

Traité de logique formelle tétravalente

Par

Célia-Violaine Bouchard

Cosmologiste



Image crédit Freepik

JahNergy Juin 2023

Logique formelle tétravalente

Correspondance avec l'auteure : Email : [cvb.physics@protonmail.com](mailto:cvb.physics@protonmail.com)

ORCID 0000-0003-4143-7885

Compilation

JahNergy juin 2023

Website homepage : <https://cvi-bouchard.net>

Traité de logique formelle à n nœuds génératifs et 4 congruences (Tétravalence)

Célia-Violaine bouchard \*

\* Chercheure JahNergy Concept – Recherche en électro-physique fondamentale et appliquée

Info article

Résumé

*Mots clés :*

*Logique*

*Formelle*

*Tétravalente*

*Fermat*

*Implicite*

*Tables*

*Vérité*

*Nodales*

*Mantisses*

*Matriciel*

*Opérateur*

*Groupe*

*Transformée*

*Intégrale*

Dans cette étude nous rejoignons l'ordre naturel implicite de la plupart des fonctions d'organisations universelles. La logique formelle d'ordre égal ou supérieur à quatre a trouvé au cours du 20ème siècle jusqu'aux jours actuels que peu de développements restant pour la plupart au niveau de balbutiements C.F. les travaux inachevés du mathématicien Emil Post († 57 ans T.) et ceux de Pierre de Fermat († 1665 A.T.). L'Univers entropique dans lequel nous évoluons en tant qu'êtres pensants biologiquement constitués, est complexe tout en étant simple, ce paradoxe apparent est la conséquence d'un ensemble de lois qui régissent cet univers selon des modalités relationnant entre elles des déterminismes et des non déterministes immuables. Ceci relance le débat sur l'existence d'une intelligence créatrice universelle démentant que tout est le fruit du hasard. Ainsi, dans la perspective future d'une civilisation tournée vers cette acceptation et devant considérer une nouvelle approche de ses paradigmes, en tenant compte des réalités cosmologiques où les constructions logiques sont conformes à ces mêmes existants, à savoir la Vérité formelle.

© 2018 - 2023 JahNergy – Célia-Violaine Bouchard – Tous droits réservés dépôt INPI

## 1. Introduction

### Définition

La logique est le terme qui caractérise la science de **l'inférence** au travers du **pragmatisme**.

L'inférence se rapporte à la cognition par laquelle le destinataire d'un agent causal informatif ou information origine d'un référentiel univers donné après en avoir fait une analyse factuelle, en propose une interprétation supérieure ou augmentée.

La logique se décline en deux classes :

La logique **informelle**,  
La logique **formelle**.

**La logique informelle** est une approche philosophique et rhétorique de l'inférence, à ce titre elle utilise uniquement le **langage sémantique** et **l'argumentation** pour parvenir à une interprétation augmentée d'une information origine (1).

**La logique formelle** est l'étude mathématique de l'inférence, elle a pour but de démontrer et d'expliquer avec des outils **algorithmiques** rigoureux, tout événement analysable par la pensée.

La logique informelle quoique non dénudée d'intérêt n'est pas l'objet de ce traité, nous nous intéresserons à la logique formelle dans son espèce tétravalente. Mais avant cela il est utile de rappeler les divers domaines d'expressions de la logique formelle.

**2. Les domaines essentiels de la logique formelle sont rattachés aux différentes formes de calculs, nous trouvons :**

**Le syllogistique**, logique du raisonnement complexe qui fait appel à la théorie des ensembles et aux formalismes Eulériens. Le père du syllogistique élémentaire est Aristote (2).

**La logique propositionnelle**, utilise l'opérateur booléen ainsi que les connecteurs logiques 0 et 1. Elle se retrouve dans les formes bivalentes et n-valentes booléennes de la logique.

**La logique modale** : est une forme de logique qui étend la logique propositionnelle en l'enrichissant de connecteurs modaux.

**La logique prédictive** : elle quantifie par des formules implicites les propositions du langage naturel, elle est principalement orientée langage des symboles syntaxiques tout en incluant les propositions et les modaux. Le domaine de complexité de la logique prédictive s'étend de l'ordre 1 à l'ordre supérieur voire infinitaire (3).

**La logique formelle tétravalente implicite** est une variété étendue de la logique prédictive d'ordre infinitaire à quatre variables, avec laquelle il est possible d'y associer l'équation différentielle non linéaire d'ordre 4, toutefois il est difficile d'en trouver son ensemble de solutions directement, l'expression en est donnée en 3.1. La forme en est :

$$A(x)y(x) + B(x)y'(x) + C(x)y^2 + D(x)y(x)y'(x)y'(x) + E(x)y^3 + F(x)y(x)y'(x)y''(x) + G(x)y^4 + H(x)[y(x)y'(x)y''(x)y'''(x)]^4 = \Delta_1(x)$$

### 2.1 Cas de la logique bivalente propositionnelle - LBP

Proposée en 1854 par le mathématicien Georges Boole la logique propositionnelle bivalente ou algèbre de Boole, utilise des connecteurs algébriques munis d'opérateurs et de variables reliant l'ensemble causal à l'ensemble factuel au moyen de deux congruences, qui sont notées 0 et 1. La logique bivalente propositionnelle est actuellement utilisée dans de nombreuses disciplines, particulièrement en informatique.

Les congruences 1 et 0 sont exprimées au moyen de tables de vérités – VRAI / FAUX - utilisant les opérateurs ET, OU, et trois modes (lois connectives) : conjonction, disjonction, négation.

Soit deux objets causaux ou variables causales (*a*) et (*b*) mis en relations congruentes (événement) déterminer si le factuel résultant (*a,b*) est VRAI ou FAUX (1, 0).

**Conjonction "ET"** :  $(a \text{ ET } b)$  est vrai si et seulement si  $(a \text{ est VRAI}) \text{ ET } (b \text{ est VRAI})$ .

Notation de l'opérateur "ET" ->

**Disjonction "OU"** :  $(a \text{ OU } b)$  est vrai si et seulement si  $(a \text{ est VRAI}) \text{ OU } (b \text{ est VRAI})$

Notation de l'opérateur "OU" -> **V**

**Négation "NON"** : La négation de  $(a)$  est VRAIE si et seulement si  $(a)$  est FAUX.

Notation de l'opérateur, 3 possibilités équivalentes ->  $\bar{a}, a/, ^a$

Ceci étant défini, les modes sont exprimables aux moyens de tables de vérités.

**Tables de vérités monolithiques notées (Ж<sub>1</sub>) :**

**Table "ET"**

a \ b	0	1
0	0	0
1	0	1

Commentaire :  $(a \text{ ET } b) = 1$  donc est réalisé (VRAI), dans le seul cas où, conditions expresses,  $(a) = 1$  et  $(b) = 1$ . Dans les autres cas  $(a + b)$  ne sont pas réalisés.

