détaché des contingences de la communication » (Apothéloz & Miéville 1985, 58). L'ordre logique des pensées n'est pas sensible au contexte. En d'autres termes, l'ordre logique n'est pas et ne peut pas être influencé par les

propriétés du monde physique, par les changements de la réalité sociale, par les paramètres des interactions communicationnelles ou par les buts envisagés par les communicateurs.

L'ordre logique repose essentiellement sur trois piliers: (a) l'*exactitude* syntaxique des expressions de la pensée; (b) la *cohérence* des termes, propositions et ensembles de propositions; (c) la *validité* des arguments. Les logiciens peuvent évaluer *tout* produit discursif de la raison humaine en termes d'exactitude syntaxique, de cohérence et de validité quel que soit le domaine auquel il appartient: les sciences de la vie, les sciences sociales, les sciences naturelles, la vie quotidienne, etc. Pour décider si les pensées qu'ils évaluent respectent l'ordre logique ou non, les logiciens n'ont pas besoin de connaissances substantielles sur ces domaines. L'explication réside dans le fait qu'ils doivent considérer uniquement les *formes logiques* des pensées, pas leur contenu. Le processus par lequel les logiciens suppriment le contenu des pensées ne révélant que leurs formes logiques constitue la première étape de toute analyse logique et porte le nom de *formalisation*.

2. Traits de la formalisation

La formalisation ne vise pas à représenter *la* forme logique d'un objet discursif car, en général, on peut assigner aux objets discursifs plusieurs formes logiques, de manière plus ou moins spécifique (Brun 2014). La pluralité des formes logiques dérive de la multitude de langages formels ou de systèmes logiques dans lesquels la formalisation est effectuée. Ainsi, les phrases exprimées dans une langue naturelle donnée (par exemple le roumain) peuvent être formalisées – de manière progressivement plus fine – dans le langage formel de la logique propositionnelle, de la logique de prédicat du premier ordre, de la logique de prédicat du deuxième ordre, etc. La formalisation et l'ensemble du processus d'analyse logique peuvent être affinés en tenant compte des extensions de la logique traditionnelle, telles que la logique temporelle, la logique modale, la logique multivalente, la logique floue, la logique érotétique ou la logique des impératifs. En affinant le processus de formalisation, on peut représenter et raisonner sur des formes logiques de plus en plus complexes, sans prendre en compte aucun contenu de pensées.

La pluralité des systèmes logiques et des langages formels permet aux logiciens de formaliser correctement les mêmes pensées de différentes manières. Cependant, même si toutes les variantes de formalisation s'avèrent correctes, elles ne sont pas toutes adéquates. Dans

ce qui suit, je soutiendrai qu'il est justifié de préférer une variante donnée de la formalisation dans la mesure où elle présente – dans une mesure satisfaisante – cinq traits essentiels: (a) la parcimonie, (b) l'exactitude, (c) la transparence, (d) la fécondité et (e) la fiabilité. Parce qu'il subsiste une antinomie partielle entre les traits mentionnés ci-dessus, il est impossible de trouver une variante de formalisation qui remplit toutes les conditions d'adéquation au plus haut degré. Par conséquent, il suffit d'obtenir un compromis raisonnable.

3. Langages naturels vs. langages formels

Puisque la formalisation s'applique aux expressions d'un langage naturel et prend des valeurs dans l'ensemble des expressions d'un langage formel, il est important de reconnaître les similitudes et les différences essentielles entre les deux types de langages. Les langages naturels et les langages formels sont également des systèmes de signes composés d'un vocabulaire et d'un ensemble de règles d'utilisation des signes. Mais ils diffèrent sur au moins quatre aspects fondamentaux.

Les langages naturels sont des systèmes de signes (a) universels, (b) fermés, (c) inexacts et (d) indifférents en termes d'expression (Enescu 1985, 167-172 ; Botezatu 1971, 195). Plus précisément, les langages naturels permettent aux locuteurs de se référer à tous les domaines de l'existence humaine. Ils sont leur propre métalangage. Leurs règles de formation et de désignation sont flexibles et tolèrent des écarts jusqu'à un certain degré. Enfin, ils contiennent des signes diverses et variés qui peuvent également être écrits et parlés.

