Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis

N°ORDRE : 14/19

Thèse de doctorat

Pour obtenir le grade de Docteur de l'Université de

VALENCIENNES ET DU HAINAUT-CAMBRESIS

En Sciences de l'Information et de la Communication

Présentée et soutenue par

Henri BOULOUET

Le 3 octobre 2014, à Valenciennes

Ecole doctorale :

Université Lille Nord de France
Ecole doctorale 473-SHS

Equipe de recherche, Laboratoire :

Laboratoire DeVisu (Design Visuel et Urbain)

Systémique Relativisée

Essences des conceptualisations relativisées du Réel

JURY

Bruno BACHIMONT, Professeur des Universités, Université de Technologie de Compiègne, rapporteur.

Sylvie LELEU-MERVIEL, Professeur des Universités, Université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis, directeur de Thèse.

Pascal LHOSTE, Professeur des Universités, Directeur de l'École nationale Supérieure en génie des Systèmes et de l'Innovation de Nancy - Université de Lorraine, président du jury.

Alain MILLE, Professeur des Universités, Université Claude Bernard Lyon 1, rapporteur.

Vincent BRINDEJONC, Expert en sûreté de Fonctionnement, société Thalès Avionics, membre invité.

Philippe GICQUEL, Industriel, PSA Peugeot Citroën, Direction des Systèmes Industriels, membre invité.

Jean-Louis LE MOIGNE, Professeur émérite à l'Université d'Aix-Marseille, membre invité.

Mioara MUGUR-SCHACHTER, Professeur honoraire des Universités, Université de Reims, co-directeur de Thèse, membre invité.

Avant-propos à la thèse « Systémique Relativisée »

Un développement conceptuel à vocation opérationnelle de la Méthode de Conceptualisation Relativisée (MCR)

La prise de connaissance de la Systémique Relativisée (SR) est facilitée si l'on garde à l'esprit les buts visés ainsi que la stratégie adoptée pour les réaliser. Ensemble, ces buts constituent a posteriori les apports de la méthode SR. Le bref exposé qui suit vise à synthétiser en quelques traits l'essence de la démarche, qui est radicalement constructive. Nous souhaitons que cette évocation puisse servir de fil d'Ariane au lecteur dans son appropriation des concepts radicalement non classiques qui sont introduits.

Les apports de SR

La progression dans la construction de SR obéit à une logique constructive rigoureuse, qui n'est pas optimale pour assurer une 'compréhension' monotonement croissante au cours de la lecture. Afin de réduire ce handicap, je souhaite munir le lecteur d'une formulation préalable des 5 caractères globaux qui ne se seront pleinement constitués qu'après la clôture de l'entier exposé. Les voici :

- SR unifie les concepts usuels « d'entité naturelle » et « d'entité artificielle », dans une même approche radicalement constructive.
- Après MCR, SR fusionne opérationnellement l'approche causale 'neutre' de la démarche technico-scientifique classique, avec l'approche des sciences humaines qui place les psychismes individuels et leurs finalités à la source de toute évolution. Elle unifie foncièrement ces deux façons jusqu'ici dissociées d'appréhender le Réel, dans le strict respect des principales exigences de scientificité : réfutabilité, répétabilité, généralité et précision contrôlables.
- SR tire pleinement les conséquences du bouleversement de perspective opéré par MCR : au concept d'objectivité classique, fondé sur l'idée que le Réel physique est connaissable en soi, SR substitue explicitement l'incorporation des conditions d'établissement d'un consensus intersubjectif dans la genèse même des représentations.
- SR opérationnalise la systémique. Elle confère un statut précis aux concepts jusqu'ici insuffisamment définis que la systémique actuelle manipule. Elle en fait des jalons successifs à l'intérieur d'un processus de construction qui s'enracine dans le concept MCR de 'description transférée ou de base' : persistance, continuité, état, entité stable, cyclique, évolutive, système.
- SR refonde le rapport entre 'modèle' et 'événements observables'. Elle définit les concepts de 'loi de probabilité', 'd'entropie' et de 'complexité' comme différentes formes de mise en relation de nos modélisations du Réel physique, avec les événements observables desquels ces modèles émergent.