Exemple : Un mécanisme complexe requiert deux codes numériques pour être mis en service. Chaque code est détenu par une personne différente de l'autre, chaque détenteur connaît uniquement le code qui lui a été fourni. Tant que les deux codes ne sont pas introduits dans le processeur de contrôle du mécanisme, celui-ci ne peut démarrer.

**Table "OU"**

a \ b	0	1
0	0	1
1	1	1

Commentaire :  $(a \text{ OU } b) = 0$  donc est non-réalisé (FAUX), dans les cas où  $(a) = 0$  et  $(b) = 0$ .

Reprenons le premier exemple précédent : Un mécanisme complexe requiert pour être mis en service un code numérique. Il a été prévu par les concepteurs que deux codes différents puissent mettre en service la machinerie du moment qu'un des deux codes est fourni. Chaque code est détenu par une personne différente de l'autre, chaque détenteur connaît uniquement le code qui lui a été communiqué. Il suffit que l'un ou l'autre des codes soit introduit dans le processeur de contrôle du mécanisme, pour que celui-ci entre en fonction.

Autre exemple : La circulation automobile intense d'un carrefour est régulée par des feux tricolores. Un détecteur optique placé après chaque feu est chargé de vérifier la présence de véhicules ayant dépassé le feu. Ce détecteur a pour but d'informer un radar associé de franchissement de feu rouge, lequel déclenche alors une procédure de prise photographique à caractère contraventionnelle du ou des véhicules impliqués.

Pour qu'un véhicule soit "flashé" par le radar il faut que le feu tricolore franchi soit au "Rouge" ET que le véhicule ciblé ait "coupé le plan de détection" du détecteur. Admettons qu'un conducteur réalise au dernier moment que le feu est au rouge et qu'il ait le réflexe de freiner et de stopper son véhicule avant de franchir le plan de détection du capteur (il ne s'engage pas vraiment sur le carrefour) alors le radar ne se déclenche pas.

**Limites de la logique bivalente propositionnelle dans les cas des propositions tertiaires et quaternaires :**

Le problème qui se pose réside dans le fait que la logique bivalente propositionnelle si elle permet de poser la proposition tertiaire disjonctive  $(a + b) \text{ OU } (a \text{ ou } b) = 1 \text{ ou } 0$  elle ne permet de discriminer la proposition tertiaire conjonctive  $(a \text{ et } b) \text{ ET } (a \text{ ou } b) = 1 \text{ ou } 0$  nous avons  $(a \quad b) + (a \text{ V } b) = (a \text{ V } b)$ .

A fortiori la logique bivalente propositionnelle ne permet pas de poser directement les propositions disjonctives et conjonctives quaternaires à savoir **(a + b) OU / ET (a ou b) = k, avec** comme condition  $\{k \in \mathbf{R} \mid k \geq 2\}$  Pour faire simple **(a b) / V(a V b) = ni 1, ni 0.**

Pour ce faire elle doit utiliser des subterfuges mathématiques lourds en introduisant la première et la seconde loi de De Morgan (4) ainsi que des fonctions logiques composées (5) que nous n'aborderons pas ici, mais qui n'expliquent pas dans la plupart des cas les mécanismes naturels ainsi que les phénomènes synchrones.

Exemple : La plupart des phénomènes ayant des propriétés liées à l'intrication constatés dans la nature, relèvent de propositions ternaires et quaternaires, comme par exemple les phénomènes de superpositions quantiques, dans lesquels un objet en évolution peut se trouver dans plusieurs états quantiques à la fois (6).

### 3 La logique prédictive

La chaîne évènementielle des transformations procède d'une relation de causalité, ainsi une cause produit un effet ou issues (i) qui lui-même devient une cause, ainsi de suite. Un effet quand il devient une cause est appelé "nœud génératif ou bifurcatif" et ce d'un point de vue strictement physique ou "point d'incertitude" en terme de logique prédictive. Nous nous intéresserons particulièrement à la logique prédictive à 4 valences (congruences sensu stricto) d'ordre k.

Il est à noter que les deux valeurs nodales ne sont pas à confondre avec les connecteur OUI ou NON, associer ces deux connecteurs aux valeurs VRAI ou FAUX, revient à nier l'aspect rhétorique qui de toute évidence peut permettre de poser par exemple "Oui c'est NON" ou "Non c'est NON", nous sommes en présence d'un illogisme qui peut s'avérer être un objet mathématisable "Je fais une affirmation qui est fausse, il m'est répondu Non ce n'est pas cela ou Non c'est NON".

#### 3.1 Généralités sur la logique prédictive à 4 valences de spatialité d'ordre k

Les prédicats intégraux à 4 valences montrent que chaque nœud peut être porteur de 2, 3 et 4 congruences dont 1 est non déterministe entre la cause en amont et les possibles effets en aval, ne pouvant de ce fait être quantifiés strictement 0 ou 1 dans une table de vérité, mais **0 ou 1, 0 et 1, ni 0 ni 1** dans une table modale, le type morphique matriciel est de la forme :

$$AHx \begin{pmatrix} 0 & 4 \\ 4 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & \dots & i \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ i & \dots & 0 \end{pmatrix}$$

### 3.3 Cas de la logique prédictive infinitaire à 4 valences (LPI4) de spatialité d'ordre 3

Communément dénommée "Logique formelle tétravalente d'ordre 3" ou "logique 4-valente d'ordre 3", cette logique permet d'explicitier et de formuler un prédicat en termes de probabilités des issues de la plupart des transformations morpho-entropiques agissant dans l'espace d'évolution hadronique ou 3-polymorphe (7). Cependant les espaces d'évolutions d'ordres supérieurs à 3 ( $k > 3$ ) ne peuvent être explicités par la logique d'ordre infinitaires d'ordre 3. Pour ce faire il convient de faire appel à la logique aux espèces formelles implicites 4-valentes d'ordre k, et  $k > 3$ , à variables multiples. L'étude de base en est toutefois donnée sur ce qui suit.

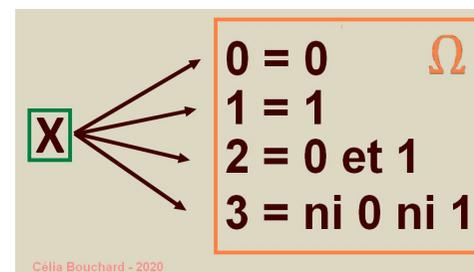
#### 3.3.1 Principes de base du fonctionnement de la logique formelle 4-valente d'ordre k < 4

Les formes de logiques 4-valentes d'ordre 3 sont constituées de fonctions logiques algébriques elles-mêmes munies d'opérateurs et de variables reliant l'ensemble causal à l'ensemble factuel au moyen de 4-congruences, pouvant être notées 0, 1, 2, 3.

