

Table des matières

Remerciements	i
Terminologie et notations	iii
Suggestion d'utilisation de l'ouvrage	v
1 Complétion chrysippienne d'une algèbre	13
1.1 Anneaux chrysippiens Θ -valents	14
1.1.1 Sous-anneau Chrysippiens (ss-ach Θ)	15
1.1.2 Engendrement de sous-ach Θ	16
1.1.3 Conséquence de ce résultat.	16
1.1.4 Obtention canonique d'ach Θ	17
1.2 Une propriété des ach Θ : Algèbre de Lukasiewicz Θ -valente	18
1.2.1 Construction de la complétion chrysippienne d'une algèbre de Lukasiewicz Θ -valente (L, Φ_α)	21
1.2.2 Extension chrysippienne minimale.	22
1.2.3 Quelques exemples canoniques de complétions chrysippiennes.	23
2 Construction et représentation d'achΘ	29
2.1 Problèmes de constuction d'ach Θ	29
2.1.1 Un procédé de construction d'anneaux Chrysip- piens Θ -valents.	29

2.1.2	Exemple. Détermination de toutes les structures d'anneaux Chrysippiens Θ -valents sur $A = D(210)$	34
2.2	Quotients d'anneaux chrysippiens Θ -valents	40
2.3	Anatomie du spectre Θ -valent d'un anneau chrysippien Θ -valent et représentation intrinsèque d' $ach\Theta$	45
2.3.1	Rappel et définition	47
2.3.2	Caractérisation d'ultrafiltres	48
2.3.3	Quelques exemples de spectres Θ -valents.	49
2.3.4	Une propriété des Θ -ultrafiltres.	52
2.3.5	Vers une représentation intrinsèque d' $ach\Theta$	53
2.4	Quelques exemples de représentation de (A, Ω_α) par α^Θ	58
3	Structures ensemblistes induites par un $ach\Theta$	61
3.1	Préliminaires	62
3.1.1	Rappel de résultat - Caractérisation de Θ -ultrafiltres par Θ -complétude.	62
3.1.2	Observation consécutives	62
3.1.3	Résultats préliminaires	62
3.2	La Θ -appartenance dans les $ach\Theta$	63
3.2.1	Quelques exemples simples de déterminations de ΘX	64
3.2.2	Valeur de Θ -appartenance de x à X notation $v_X^T(x)$	65
3.3	Liens structurels entre $\Theta X, v_X^T(x)$ $\mathcal{G}_A(\Theta, B)$	66
3.3.1	Rappels préliminaires.	66
3.3.2	Exemple de détermination de $\Theta X, v_X^T(x)$ et illustration des liens structurels entre $\Theta X, v_X^T$ et $\mathcal{G}(\Theta, B)$	68
3.4	$ch\Theta$ fonction caractéristique dans un $ach\Theta$	72
3.4.1	Extension à $\mathcal{P}(A)$ tout entier de la Θ -appartenance	73
3.4.2	Définition générale de la Θ -appartenance dans (A, Ω_α)	75
3.5	Lien structurel entre σ_A et α_A^Θ	75
3.5.1	Rappels et observations	75