Le paradigme

L'entière construction repose sur un unique paradigme fondateur, issu du concept MCR de description relativisée d'une entité physique. Nous synthétisons ici la genèse de ce paradigme.

Toute connaissance intersubjective commence avec l'enregistrement public de traces observables, manifestations d'interactions entre une entité postulée et les appareils biologiques ou fabriqués que l'on se donne pour la décrire. L'entité physique est progressivement détourée du substrat de Réel physique « lui-même », aux « endroits publics » où sont localisées ces interactions. Si nous dénommons ces endroits points de contact opérationnels, alors on conçoit qu'à force d'expériences mémorisées, on parvienne parfois, dans le monde « classique », à constituer une forme spatio-temporelle publique de l'entité-à-décrire : un peu comme un aveugle détoure un obstacle à force de tâtonnements avec sa canne blanche.

Lorsque ces localisations publiques d'espace-temps ne sont pas évidentes du fait de l'absence de perception biopsychiques, ces « points de contact » peuvent être induits à partir du moule constitué par la conceptualisation préalablement accomplie des appareils mobilisés pour décrire (instruments de mesure, corps propre), et du terrain de Réel physique sur lequel ceux-ci opèrent (comme c'est le cas en physique quantique). Lorsque ces localisations sont le produit de nos perceptions biopsychiques, la tentation d'absolutiser les contours perçus est quasi irrésistible. Pourtant ces contours ne sont pas forcément pertinents relativement à d'autres modes de qualification, notamment via des instruments d'enregistrement interposés. Il en résulte des conséquences non triviales.

- Il ne peut y avoir de construction intersubjective de connaissances sans conceptualisation construite préalablement (modèle), des moyens au travers desquels on « attrape » un fragment de Réel physique à décrire, tel un poisson dans un filet.
- Une entité physique est un concept construit à partir des convergences statistiques que l'on constate en agissant en certains endroits, à certains moments, en certaines conditions, tout cela préalablement conceptualisé. Les « points de contact » sont les poignées qui nous permettent de manipuler opérationnellement l'entité en cours de conceptualisation relativement à différents aspects qualifiants. La validité d'une telle conceptualisation n'a *jamais* un caractère absolu. Seule l'efficacité *opérationnelle* des anticipations qu'elle autorise atteste de sa pertinence.
- Ainsi la localisation spatio-temporelle *d'une entité physique donnée*, et son intériorité, sont des concepts induits à partir de points de contact opérationnels publics. Le postulat d'existence d'une entité physique est *inféré* de ces localisations. « L'entité » elle-même n'est qu'un construit *psychique et intersubjectif* qui transcende les seules localisations spatio-temporelles génétiques.
- Le paradigme délinéé plus haut conduit à concevoir un espace de représentation tripartite dans le but de construire des consensus :
- Un espace de représentation *du Réel physique déjà conceptualisé*, que l'on se donne comme un réservoir de moyens psycho-physiques pour décrire.
- Un espace de *localisations spatio-temporelles publiques des interactions* postulées entre de tels moyens, et d'autre part le domaine de Réel physique d'où l'on « extrait » l'entité-à-décrire.
- Un espace de représentation abstrait des *existants physiques postulés* – juste dénommés – *inférés* de nos expériences ou prévus par nos constructions théoriques.

Ensemble, ces trois espaces permettent d'expliciter les genèses d'ontologies relativisées de fragments de réel physique.

Elles permettent en particulier d'accéder à une définition véritablement générale et scientifique du concept de 'système'.

Elles servent comme matrice à l'expression opérationnelle d'autres concepts fondamentaux, comme celui de loi de probabilité relative, d'entropie informationnelle, et de complexité.

Ainsi la 'systémique' se trouve-t-elle munie d'un fondement opérationnel, général et consensuel.