#### Conventions

Nous appellerons "congruences" les transformations qui mettent en relation dans un ensemble causal 1 si l'objet lui-même abouti à une issue ou plusieurs objets entre eux (X) ou ( $\theta$ ) (causes) à un ensemble factuel noté ( $\Omega$ )(effets ou issues) et pouvant être schématisé en page suivante. Ces transformations sont dites déterministes quand elle l'issue est certaine, et indéterministes quand l'issue est incertaine.

Les issues certaines seront notés sur fond rouge et les issues incertaines sur fond jaune.



Développement pour  $k = 3$  au moyen des tables modales et 2 objets causaux (a) et (b) mis en relation par les opérateurs (ET) (OU) et dont les issues possibles sont  $i = 4$

Les espèces modales sont notées :

- 0 = FAUX
- 1 = VRAI
- 2 = FAUX et VRAI
- 3 = Ni FAUX ni VRAI

Tables binaires (Faux/Vrai) notée  $(3 \times 3 \times \frac{4}{2})$  Opérateurs ET / OU :

Les espèces modales s'ordonnent selon  $(i = 0) \subset (i = 1) \subset (i = 2) \not\subset (i = 3)$ .

ET		
a \ b	0	1
0	0	2
1	2	1

OU		
a \ b	0	1
0	0	1, 0
1	0, 1	1

Tables tertiaires (Faux/Vrai/Faux et Vrai) notée  $(3 \times 3 \times \frac{4}{3})$  Opérateurs ET / OU :

Les espèces modales s'ordonnent selon  $(i = 0) \subset (i = 1) \subset (i = 2) \not\subset (i = 3)$ .

ET			
a \ b	0	1	2
0	0	2	2
1	2	1	2
2	2	2	2

OU			
a \ b	0	1	2
0	0	1, 0	2, 0
1	0, 1	1	2, 1
2	0, 2	1, 2	2

Tables quaternaires (Faux/Vrai/Faux et Vrai/Ni faux Ni vrai) notée  $(3 \times 3 \times \frac{4}{4})$

Opérateurs ET / OU :

Les espèces modales s'ordonnent selon  $(i = 0) \subset (i = 1) \subset (i = 2) \subset (i = 3)$ .

		ET			
a \ b	0	1	2	3	
0	0	1, 0	2, 0	3, 0	
1	0, 1	1	2, 1	3, 1	
2	0, 2	1, 2	2	3, 2	
3	0, 3	1, 3	2, 3	3	

		OU			
a \ b	0	1	2	3	
0	0	1, 0	2, 0	3, 0	
1	0, 1	1	2, 1	3, 1	
2	0, 2	1, 2	2	3, 2	
3	0, 3	1, 3	2, 3	3	

### 3.3.2 Exemples d'applications

#### Réactions chimiques :

Au cours d'une expérience deux molécules A et B sont mises en présence l'une de l'autre dont on sait que ce type de réaction permet en principe l'obtention d'un unique produit formé C. L'expérience est réalisée plusieurs fois de suite. L'ensemble des essais de la réaction est noté  $(\Omega)$  et  $\mathcal{K}_n$  pour l'issue et son degré de congruence. Les protocoles d'expériences sont engagés. En fin d'expériences les composés formés sont analysés. Les résultats sont publiés.

Essai 1 :  $A + B \rightarrow B + A$

Essai 2 :  $A + B \rightarrow C + B + A$

Essai 3 :  $A + B \rightarrow C$

Essai 4 :  $A + B \rightarrow D$

Des essais l'analyse logique indique que :

Essai 1 : espèces modales  $\{4\} \rightarrow \mathcal{K}_0$  **réaction nulle ou bi-tendue**

Essai 2 : espèces modales  $\{3\} \rightarrow \mathcal{K}_2$  **réaction partielle**

Essai 3 : espèces modales  $\{2\} \rightarrow \mathcal{K}_1$  **réaction conforme à l'espérance**

Essai 4 : espèces modales  $\{1\} \rightarrow \mathcal{K}_3$  **réaction non conforme à l'espérance, produit formé tiers.**

#### Conclusion :

Le protocole d'expérience montre que l'interaction entre les produits A et B indique que celle-ci abouti sur une issue réalisant la condition :

$$\{\mathcal{K}_0 \cup \mathcal{K}_1 \cup \mathcal{K}_2 \cup \mathcal{K}_3\} = \mathcal{K}_3^0(\Omega).$$

L'espérance  $(A + B \rightarrow C)$  n'est pas vérifiée sur  $\mathcal{K}_3^0(\Omega)$ .



#### En matière de psychologie :

Le **paradoxe du menteur** est défini comme suit :

Une personne après avoir raconté une histoire déclare à l'auditoire "Je mens", comment comprendre cette affirmation ?

Si l'histoire est vraie alors dire "je mens" est faux, si l'histoire est fausse alors dire "je mens" est vrai. Ce paradoxe peut être également expliqué par deux sous-entendus :

Sous-entendu 1 (SE1) : La personne émet l'énoncé "mon histoire est fausse", elle ment en faisant croire qu'elle ment.

Sous-entendu 2 (SE2) : La personne avoue que son histoire est mensongère, elle ne ment pas.

Analyse logique :

SE1: espèce modale {2} mensonge

SE2: espèce modale {2} vérité

**Conclusion : Les issues du paradoxe du menteur réalisent dans ce cas précis la condition de nature tertiaire (ET) :**

$$\{\mathcal{K}_1 \cup \mathcal{K}_2\} = \mathcal{K}_2^0(\Omega)$$

**4 La logique formelle tétravalente implicite de type  $D_a(LPI_n) = \{k+1\}$   $D_f(k) = ]4; +\infty[$  ( $k \in \mathbb{R}$ )**

La logique formelle tétravalente implicite utilise des connecteurs algébriques support de **fonctions** d'ordres 4 et à variables multiples où  $k \geq 4$  et qui relie les éléments de l'ensemble causal noté ( $\theta$ ) aux éléments de l'ensemble factuel noté ( $\Omega$ ) et, comme vu au début du présent développement, dans laquelle il est possible d'en donner l'expression par l'équation différentielle non linéaire d'ordre 4 (8). Cependant il est fastidieux de trouver son ensemble de solutions directement surtout si ( $k$ ) devient grand. Pour résoudre cette difficulté présentée par les espèces formelles implicites 4-valentes d'ordre  $k, k > 3$  il sera fait appel au matricié.