Par contraste, les langages formels sont des systèmes de signes (a') partiels, (b') ouverts, (c') précis et (d') exclusivement écrits (Enescu 1985, 167-172 ; Botezatu 1971, 195). En d'autres termes, les langages formels ne peuvent pas exprimer tout ce qui peut généralement être exprimé. Ils ne sont pas autoréflexifs et, par conséquent, ils ont besoin d'un autre système de signes comme métalangage). Leurs règles de formation et de désignation sont si rigides qu'elles ne tolèrent aucun écart. Enfin, les langages formels ne contiennent que des signes écrits. Le fait que certaines formules dans les langues officielles soient « lues » représente une simple concession ou licence qui n'invalide pas la spécification ci-dessus (*cf.* Fârte 1999, 7-8).

Les expressions des langages formels sont généralement classifiées selon deux critères: (a) la précision avec laquelle le référent est indiqué et (b) le degré de saturation des expressions. Les expressions qui dénotent

un certain objet de manière univoque sont considérées comme des *constantes logiques*. Dans le cas des *constantes définies*, la signification des expressions est précisée dans le langage formel. Les significations des *constantes primitives* sont définies dans le métalangage du langage formel (cf. Fârte 1999, 8-9).

Les expressions qui désignent de manière imprécise ou ambiguë un objet fonctionnant comme « noms ambigus », « noms temporaires » ou « pseudonymes » jouent le rôle de *variables logiques*. Les expressions non saturées qui doivent être complétées par d'autres expressions sont considérées comme des *syncatégorèmes* ou des *opérateurs logiques*. Les expressions saturées, qui ne peuvent jouer que le rôle d'argument des opérateurs sont étiquetées comme des *catégorèmes*. Dans le système de la logique traditionnelle, l'ensemble de *catégorèmes* est composé de *termes* et de *propositions* (cf. Fârte 1999, 8-9).

Comme déjà mentionné, la formalisation des pensées exprimées dans un langage naturel implique leur corrélation avec les expressions d'un système logique. Toutes les opérations sous-jacentes au processus de formalisation – l'abstraction, la désambiguïsation, l'explicitation, la reformulation sur certaines « structures canoniques » et la traduction – sont réalisées dans un métalangage. Ce langage d'ordre supérieur a une *structure hybride* contenant à la fois les expressions d'un langage naturel, les formules d'un langage formel et les règles qui autorisent l'utilisation de ce mélange complexe de signes.

4. L'adéquation de la formalisation dans la logique propositionnelle

La formalisation dans le système de logique propositionnelle (**LP**) est la plus grossière, mais, en vue d'atteindre certains objectifs de l'analyse logique, elle peut s'avérer être la variante de formalisation la plus adéquate.

Le vocabulaire du système de logique propositionnelle contient les éléments suivants :

- un ensemble infini dénombrable de variables propositionnelles: $p, q, r, s, p_1, q_1, r_1, s_1, p_2, \dots$;
- les constantes propositionnelles (ou connecteurs nullaires) 1 et 0, appelés respectivement *le vrai* et *le faux* ;
- le connecteur unaire \sim , appelé *la négation* ;
- les connecteurs binaires $\wedge, \vee, \rightarrow, \leftarrow, \leftrightarrow, \downarrow$ et w , appelés respectivement *la conjonction*, *la disjonction inclusive*,

l'implication matérielle, l'équivalence, la réjection et la non-équivalence;

- l'opérateur \vdash , appelé *la déduction logique* ou *l'affirmation d'un théorème* (selon la présence ou l'absence de formules à gauche du symbole) ;
- les signes auxiliaires (et), appelés *parenthèses*.

La liste des connecteurs binaires peut être complétée par d'autres connecteurs introduits par définition. Si nécessaire, on peut introduire – également par définition – des connecteurs ternaires, quaternaires, etc.

Les expressions bien formées de la logique propositionnelle sont appelées *formules*. Elles sont construites récursivement en utilisant les éléments du vocabulaire (*cf.* Roegel 1999, 13) :

- les variables propositionnelles et les constantes propositionnelles sont des formules (élémentaires) ;
- si φ est une formule, alors $\sim \varphi$ est une formule ;
- si φ et ψ sont des formules, alors $(\varphi \wedge \psi)$, $(\varphi \vee \psi)$, $(\varphi \rightarrow \psi)$, $(\varphi \leftarrow \psi)$, $(\varphi \leftrightarrow \psi)$, $(\varphi \downarrow \psi)$ et $(\varphi w \psi)$ sont des formules ;
- si φ est une formule, alors $\vdash \varphi$ est l'affirmation que φ est théorème ;
- si φ et ψ sont des formules, alors $\varphi \vdash \psi$ est une inférence déductive (qui établit que la conclusion ψ découle nécessairement de la prémisse φ) ;
- les expressions qui ne remplissent pas les conditions mentionnées dans les étapes précédentes ne sont pas des formules dans la logique propositionnelle.