Les apports de l'Ingénierie Système Relativisée (ISR)

Déclinaison de SR au domaine de la conception d'artefacts utilitaires

---

Constat

Les projets industriels sont désormais généralement conduits dans le cadre de ce que l'on dénomme des « entreprises » étendues, qui impliquent de multiples partenaires, autour d'un petit nombre de grandes entreprises leaders. Concomitamment, les relations internes au sein des grandes entreprises tendent à se contractualiser. Cette distinction tend à abolir opérationnellement la différence entre entités internes à une entreprise et entités juridiquement autonomes.

Quand il s'agit de mener à bien un projet d'artefact industriel, chaque telle entité, ou subdivision de cette entité, se voit conférer une responsabilité spécifique et contribue à la matérialisation du produit-à-concevoir. On constate alors, de façon courante, que plus le projet avance, plus le but ultime de fabriquer UN produit qui satisfasse l'ensemble des enjeux associées aux finalités propres à chaque intervenant agit comme un attracteur. Il pousse à « mélanger » les exigences et les « morceaux » de solution conçus afin d'aboutir à un projet consensuel global.

De façon d'autant plus chaotique que les enjeux sont divers et que les intervenants sont nombreux, une « solution » d'artefact-à-fabriquer finit par émerger. Mais dans la solution qui émerge, les différentes contributions se voient inextricablement mêlées, surtout quand ces dernières ne se concrétisent pas en des objets matériellement distincts.

La façon usuelle de concevoir le processus de conception, du plus abstrait au plus concret, contribue à la confusion qui, progressivement s'installe. Les liens entre les attentes et les « faits » ne sont pas rigoureusement maîtrisés. Tant les besoins des utilisateurs que les rôles conférés au support matériel du produit prennent la forme de « fonctions » abstraites et ne sont pas rigoureusement distinguées. Le facteur humain, sauf cas particuliers (stress, ergonomie associée à des situations à risques, etc.), n'est pas explicitement connecté à l'expression technique de l'artefact à réaliser.

En ces conditions :

Comment évaluer le réalisé de façon à objectiver publiquement la prise en compte des différentes contributions à la spécification et à la conception du produit ?

Comment, tout au long du processus de conception, maîtriser l'apport des différentes contributions à l'émergence du produit final ?

Comment s'assurer de la prise en compte de la dimension humaine (usages en situation, perception qualitative,…) dans la solution qui émerge ?

Les apports d'ISR

La réponse de la méthode d'Ingénierie Système Relativisée (ISR) aux besoins évoqués contraste avec les pratiques usuelles.

Du point de vue technique :

- Tous les artefacts représentationnels sont, *in fine*, ***factuellement vérifiables*** soit sur le produit fini, soit sur des configurations le préfigurant en tout ou partie (prototype, composants, table d'intégration). Ces artefacts (modèles ou documents), quel que soit le niveau d'abstraction des exigences ou contraintes qu'ils expriment, ont vocation à servir de référence, *sans interprétation*, à la réalisation de tests, manuels ou automatisés, et à la pose des verdicts.
- Cette exigence d'objectivation impose de distinguer clairement les exigences ou contraintes qui relèvent respectivement de la dimension humaine (usage, perception), de l'artefact ou de sa dimension technico-scientifique (mesures normalisées). Les dépendances entre ces deux types de représentations sont explicitement construites et gérées.
- La genèse de chaque point de vue constructif est formellement maîtrisée et sa contribution au projet demeure *séparable* tout au long de la construction : ses impacts sur l'ensemble sont à tout moment identifiables.
- Le projet d'artefact matériel lui-même, globalement considéré, émerge d'une mise en compatibilité rigoureusement maitrisée de ces différents points de vue sur un même support matériel.