3.5.2	Problème naturel.	76
4	Diffraqué cristallin d'un achΘ	79
4.1	Diffraqué cristallin d'un ach Θ	79
4.2	Conclusion pratique provisoire	80
4.3	Quelques particularités de A Θ	80
4.3.1	Particularités 1. Des "lois naïves" sur A plus appropriées à (A, Ω_α)	80
4.3.2	Particularités 2. Ordre sur A Θ induit de (A, Ω_α)	81
4.3.3	Particularités 3. Structure nucléaire d'ensemble ordonné de $x, x \in A$	82
4.3.4	Particularités 4	82
4.3.5	Exemples d'étude des diffractés $(A, \Omega_\alpha^\Theta)$	86
5	Détermination d'une application sur un achΘ	99
5.1	Détermination d'une application sur un ach Θ	100
5.1.1	Exemples introductifs	100
5.1.2	Problème général	104
5.2	La structure d'ensemble modal Θ -valent.	105
5.3	Quelques exemples concrets de détermina-tion d'une application sur un ensemble modal Θ -valent	112
5.4	Notion de probabilité modale Θ -valente sur un <i>achΘ</i>	122
6	La logique propositionnelle de (A, Ω_α).	137
6.1	Quelques éléments de structures formelles	138
6.1.1	Structure formelle	138
6.1.2	Structure formelle sur un ensemble A	138
6.1.3	Sous T-structure	139
6.1.4	Morphisme de T-structure	141
6.1.5	T-analogies	142
6.1.6	T-polynômes	142
6.1.7	T-liberté	144
6.1.8	T-mots, T-variables	147
6.2	Préalables à une syntaxe et à une sémantique naïves de (A, Ω_α)	147
6.2.1	L'algèbre propositionnelle Θ -valente de (A, Ω_α)	147
6.2.2	Θ -coliberté de $(P(A), m_\alpha)$ sur A.	152

6.2.3	Notion de vérité naïve dans (A, Ω_α)	155
6.3	Symétrisation $m\Theta$ de $(P(A), m_\alpha)$	158
6.3.1	L'anneau propositionnel Θ -valent de (A, Ω_α) . .	158
6.3.2	Lois quotients de $\overline{P(A)}$	159
6.3.3	Diffractions cristallins de $ch\Theta$ -complétions	163
6.3.4	La notion de fonction de vérité naïve dans (A, Ω_α)	166
6.3.5	Exemples d'analyse naïve d'expressions boo- léennes	172
6.4	La structure propositionnelle de (A, Ω_α)	176
6.5	Implication, Déduction, Axiomatique propositionnelles de (A, Ω_α)	178
6.5.1	L'implication propositionnelle naïve	179
6.5.2	La preuve propositionnelle naïve de (A, Ω_α) . .	182
6.5.3	L'axiomatique naïve de (A, Ω_α)	185
6.5.4	Théorème de la déduction naïve de (A, Ω_α) . .	187
6.5.5	Théorème de la substitution naïve de (A, Ω_α) .	188
7	L'ensemble modal Θ-valent	191
7.1	Généralités	192
7.1.1	La notion de modalité sur un ensemble	192
7.1.2	Quelques structures canoniques d' $em\Theta$ associées à un $em\Theta$ donné.	196
7.1.3	Détermination constructive de sous $em\Theta$ engen- drés.	199
7.2	La notion de repère géographique modal Θ -valent. . .	202
7.2.1	Exemple de détermination de $E(X)$ et de repé- rage géomodal de (E, F_α)	203
7.3	Opérations ensemblistes modales Θ -valentes.	207
7.3.1	Opérations ensemblistes modales Θ -valentes dans un ensemble modal Θ -valent.	207
7.4	Les entiers relatifs modaux Θ -valents et leur repérage géomodal.	221
7.5	L'ensemble modal Θ -valent et l'ensemble flou de Zaddeh.	225
7.6	Quelques uns des problèmes que soulèvent les structures d' $em\Theta$	234

