

Constantin SALAVASTRU
Université « Al. I. Cuza » Iasi (Roumanie)

L'idée d'ordre et la reconfiguration de la logique

The Idea of Order and the Reconfiguration of Logic

Abstract: The proposed study discusses a truth about logic discovered since the time of Aristotle: its indestructible link with the analysis of correct thinking. However, a careful analysis reveals to the researcher that logic intervenes in other human areas of activity as well, beyond that of thought. Hence, the attempt to surpass the limitation of understanding logic as correct thinking by introducing the concept of order as basis of a wider definition of this thousands years-old discipline. The argument of the study is that wherever one can find a type or a structure of order, a system of logic proper to this type can also be constructed. Non-classical logics are the living sample which supports us in this attempt to extend the understanding of the concept of logic.

Keywords: logic, order, logical pluralism, non-classical logic

“La logique, plus de deux fois millénaire, ne cessera de se diriger vers des horizons divers pour espérer comprendre toujours d'avantage ce que penser veut dire.”

Denis Miéville

1. Un petit dilemme, pour commencer : logique ou logiques ?

Depuis plus de deux millénaires, la question : “Qu'est-ce que la logique ?” suscite l'intérêt et irrite la pensée des logiciens. La logique est un domaine de la réflexion théorique avec une longue tradition et, en même temps, une science avec un statut tout à fait particulier dans le

cadre de la connaissance. Pour Aristote elle est la seule capable d'assurer la fondation de toutes les autres sciences. Les épigones du Stagirite la perçoivent comme un outil ("organon"), insistant notamment sur sa dimension méthodologique.

Pendant une longue période, la logique a paru dans les yeux des connaisseurs comme un corpus théorique exprimant dans une grande mesure l'idée de connaissance parfaite. Elle est vue aussi comme un modèle de science qui pourrait constituer l'idéal pour toutes les autres. Quelques traits bien visibles comme la cohérence, la complétude, la décidabilité ont élevé la logique à un statut exceptionnel. Kant affirme que, depuis Aristote, la logique semble "être close et achevée" (Kant 2006, 73). De plus, depuis l'Antiquité et jusqu'au début du XX^e siècle, la logique est considérée une science unitaire et même un exemple d'une unité problématique sans fissure.

Le parcours paisible de l'évolution de la logique est interrompu au XX^e siècle par un élargissement visible du spectre de sa problématique. On s'est vite aperçu que les cadres restreints et limités de la logique traditionnelle d'inspiration aristotélicienne ne peuvent plus donner satisfaction aux nouveaux types de rationalité et aux exigences de la résolution des problèmes, exigences imposées par ces derniers. De nouveaux outils d'action rationnelle sont réclamés par les nécessités de la pratique actionnelle de l'homme.

Ce sont les conditions qui ont favorisé l'apparition des systèmes de logique qui s'écartent de façon visible des exigences de la logique classique. Les analystes de l'histoire de la logique et de ses développements modernes ont remarqué sans tarder cet état de choses. Nicholas Rescher, dès les années '70 du siècle dernier, trace le contour d'une "carte de la logique" ("a map of logic") où sont identifiées les formes et les développements divers de la logique contemporaine et sont étalés leurs rapports avec la tradition logique (Rescher 1968,1-13). Robert Blanché propose une distinction intéressante entre la *logique classique*, les *logiques para-classiques* et les *logiques non-classiques* (Blanché 1968, 81-123 ; 1970, 355-363). Les deux derniers types de logique laissent voir une vraie rupture par rapport à la logique classique et mettent en cause l'unité de la logique. Sur les traces d'une complicité entre la logique et les mathématiques, Denis Miéville découvre quelques familles de "logiques déviantes" qui s'installent confortablement sur le territoire de la logique actuelle : les *logiques épi-classiques*, les *logiques affaiblies*, les *logiques supra-classiques*, les *logiques issues d'une problématique*

appliquée (Miéville 1996, 24-30). Chacune de ces familles contient de multiples espèces.

De ce point de vue, le manuel édité par Dov M. Gabbay et Franz Guenther : *Handbook of Philosophical Logic* est illustratif. Cet ouvrage massif est structuré en trois registres : la *logique classique* (“Classical Logic”), les *extensions de la logique classique* (“Extensions of Classical Logic”) et les *alternatives à la logique classique* (“Alternatives in Classical Logic”) (Gabbay et Guenther 1983 ; 1984 ; 1986).

Le critère de la délimitation y est la *nature de la problématique*. Si un certain thème appartient à la logique de tradition, il est encadré dans la logique classique (même s’il est traité dans l’esprit et avec les instruments de la logique moderne !). Par exemple, la *déduction* est incluse dans la section de la logique classique, bien qu’elle soit investiguée avec les instruments de la logique moderne comme *déduction axiomatique*, *déduction naturelle* ou *calculs des séquences* (Sundholm 1983, 133-188). Si une question ou une problématique quittent l’encadrement traditionnel de la logique, alors elles sont placées dans les extensions ou dans les alternatives de la logique classique. Par exemple, la *logique modale* ou la *logique temporelle* sont considérées des extensions parce qu’elles introduisent de nouvelles constantes : la modalité, le temps. La *logique multivalente*, la *logique intuitionniste* ou la *logique para-consistante* sont retenues comme des alternatives parce qu’elles mettent en cause certains principes importants de la logique traditionnelle (le tiers exclu, la non-contradiction, la double négation).

Les recherches plus récentes ne laissent pas de côté, elles non plus, le problème de la diversification de la logique et de la multitude de ses formes. Sous le titre : “Au-delà de la logique classique”, Gilbert Hottois traite, dans le quatrième chapitre de son traité de logique, de quelques systèmes de logique non classique: les *logiques modales*, les *logiques plurivalentes*, les *logiques déontiques* (Hottois 2002, 93-114). La discussion est placée dans son ensemble sous le signe de la diversification de la logique contemporaine. Dans son manuel de logique, Philippe Thiry insiste sur quelques systèmes de logique non classique comme étant des constructions nouvelles par rapport au domaine traditionnel de la logique : les *logiques modales*, les *logiques plurivalentes*, les *logiques probabilitaires*, les *logiques affaiblies*, les *logiques temporelles*, les *logiques des normes* (Thiry 1998, 147-166).