Du point de vue organisationnel :

- Les responsabilités sont clairement identifiées, non mélangées, et explicitement attribuées à des entités de l'organisation.
- Le processus de conception et le processus d'intégration / vérification / validation sont conçus conjointement : tout artefact représentationnel *public* porteur d'exigences et de contraintes, implique un processus d'objectivation matérielle associée.
- ISR n'impose pas un ordre dans les façons de faire, castrateur par rapport à la créativité et à la spécificité des situations. La méthode met en évidence, par construction, les dépendances ainsi que les décisions à prendre ou les arbitrages à rendre, entre les différentes parties prenantes tout au long d'un projet.
- L'ingénierie des tests peut se focaliser sur sa finalité propre : non pas *interpréter les attentes*, mais définir les tests à réaliser effectivement et les dimensionner en fonction des enjeux, notamment de sûreté de fonctionnement : le concept de *couverture* du réalisé par rapport à l'attendu est rigoureusement déterminé.
- ISR dispose au travers de RKM (Relativized Knowledge Management), autre spécialisation de SR, de son propre outil PLM (Product Life Management), librement configurable en fonction de l'organisation, des ressources, des projets et des critères de suivi dont on souhaite se doter.

Thèse de doctorat

Pour obtenir le grade de Docteur de l'Université de

VALENCIENNES ET DU HAINAUT-CAMBRESIS

En Sciences de l'Information et de la Communication

Présentée et soutenue par

Henri BOULOUET

Le 3 octobre 2014, à Valenciennes

Ecole doctorale :

Université Lille Nord de France
Ecole doctorale 473-SHS

Equipe de recherche, Laboratoire :

Laboratoire DeVisu (Design Visuel et Urbain)

Systémique Relativisée

Essences des conceptualisations relativisées du Réel

JURY

Bruno BACHIMONT, Professeur des Universités, Université de Technologie de Compiègne, rapporteur.

Sylvie LELEU-MERVIEL, Professeur des Universités, Université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis, directeur de Thèse.

Pascal LHOSTE, Professeur des Universités, Directeur de l'École nationale Supérieure en génie des Systèmes et de l'Innovation de Nancy - Université de Lorraine.

Alain MILLE, Professeur des Universités, Université Claude Bernard Lyon 1, rapporteur.

Vincent BRINDEJONC, Expert en sûreté de Fonctionnement, société Thalès Avionics, membre invité.

Philippe GICQUEL, Industriel, PSA Peugeot Citroën, Direction des Systèmes Industriels, membre invité.

Jean-Louis LE MOIGNE, Professeur émérite à l'Université d'Aix-Marseille, membre invité.

Mioara MUGUR-SCHACHTER, Professeur honoraire des Universités, Université de Reims, co-directeur de Thèse, membre invité.

« L'expérience comme les objets de l'expérience sont dans tous les cas le résultat de *nos* manières et moyens de faire cette expérience, et se trouvent nécessairement structurés et déterminés par l'espace, le temps, et les catégories qui en sont dérivées".

Ernst Von Glaserfeld[1]

1 Ernst Von Glaserfeld (1981) (1988). *Introduction à un constructivisme radical* dans *L'invention de la Réalité,* p19 – p43, Paul Watzlawick (dir), Seuil (Paris)

Remerciements

Ce document est le produit d'une aventure improbable. Je ne puis y songer sans rendre grâce à mon ange gardien, un Séraphin pour le moins, selon mon ami et complice Bruno Massy de La Chesneraye. Il a fallu en effet bien des miracles pour que cette aventure germe, se développe, s'approfondisse, se structure, tout au long de ces vingt dernières années.

Le point de départ, l'étonnement initial, je le dois à mon autre père M. Daniel Ciavaldini, informaticien à edf. Il mit entre mes mains à la fin des années 80 la méthode Merise. Il en subit, encore aujourd'hui, les conséquences… Quel rapport entretenaient donc ces modèles conceptuels, logiques et organisationnels, physiques avec le « Réel » dont il était question ? La graine était semée, elle n'a fait depuis que se développer. Il a fallu un second miracle, l'opportunité d'une réorientation professionnelle et une rencontre, pour que ce germe pousse ses premières ramures.