Soit des connecteurs algébriques matriciels support de **fonctions** d'ordres 4 à variables multiples reliant les éléments de l'ensemble causal noté ( $\theta$ ) aux éléments de l'ensemble factuel noté ( $\Omega$ ) au moyen de quatre congruences, opérateurs des fonctions supportées  $\{F(\theta), F(\Omega)\}$ . Les connecteurs algébriques réalisent une **transformée implicite**

$$F(\theta) \text{ yields } F(\Omega) \\ \rightarrow$$

#### 4.1 Propriétés des connecteurs matriciels

Les fonctions d'ordres  $k$  inclusives des espèces formelles implicites 4-valentes sont régies par un ensemble de lois internes relevant de l'analyse non-standard (21).

Ces lois internes définissent un groupe cyclique fini non-abélien noté ( $\Psi$ ) autorisant l'engendrement de sous-groupes infinitaires monogènes de notation  $\text{ord}(\Psi)$  ou  $\Psi^k$  à l'ordre  $k$  et s'il faut distinguer deux sous-groupes infinitaires monogènes d'ordres ( $k$ ) dans un même groupe cyclique ( $\Psi$ ) par exemple A et B la notation est  $(\Psi|k|k_A; \Psi_B^k)$ .

##### 4.1.1 Permettance (9)

Dans  $D_a(\Psi)$  nous avons :

$$\boxed{\frac{x}{0} \xi; \Psi\{\xi\}} \quad (10)$$

##### 4.1.2 Alternativité :

Quel que soit  $x_{(k\theta)} \text{ et } y_{(k\Omega)} \in \{\Psi\}$  nous avons le magma alternatif (24) :

$$F(\theta_0^2)F(\Omega_0^2)F(\theta_3^k)F(\Omega_3^k) = F(\Omega_0^2)F(\theta_0^2)F(\theta_3^k)F(\Omega_3^k) \\ F(\theta_0^2)F(\Omega_0^2) \otimes F(\Omega_3^k)F(\theta_3^k) = F(\Omega_0^2)F(\theta_0^2) \otimes F(\Omega_3^k)F(\theta_3^k)$$

##### 4.1.3 Commutativité :

Uniquement d'ordre  $\leq 2$

$$F(\Omega_0^2)F(\theta_0^2) = F(\theta_0^2)F(\Omega_0^2) \\ F(\Omega_0^2)F(\theta_0^2)F(\theta_3^k)F(\Omega_3^k) \neq F(\Omega_0^2)F(\theta_0^2) \otimes F(\Omega_3^k)F(\theta_3^k)$$

#### 4.1.4 Distributivité :

$$\begin{aligned}
 & F(\theta_0^2)F(\Omega_0^2) [F(\theta_{k-2}^{k-1})F(\Omega_{k-2}^{k-1}) \otimes F(\theta_{k-1}^k)F(\Omega_{k-1}^k)] \\
 & \equiv \\
 & F(\theta_0^2)F(\Omega_0^2) \otimes F(\theta_{k-2}^{k-1})F(\Omega_{k-2}^{k-1}) \oplus F(\theta_0^2)F(\Omega_0^2) \otimes F(\theta_{k-1}^k)F(\Omega_{k-1}^k) \\
 & \text{Resp.} \\
 & F(\Omega_0^2)F(\theta_0^2) \otimes \dots \oplus \dots \otimes F(\Omega_{k-1}^k)F(\theta_{k-1}^k)
 \end{aligned}$$

#### 4.2 Développement du matriciel pour 4 variables où k peut prendre les valeurs (0 ; 1 ; 2 ; 3)

##### 4.2.1 Conventions

Soit le groupe logique  $\{\Psi\}$  et deux ensembles  $(\theta), (\Omega)$ , à 4 variables  $(w, x, y, z)$ , tels que :

$$\{(\theta), (\Omega) \in \Psi\}$$

$$w_m, x_m, y_m, z_m \in (\theta) \text{ et } w_n, x_n, y_n, z_n \in (\Omega)$$

Notation pour les connecteurs algébriques support des fonctions d'ordres associées :

$$\theta(w_m^3, x_m^3, y_m^3, z_m^3) \text{ et } \Omega(w_n^3, x_n^3, y_n^3, z_n^3)$$

Nous avons la relation :

$$\theta(w_m^3, x_m^3, y_m^3, z_m^3) \xrightarrow{\Psi} \Omega(w_n^3, x_n^3, y_n^3, z_n^3)$$

#### 4.2.1 Arbre logique du matriciel en fonction de l'espérance

Les variables  $\in (\theta), (\Omega)$  aux issues à 4 congruences sont notées  $(w_\theta, x_\theta, y_\theta, z_\theta)$

Code couleur des cartouches "issues"



##### Matriciels munis de l'opérateur interne $\otimes$

Ordre 2 -  $M^{\dagger k < 2}$

(table)

$$\theta_0^0(w_0^3, x_0^3, y_0^3, z_0^3) \xleftrightarrow{\Psi} \Omega_0^1(w_1^3, x_1^3, y_1^3, z_1^3)$$

$\Psi \backslash \theta$	$w_0$	$x_1$	$y_2$	$z_3$
0	$w_0$	$x_0$	$y_0$	$z_1$
1	$w_1$	$x_1$	$y_2$	$z_2$
2	$w_0, w_2$	$x_1, x_2$	$y_2$	$z_3, z_2$
3	$w_\theta, w_\Omega$	$x_1, x_\theta$	$y_2, y_\theta$	$z_3, z_\theta$

Ordre 3 -  $M^{\dagger k < 3}$

$$\theta_0^1(w_1^3, x_1^3, y_1^3, z_1^3) \xrightarrow{\Psi} \Omega_1^2(w_2^3, x_2^3, y_2^3, z_2^3)$$

$$\begin{pmatrix} w_0 x_0 y_0 z_0 \\ w_1 x_1 y_1 z_1 \\ w_{0,1} x_{0,1} y_{0,1} z_{0,1} \\ w_\theta x_\theta y_\theta z_\theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_2 \\ x_2 \\ y_2 \\ z_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} w_{0,2} x_{0,2} y_{0,2} z_{0,2} \\ w_{1,2} x_{1,2} y_{1,2} z_{1,2} \\ w_{0,1,2} x_{0,1,2} y_{0,1,2} z_{0,1,2} \\ w_{\theta,2} x_{\theta,2} y_{\theta,2} z_{\theta,2} \end{pmatrix}$$