7.7	La logique intrinsèque de la structure d'ensemble modal Θ -valent.	235
8	Espace dual d'un achΘ	239
8.1	Espace topologique dual ach Θ	239
8.1.1	Rappels sur les opérations ensemblistes propres de $\mathcal{P}(E, F_\alpha)$ induites par (E, F_α)	244
8.1.2	Quelques propriétés de $(X(\Theta), \mathcal{O}(\Theta), \Omega_\alpha^{-1})$	247
8.1.3	Exemples numériques simples de $(X(\Theta), \mathcal{O}(\Theta), \Omega_\alpha^{-1})$	249
8.1.4	Conséquences des propositions $\Omega_\alpha^{-1}\alpha^\Theta(a), \dots, \Omega_\beta^{-1}\Omega_\alpha^{-1} = \Omega_\alpha^{-1}$	252
8.2	Terminologie de la tem Θ	254
8.2.1	Terminologie de <i>temΘ</i> modal compacte	256
8.2.2	Observations numériques	256
8.3	Quelques exemples canoniques de <i>techΘ</i>	260
8.4	Fonction caractéristique modale d'un ultrafiltre	266
8.5	Théorème de représentation de topologies d'espace chrysiptien Θ -valent (<i>techΘ</i>)	271
9	L'algèbre intrinsèque de $\mathbb{Z}_n\mathbb{Z}$ et de $\frac{\mathbb{Z}_n\mathbb{Z}}{p\mathbb{Z}_n\mathbb{Z}}$	275
9.1	La structure algébrique de $(\mathbb{Z}_n\mathbb{Z}, F_\alpha)$	275
9.1.1	Etude des lois $+$ et \cdot dans $\mathbb{Z}_n\mathbb{Z}$	276
9.2	La congruence $m\Theta$ de $(\mathbb{Z}_n\mathbb{Z}, F_\alpha)$	282
9.3	L'algèbre de $\frac{(\mathbb{Z}_n\mathbb{Z}, F_\alpha)}{p\mathbb{Z}_n\mathbb{Z}}$	284
9.3.1	Observations préliminaires	284
9.3.2	Problème de la compatibilité modale Θ -valente de $(\mathbb{Z}_n\mathbb{Z}, F_\alpha)$ avec $p\mathbb{Z}_n\mathbb{Z}$	284
9.4	Quelques exemples d' <i>amΘ</i> $\frac{(\mathbb{Z}_n\mathbb{Z}, F_\alpha)}{p\mathbb{Z}_n\mathbb{Z}}$ $n = 2, 3; p = 1, 2, 3, 5$	291
9.5	Préliminaires : les <i>amΘ</i> $\frac{(\mathbb{Z}_n\mathbb{Z}, F_\alpha)}{p\mathbb{Z}_n\mathbb{Z}}, n = 4, 5; p = 2, 3, 4, 5$	298
9.6	Quelques propriétés des <i>cmΘ</i> $\frac{(\mathbb{Z}_n\mathbb{Z}, F_\alpha)}{p\mathbb{Z}_n\mathbb{Z}}$	301
9.7	Anatomie des corps modaux Θ -valents finis (<i>cmΘf</i>); notion de spectre modal Θ -valent d'un corps fini.	302
9.7.1	Observations préliminaires	302

9.7.2	Structure algébrique de $(K_{p\mathbb{Z}}, F_\alpha)$	303
9.7.3	Premier théorème d'existence et "d'unicité" de $\text{cm}\Theta$ finis.	307
9.7.4	Deuxième théorème d'existence et d'unicité de $\text{cm}\Theta$ finis.	308
9.7.5	Exemple de détermination de tous les sous $\text{cm}\Theta$ de $(\mathbb{F}_p 30)_{p\mathbb{Z}} : p$ premier.	308
9.8	Calcul de spectres modaux Θ -valents de quelques corps finis	309
9.8.1	Lois de $\mathbb{Z}_2(f)$	310
9.8.2	Lois de $\mathbb{F}_{2\mathbb{Z}}(f)$	311
9.8.3	Lois de $\mathbb{Z}_2(f) :$	313
10	L'arithmétique intrinsèque de $\mathbb{Z}_{n\mathbb{Z}}$.	325
10.1	Congruence modale Θ -valente de $\mathbb{Z}_{n\mathbb{Z}}$	325
10.1.1	Rappels	325
10.1.2	Propriétés élémentaires des congruences $m\Theta$	327
10.2	Quelques paramètres modaux Θ -valents intrinsèques de $\mathbb{Z}_{n\mathbb{Z}}$	331
10.2.1	Factoriel sans n dans $\mathbb{Z}_{n\mathbb{Z}}$	331
10.2.2	Exponentiation modale formelle dans $\mathbb{Z}_{n\mathbb{Z}}$	332
10.2.3	Fonction modale formelle d'Euler dans $\mathbb{Z}_{n\mathbb{Z}}$	333
10.2.4	Théorème modal de Fermat-Euler dans $\mathbb{Z}_{n\mathbb{Z}}$	333
10.3	Résidus quadratiques $m\Theta$	335
10.3.1	Caractère quadratique modal p -valent	339
10.3.2	Résidus quadratiques modaux p -valents de p^2	343
10.3.3	Caractère quadratique modal p -valent relativement à p^2	345
10.3.4	Résidu quadratique modal p -valent de p^k	347
10.4	Théorème de détermination du caractère quadratique modal Θ -valent.	350
10.4.1	Application numérique	352
10.4.2	Vérification	354
10.5	Petit théorème de Fermat-Euler dans $\mathbb{Z}_{p\mathbb{Z}}$	355