L'opportunité vint sous la forme d'une proposition de Pierre Le Moguedec, alors ingénieur à l'Aérospatiale. Il me proposa en 1993 de m'investir dans les balbutiements de l'ingénierie système et de la documentation électronique industrielle. La rencontre, ce fut M. Jean-Yves Lambert, ingénieur, trop tôt disparu. Tous deux me firent confiance alors même que, dès mes débuts, je rejetais la pensée « raisonnable » dominante, l'analyse fonctionnelle, tant elle me paraissait impuissante à générer une réponse efficiente face à l'hydre dénommée « complexité ». JY Lambert s'impliqua dans les premières applications d'une pensée en recherche qui prétendit bientôt - idée pour le moins saugrenue - trouver sa source d'inspiration dans les réflexions qu'inspirait un domaine ésotérique, la physique quantique. Le produit du travail conduit au sein d'une organisation bizarre, le Cesef, faisait son chemin en mon esprit, d'abord au travers des écrits de M. Michel Bitbol, et plus particulièrement, de son « Introduction philosophique à la physique quantique », lue, relue et griffonnée jusqu'à ce que l'ouvrage tombe en lambeaux. Je le conserve comme une relique.

Ce furent les premiers succès et aussi les premières épreuves face à l'incompréhension et l'opposition de principe rencontrée. M. JY Lambert ne put s'y résigner. Il finit archiviste. Mon ange gardien mit alors sur mon chemin un second sauveur, M. Alain Ghidelli qui prit le relais et permit la plus belle réalisation de l'ère pré-formelle d'ISR. Son audace le conduisit à attendre la retraite en Guyane… Mais le pli était pris et tout retour arrière impossible. La providence se manifesta alors sous les traits de M. Jean-Claude Ligeron qui m'embaucha et m'encouragea. Je rencontrai un premier compagnon de route, M. Vincent Brindejonc. Ce travail doit beaucoup à son amitié, ses relectures et son implication jamais démentie. Quelques mois avant son décès, M. JC Ligeron mit entre mes mains le « Tissage des connaissances » de Mioara Mugur-Schächter, en me disant qu'il y voyait une piste d'avenir pour sortir de la bouillie conceptuelle et des bricolages coûteux dans lesquels s'enlisait l'ingénierie système. Ce fut une révélation, un véritable coup de foudre, une adhésion immédiate. Mon épouse, Anne, s'amusa tout l'été suivant (2007) à me lire l'ouvrage à voix haute en dépit de mes tentatives de l'arrêter, tant l'amusaient mes réactions face à cette lecture qui m'électrisait. Ma lubie nous a pourtant obligés à déménager, à m'absenter du foyer. Je lui dois aussi et sans doute d'abord cela à mon ange gardien, une cellule familiale soudée, des parents aimants, une épouse et deux filles qui m'ont toujours soutenu, auprès desquelles je puise ma force, mon bonheur de vivre, et qui font ma fierté.

Entre temps, mon ange gardien avait placé sur ma route un manager pragmatique et audacieux, M. Yann Rogard, ingénieur à PSA. Il s'était mis en tête de dénicher hors des sentiers battus une solution à la maîtrise de la conception des « systèmes » mécatroniques. Ce furent, en 2005, les débuts d'ISR sous sa forme « moderne ». Sans lui aussi, rien ne serait. Ce fut une période de passion et de réussites rapides tant la méthode radicalement constructive et systématiquement relativisée adoptée dénouait conceptuellement et pratiquement les difficultés rencontrées. Ce fut l'époque où se constitua un noyau dur d'ingénieurs convaincus, qui, au détriment de leur carrière, s'impliquèrent et continuent à s'impliquer aujourd'hui dans ce qui est devenu notre aventure commune : M. Eric Campo, M. Fabrice Fleuchey, M. Bruno de la Chesneraye. Tous ont activement relu et contribué à ce document. Sans eux, sans leur amitié, leur valeur et leur engagement, je n'aurais sans doute pas psychologiquement surmonté l'épreuve suivante, l'ordre d'arrêter en plein succès les travaux. L'attention discrète qu'a accordée à cette genèse M. Vincent Schächter a contribué à me conforter. L'initiative de M. Rogard était trop singulière, trop locale, pour pouvoir s'imposer. La remise en cause de la sagesse conventionnelle, de l'organisation, des positions individuelles était trop profonde pour être acceptable.