### Ordre 4 - $M^{+k < 4}$

$$\theta_0^2(w_2^3, x_2^3, y_2^3, z_2^3) \xrightarrow{\Psi} \Omega_2^3(w_3^3, x_3^3, y_3^3, z_3^3)$$

$$\begin{pmatrix} w_{0,2}x_{0,2}y_{0,2}z_{0,2} \\ w_{1,2}x_{1,2}y_{1,2}z_{1,2} \\ w_{0,1,2}x_{0,1,2}y_{0,1,2}z_{0,1,2} \\ w_{\theta,2}x_{\theta,2}y_{\theta,2}z_{\theta,2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_3 \\ x_3 \\ y_3 \\ z_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} w_{0,2,3}x_{0,2,3}y_{0,2,3}z_{0,2,3} \\ w_{1,2,3}x_{1,2,3}y_{1,2,3}z_{1,2,3} \\ w_{0,1,2,3}x_{0,1,2,3}y_{0,1,2,3}z_{0,1,2,3} \\ w_{\theta,\theta,3}x_{\theta,\theta,3}y_{\theta,\theta,3}z_{\theta,\theta,3} \end{pmatrix}$$

### Matriciel muni de l'opérateur interne $\oplus$

### Nous nous intéresserons uniquement à l'ordre 4 - $M^{+k < 4}$

Lecture

Le matriciel présente l'avantage de permettre une corrélation rapide entre les issues possibles et le(s) résultat(s) attendu(s) – espérance.

### Transformée et Matriciel

Mantisse

$$\left( \Omega \mid w \rightarrow z \mid \mathbf{1}^k \right) \{w_0x_{0,1}y_{1,2}z_3\}$$

$$\begin{pmatrix} w_0x_0y_0z_0 \\ w_1x_1y_1z_1 \\ w_2x_2y_2z_2 \\ w_3x_3y_3z_3 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} w_0w_1w_2w_3 \\ x_0x_1x_2x_3 \\ y_0y_1y_2y_3 \\ z_0z_1z_2z_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2w_0 & x_0w_1 & y_0w_2 & z_0w_3 \\ w_1x_0 & 2x_1 & y_1x_2 & z_1x_3 \\ w_2y_0 & x_2y_2 & 2y_2 & z_2y_3 \\ w_3z_0 & x_3z_1 & y_3z_2 & 2z_3 \end{pmatrix}$$

### 4.2.2 Transformée implicite associée d'ordre 4 et monomorphique

Utile dans l'observation et la résolution de phénomènes naturels mettant en jeu un mécanisme évoluant par transformations, elle montre que les produits formés (issues) sont définis par :

Connecteur du factuel

$$\left( \Omega \mid w \rightarrow z \mid \mathbf{1}^4 \right)^{i^k} \{w_0x_{0,1}y_{1,2}z_3\}$$

Il s'agit d'une fonction d'état entropomorphique à 4 variables d'états indépendantes notée  $F(w,x,y,z)$  inclusive d'un groupe logique  $\{\Psi\}$  désignant un mécanisme entropomorphique générant une transformation notée  $\left( \Delta \right)_{\rightarrow}$  et deux ensembles  $(\theta), (\Omega)$  caractérisant l'état initial et l'état final aux équilibres respectifs :

L'entropomorphose aux équilibres  $\left( \theta \Delta \Omega \right)_{\rightarrow}$  est irréversible si et seulement si l'espérance

$F_{\theta}^{\Omega} \triangleq \{w_{0,2,3}x_{1,2,3}y_{0,1}z_{\theta,2}\}$  est réalisée (11). Dans tous les autres cas les issues montrent une réversibilité ou une impossibilité morphique  $\left( \theta \Delta \Omega ; \theta \rightarrow \theta \right)_{\leftrightarrow}$ . Par exemple l'équation  $x^k + y^k = z^k$  avec  $(k \in N)$  est une espèce entropomorphique sur l'intervalle  $[0, 3[$ .

Pour  $(k > 3)$  nous aurions une impossibilité morphique de factuel  $F_{\theta}^{\Omega} \triangleq \emptyset$ ,  $\left( \theta \overset{k > 2}{\Delta} \Omega ; \theta \rightarrow \theta \right)_{\leftrightarrow}$  (12).

### 4.2.3 Résolution morphique générale de la transformée

Mantisse matricielle (13)

$$M_{\Psi}^{+4}(k \xrightarrow{\Delta} w_0^3 x_0^3 y_0^3 z_0^3)_{\theta}^{\Omega}$$

$$=$$

$$\begin{pmatrix} \left(\frac{\partial F}{\partial w_0^0}\right)_{\Psi}^1 dw_0 & \left(\frac{\partial F}{\partial x_0^0}\right)_{\Psi}^1 dx_0 & \left(\frac{\partial F}{\partial y_0^0}\right)_{\Psi}^1 dy_0 & \left(\frac{\partial F}{\partial z_0^0}\right)_{\Psi}^1 dz_0 \\ \left(\frac{\partial^2 F}{\partial w_0^1}\right)_{\Psi}^2 dw_1 & \left(\frac{\partial^2 F}{\partial x_0^1}\right)_{\Psi}^2 dx_1 & \left(\frac{\partial^2 F}{\partial y_0^1}\right)_{\Psi}^2 dy_1 & \left(\frac{\partial^2 F}{\partial z_0^1}\right)_{\Psi}^2 dz_1 \\ \left(\frac{\partial^3 F}{\partial w_0^2}\right)_{\Psi}^3 dw_2 & \left(\frac{\partial^3 F}{\partial x_0^2}\right)_{\Psi}^3 dx_2 & \left(\frac{\partial^3 F}{\partial y_0^2}\right)_{\Psi}^3 dy_2 & \left(\frac{\partial^3 F}{\partial z_0^2}\right)_{\Psi}^3 dz_2 \\ \left(\frac{\partial^4 F}{\partial w_0^3}\right)_{\Psi}^4 dw_3 & \left(\frac{\partial^4 F}{\partial x_0^3}\right)_{\Psi}^4 dx_3 & \left(\frac{\partial^4 F}{\partial y_0^3}\right)_{\Psi}^4 dy_3 & \left(\frac{\partial^4 F}{\partial z_0^3}\right)_{\Psi}^4 dz_3 \end{pmatrix}$$

### 4.2.2 Transformée implicite associée d'ordre 4 bi-morphique

Nous en donnons ici l'expression générale, l'application en étant faite dans le présent traité en annexe par l'explicitation du dernier théorème de Fermat par la logique formelle tétravalente.