11 Symétrisation intrinsèque de $\mathbb{Z}_{n\mathbb{Z}}$	357
11.1 La structure d'am Θ ordonné de $\mathbb{Z}_{n\mathbb{Z}}$	358
11.1.1 Propriétés de l'ordre intrinsèque de $\mathbb{Z}_{n\mathbb{Z}}$	361
11.1.2 Contre-exemples.	362
11.1.3 Symétrisation modale $m\Theta$ de $\mathbb{Z}_{n\mathbb{Z}}$: L'em Θ $\frac{(\mathbb{Z}_{n\mathbb{Z}} \times \mathbb{Z}_{n\mathbb{Z}}^{*\Theta}, F_\alpha)}{\Theta}$ 363	
11.2 L'anatomie des $\frac{a}{b}n\mathbb{Z}$ dans $\mathbb{Q}_{n\mathbb{Z}}$ ($2 \leq n \in \mathbb{N}^{**}$)	365
11.2.1 Résolution du problème général	366
11.2.2 Exemples numériques	369
11.3 L'algèbre de $(\mathbb{Q}_{n\mathbb{Z}}, F_\alpha)$	386
11.4 La structure de qcm Θ ordonné de $\mathbb{Q}_{n\mathbb{Z}}$	389
11.4.1 Deux propriétés anatomiques du groupe additif $m\Theta(\mathbb{Q}_{n\mathbb{Z}}, +)$	390
11.5 Les problèmes mathématiques de fond que soulève la structure $(\mathbb{Q}_{n\mathbb{Z}}, F_\alpha)$ sont multiples.	391
 Annexe	 395
11.6 Problèmes I : Interpellation du monde mathématique.	395
11.7 Problèmes II : Interpellation 1 des mondes scientifique et technologique.	395
11.8 Problèmes III : Interpellation 2 des mondes scientifique et technologique.	396
11.8.1 Diagramme et table de détermination de $(2^\Theta, \omega_\alpha)$	396
11.8.2 Architecture <i>chrm4</i> d'une porte $\vee m4$	397
11.8.3 Synthèse du signal $Y = A \vee B$ par sa détermi- nation <i>chrm</i> Θ	397
11.9 Problèmes IV : Interpellation des Théoriciens et Prati- ciens.	397
 Bibliographie	 399
 Quatrième de couverture	 409

Introduction

Localisation des travaux

Le point de départ des travaux dont voici la présentation est ma Thèse d'état ès sciences Mathématiques, présentée le 22 Octobre 1982, Université Claude Bernard Lyon I (France). La thèse s'intitule : *Base d'une mathématique Θ -valente chrysippienne*.