Mon ange facétieux avait toutefois plus d'un tour dans son sac. Il mit sur mon chemin deux bonnes fées qui entreprirent de me transformer, tel Pinocchio. La première bonne fée était une physicienne prestigieuse dont la vie et l'œuvre m'inspirent la plus profonde admiration et la plus totale adhésion, Mme Mioara Mugur-Schächter. Par désespoir, je lui avais écrit sans imaginer une réponse, un peu comme l'on jette une bouteille à la mer pour témoigner. Quelle ne fut pas ma surprise quand elle me téléphona. Ma première réaction fut de lui raccrocher au nez, tant cela me paraissait une mauvaise farce. Heureusement, elle rappela. Que dire ? Je lui dois tellement. Comment exprimer cette étrange alchimie, ce mélange de communion intellectuelle et d'amitié, cette confiance qui s'est forgée et approfondie au cours de ces 6 dernières années ? Ma seconde bonne fée fut Mme Sylvie Leleu-Merviel, directrice de laboratoire, conseillère scientifique, directrice de collection scientifique, n'ayant plus rien à prouver. Elle prit le risque inconsidéré de me prendre comme élève, d'encadrer personnellement une thèse inclassable et de s'impliquer bien au-delà encore. C'est elle qui me fit accoucher de ce texte par ses remarques de grande finesse, par l'acuité de sa lecture, par son regard à la fois synthétique et redoutablement analytique. Elle a encore, je le crains, beaucoup à faire pour achever mon éducation. Là encore, que puis-je dire ? Comment puis-je exprimer mon admiration et ma reconnaissance ?

Mais tout cela n'aurait pas non plus été possible si un cadre dirigeant de PSA, M. Philippe Gicquel, et malgré tout ce qui nous sépare, n'avait pris sur lui d'assurer ma survie matérielle, couru le risque face à ses pairs de signer une convention avec mon laboratoire de rattachement. Je tiens à lui exprimer toute ma reconnaissance pour son audace désintéressée. Qu'une initiative aussi singulière ait pu se développer jusqu'à un premier achèvement, en dépit des choix différents du management en charge de ce sujet, est révélateur des espaces de liberté et d'initiative que ménage l'organisation de PSA. Je remercie donc vivement la société PSA à laquelle j'ai l'honneur d'appartenir et j'espère sincèrement que, d'une façon ou d'une autre, ce travail contribuera à sa prospérité. Il est né de ce but originel.

Il y a tant de monde à qui je suis redevable, de personnes qui, d'une façon ou d'une autre, m'ont encouragé et ont cherché à m'aider : M. Jean-Louis Le Moigne, M. Jean-Paul Baquiast, Mme Geneviève Rivoire, les membres de l'association adMCR qui m'a servi de berceau, M. Joël Hamelin qui m'a honoré de son attention, M. Emmanuel Arbaretier et M François Dubois qui m'ont offert des occasions de manifestations et d'échange. Qu'ils me pardonnent de ne pas les citer tous. Mon ange gardien est décidément trop éclectique et actif pour que je puisse espérer rendre justice à tous ceux auprès desquels il intercède.

Je ne peux toutefois conclure ce parcours sans remercier tout particulièrement les Professeurs Bruno Bachimont, Alain Mille, Pascal Lhoste et Jean-Louis Le Moigne qui me font l'honneur d'accepter d'être membres du Jury.