Formaliser un objet discursif appartenant à un langage naturel dans le système logique **LP** signifie le mettre en correspondance avec une formule ou inférence de **LP**. Cette correspondance doit se faire progressivement à partir des éléments constitutifs de l'objet soumis à formalisation. Ainsi, les propositions élémentaires en langage naturel seront remplacées par les variables propositionnelles ; l'opérateur naturel unaire « ce n'est pas que ... » sera remplacé par le connecteur formel \sim ; les opérateurs naturels binaires « ... et ... », « ... ou ... », « si ..., (alors) ... », « seulement si ..., (alors) ... », « si et seulement si, (alors) ... », « ni ..., ni ... » et « ou ..., ou ... » seront remplacés respectivement par les connecteurs formels \wedge , \vee , \rightarrow , \leftarrow , \leftrightarrow , \downarrow et w ; enfin, les indicateurs d'inférence naturels « donc », « par conséquent » et leurs synonymes seront remplacés par le symbole \vdash .

Comme déjà mentionné, la formalisation n'est pas une simple traduction d'un langage naturel dans un langage formel, car elle implique d'autres opérations importantes telles que l'abstraction, la désambiguïsation ou la reformulation. La formalisation dans le système logique **LP** enferme notamment en soi l'opération d'abstraction, de sorte qu'une partie de l'objet discursif est exclue de l'analyse logique. Plus exactement, il est possible de formaliser dans le système **LP** seulement les propositions théoriques, bivalentes, catégoriques, non temporelles et dans lesquelles quelque chose est affirmé ou nié sur des objets de degré ou type zéro. Les propositions non théoriques (questions, impératifs, promesses, menaces, etc.), les propositions multivalentes, les propositions floues, les propositions temporelles et les propositions dans lesquelles quelque chose est affirmé ou nié sur des propriétés, sur des ensembles ou sur des propositions ne peuvent être soumises à une analyse logique dans la logique propositionnelle.

De plus, l'opération d'abstraction s'applique également aux opérateurs logiques naturels. Par exemple, dans le contexte d'un langage naturel, le connecteur binaire « si ..., (alors) ... » est utilisé pour affirmer qu'il existe une relation de conditionnement suffisante entre deux propositions. Cette relation de conditionnement renferme en soi la fonction de vérité définie par la matrice d'implication matérielle. Par l'opération de formalisation, la fonction de vérité correspondant au connecteur « si ..., (alors) ... » est préservée, mais la connexion de sens entre l'antécédent et le conséquent est ignorée.

Si les buts de l'analyse logique sont rigoureusement fixés, la formalisation des objets discursifs naturels dans le système de logique propositionnelle **LP** peut s'avérer largement adéquate. Les buts raisonnables de l'analyse logique moléculaire sont principalement (a) d'établir le degré d'exactitude syntaxique, (b) de confirmer toute contradiction dans les propositions composées ou dans les ensembles de propositions et (c) de confirmer la validité de certaines inférences.

Par exemple, la formalisation dans le système **LP** met en évidence la structure fallacieuse du prétendu paradoxe du menteur. Plus précisément, elle révèle l'*inexactitude syntaxique* de la phrase « Cette proposition est fausse ». Si la construction « Cette proposition est fausse » était une phrase (bien formée), elle correspondrait à une formule (bien formée) dans le système **LP**. Mais, la forme propositionnelle de la phrase « Cette proposition est fausse » – $p = (p = 0)$ – ne peut être acceptée comme une formule (bien formée) en **LP**. Dans la logique

propositionnelle, les propositions affirment ou nient quelque chose seulement sur des objets de degré zéro, pas sur des propositions.

Ensuite, la formalisation dans le système **LP** nous aide à rejeter une thèse ou un ensemble de propositions comme contradictoires sans avoir besoin d'une analyse logique plus approfondie au niveau atomique. Par exemple, un article de science politique qui contient des propositions « L'impôt est un vol » et « Ce n'est pas que l'impôt est un vol » peut être considéré comme *incohérent*, quelles que soient les autres propositions de l'article ou la structure interne des propositions simples. L'économie des moyens d'analyse logique est évidente.