À la suite d’un excursus profond mais pas exhaustif dans l’histoire de la logique, Jean Pierre Belna parle d’une “pluralité de logiques”, en soulignant la distance entre la logique classique (“standard”), l’image

d'une unité problématique indestructible, et la diversité des formes de la logique de notre temps :

“À côté de la logique «classique» ou «standard» ont émergé des logiques qui en sont soit des *présentations différentes*, comme la déduction naturelle, rapidement mentionnée, soit des *extensions*, comme la logique modale, soit encore des *alternatives*. On peut donc parler désormais, non plus de la logique, mais d'une pluralité de logiques ou même *des* logiques, en utilisant sciemment le pluriel” (Belna 2014, 153).

La délimitation de ces classes de logiques semble se trouver dans le sillage des suggestions de Gabbay et Guenther ci-dessus. À l'intérieur des *extensions* de la logique standard, Belna identifie les *logiques étendues* ou *complémentaires* : les logiques *modales aléthiques* (Lewis, Lukasiewicz, Kripke), les logiques *modales épistémiques* (Hintikka), les logiques *modales déontiques* (von Wright). La classe des *alternatives* à la logique standard (les logiques *rivales*, dit l'auteur) contient des formes différentes : les logiques *trivalentes* (Lukasiewicz, Kleene), les logiques *floues* (“fuzzy-logics”, Zadeh), la logique *intuitionniste* (Brouwer et Heyting) (Belna 2014, 152-157).

Un mythe est mis en discussion de façon de plus en plus insistante: au moins dans la modernité, l'image de l'unité parfaite qui s'associe à la logique au long des siècles est et reste seulement un beau souvenir par lequel le logicien aime se faire accompagner ! La logique est aujourd'hui un champ de réflexion tout à fait ouvert aux renouvellements, les nouveautés n'ont pas cessé de se produire dans ce domaine, les nouvelles formes de la logique donnent l'impression que le processus de diversification ne va pas s'arrêter bientôt. Ce phénomène semble être en dehors de tout contrôle. Et peut-être ne peut-il pas encore être identifié et recherché dans toutes ses subtilités créatrices !

2. Bref voyage parmi les définitions

Si la pluralité des logiques est un fait incontestable, la compréhension traditionnelle du concept (et, évidemment, du domaine) doit être soumise à un changement radical qui devrait refléter la nouvelle situation. Faisons un petit excursus dans le clair-obscur des définitions et écoutons quelques autorités. D'habitude, au cours des siècles, le domaine de la logique a été associé, sous l'influence du prestige d'Aristote, à l'analyse des opérations de la pensée capables d'assurer une bonne connaissance des choses. Le raisonnement constitue, à cette

interprétation, le point central des investigations et des réflexions critiques visant à établir l'essence de la logique comme science.

Remarquons que toutes ces réflexions sur l'identité de la logique sont accompagnées, dans la plupart des cas, d'un doute méthodique toujours visible, d'interrogations fondatrices qui entretiennent la flamme de la pensée critique, d'une volonté engageante d'entrer dans la nature propre du domaine et de trouver la meilleure solution à un problème essentiel. Accompagnons les pensées questionnantes de l'auteur d'un traité classique de logique qui a eu une circulation presque universelle et a servi une longue période comme instrument utile à tous ceux qui voulaient s'instruire dans le domaine :

“C'est déjà une difficulté que de déterminer l'objet de la logique et de la définir. Est-elle un art ou une science ? Une science *normative* ou une science *spéculative* ? Son but est-il de prescrire des règles et des méthodes ou de faire simplement la théorie du raisonnement ?” (Goblot 1952, 1).

Les définitions développées autour de l'idée de pensée ont persisté au long du temps. Kant considère que “... la limite de la logique se détermine de façon tout à fait précise en ceci qu'elle est une science qui expose en détail et démontre avec rigueur les règles formelles de toute pensée” (Kant 2006, 74). Pour Goblot, évoqué ci-dessus, “la logique est bien la science des opérations de l'esprit en tant qu'elles conduisent à la vérité, la science des *conditions de la connaissance vraie* ; mais elle ne considère que la forme des opérations de l'esprit dans son rapport avec la vérité en général” (Goblot 1952, 13). Tricot, dans son *Traité de logique formelle*, associe la logique à la forme de la pensée, en concluant qu'elle “étudie les *lois nécessaires* de la pensée, c'est-à-dire les règles auxquelles la pensée ne *doit* pas se soustraire sous peine de former des concepts contradictoires, des jugements ou des raisonnements illégitimes” (Tricot 1973, 17).

Irvin M. Copy, Carl Cohen et Kenneth McMahan insistent, dans leur manuel bien connu, sur la dimension pragmatique de la logique – une assomption prévisible pour l'espace anglo-saxon – en considérant que la logique doit être le gardien qui défend les bons raisonnements : “la logique est l'étude des méthodes et des principes utilisés pour distinguer le raisonnement correct du raisonnement incorrect” (Copy et Cohen et McMahan 2014, 2). Sous le titre “What is Logic ?”, Jaakko Hintikka et Gabriel Sandu (2007, 13-39) proposent une analyse du concept de logique par rapport à celui d'inférence :

“Cependant, il est raisonnable d’identifier la logique comme étant l’étude des inférences et des relations inférentielles. L’utilisation pratique évidente de la logique nous aide en tout cas de bien raisonner, de tirer de bonnes conclusions. Et la forme typique de la théorie de toute partie de la logique semble être un ensemble de règles d’inférence”. (Hintikka et Sandu 2007, 13)

Dans son cours de logique donné à Harvard dans les années ’40, Quine souligne que “[l]e but de ce livre a été de rendre plus intelligibles les constructions logiques de base et les raisonnements impliqués dans le langage usuel” (Quine 1972, 20).