Utile dans l'observation et la résolution de phénomènes naturel complexes mettant en jeu un mécanisme évoluant par transformations, elle montre que les produits formés (issues) sont définis par :

Connecteur du factuel

$$\left(\Omega \mid w \rightarrow z \mid 1^4\right)^{(i,j)^k} \{w_0 x_{0,1} y_{1,2} z_3\}$$

Il s'agit d'une fonction d'état entropomorphe à 4 variables d'états indépendantes notée  $F(w, x, y, z)$  inclusive d'un groupe logique  $\{\Psi\}$  désignant un mécanisme entropomorphe générant une transformation notée  $\left(\Delta \rightarrow\right)$  et deux ensembles  $(\theta), (\Omega)$  caractérisant l'état initial et l'état final aux équilibres respectifs :

$$\Delta F_{\theta\Omega} = \iint_{\theta}^{\Omega} \left(\frac{\partial F}{\partial w}\right) dw + \iint_{x\theta}^{x\Omega} \left(\frac{\partial F}{\partial x}\right) dx + \iint_{y\theta}^{y\Omega} \left(\frac{\partial F}{\partial y}\right) dy + \iint_{z\theta}^{z\Omega} \left(\frac{\partial F}{\partial z}\right) dz$$

### 4.2.3 Transformée implicite associée d'ordre 4 tetramorphe

Connecteur du factuel

Nous introduirons 2 paramètres supplémentaires notés  $(l \text{ et } m)$ , le connecteur sera de la forme :

$$\left(\Omega \mid w \rightarrow z \mid 1^4\right)^{(i,j,l,m)^k} \{w_0 x_{0,1} y_{1,2} z_3\} \quad k = 4$$

La fonction d'état associée est entropomorphe à 4 variables indépendantes notées  $F(w, x, y, z)$  inclusive d'un groupe logique dont la transformation est notée  $\left(\Delta \rightarrow\right)$  et deux ensembles  $(\theta), (\Omega)$  caractérisant l'état initial et l'état final aux équilibres par l'intégrale :

$$\Delta F_{\theta\Omega} =$$

$$\iint \iint_{\theta}^{\Omega} \left(\frac{\partial F}{\partial w}\right) dw + \iint \iint_{x\theta}^{x\Omega} \left(\frac{\partial F}{\partial x}\right) dx + \iint \iint_{y\theta}^{y\Omega} \left(\frac{\partial F}{\partial y}\right) dy + \iint \iint_{z\theta}^{z\Omega} \left(\frac{\partial F}{\partial z}\right) dz$$

**Exemple appliqué à une fonction elliptique non constante ramenée à une fonction d'état non complexe et dont il est demandé de tester les issues pour déterminer si elle est tétramorphe :**

$$f(w,x,y,z) = \sqrt[4]{w + x^2 + y^3 - z^4 + 1}$$

Définition du groupe logique

$$(i = p, j = q, l = r, m = s,)$$

$$F_{\theta}^{\Omega} \neq \emptyset, \psi_{r,s} \left( \begin{array}{c} \theta \stackrel{k=4}{\Delta} \Omega ; \theta \rightarrow \Omega \\ \leftrightarrow \end{array} \right) \text{ est tétramorphe}$$

$$F_{\theta}^{\Omega} \cong \emptyset, \psi_{p,q} \left( \begin{array}{c} \theta \stackrel{k=4}{\Delta} \Omega ; \theta \rightarrow \Omega - z_3 \\ \leftrightarrow \end{array} \right) \text{ n'est pas tétramorphe}$$

Décomposition congruente dans le groupe logique  $\psi_{p,q,r,s}$  sur  $k = 4$

$$\int \iiint_{\theta} \frac{\partial^4 \sqrt[4]{w+x^2+y^3-z^4+1}}{\partial p} + \frac{\partial^4 \sqrt[4]{w+x^2+y^3-z^4+1}}{\partial q} + \frac{\partial^4 \sqrt[4]{w+x^2+y^3-z^4+1}}{\partial r} + \frac{\partial^4 \sqrt[4]{w+x^2+y^3-z^4+1}}{\partial s}$$

Résolution intégrale

$$\Delta F_{\theta\Omega} = (C + Cr)s + C$$

$$(dp)(dq)(dr)(ds)$$

La décomposition congruente montre que l'expression  $\Delta F_{\theta\Omega} = (C + Cr)s + C$  est congruente sur

$$F_{\theta}^{\Omega} \neq \emptyset, \psi_{r,s} \left( \begin{array}{c} \theta \stackrel{k=4}{\Delta} \Omega ; \theta \rightarrow \Omega \\ \leftrightarrow \end{array} \right)$$

**La fonction  $f(w,x,y,z)$  est tétramorphe.**

## 6 Conclusion

Nous avons au cours de notre propos mis en évidence les avantages à utiliser l'outil logique formel polyvalent d'ordre supérieur à 3. Bien entendu cette forme de mathématiques, ne prétend pas tout résoudre, toutefois elle est un outil facilitateur qui permet de démontrer et/ou prédire et/ou calculer de manière plus simple, les issues mise en jeux par des mécanismes souvent complexes.

**Célia-Violaine Bouchard**

Auteure.



## Annexe

### Explicitation du dernier théorème de Fermat par la logique formelle tétravalente

En 1994 le mathématicien Andrew Wiles, démontra le dernier théorème de Fermat au moyen d'un développement géométrique complexe mettant en jeu de nombreux travaux antérieurs comme la conjecture de Shimura-Taniyama-Weil, les courbes elliptiques, de Frey-Hellegouarch, la démonstration de Kenneth Ribet.

D'autres approches ont été tentées sans succès par divers mathématiciens, toutefois la méthode faisant appel à la logique formelle polyvalente n'ont pas été envisagées depuis l'énoncé du théorème par Pierre De Fermat. Le but de la présente publication est par voie de conséquence de ce qui précède, d'en définir les contours au moyen de l'outil logique faisant appel au formalisme congruent d'ordre 4, tel que défini dans le présent traité.

#### A 1 Rappel du dernier théorème de Fermat

"Il n'existe pas de nombres entiers strictement positifs  $x, y, z$ , dès que  $k$  strictement supérieur à 2.  
tels que :

$$x^k + y^k = z^k$$

#### A 2 Approche par la logique formelle implicite d'ordre 4

##### A 2.1 Propositionnel

$$\sqrt[k]{z^k} = \sqrt[k]{x^k + y^k} = \sqrt[k]{y^k + x^k} \quad (x, y, z \in \mathbb{N})$$

#### A 2.2 Groupe logique entropomorphique ( $\psi$ ) et connecteurs

$$\psi_{(p, q, r, s)} \left( \begin{array}{l} \mathbf{0} \xrightarrow{k > 2} \sqrt[k]{z^k} \notin \mathbb{N} \Rightarrow \theta_p \xrightarrow{\Delta} \Omega_p \\ \mathbf{1} \xrightarrow{k > 2} \sqrt[k]{z^k} \in \mathbb{N} \Rightarrow \theta_q \xrightarrow{\Delta} \Omega_q \\ \mathbf{2} \xrightarrow{k > 2} \sqrt[k]{z^k} \in \mathbb{N} \Rightarrow \theta_r \xrightarrow{\Delta} \Omega_r \\ \mathbf{3} \xrightarrow{k > 2} \sqrt[k]{z^k} \notin \mathbb{N}, \in \mathbb{N} \Rightarrow \theta_s \xrightarrow{\Delta} \Omega_s \end{array} \right)$$