Il est à noter ici que la formalisation dans le système **LP** ne révèle que les contradictions macropropositionnelles. Pour confirmer la cohérence de l'objet discursif analysé, il est nécessaire d'effectuer – en plus – une analyse de logique atomique qui détectera toutes les contradictions intra-propositionnelles possibles, telles que « Certains hommes ne sont pas des hommes ».

La même économie des moyens d'analyse logique peut être observée lorsque la *validité* de certaines inférences peut être confirmée au niveau moléculaire. Par exemple, pour prouver la validité de l'inférence « Si vous apprenez bien, vous êtes récompensé. Si vous êtes récompensé, vous êtes satisfait. Donc, si vous apprenez bien, vous êtes heureux », il suffit de ne considérer que sa forme logique en **LP**, c'est-à-dire $p \rightarrow q; q \rightarrow r \vdash p \rightarrow r$. Si l'analyse logique au niveau moléculaire établit qu'une inférence est valide, l'analyse logique au niveau atomique ne peut que confirmer ce verdict, pas le nier.

Si la formalisation moléculaire est réalisée afin d'établir l'inexactitude syntaxique, l'incohérence macropropositionnelle et la validité des inférences, elle peut atteindre un degré élevé d'adéquation au niveau de tous ses indicateurs.

La valeur de la parcimonie est mise en évidence par la *simplicité* des instruments formels et, tout d'abord, par le nombre de symboles logiques utilisés (Peregrin & Svoboda 2013, 2918-9): une seule classe de variables, deux constantes propositionnelles, une seule classe d'opérateurs et une paire de signes auxiliaires. La définition récursive de la formule est facile à comprendre et à appliquer, de sorte que la formalisation des objets discursifs dans le système formel **LP** ne pose pas de problème.

Le vocabulaire du système de logique propositionnelle est suffisamment *précis* pour ne pas permettre la normalisation – en tant que paradoxes – de constructions discursives fallacieuses. De plus, le risque

que la formalisation dans le système **LP** n'indique pas correctement les formes logiques moléculaires des objets discursifs est mineur.

Comme tout formalisme, le langage formel de la logique propositionnelle est artificiel et relativement éloigné de l'habitude de penser en termes de langage naturel. Cependant, le langage du système **LP** est plus *transparent* que les autres langages formels. Contrairement au langage de la logique des prédicats, il ne nécessite pas une reformulation drastique des objets discursifs avant de remplacer les mots naturels par des signes formels. D'autre part, contrairement aux calculs logiques extrêmement abstraits (tels que la logique combinatoire), le langage du système **LP** est le plus proche de la pensée humaine ordinaire.

La transparence de la formalisation dans la logique propositionnelle est influencée par la notation utilisée. Par exemple, la transparence est augmentée par la notation infixée Peano-Russell et réduite par la notation préfixée Łukasiewicz (*cf.* Brun 2014). Même si elle exprime la même loi logique, la formule $((p \rightarrow q) \wedge (r \rightarrow q)) \wedge (p \vee r) \rightarrow q$ est plus transparente et intuitive que la formule $CKCpqCrqAprq$.

La fécondité de la formalisation moléculaire est révélée par l'efficacité des calculs logiques. Les calculs avec des formules moléculaires peuvent être effectués rapidement et avec précision, à la fois dans la version algorithmique et dans la version heuristique. Le calcul de déduction naturelle, le calcul de séquents (comme une méthode automatique de démonstration) et les systèmes axiomatiques prouvent la fécondité de la formalisation moléculaire.

Enfin, la fiabilité de la formalisation moléculaire peut être corrélée avec la capacité d'éviter les paradoxes, les apories et les verdicts erronés sur l'exactitude syntactique, la cohérence et la validité des objets discursifs. Nous avons déjà vu que le langage formel de la logique propositionnelle est suffisamment rigoureux pour rejeter les soi-disant paradoxes du menteur ou l'implication matérielle. En outre, les méthodes de démonstration et de vérification liées au calcul propositionnel établissent irrévocablement la validité de certaines inférences, le caractère tautologique de certaines formules et l'incohérence de certaines propositions ou classes de propositions.

5. L'adéquation de la formalisation dans la logique des prédicats

Puisque la cohérence des objets discursifs ou la (non-)validité de certains inférences ne peuvent être confirmés dans le système **LP**, on doit

lui ajouter une extension atomique. Le système logique résultant – le calcul des prédicats du premier ordre (**LPP**) permet l'analyse logique des objets discursifs naturels au niveau de leurs derniers constituants. Le système **LPP** contient le vocabulaire et les règles syntaxiques du **LP**, mais il ajoute de nouveaux symboles et règles.