Un manuel qui se propose d’harmoniser la tradition et les nouveaux instruments de la logique affirme que la logique “étudie les règles du raisonnement valide, c’est-à-dire, certaines choses étant connues, comment d’autres peuvent en être déduites”. Sa dimension pragmatique, instrumentale est également signalée : la logique “va constituer une description du fonctionnement valide de notre esprit. C’est une discipline normative et en même temps elle révèle les arcanes de notre entendement” (Chazal 1996, 7 ; 8). La valeur opératoire de la logique intervient comme une constante de ces tentatives de tracer le contour de sa problématique : “La logique est précisément la *science* qui étudie les principes régissant le caractère correct ou non des raisonnements. Elle se fonde sur la conviction que les inférences légitimes ou illégitimes ne doivent pas être distinguées au cas par cas, mais qu’il y a des *principes généraux*, des règles, des lois qui permettent de faire le tri. Ce sont ces lois qui constituent l’objet du présent ouvrage” (Bouquiaux et Leclercq 2009, 6). Bernard Ruyer croit que la logique fait partie de ces quelques rares disciplines (à côté des mathématiques) qui ont un statut tout à fait spécial dans la connaissance scientifique : elle est suffisante à elle-même. Pour la pratiquer, dit l’auteur invoqué, le chercheur a besoin seulement “d’une feuille de papier et d’un stylo” ! Et, ajoutons-nous, une corbeille à papier ! Sa définition élude les lieux communs : “On pourrait définir la logique comme la science des règles qui légitiment l’emploi du mot «donc». Son objet premier est en effet la *déduction*, opération qui consiste à adjoindre à un ensemble d’énoncés (*prémises*) un autre énoncé (*conclusion*), nécessairement vrai si les premiers sont vrais” (Ruyer 1990, 19).

Quelques manuels récents d’inspiration anglo-saxonne peuvent compléter ce tableau, certainement approximatif, de la compréhension actuelle de la logique. Peter Smith commence son *An Introduction to Formal Logic* avec la question première : “What is logic?”. Sa réponse renvoie sans équivoque à la dimension pratique de la logique : “L’activité

de la logique est *l'évaluation systématique des arguments qui peuvent assurer une puissante cohérence interne*". Le genre de "cohérence interne" visé d'une façon particulière est la "validité déductive" (Smith 2010, 1). En remarquant la présence intempestive de la logique induite par l'utilisation universelle des arguments, Patrick J. Hurley pense que : "[l]e but de la logique est de développer un système de méthodes et de principes que nous pourrions utiliser comme critères pour évaluer les arguments d'autres personnes et comme guide pour la construction de nos arguments" (Hurley 2015, 1). L'avantage d'un tel instrument de connaissance vise, dit l'auteur, l'"augmentation de notre confiance". La confiance est nécessaire lorsque nous critiquons les argumentations des tiers ou lorsque nous proposons des argumentations pour nos interlocuteurs. Enfin, Harry J. Gensler s'associe à la même tradition américaine qui lie le destin de la logique à la pratique de l'argumentation (tradition pour laquelle l'argument est la relation entre les prémisses et la conclusion dans le cadre d'une inférence valide) : "La logique *est l'analyse et l'évaluation des arguments*". Cette analyse et cette évaluation ont pour but la "clarification du raisonnement", c'est-à-dire, "la séparation entre les bons et les mauvais arguments" (Gensler 2010, 1).

3. La logique et la rationalité intellectuelle

Une réflexion attentive portée sur les définitions de la logique met en relief quelques constantes. Celles-ci indiquent ce qui reste stable au long de l'histoire et assure l'individualité et la spécificité de la logique par rapport à d'autres sciences. Observons, tout d'abord, que toute compréhension de la logique se fonde sur un point commun qui fixe sa nature profonde : la *pensée*. La logique est une analyse de la pensée sous l'aspect des opérations qui se déroulent lorsque l'entendement guide les activités et les comportements de l'homme. Comme "art de bien penser" ou comme "théorie du raisonnement", comme "science des lois de la pensée" ou comme "art de raisonner", comme "analyse de l'inférence valide" ou comme "stratégie de distinguer entre les bons et les mauvais arguments", la logique est toujours vue dans sa liaison indestructible avec la pensée humaine. Même cette définition un peu excentrique qui considère la logique comme un instrument utile pour l'emploi du mot "donc" ne fait pas d'exception. Elle aussi est placée à l'intimité de la pensée parce que le "marqueur linguistique" "donc" indique, dans la plupart des cas, un acte de justification, c'est-à-dire un passage des prémisses à la conclusion (Brabandere et Halpern 2013).

D'autre part, l'assomption de la logique comme théorie de la pensée est seulement son "genre proche" dans le travail d'établir l'essence du domaine. Il y a encore d'autres disciplines – la psychologie et la neurologie en tête – qui étudient elles-aussi la pensée. Il faut donc ajouter sa "différence spécifique" : la logique étudie la pensée seulement du point de vue de la *correction de ses résultats*. Elle vise à établir si les opérations de la pensée produisent des connaissances vraies dans le cas où elles partent de connaissances vraies. Le concept de *validité*, fondamental dans la compréhension de l'essence de la logique, est le "garant" qui est là pour prouver que les résultats des opérations de la pensée constituent la chose la plus importante en logique.

Enfin, la logique est bien convaincue que les résultats des opérations de la pensée dépendent exclusivement – si elles partent des connaissances vraies – de la *forme de ces opérations* et non pas de leur contenu. La forme de la pensée est la garantie ultime de la pensée correcte. Kant a souligné que la grandeur de la logique, sa voie royale en connaissance et ses résultats exceptionnels sont la conséquence du fait qu'elle s'est concentrée sur la forme de l'entendement et a laissé le problème du contenu à la charge de toutes les autres disciplines. D'ailleurs, sur le fait que la logique soit une *science formelle* il y a un consensus avec lequel peu de questions de logique peuvent se présenter à l'examen critique.

Analysons d'un peu plus près cette compréhension de la logique et ses conséquences pour notre tentative de la dépasser. La logique, à son intention première, est intéressée à déchiffrer et à mettre en lumière les formes correctes des opérations de la pensée qui peuvent assurer des conclusions vraies. Ces formes correctes sont la voie la plus sûre pour parvenir à une connaissance vraie. Pourquoi la logique est-elle intéressée par ces opérations valides ? Pour un motif essentiel: pour *faire ordre dans la connaissance*. Faire ordre dans la connaissance consiste, en principal, à instituer une séparation entre les connaissances vraies et les connaissances fausses. C'est exactement ce que fait la logique lorsqu'elle analyse les opérations mises au travail par la pensée qui pense. C'est-à-dire par la pensée en action. Elle identifie quelles sont les connaissances vraies qui peuvent être obtenues à partir d'autres connaissances vraies par l'intermédiaire des raisonnements valides. Ces connaissances constituent une grande partie du savoir de l'homme.