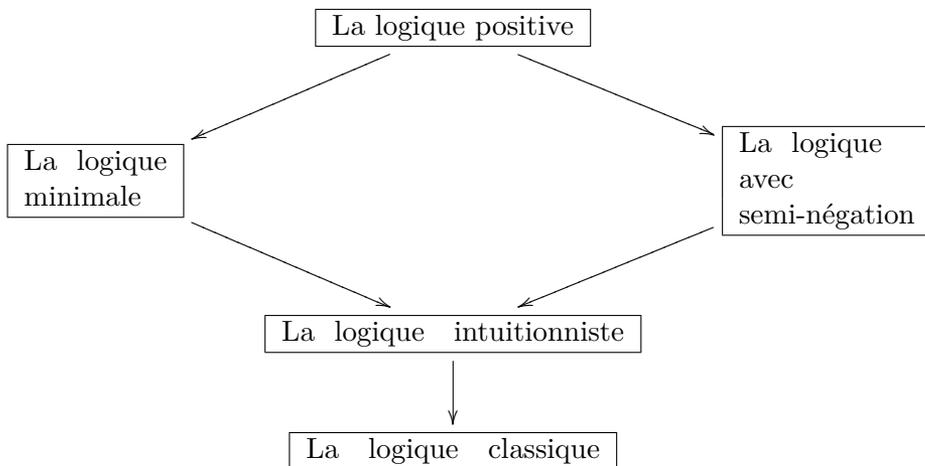
Le travail ainsi présenté constitue une tentative de mise en place d'une mathématique à caractère multivalent et trouvant ses fondements dans une logique multivalente, non classique si la valence dépasse deux (2). Une telle préoccupation n'est certes pas chose nouvelle puisqu'elle a déjà été celle des logiques dites faibles ainsi que celle des logiques multivalentes avec négation faible ou même multivalentes sans négation.

En effet, au début du 20^{ième} siècle, un certain nombre de mathématiciens ont remis en cause la logique classique :

1. soit en refusant le principe du tiers exclu ($A \vee \neg A$ est une thèse), ce qui a donné naissance à la logique intuitionniste (Brouwer, Heyting,...), et plus généralement aux logiques faibles.
2. soit en refusant le caractère bivalent, ce qui a donné naissance :
 - (a) aux logiques modales (Lewis,...)
 - (b) aux logiques multivalentes (Lukasiewicz, Post, Moisil,...).

Les logiques faibles sont des logiques sans négation ou avec négation faible et l'ensemble des thèses ainsi obtenu est un sous-ensemble strict de l'ensemble des thèses du calcul classique.

Comme logiques faibles on peut citer à titre d'exemple et de façon schématique



Les logiques à plusieurs valeurs sont apparues, comme l'affirmait quelque part un éminent homme de sciences.

Dans les années 20 (ce qui n'est pas tout à fait exact) : à l'heure où la logique cherchait encore sa place dans le monde scientifique ; à ce jour elles sont tombées en désuétude et il est au plus raisonnable de n'utiliser les logiques multivalentes que pour des applications bien précises.

En fait, l'idée d'une logique à plusieurs valeurs de vérité, c'est-à-dire avec des valeurs de vérité intermédiaires entre le vrai (1) et le faux (0) est très ancienne, elle remonte à Aristote (IV^e siècle avant J.C.) qui construit un début de syllogistique avec quatre modalités de vérité : le nécessaire, le contingent, le possible et l'impossible. Aristote a eu cette idée à propos des événements futurs : quelle valeur de vérité peut-on attribuer à une proposition telle que "demain il y aura une bataille navale" ? On peut, à la rigueur, lui associer une "probabilité" de vérité ou de fausseté. Cette position suscite de nombreuses discussions, philosophiques et assez stériles, au Moyen-âge : l'omniscience divine peut-elle ignorer les valeurs de vérité des événements futurs ?