Les symboles spécifiques au calcul des prédicats **LPP** sont les suivants (cf. Roegel 1999, 34-35) :

- un ensemble infini dénombrable de variables individuelles : $x, y, z, x_1, y_1, z_1, x_2, \dots$;
- un ensemble infini dénombrable de constantes individuelles descriptives (également appelées paramètres individuels) : $a, b, c, a_1, b_1, c_1, a_2, \dots$;
- un ensemble de fonctions (individuelles) : $f, g, f_1, g_1, f_2, \dots$;
- un ensemble de prédicats (du premier ordre) : $P, Q, R, P_1, Q_1, R_1, P_2, \dots$;
- les opérateurs \forall et \exists , appelés quantificateurs.

Pour reconnaître et construire des formules (bien formées) dans le système **LPP**, on doit ajouter aux règles syntaxiques de **LP** les règles de bonne formation suivantes (cf. Roegel 1999, 34-35) :

- $x, y, z, x_1, y_1, z_1, x_2, \dots$ et $a, b, c, a_1, b_1, c_1, a_2, \dots$ sont termes (individuels) ;
- si τ_1, \dots, τ_n sont termes et ξ est une fonction, alors $\xi(\tau_1, \dots, \tau_n)$ est un terme ;
- si τ_1, \dots, τ_n sont termes et Π est un prédicat, alors $\Pi(\tau_1, \dots, \tau_n)$ est une formule (atomique) ;
- si φ est une formule et est une variable d'individu, alors $(\forall x_i) \varphi$ et $(\exists x_i) \varphi$ sont des formules ;
- les expressions qui ne remplissent pas les conditions mentionnées dans les étapes précédentes ne sont pas des formules dans le calcul **LPP**.

Comme déjà mentionné, la formalisation moléculaire dans le système de logique propositionnelle supprime une grande partie du contenu de l'objet discursif et ignore la structure interne des propositions simples. D'autre part, la formalisation moléculaire ne nécessite pas une reformulation radicale des propositions naturelles avant leur remplacement par des signes formels. Par contraste, la formalisation atomique dans le système **LPP** met en évidence *toutes* les formes et relations logiques, mais elle impose une reconstruction profonde de l'objet discursif analysé.

Par exemple, dans la logique propositionnelle **LP**, la proposition « Quelques journalistes critiquent tous les politiciens » est traitée comme une proposition simple et, après la formalisation moléculaire, elle se transforme en la formule élémentaire p . Dans le calcul des prédicats **LPP**, la même proposition doit être reconstruite dans la variante « il y a au moins un individu x tel que x est journaliste et pour tout individu y , si y est un politicien, alors x critique y » et, puis, transformé en la formule $(\exists x) (P(x) \wedge (\forall y) (Q(y) \rightarrow R(x, y)))$. Le contraste entre la simplicité de la formalisation moléculaire et la complexité de la formalisation atomique est évident.

Si l'on ne considère que les valeurs de parcimonie et de transparence, nous serions tentés de considérer la formalisation atomique comme peu adéquate. En fait, elle est totalement inadéquate lorsque les objectifs de l'analyse logique peuvent être atteints en effectuant une formalisation moléculaire. C'est le cas quand on peut constater l'incohérence d'un ensemble de propositions ou la validité d'une inférence au niveau moléculaire. Dans cette situation, la formalisation atomique est excessive et inutile.

D'autre part, il existe de nombreuses situations dans lesquelles nous devons recourir à la formalisation atomique, malgré sa complexité et opacité. Ce sont surtout les situations dans lesquelles il faut établir la cohérence absolue d'un ensemble de propositions ou la non-validité d'une inférence. Dans ces cas, la formalisation moléculaire est insuffisante, malgré sa simplicité et sa transparence. Par exemple, la proposition « Certains hommes ne sont pas des hommes » apparaît comme une phrase cohérente au niveau moléculaire (p), mais incohérente au niveau atomique $((\exists x) (P(x) \wedge \sim P(x)))$.

Le langage du calcul des prédicats excelle dans la précision, la fécondité et la fiabilité. Il existe de nombreuses méthodes de vérification et de démonstration qui offrent des verdicts inattaquables concernant l'exactitude syntaxique, la cohérence des ensembles de propositions et la validité des inférences. Ces trois valeurs – l'exactitude, la fécondité et la fiabilité – assurent l'adéquation de la formalisation atomique, à condition évidemment qu'elle ne soit pas inutile et excessive.