En essence, c'est le mécanisme d'action de la logique classique, aristotélicienne : les règles et les principes découverts et fondés plutôt d'une façon intuitive (la non-contradiction, le tiers exclu, la double

négation) sont appliqués aux connaissances qui se présentent à la pensée (par l'expérience, par expérimentation) pour en tirer et pour fonder des nouvelles connaissances. Ces dernières font la preuve de leur vérité en vertu des opérations valides utilisées pour les déduire. L'*idée d'ordre* est, évidemment, l'impératif catégorique qui met en mouvement la logique lorsqu'elle "travaille" sur les connaissances de l'individu. C'est l'idéal d'ordre auquel a aspiré Leibniz lorsqu'il a proposé son utopique "caractéristique universelle".

L'idéal d'ordre imposé par la logique s'organise et se manifeste *au nom de la vérité*. La *rationalité intellectuelle* qui constitue l'objet de l'intérêt de la logique est mise en action par l'aspiration de l'homme à fixer dans sa pensée et dans la pensée des autres une valeur fondamentale de la connaissance et de la pratique humaine : la *vérité*. La séparation entre la connaissance vraie et la connaissance fausse dont nous venons de parler a pour raison la nécessité d'actionner *au nom du vrai*, ce dernier compris comme la source première de tout ce que l'individu peut réellement savoir. Bon nombre des difficultés théoriques de la logique ont leurs origine dans sa tentative de découvrir et de tracer le contour de ce qui est vrai (Ferreirós 2001, 441-484 ; Salavastru 2018, 25-44).

Cet *ordre de la vérité* visé par la rationalité intellectuelle qui constitue l'objet de la logique dite classique est associé aussi à d'autres formes de logique qui ne se soumettent pas aux exigences standard et sont bien fixées dans notre section dédiée au pluralisme logique: la déduction naturelle, les logiques plurivalentes, les logiques floues, la déduction axiomatique (Engel, 1989). Ces dernières, bien qu'elles assument des principes ou des procédures incompatibles avec les exigences de la logique classique, visent en égale mesure la découverte et la fondation de l'idée de vérité. Les systèmes de déduction naturelle partent des thèses auxquelles ils appliquent des règles pour obtenir des propositions (conclusions) vraies. Les logiques plurivalentes ou les logiques floues fondent une *rationalité des nuances de vérité* pour exprimer plus adéquatement le rapport entre le réel et son expression propositionnelle. Enfin, la déduction axiomatique vise à raffiner l'idéal de déduction parfaite auquel aspire en silence toute logique : d'axiomes, par règles, aux théorèmes.

4. La diversité de la rationalité et l'idée d'ordre

La *rationalité intellectuelle* n'est pas le seul type de rationalité même s'il est le plus connu. D'ailleurs, l'extension du concept de rationalité est

responsable, en grande mesure, du pluralisme logique contemporain et de l'apparition de ces nouvelles formes de logique. Ces dernières sont fondées, dans la plupart des cas, sur des *types de rationalité différents* par rapport à la rationalité intellectuelle avec son inventaire classique.

Quelques exemples illustrent cet état des choses. Les logiques modales sont construites sur le *fondement d'une rationalité qui évite le cadre du vrai et du faux*. Le nécessaire, le possible, le contingent et l'impossible, autour desquels prennent naissance les logiques modales aléthiques, constituent les éléments d'une *rationalité de la liberté* d'action de l'homme. La liberté d'action de l'homme s'étend entre les limites tracées par ce qui est nécessaire et ce qui est impossible. Les logiques déontiques ont pour support existentiel une *rationalité de l'efficacité* de l'action, une vraie "rationalité des normes" qui garantisse cette efficacité. Une logique juridique, dont on parle de plus en plus ces derniers temps, est fondée sur la base d'une *rationalité de la justice* qui se manifeste dans un cadre normé. Enfin, une "logique de l'affectivité", suggérée au début du siècle dernier par Théodule Ribot, renferme une *rationalité des passions* qui a une influence énorme sur la vie, le comportement et les actions de tous les humains.

Chacun de ce type de rationalité *essaie d'établir un type d'ordre propre* aux domaines des modalités, des normes, de la justice ou de l'affectivité. Cet ordre ne vise pas, cette fois, la séparation entre le vrai et le faux pour assumer le vrai, mais la séparation entre l'obligation et l'interdiction, entre la norme efficace et celle qui ne l'est pas, entre le juste et l'injuste, entre l'amour et la haine.

L'apparition et le développement des nouvelles formes de logique sur le fondement des rationalités diverses rend inopérables les définitions classiques de la logique qui visent, elles, seulement le mécanisme de la rationalité intellectuelle, celui qui règle l'ordre dans l'espace de la vérité. Ces nouveaux champs d'action de la logique imposent une compréhension au-delà de la compréhension traditionnelle, une nouvelle, qui puisse faire place aux nouveaux types de rationalité.

Quel pourrait être le point d'appui et de départ pour cette nouvelle définition ? À notre opinion, l'*idée d'ordre* unifie toutes ces formes de rationalité que la logique assume. Elle peut également constituer l'élément constant, de continuité entre la rationalité intellectuelle et toutes les autres formes de rationalité : de l'action, de l'affectivité, du but. D'ailleurs, certaines recherches font allusion, bien que d'une façon assez vague, au rôle de la logique dans l'acte d'instituer l'idée d'ordre dans le monde : "Enfin, elle offre les cadres dans lesquels s'expose et se

comprend le monde extérieur ; de ce fait, elle prétendra souvent décrire l'ordre du monde autant que celui de notre esprit" (Chazal 1996, 8).

Les observations, les soulignements et les remarques que nous venons de faire conduisent à une nouvelle définition: la *logique est la science théorique qui a pour objet l'identification du type d'ordre qui organise un certain ensemble de phénomènes et essaie d'établir les éléments fondamentaux (principes, lois, règles) du mécanisme qui soutient le type d'ordre identifié*. De cette définition résultent quelques traits que nous voulons souligner.

Le premier : la logique est une *science théorique*. C'est-à-dire une *théorie* qui décrit les éléments qui composent un domaine de la connaissance ou de la pratique humaine dans les articulations essentielles qui assurent leur cohérence interne. Cette dernière fait de ces éléments disparates un tout, une intégralité bien organisée. Le *fonctionnement comme tout cohérent est fondé sur ce type d'ordre associé*. Ces éléments essentiels groupent les principes d'ordre, les règles d'ordre et les lois d'ordre qui tiennent sous contrôle, en leur coopération réciproque, l'unité, l'harmonie et la cohérence du domaine. De ce point de vue, la logique est soumise à toutes les exigences du concept de *théorie scientifique* établi par les recherches d'épistémologie. L'application de ces principes, de ces règles et de ces lois dans le but de régler les actions, les relations, les comportements des éléments qui composent un domaine constituent l'apanage des habiletés et des aptitudes de celui qui veut utiliser la théorie logique pour obtenir les conséquences pratiques désirables. Ils n'appartiennent pas, dans le sens strict du terme, au domaine de la logique mais à sa dimension applicative. La situation n'est pas singulière : les mathématiques ou les théories de la physique ont un comportement similaire.