#### A 2.3 Définitions dans le groupe logique $\psi_{p, q, r, s}$

$F_{\theta}^{\Omega} \triangleq \emptyset, \psi_{p, r, s} \left( \theta \xrightarrow[k \Delta \leftrightarrow]{k > 2} \Omega; \theta \rightarrow \theta \right)$  ne vérifient pas l'espérance propositionnelle

$F_{\theta}^{\Omega} \neq \emptyset, \psi_q \left( \theta \xrightarrow[k \Delta \leftrightarrow]{k > 2} \Omega; \theta \rightarrow \Omega \right)$  vérifie l'espérance propositionnelle

#### A 2.4 Caractérisation de la transformée implicite

Soit  $f(\varphi)$  définie par  $f(\varphi) = \sqrt[k]{x^k + y^k}$

La transformée est biomorphe car supportée par  $\theta_{x,y} \xrightarrow{\Delta} \Omega_z$  dans le groupe logique  $\psi_{p, q, r, s}$

$$\boxed{\int_3^{\infty} \sqrt[k]{x^k + y^k}}$$

La résolution intégrale est divergente pour  $x, y > 2$ , il est cependant nécessaire d'effectuer une décomposition congruente pour confirmer que  $\sqrt[k]{z^k} \notin N$ . (14)

Décomposition congruente dans le groupe logique  $\psi_{p,q,r,s}$  sur l'intervalle  $[3, +\infty[$

$$\Delta F_{\theta\Omega} = \iint_{p\theta}^{p\Omega} \left( \frac{\partial F}{\partial p} \right) dp + \iint_{q\theta}^{q\Omega} \left( \frac{\partial F}{\partial q} \right) dq + \iint_{r\theta}^{r\Omega} \left( \frac{\partial F}{\partial r} \right) dr + \iint_{s\theta}^{s\Omega} \left( \frac{\partial F}{\partial s} \right) ds$$

La résolution intégrale donne

$$\Delta F_{\theta\Omega} = C_p + \frac{p^5(C + q(C + Cr))}{120} + \frac{C_p^3}{6} + \frac{C_p^4}{24} + \frac{C_p^2}{2} + C$$

C est défini sur  $[3, +\infty[$  car  $\in \psi_{p,q,r,s}$  et nous voyons que p l'emporte sur les autres congruences, ce qui tend à démontrer que  $\forall C$  pour que  $\Delta F_{\theta\Omega} = np$  l'espérance "Il n'existe pas de nombres entiers strictement positifs  $x, y, z$ , dès que  $k$  strictement supérieur à 2, tend à être réalisée, tels que :  $x^k + z^k = z^k$  ( $0 \xrightarrow{k>2} \sqrt[k]{z^k} \notin N \Rightarrow \theta_p \Delta \Omega_p$ )".

Vérifions les corrélations précédentes au moyen de la mantisse matricielle :

### A 2.5 Mantisse matricielle

Pour  $K > 2$  la mantisse est :

$$\left[ \iint \frac{\partial}{\partial p} (dp) \iint \frac{\partial}{\partial q} (dq) \iint \frac{\partial}{\partial r} (dr) \iint \frac{\partial}{\partial s} (ds) \right]^{x^k} \cdot \left[ \iint \frac{\partial}{\partial p} (dp) \iint \frac{\partial}{\partial q} (dq) \iint \frac{\partial}{\partial r} (dr) \iint \frac{\partial}{\partial s} (ds) \right]^{y^k}$$

Notons la solution de la mantisse  $S(M)$  et la fonction associée  $F(M)$ , nous avons :

$$S(M) = (C \left( C_p C \left( \frac{C p^3 (C + Cs)}{6} \frac{C p^2}{2} \right) \right) + C) x^k + y^k$$

#### Analyse :

L'expression  $(\frac{C p^3 (C + Cs)}{6} \frac{C p^2}{2})$  montre que lorsque  $k \rightarrow +\infty$ ,  $F(M)$  est divergente, de même le produit  $C p^3 (Cs) \rightarrow (Cs)$ . Nous sommes en présence de deux espèces congruents sur l'intervalle  $[3, +\infty[$ .

D'autre part  $(\frac{C p^3 (C + Cs)}{6} \frac{C p^2}{2})$  n'est pas entier et ce quelque soit C, car la valeur de  $C p^k \notin N$ .

L'espérance "Il n'existe pas de nombres entiers strictement positifs x, y, z, dès que k strictement supérieur à 2" est corrélée.

A 2.6 Tables de vérités associées pour k = (5, 6, 7, m... n) m, n -> ∞

$$\sqrt[k]{z^k} = \sqrt[k]{x^k + y^k} = \sqrt[k]{y^k + x^k} \quad (x, y, z \in \mathbb{N})$$

k = 5							
y \ x	2	3	4	5	6	7	m
2	2,297						
3	3,075	3,446					
4	4,024	4,174	4,594				
5	5,01	5,075	5,291	5,743			
6	6,004	6,037	6,15	6,419	6,892		
7	7,002	7,02	7,083	7,242	7,553	9,462	
8	8,001	8,011	8,049	8,147	8,343	10,315	
n	n+h	n+h	n+h	n+h	n+h	n+10 <sup>-4</sup>	n, +0 <sup>+</sup>

Exemple pour n = m = 100  $\sqrt[5]{z^5} = 100,0000336$   
]0, h, 1[

k = 6							
y \ x	2	3	4	5	6	7	m
2							
3	2,24492	3,367					
4	4,01	4,11	4,489				
5	5,003	5,038	5,197	5,612			
6	6,001	6,015	6,084	6,295	6,734		
7	7,0006	7,007	7,04	7,147	7,4	7,857	
8	8,0003	8,0037	8,0037	8,077	8,221	8,509	
n	n+h	n+h	n+h	n+h	n+h	n+10 <sup>-5</sup>	n, +0 <sup>+</sup>

Exemple pour n = m = 100  $\sqrt[6]{z^6} = 100,0000002$   
]0, h, 1[

k = 7							
y \ x	2	3	4	5	6	7	m
2	2,20817						
3	3,0244	3,312					
4	4,0044	4,0722	4,4163				
5	5,0011	5,0197	5,1378	5,5204			
6	6,00039	6,00667	6,0489	6,21473	6,6245		
7	7,00016	7,00265	7,0197	7,0912	7,2988	7,72862	
8	8,00007	8,00119	8,00889	8,0419	8,1444	8,3876	
n	n+h	n+h	n+h	n+h	n+h	n+10 <sup>-6</sup>	n, +0 <sup>+</sup>