Il ne faut cependant pas oublier que l'adéquation de la formalisation en général et de la formalisation atomique en particulier peut être mise à mal par les positions métaphysiques des logiciens. De nombreux logiciens ont des opinions divergentes sur la supposition existentielle ou sur les propositions qui ont comme sujet une notion vide. Ces opinions divergentes influencent le processus de formalisation et, par conséquent,

les résultats de l'analyse logique. Par exemple, les propositions qui ont pour sujet une description définie vide (ex. « L'actuel roi de France est chauve ») sont considérées par certains logiciens fausses, et par d'autres trivialement vraies. Les logiciens qui soutiennent la fausseté de la proposition donnée préfèrent la formaliser dans la variante $(\exists x) (P(x) \wedge (\forall y) (Q(y) \rightarrow y = x)) \wedge R(x)$. Ceux qui la considèrent comme trivialement vraies préfèrent la formaliser dans la variante $(\forall x) (P(x) \rightarrow (\forall y) (Q(y) \rightarrow y = x)) \wedge R(x)$. La cause de la divergence réside dans les interprétations différentes de la clause ontologique (Fârte 1999, 118-122).

6. Conclusion

L'ordre logique des pensées est une condition nécessaire (mais pas suffisante) des progrès de la connaissance et de la communication. Elle repose essentiellement sur trois valeurs fondamentales : l'exactitude syntaxique, la cohérence et la validité. L'analyse des pensées par rapport à ces valeurs logiques nous oblige à effectuer l'opération de formalisation dans différents systèmes logiques. Dans ce contexte, j'ai présenté comparativement la formalisation dans le système de logique propositionnelle et la formalisation dans le système de calcul des prédicats par référence aux conditions qui assurent leur adéquation: la parcimonie, l'exactitude, la transparence, la fécondité et la fiabilité. L'antinomie partielle qui subsiste entre ces propriétés logiques nous oblige à choisir les variantes de formalisation qui correspondent le mieux aux objectifs de l'analyse logique et qui réalisent le compromis le plus raisonnable entre ces valeurs.

Références

- APOTHÉLOZ, Denis & Denis Miéville. 1985. "Études des représentations au moyens des organisations raisonnées et des objets de discours. Principes méthodologiques et exemple d'analyse." *Travaux de Centre de Recherches Sémiologiques* 49: 57-70.
- BAUMGARTNER, Michael & Timm Lampert. 2008. "Adequate Formalization." *Synthese* 164: 93-115. DOI 10.1007/s11229-007-9218-1.
- BOTEZATU, Petre. 1971. *Valoarea deducției*. București : Editura Științifică și Enciclopedică.
- BRUN, Georg. 2008. "Formalization and the Objects of Logic." *Erkenntnis* 69: 1-30. DOI 10.1007/s10670-008-9112-3.

- BRUN, Georg. 2014. "Reconstructing Arguments: Formalization and Reflective Equilibrium". *Logical Analysis and History of Philosophy* 17, 94-129. Retrieved from <https://www.ethik.uzh.ch/dam/jcr:ffffff-c5e0-4c10-0000-000034bcfdb8/Brun-ReconstructingArguments.pdf>.
- ENESCU, Gheorghe. 1985. *Dicționar de logică*. București : Editura Științifică și Enciclopedică.
- FÂRTE, Gheorghe-Ilie. 1999. *Regimuri ale cantității în logica formală*, Iași: Editura Fundației « Ștefan Lupașcu ». Retrieved from <https://philpapers.org/archive/FARRAC-4.pdf>.
- JACQUETTE, Dale. 1994. "Formalization in Philosophical Logic." *The Monist* 77 (3): 358-375.
- NOVAES, Catarina Dutilh & Erich Reck. 2017. "Carnapian Explication, Formalisms as Cognitive Tools, and the Paradox of Adequate Formalization." *Synthese* 194: 195-215. DOI 10.1007/s11229-015-0816-z.
- PEREGRIN, Jaroslav & Vladimír Svoboda. 2013. "Criteria for Logical Formalization." *Synthese* 190: 2897-2924. DOI 10.1007/s11229-012-0104-0.
- ROEGEL, Denis. 1999. *Logique formelle et modélisation du raisonnement. Notions de base*. Retrieved from <https://members.loria.fr/Roegel/loc/logique-pdf.pdf>.
- WYATT, Nicole & Gillman Payette. 2019. "Against Logical Generalism." *Synthese*. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s11229-018-02073-w>.