Le deuxième trait : le but de la logique est d'*identifier, de décrire et d'analyser* le type d'ordre qui organise un domaine ou autre de la connaissance. Partout où il y a la possibilité de découvrir un type d'ordre, il y a aussi la possibilité de proposer une nouvelle forme de logique comme modalité d'expliquer et de configurer du point de vue théorique, conformément aux règles bien établies, l'ordre identifié. L'Antiquité grecque a pensé qu'il y a un type d'ordre dans la pensée de l'homme, dans ses actes d'intellection. Elle a identifié ce type d'ordre, a établi ses principes, ses règles et ses lois et a essayé de déterminer ce que l'on peut faire à l'aide de ces principes pour avancer dans la connaissance. On constate, à la suite de réflexions soutenues, qu'à partir de ces principes on peut construire et dérouler des raisonnements qui sont, vraiment, une source importante de connaissances ou un instrument utile pour fonder les

connaissances déjà existantes. La *logique modale* a constaté que le nécessaire, le possible, le contingent et l'impossible peuvent entretenir une relation d'ordre bien déterminée qui constitue le support pour les inférences modales. Ces inférences se présentent, elles-aussi, comme des possibilités d'avancement sur la voie de la connaissance des choses. La *logique déontique*, arrivée beaucoup plus tard dans la constellation des logiques non classiques, a identifié un type d'ordre intéressant qui s'insinue parmi les impératifs d'efficacité des actions humaines : les obligations, les interdictions et les permissions. Les inférences des normes peuvent faire une bonne et utile séparation entre les actions efficaces et celles qui ne le sont pas.

Une remarque quant aux possibilités d'identifier l'ordre propre à un domaine quelconque : les logiques modales, les logiques déontiques, les logiques épistémiques, les logiques des impératifs et des commandes et d'autres formes similaires se sont constituées grâce au fait que les recherches ont identifié les types d'ordre correspondants pour lesquels ces logiques constituent leurs théories explicatives et prédictives. Peut-être certains types d'ordre, même s'ils existent, n'ont-ils pas encore été identifiés par la recherche scientifique. Mais ils peuvent très bien être découverts à l'avenir, lorsqu'ils pourront devenir le support des nouvelles formes de logique nonclassiques. De façon comparable à la table des éléments chimiques de Mendeleïev, où le savant a laissé des places vides pour les éléments chimiques anticipés par le calcul mais qui furent découverts plus tard, on pourra compléter le tableau des nouvelles logiques par des constructions théorique futures.

Le troisième trait : le système d'ordre identifié *doit être un corpus vivant*, c'est-à-dire un ensemble de relations dynamique capable de produire des conséquences importantes pour la connaissance ou pour l'activité pratique de l'homme. Le mouvement intérieur du domaine gouverné par un certain type d'ordre grâce aux relations de détermination et de conditionnement entre ses composants, c'est l'élément essentiel qui fait la preuve de l'importance de cet ordre. De plus, ce dynamisme intérieur est le premier impulse pour la tentative de construire le corpus théorique explicatif qui sous-entend la logique propre du domaine. Le dynamisme d'un système d'ordre bien structuré s'explique par l'action du *mécanisme de conditionnement* qui contient les lois, les principes et les règles qui "agencent" les éléments composants les uns aux autres pour pouvoir constituer un tout cohérent. Seulement un système d'ordre qui entretient la permanence, la continuité et le dynamisme du mouvement des éléments à l'intérieur de l'entier peut intéresser du point de vue de sa

“logique interne”. L’*ordre de la pensée* est celui qui soutient le *dynamisme des opérations de l’entendement* lorsque ce dernier essaie de franchir un obstacle de la connaissance ou de la pratique par l’intermédiaire d’une résolution quelconque. Dans ce genre de situations, la pensée de l’individu met en marche des opérations différentes (notamment le raisonnement mais encore beaucoup d’autres : l’analyse, la synthèse, la généralisation, l’abstraction, la classification, la sélection etc.) qu’elle applique aux connaissances données et qui ont une liaison visible avec l’obstacle (les conditions, les caractéristiques, les dimensions, les vulnérabilités, les analogies) pour essayer de le dépasser. C’est le mécanisme de la résolution des problèmes. Le problème que la pensée découvre est l’impulse qui déclenche les mécanismes spécifiques et adéquats au type d’ordre où s’encadre la difficulté pour en trouver la meilleure solution.

L’*ordre de l’action*, plus exactement de la rationalité de l’efficacité, fonde la manifestation des relations entre les obligations, les interdictions et les permissions pour résoudre les problèmes qui visent le rapport entre l’action de l’individu et son résultat. Les règles qui organisent les relations entre les obligations, les interdictions et les permissions et qui constituent la substance des logiques déontiques (et le corpus des inférences déontiques) montrent à l’individu qui se trouve devant l’impératif de résoudre un problème d’efficacité actionnelle qu’il n’est pas possible de dérouler deux actions contraires (l’une obligatoire et l’autre interdite) étant donné le principe de la non-contradiction. Par conséquent, pour être efficace, l’individu doit renoncer à l’une ou à l’autre de ces actions (renoncer à une action c’est une action !). L’inférence déontique qui règle l’action efficace de l’homme est : “Une action est obligatoire ou interdite ; Cette action est obligatoire ; Donc : Cette action n’est pas interdite”. La conséquence pratique : Agir dans le sens de l’action obligatoire ! Où : “Une action est obligatoire ou interdite ; Cette action est interdite ; Donc : Cette action n’est pas obligatoire”. La conséquence pratique : Renoncer d’essayer de transposer en pratique des actions interdites !