La première tentative sérieuse d'une logique multivalente est due à Lukasiewicz qui, en 1920, présente un système logique non formalisé

(c'est-à-dire sous forme sémantique) à trois valeurs de vérité : le vrai, le possible et le faux. A partir de là, il retrouve les modalités d'Aristote. Jusqu'en 1930, Lukasiewicz construit des systèmes semblables pour un nombre quelconque et même pour une chaîne infinie dénombrable de valeurs de vérité intermédiaires entre le vrai et le faux (1 et 0). La première formalisation (ou syntaxe) de la logique trivalente de Lukasiewicz est due à Wajsberg en 1951. A partir de là, on assiste à l'éclosion d'un très grand nombre de travaux sur les logiques multivalentes et leur algrébrisation. Il convient de citer notamment l'Ecole Roumaine avec Gr. C. Moisil et L'Ecole Argentine avec A. Monteiro. Il est à noter que les logiques multivalentes ne vérifient pas non plus le principe du tiers-exclu, ce qui amena à comparer la logique intuitionniste aux logiques multivalentes. En 1936, Jaskowski démontra que le calcul propositionnel intuitionniste était équivalent à une logique à une infinité dénombrable de valeurs de vérité [13].

En somme, on peut retenir que pour tous les travaux ainsi cités, par logique multivalente (Θ) on doit comprendre logique dont toutes les valeurs de vérité se trouvent dans une chaîne I Θ -valente fermée 0,1 finie ou non. Cette idée fondamentale commune à toute les logiques multivalentes ainsi citées n'est justement pas celle des travaux qui suivent pour lesquels une *logique modale multivalente (Θ -valente) chrysippienne est une logique certe à plusieurs valeurs de vérité entre 0 et 1 (dans \mathcal{Z}^Θ) mais dans cette logique un énoncé admet plusieurs modalités de vérité (Θ_* -façons) donc plusieurs modalités (Θ_* -façons) de fausseté. Une valeur de vérité, intermédiaire entre le 0 et le 1 est cependant non nécessairement dans la chaîne Θ -valente I, mais plutôt un élément de sa completion chrysippienne \mathcal{Z}^Θ qui bien entendu contient la chaîne Θ -valente I. \mathcal{Z}^Θ n'est plus une chaîne, mais en tant qu'anneau booléen n'a rien à envier à l'anneau booléen $\{0, 1\}$, puisqu'à tous égards $\{0, 1\}$ tout comme la chaîne Θ -valente I sont moins riches de \mathcal{Z}^Θ . Le problème que pose Base d'une Mathématique Θ -valente Chrysippienne reste donc entier : il y est plutôt question d'utiliser une logique chrysippienne multivalente pour construire une mathématique intrinsèque : une mathématique de même valence, et chrysippienne comme la mathématique classique. Cette préoccupation constituant du reste bel et bien un exemple d'application précise. A ce*

jour, sauf meilleure information il n'existe aucun résultat, ne serait-ce que sur une théorie des ensembles fondée sur une telle logique. De toute évidence on pourrait à juste titre signaler les recherches sur les "sous-ensembles flous", dues à un mathématicien Américain Zadeh en 1963. Ses recherches peuvent présenter quelques analogies réelles avec mes préoccupations. Toutefois, les ensembles flous de Zadeh sont loin, bien loin d'avoir à leur acquit des résultats compatibles avec les attentes que je fonde sur une mathématique Θ -valente chrysippienne : *la logiques floue étant même déjà essentiellement non chrysippienne.*

Le projet : *Base d'une mathématique Θ -valente chrysippienne* est donc à vrai dire très ambitieux ; il relève même, et c'est la cas de le dire, de l'utopie scientifique pure. Mais quel homme de sciences véritable, quel mathématicien même de génie, peut se prévaloir de prévoir ce que sera la science, la science mathématique des années qui viennent si celle-ci tient à rester la science de son temps ?

A moins de conjecturer qu'il n'y a de chrysippien que bivalent.

Le point de départ de mes travaux, qui reste celui du 22 Octobre 1982, est l'utilisation (comme base de départ) d'une structure riche à la fois de l'héritage chrysippien, donc booléen, mais également de l'héritage Θ -valent au sens de l'académicien Roumain : Gr. C. Moisil comme modèle algébrique d'une telle logique.