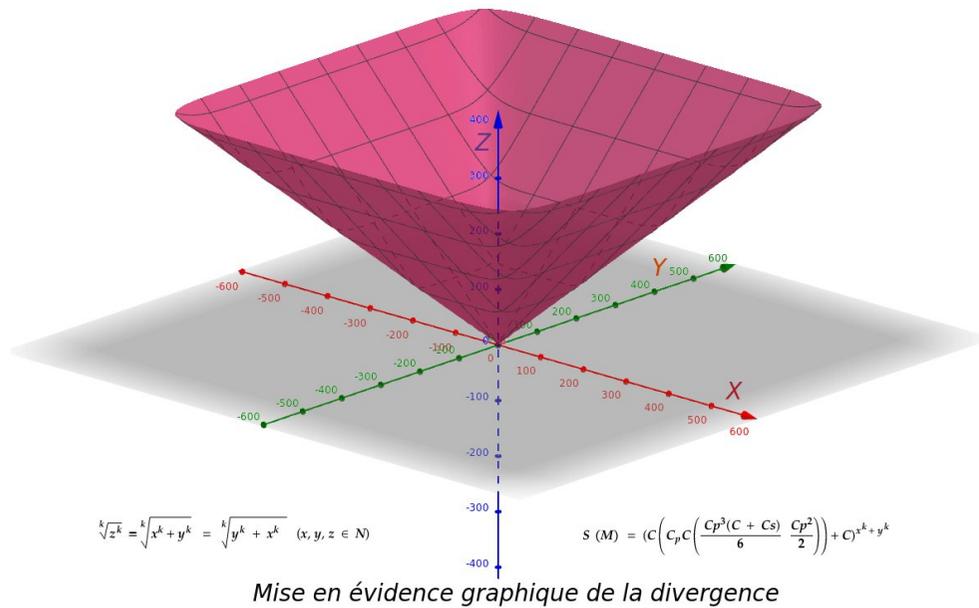
Exemple pour n = m = 100  $\sqrt[7]{z^7} = 100,0000001$   
]0, h, 1[

		k = i						
y \ x	2	3	4	5	6	7	m	
2	2,0...1							
3	3,0...1	3,0...1						
4	4,0...1	4,0...1	4,0...1					
5	5,0...1	5,0...1	5,0...1	5,0...1				
6	6,0...1	6,0...1	6,0...1	6,0...1	6,0...1			
7	7,0...1	7,0...1	7,0...1	7,0...1	7,0...1	7,0...1		
8	8,0...1	8,0...1	8,0...1	8,0...1	8,0...1	8,0...1		
n	n+h	n+h	n+h	n+h	n+h	n+10 <sup>-(i-1)</sup>	n, + 0 <sup>+</sup>	
]0, h, 1[								

### Caractérisation graphique de la divergence

Sur ] 2, +∞ [ L'ensemble des points S(M)<sub>p</sub> constituant la surface S(M)<sub>G</sub> expression de  $S(M) = (C \left( C_p C \left( \frac{Cp^3(C + Cs)}{6} \frac{Cp^2}{2} \right) \right) + C)^{x^k + y^k}$ , montre que pour  $k > 2$ ,  $\sqrt[k]{z^k} \notin S(M)_G$ . Plus simplement, aucun point pris sur  $Z \notin S(M)_p$ .

### A 2.7 Modélisation graphique



## Renvois

- (1) Pertinence de la logique informelle – Éditions Universitaires Européennes – 17 février 2020.
- (2) L'ouvrage de référence aristotélien est connu sous le nom "d'Organon" il introduit entre autres le syllogistique rhétoricien mathématiquement orienté. Toutefois certains philosophes grecs de l'antiquité considéraient que cette forme de logique était également une branche de la philosophie.
- (3) Les modèles infinitaires font appels aux mathématiques non-standards pour la plupart non utilisés par les mathématiciens hors logique prédictive.
- (4) Les lois de De Morgan ont été formulées par le mathématicien britannique Augustus De Morgan (1806-1871). Ce sont la négation de la disjonction et de la conjonction, et dont les expressions respectives sont :  $\overline{a + b} = \overline{a} \cdot \overline{b}$  et  $\overline{a \cdot b} = \overline{a} + \overline{b}$
- (5) Les fonctions logiques composées sont basées sur le modèle des lois de composition internes des mathématiques standards, ce sont des fonctions logiques à deux variables.
- (6) Voir à ce sujet une étude menée par une équipe de physiciens Suisses et Autrichiens en 2019, lien : <https://www.nature.com/articles/s41567-019-0663-9>
- (7) Par espace d'évolution hadronique ou 3-polymorphe, il est fait référence ici à la partie de l'Univers dans laquelle il se trouve des quanta d'ordre 1, 2 et 3 majeurs à savoir des bosons, leptons et hadrons, stables.
- (8) 
$$A(x)y(x) + B(x)y'(x) + C(x)y^2 + D(x)y(x)y'(x)y'(x) + E(x)y^3 + F(x)y(x)y'(x)y''(x) + G(x)y^4 + H(x)$$
- (9) Permettance est un mot tiré du vocabulaire de l'ancien français qui emporte l'idée de "permission accordée à une demande très spécifique".
- (10) Autorisant un ensemble de solutions déterministes sur la 4<sup>ième</sup> congruence dans (G).
- (11) Se ramène alors à une matrice ternaire.
- (12) Pierre de Fermat - Grand théorème – La démonstration en est faite en annexe du présent traité.
- (13) Cette mantisse matricielle est de type Jacobien

$$J_{F(M)} = \begin{pmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial x_1 y_1} & \dots & \frac{\partial f_1}{\partial x_n y_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial f_m}{\partial x_1 y_1} & \dots & \frac{\partial f_m}{\partial x_n y_n} \end{pmatrix}$$

L'opérateur divergence est un outil d'analyse vectorielle qui mesure si un champ vectoriel est dans ou hors d'une zone d'espace déterminée, comme ce qui est observable sur un diagramme de lignes de champ. Ici pour vérifier si l'intégrale associée l'intégrale de la fonction  $F(z) = \sqrt[k]{x^k + y^k}$  réalise la condition  $(0 \xrightarrow{k > 2}$

$\sqrt[k]{z^k} \notin N \Rightarrow \theta_p \xrightarrow{\Delta} \Omega_p$ , le champ étant le groupe logique  $\psi_{p, q, r, s}$ .