Une deuxième illustration vise un système de logique qui est un peu plus atypique par rapport à l’idéal : la *logique affective*. Une telle logique est fondée sur l’*ordre des passions*. Esquissé d’une façon plutôt intuitive par Ribot sous le nom de “logique des sentiments” (1905), l’ordre des états affectifs nous montre ce qui se passe avec nos raisonnements intellectifs lorsque celui qui les met en acte est dominé par des passions puissantes. Le résultat est concrétisé dans des *raisonnements affectifs*.

Prenons une illustration classique. Dans la première *Catilinaire*, toute argumentation de Cicéron peut être synthétisée dans le raisonnement ci-dessous (Salavastru 2018, 209-2017) :

Tous ceux qui commettent des actions contre
la République doivent être punis
Catilina a commis des actions contre la République

Donc : Catilina doit être puni

Cette justification illustre le trajet rationnel de la pensée de Cicéron. Sur ce trajet rationnel se superposent des *champs affectifs opposés* dont l'orateur est dominé : le *sentiment pressant du devoir* (le devoir du consul impose la défense de la République) et le *sentiment de peur de ne pas commettre une injustice* (une injustice enverrait Cicéron directement dans la situation de Catilina !). Qui s'impose jusqu'à a fin ? Le discours que nous résumons le dit assez clairement : c'est le sentiment du devoir. Nous sommes devant un raisonnement affectif qui justifie un certain type d'action de la part de l'orateur. L'ordre de l'affectivité est responsable de cette action.

Nous tenons à faire, à nouveau, une remarque : tous ces types d'ordre que l'individu essaie de trouver et pour lesquels il essaie de proposer une explication théorique, explication qui se concrétise dans le cas de chacun dans l'esquisse d'une logique propre, sont gouvernés par l'*ordre de la rationalité intellectuelle* qui est, dans toutes les situations, le gardien de la correction de ces rationalités qui composent des domaines divers : la rationalité de l'action, la rationalité des modalités, la rationalité du but et ainsi de suite.

5. Quelques arguments justificatifs

Il y a quelques arguments qui viennent en faveur de notre plaidoirie pour faire de l'idée d'ordre le noyau dur et le point d'appui pour une compréhension unitaire de la logique. Ces arguments justificatifs sont le résultat d'une réflexion soutenue sur les catégories fondamentales de la logique de tradition et, également, sur les développements modernes de cette discipline, sur les techniques que l'analyse logique assume pour pouvoir "travailler" à l'intérieur de son contenu et se manifester comme une science "productive". C'est-à-dire une science qui peut générer un nombre suffisamment grand de formules bien formées que leur validité peut transformer en lois logiques (théorèmes). Ces dernières peuvent

s'appliquer dans les divers domaines de la connaissance soit pour l'accroissement du savoir soit pour fonder, pour ordonner, pour systématiser les connaissances déjà existantes.

Une première remarque vise les *catégories logiques*. Les interprétations modernes, où la logique est un système de signes (une langue bien faite, comme dit Carnap), proposent une distinction entre les *catégories syntaxiques* et les *catégories sémantiques* de la logique (Ruyer 1990, 35-50 ; 79-92 ; Rivenc 2003, 31-85 ; 173-199 ; Genesereth et Kao 2012, 13-22). Les premières visent les *rapports entre les signes* d'un système logique du point de vue *de leur cohérence* comme des composants du système. Les secondes ont en vue le *rapport entre les signes et les réalités* qu'ils expriment. Elles sont la conséquence de l'*interprétation*¹ des signes à l'intérieur du système logique dont ils font partie et fonctionnent comme outil de connaissance.

Un bon exemple pour comprendre ce que c'est une catégorie syntaxique est la *déductibilité*. Elle vise le processus du passage de certains signes vers d'autres signes qui résultent de ceux qui sont donnés. Ce résultat est obtenu en vertu de certaines règles. Si sont donnés les signes (p ; q ; \rightarrow ; &) dans la configuration suivante : $[(p \rightarrow q) \& p]$, alors on peut déduire (q) grâce simplement à la règle de l'implication matérielle. Il ne nous faut identifier ce que signifie ni p, ni q (qui expriment couramment des propositions simples) pour pouvoir déterminer que la formule : $[(p \rightarrow q) \& p] \rightarrow q$ est une tautologie (une loi logique). Dans une multitude de situations, les lois logiques sont déterminées à l'aide des procédures syntaxiques.

Sans multiplier les exemples qui sont bien connus par ceux familiarisés avec les techniques logiques, la question ci-dessous s'impose immédiatement: Qu'est-ce que la catégorie de déductibilité dit sur le fonctionnement de l'idée d'ordre à l'intérieur de la logique ? À notre avis, une chose simple mais d'une importance particulière pour la compréhension d'un système de logique : un tel système a sa raison d'être et, également, de fonctionner seulement dans les conditions où *il peut produire quelque chose d'intéressant* pour l'idée d'ordre qu'il couvre. La déductibilité est la catégorie logique qui organise l'*idée de productivité* d'un certain type d'ordre : partant de certaines formules qui sont données à la connaissance, sont obtenues d'autres formules qui élargissent ou justifient (fondent) la même connaissance. Et cela d'une façon nécessaire.

¹ Nous avons analysé d'une façon particulière l'identité, le rôle et les fonctions du concept d'interprétation dans la logique : Constantin Salavastru, *Logique, argumentation, interprétation*, L'Harmattan, Paris, 2007, pp. 187-226.

Cette "façon nécessaire" est la *garantie de vérité* de ces connaissances obtenues à partir des connaissances données.

Cette catégorie a une *extension maximale*. Tout système de logique doit être capable de produire (de générer) quelque chose d'important dans le plan de la connaissance, de l'action, de l'affectivité, de l'efficacité, de la liberté de l'homme. Seulement, dans ce cas, l'idée d'ordre sur laquelle s'appuie tout système de logique est vraiment le cadre ordonnateur adéquat, profond, et productif d'un certain domaine de la connaissance ou de la pratique humaine. Il est possible que le nom de cette catégorie soit tout à fait différent d'un domaine logique à l'autre mais sa présence est impérative : elle ne peut pas être absente sans conséquences bien néfastes pour le fonctionnement, le développement et l'utilité d'un système de logique. Une telle catégorie doit être présente dans le corpus catégoriel d'une *logique universelle* fondée sur l'idée d'ordre.