On obtient ainsi la structure d'anneau chrysippien Θ -valent $ach\Theta$ (A, Ω_α) . La définition, la construction, l'étude détaillée de l' $ach\Theta$ est l'objet de la thèse de 1982. Cependant la thèse s'achève sans avoir pu élaborer une théorie, même incomplète, d'une mathématique Θ -valente chrysippienne. Ceci du reste n'en était pas l'objet. Il y était question de poser les bases logiques d'une éventuelle mathématique Θ -valente chrysippienne. En somme un travail de défrichage.

Passé ce stade, il semble conséquent de procéder ensuite à l'évaluation de ce que l' $ach\Theta$ pourrait apporter d'enrichissant à l'anneau booléen et par voie de logique, à la logique classique booléenne. On a alors tôt fait de se rendre compte qu'une étude plus élaborée de l' $ach\Theta$ soulève bien des problèmes qui sont loin d'être, comme on le dirait volontier, de simples exercices somme toute scolaires.

Il serait hors de question de prétendre en proposer une liste exhaustive. Le professeur Georgescu de l'Université de Bucarest, (Roumanie),

disciple de Moisil, en énonce les cinq suivants dès 1982

1. Etude des objets injectifs, des enveloppes injectives dans la catégorie des $\text{ach}\Theta$. Par exemples les $\text{ach}\Theta$ injectifs sont les $\text{ch}\Theta$ complétions complètes.
2. Les $\text{ach}\Theta$ monadiques et polyadiques.
3. Un calcul des prédicats ayant comme modèle algébrique les $\text{ach}\Theta$ polyadiques.
4. La théorie des modèles pour les $\text{ach}\Theta$. Pour Θ fini, la théorie élémentaire des $\text{ach}\Theta$ est-elle décidable, oui ou non ? Existe-t-il un modèle complétion de cette théorie ?
5. Produit tensoriel et somme directe d' $\text{ach}\Theta$.

Problèmes tous ouverts à ce jour, sauf meilleur avis. La liste reste non exhaustive puisque je pourrais également citer une préoccupation capitale et pas très scolaire : étude de la dualité pour les $\text{ach}\Theta$ à la manière dont s'effectue l'étude des espaces booléens. Etude que je crois à ce jour avoir mené à ses termes : chapitre 8. Quant à ceux qui, à raison ou à tort, estiment que "les logiques multivalentes ne doivent à ce jour se contenter que d'une utilisation en vue d'applications précises", cette attitude semble relever de démarches anti-cartésiennes, il est pertinent que pour le mathématicien, il est hors de question de prouver, ni même d'approuver l'existence, oui ou non, de logiques multivalentes et chrysippiennes.

Elles existent ne serait-ce que sous hypothèse absurde.

Toutefois, ce dont les mathématiciens ont une réelle responsabilité scientifique et historique est qu'ils se doivent d'exploiter leur savoir faire pour doter d'une formulation appropriée aux besoins éventuels, ces logiques de l'hypothèse absurde.

Rien de tout cela ne semble acquis à ce jour. A moins de tenir pour acquis qu'*il n'y a de science que bivalente*.

En revanche, utiliser les logiques multivalentes (et c'est ici un avis communément partagé) encore si peu connues, je dirais même encore si peu précises, à des applications précises, non seulement relèverait de manipulations anti-scientifiques mais bien plus serait révélateur d'une volonté délibérée d'imprimer une orientation à risques à l'évolution naturelle de la science qui.

Les présents travaux que j'intitule : *Logique et Algèbre des structures Mathématiques modales Θ -valentes chrysippiennes* constituent ce qui me paraît être une mathématique modale Θ -valente chrysippienne.

Les divers chapitres constituent selon moi diverses étapes préalables à la mise sur pied de cette mathématique.

Les onze (11) chapitres que comporte ce travail se terminent sur une note qui nous interpelle tous à une collaboration sans parti pris à une œuvre qui ne peut être que l'œuvre de tous sans la moindre exclusive.