Quant aux catégories sémantiques, nous remarquons le rôle essentiel de la *validité*, beaucoup discuté à l'intérieur de la logique classique et moderne au long du temps. La validité ne vise pas la productivité d'un système logique mais la *correction du mécanisme qui rend possible cette productivité*. Elle a en vue une réponse à la question : En quelles conditions le passage de ce qui est donné à ce qui en est obtenu est-il valide ? Par conséquent, la validité est une propriété du raisonnement qui garantit la *conservation de ce qui est vrai* des prémisses dans la conclusion : si le raisonnement est valide, alors il n'est pas possible que les prémisses soient vraies et la conclusion fausse. La validité est le garant qui nous assure que si nos raisonnements partent des connaissances vraies, alors ils aboutissent nécessairement à des connaissances vraies. Ceci est fondamental pour tout acte de connaissance. Par conséquent, le caractère vrai des connaissances obtenues est fondé sur deux exigences : le caractère vrai des connaissances de départ et le caractère valide des raisonnements utilisés pour organiser ces connaissances.

La validité a, elle-aussi, une *extension maximale* quant à son fonctionnement. Tout système de logique construit ou possible doit faire la preuve d'avoir trouvé le chemin qui rende certaine son arrivée à la fin de façon correcte. L'idée d'ordre doit s'appuyer sur les mécanismes de connaissance ou d'action qui sont capables de garantir que la connaissance ou l'action de l'homme ne se trouvent pas en dehors des exigences minimales de la validité rationnelle. C'est un bon motif pour placer la catégorie de validité à l'intérieur de la même *logique universelle* fondée sur l'idée d'ordre.

Le deuxième support argumentatif auquel nous voulons faire appel pour soutenir l'idée d'une relation naturelle entre le concept de logique et celui d'ordre vise la *décidabilité*. Dans l'interprétation classique, *tout système logique doit être décidable*. Cela veut dire qu'il doit bénéficier de certaines procédures à l'aide desquelles, en parcourant un certain nombre d'étapes, on peut délimiter les formules vraies du système de celles qui ne le sont pas. C'est-à-dire, ces procédures, appliquées à une formule donnée, doivent nous dire si la formule est valide ou non. Si elle est valide, alors elle est incluse dans la classe des théorèmes du système et est utilisée comme telle. En appliquant ces exigences à l'idée d'ordre, nous pouvons remarquer que, à l'intérieur d'un ordre quelconque, on a besoin de techniques qui puissent montrer si l'ordre est ou n'est pas présent dans le domaine en question. La décidabilité sert à l'installation de la validité. Si l'idée de validité est une exigence universelle de la logique, alors tous les systèmes de logiques doivent proposer des procédures convenables qui puissent assurer le fonctionnement de la décidabilité et qui puissent identifier la présence de la validité.

La décidabilité a, tout comme la déductibilité et la validité, une *extension (utilisation) universelle*. Elle peut être décelée non seulement à l'intérieur de ces constructions théoriques pures (comme la logique et les mathématiques) mais même dans des domaines d'activité moins restrictifs du point de vue de la finesse et de l'exactitude des délimitations. Regardons deux exemples. Le premier : le *domaine juridique*. Un système de normes juridiques d'une société doit être construit de façon à le rendre capable de décider sur chaque cause qui est présentée devant le juge : l'accusé, il est ou il n'est pas coupable ! S'il y a des faits qui ne peuvent pas être déterminés ou encadrés par rapport aux lois, alors le système juridique en cause ne satisfait pas à une exigence élémentaire : la *complétude*. Par conséquent, on doit le parfaire. L'activité de compléter, d'ajuster ou d'ajouter les lois est justifiée seulement par le besoin de décider plus correctement, plus adéquatement et plus facilement sur les faits des individus sous le rapport entre ce qui est *juste et ce qui est injuste*. Le deuxième exemple : le *domaine moral*. Nous pouvons juger et nous pouvons faire des appréciations d'ordre moral sur les faits et sur les actions d'un individu seulement parce que le système des normes morales de la communauté assure la possibilité de décider si un fait s'inscrit dans l'espace du bien ou du mal.

Revenons à la décidabilité logique et à l'illustration de quelques procédures de décision des systèmes classiques de logique. Appliquons la méthode matricielle à une formule simple :

$$[(p \rightarrow q) \& p] \rightarrow q$$

v	v	v	v	v	v	v
v	f	f	f	v	v	f
f	v	v	f	f	v	v
f	v	f	f	f	v	f

On accorde des valeurs de vérité (v, f) à chaque variable de la formule (p, q). On construit toutes les combinaisons possibles de ces valeurs (les “mondes possibles”). On constate que la formule, dans son intégralité, est toujours vraie (vraie dans tous les mondes possibles). Partant de là, la formule peut être déclarée une loi logique.

Appliquons à la même formule la méthode des formes normales. La formule est transformée, successivement, en d'autres formules équivalentes:

- (1) $[(p \rightarrow q) \& p] \rightarrow q$
- (2) $\neg[(p \rightarrow q) \& p] \vee q$
- (3) $[\neg(p \rightarrow q) \vee \neg p] \vee q$
- (4) $[(p \& \neg q) \vee \neg p] \vee q$
- (5) $[(p \vee \neg p) \& (\neg p \vee \neg q)] \vee q$
- (6) $(p \vee \neg p \vee q) \& (\neg p \vee \neg q \vee q)$

La dernière équivalence (6) est une conjonction de deux disjonctions élémentaires où chaque disjonction est vraie. La conjonction (6) est vraie. Donc, elle est une loi logique. Nous observons que la procédure a le rôle d'explicitier par l'intermédiaire des formules équivalentes plus simples ce qui ne peut pas “être vu” dans la formule initiale qui peut paraître au profane plus compliquée ! En absolu, une intelligence parfaitement adaptée devrait voir dans la formule initiale ce que l'intelligence normale voit dans sa forme normale conjonctive : le fait que la formule est vraie !

Remarquons qu'il y a encore d'autres procédures qui ne sont pas, en fait, des techniques de décision au sens dur du terme, mais plutôt des *méthodes d'explication* à l'aide de fondements intuitifs plus adéquates de ce qui ne peut pas être pénétré par l'intellect dans la formule donnée. En voici quelques exemples : la méthode des diagrammes Venn, la méthode des diagrammes Carroll, la méthode de la déduction naturelle, la méthode des tables sémantiques, la méthode des graphs.

Cette situation mérite d'être traitée, car elle est, à notre opinion, très importante pour notre discussion. Un certain type d'ordre doit être

expliqué sous l'aspect de ses conséquences si celles-ci ne sont pas comprises par le récepteur. En définitif, ces méthodes "expliquent" comment il est possible de porter à la conscience du récepteur un certain type d'ordre à l'aide d'autres types d'ordre qui sont donnés. Les propositions obtenues à la suite d'un processus de déduction instituent un nouveau type d'ordre sur le fondement des types d'ordre présents dans les prémisses de la déduction. Or, ce "transfert" des types d'ordre doit être expliqué à celui qui ne comprend pas.

6. Remarques finales

Notre démarche veut mettre en discussion une vérité qui est devenue un lieu commun au long des siècles : l'existence de la liaison indestructible entre la logique et la pensée correcte. Sans jeter le doute sur le bien-fondé de cette assomption, nous voulons souligner que *cette vérité exprime une limitation* pour ce qui est la compréhension moderne de cette discipline, surtout dans les conditions de la prolifération des formes et des développements de la logique. À notre opinion, il faut, de temps en temps, soumettre à un examen critique sévère les "vérités éternelles" d'un corpus théorique pour voir si elles résistent toujours aux critères de... vérité ! La proclamation de Nietzsche reste aujourd'hui encore d'une actualité évidente dans tous les domaines de la connaissance.

La logique n'est pas présente seulement dans le domaine de la pensée. Elle *doit s'impliquer partout là où un type d'ordre fait sentir sa présence* pour expliquer d'une façon combien plus pertinente les *règles du fonctionnement* du type d'ordre identifié. Il y a un ordre du vrai et du faux, du nécessaire et du possible, de l'obligation et de l'interdiction, du juste et de l'injuste, du bien et du mal, de l'amitié et de l'ennemi qui constitue, chacun à part, le support pour la construction d'une logique propre. C'est la raison pour laquelle nous avons lié – peut-être avec un plus d'insistance – la nature intime et profonde de la logique à l'idée d'ordre.

Références

- BELNA, Jean-Pierre. 2014. *Histoire de la logique*. Paris : Ellipses.
- BLANCHE, Robert. 1968. *Introduction à la logique contemporaine*. Paris : Armand Colin.
- BLANCHE, Robert. 1970. *La logique et son histoire d'Aristote à Russell*. Paris : Armand Colin.
- BOUQUIAUX, Laurence et Leclercq, Bruno. 2009. *Logique formelle et argumentation*. Bruxelles : De Boeck Université.
- BRABANDERE, Luc de et Gabrielle Hapern. 2013. *La logique, l'art de bien utiliser le mot donc*. Paris : Eyrolles.
- CHAZAL, Gérard. 1996. *Éléments de logique formelle*. Paris : Hermès.
- COPI, Irving M., Carl Cohen, Kenneth McMahon. 2014. *Introduction to Logic*. Fourteenth Edition. London: Pearson.
- ENGEL, Pascal. 1989. *La norme du vrai. Philosophie de la logique*. Paris : Gallimard.
- FERREIRÓS, José. 2001. "The Road to Modern Logic-An Interpretation". *The Bulletin of Symbolic Logic*. Volume 7, Issue 4 (Dec., 2001): 441-484.
- GABBAY, Dov et Guenther, Franz (eds.). 1983, 1984, 1986. *Handbook of Philosophical Logic*, Dordrecht/Boston/Lancaster: D. Reidel Publishing Company, Vol. I-III.
- GENESERETH, Michael et Kao, Eric. 2012. *Introduction to Logic*. Morgan & Claypool Publishers.
- GENSLER, Harry J. 2010. *Introduction to Logic*. Second Edition. New York and London: Routledge Taylor & Francis Group.
- GOBLOT, Edmond. 1952. *Traité de logique*. Neuvième édition. Paris : Librairie Armand Colin.
- HINTIKKA, Jaakko et Gabriel Sandu. 2007. "What is Logic?". Dans *Philosophy of Logic*, Dale Jacquette (ed.), 13-39. North-Holland: Elsevier.
- HOTTOIS, Gilbert. 2002. *Penser la logique. Une introduction technique et théorique à la philosophie de la logique et du langage*, 2^e édition. Bruxelles : De BoeckUniversité.
- HURLEY, Patrick J. 2015. *A Concise Introduction to Logic*. Twelfth Edition. Stanford : Cengage Learning.
- KANT, Emmanuel. 2006. *Critique de la raison pure*. Paris : GF-Flammarion.
- MIEVILLE, Denis. 1996. "Logique : histoire et diversité". Dans *Pensée logico-mathématique. Nouveaux objets interdisciplinaires*, Olivier Houdé et Denis Miéville (eds.), 9-46. Paris : PUF.
- QUINE, Willard van Orman. 1972. *Logique élémentaire*. Traduction française : Jean Largeault et Bertrand Saint-Sernin. Paris : Librairie Armand Colin.
- RESCHER, Nicholas. 1968. *Topics in Philosophical Logic*. Dordrecht-Holland: D. Reidel Publishing Company.
- RIBOT, Théodule. 1905. *La logique des sentiments*. Paris : Félix Alcan, Éditeur.

- RIVENC, François. 2003. *Introduction à la logique*. Paris : Payot.
- RUYER, Bernard. 1990. *Logique*. Paris : PUF.
- SALAVASTRU, Constantin. 2007. *Logique, argumentation, interprétation*. Paris : L'Harmattan.
- SALAVASTRU, Constantin. 2018. "Comment la pensée fonctionne-t-elle ? Quelques réflexions sur les faits de limitation". Dans *La philosophie de la limite chez Jean Ladrière*, sous la direction de Louis Perron et Pierre-Antoine Pontoizeau, 25-44. Louvain : Presses Universitaires de Louvain.
- SALAVASTRU, Constantin. 2018. *Elogiu elocinței : Cicero, Catilinarele*. Iași : Editura Universității "Al.I. Cuza".
- SMITH, Peter. 2010. *An Introduction to Formal Logic*. Cambridge-New York-Melbourne: Cambridge University Press.
- SUNDHOLM, G.1983. *Systems of Deduction*. In *Handbook of Philosophical Logic*, Gabbay, Dov and Guentner, Franz (eds.), 138-188. Dordrecht/Boston/Lancaster : D. Reidel Publishing Company.
- THIRY, Philippe. 1998. *Notions de logique*. Paris-Bruxelles : De Boeck Université.
- TRICOT, J., 1973. *Traité de logique formelle*. Troisième édition. Paris : Librairie Philosophique J. Vrin.