Table des matières

Introduction Générale **15**

Chapitre I Genèse **19**
I.1 La motivation : urgence opérationnelle et impasse conceptuelle 19
I.2 Le contexte industriel : confiances aveugles et piétinement 23
I.3 Le contexte épistémologique et scientifique : à l'aube d'un nouvel horizon 25
I.4 Une prise de position : le cadre MCR 25
I.5 Paradoxes et faux absolus de la systémique 26
I.6 Buts face à la systémique : scientificité et relativisations 38

Chapitre II Cadre de la construction **43**
II.1 Pourquoi MCR ? Force organisatrice jaillie d'une pensée des limites du rationnel 43
II.2 La Méthode de Conceptualisation Relativisée 46
II.3 Buts face à MCR : concevoir le référentiel épistémique d'entités persistantes 61
II.4 La symbolique SR 62
II.5 Définition de l'espace de représentation : les sites épistémiques 66
II.6 La logique d'exposé 74

Chapitre III Descriptions de base **77**
III.1 Rôles descriptionnels et dépendances 77
III.2 Formalisation des rôles descriptionnels 83
III.3 Formalisation du concept MCR de description d'une entité physique 109

Chapitre IV L'anticipation et les concepts liés **131**
D12-sr Description d'une entité psychique 132
D13-sr Finalité 134
D14-sr Groupe de consensus et finalité consensuelle. 135
D15-sr Anticipation 136
D16-sr Description guidée par l' anticipation : réalisation matérielle 138
D17-sr Evaluation intersubjective d'une description anticipée 140

Chapitre V Continuité physique : les conjonctions descriptionnelles **147**
D18-sr Dépendance génétique entre entités décrites 148
D19-sr Conjonction descriptionnelle 151
D20-sr Scénario 158
D21-sr Description séquentielle et persistance d'une entité physique 161
D22-sr Continuité physique 164

Chapitre VI Stabilité physique et clôture des domaines d'existence relative : les disjonctions descriptionnelles **167**
D23-sr Disjonction descriptionnelle 170
D24-sr Etat physique : le potentiel d'existence relative d'une entité physique 177
D25-sr Clôture du domaine d'existence relativisée d'une entité persistante : modèle à Etats finis. 183

Chapitre VII Systèmes physiques **193**
D26-sr Emergence d'une entité par mise en organisation : chaînes causales 193
D27-sr Emergence d'entités par dissociation 201
D28-sr Système physique : émergence du concept d'entité composite. 205

Chapitre VIII Modèle d'entité physique et staticité 213
D29-sr Description probabiliste 213
D30-sr Entropie informationnelle relative à une vue 230
D31-sr Complexité relative d'une description d'entité physique 234

Chapitre IX Aux sources de SR : la méthode d'Ingénierie Système Relativisée (ISR) 241
IX.1 Principe de l'enracinement dans SR 241
IX.2 Mise en perspective d'ISR 241
IX.3 La conception d'artefact matériel à buts utilitaires selon ISR 243
IX.4 Algorithme de construction ISR 247
IX.5 Le cadre outillé 257

Conclusion générale 269

Bibliographie 273

ANNEXE I Principe cadre et principe d'exclusion mutuelle d'espace-temps 277

ANNEXE II Historique des réalisations 283
Contexte 283
Domaines d'application 283
Communications liées aux travaux 284
Réalisations dans le domaine de l'intelligence des données 284
Réalisations dans le domaine de l'ingénierie des systèmes physiques 285

Table des figures

Figure 1 : *Approche « matérialiste » de l'ingénierie système* 22
Figure 2 : *Site épistémique dans lequel s'inscrit la méthode SR* 69
Figure 3 : *Espace de représentation de SR* 73
Figure 4 : *Logique de construction de l'infra-cadre SR* 75
Figure 5 : *Le Triangle Générateur* 78
Figure 6 : *Le Triangle Qualificateur* 79
Figure 7 : *Conjonction du triangle Générateur et du triangle Qualificateur* 82
Figure 8 : *Accomplissement d'une Opération* 87
Figure 9 : *Opération de génération* 89
Figure 10 : *Opération d'examen* 91
Figure 11 : *Effet* 94
Figure 12 : *Trace qualifiante* 98
Figure 13 : *Le générateur* 100
Figure 14 : *L'examen* 101
Figure 15 : *Le résultat d'un examen* 103
Figure 16 : *Relation Qualifiante* 105
Figure 17 : *Mise en correspondance MCR - SR* 106
Figure 18 : *Notations SR* 107
Figure 19 : *Entité générée - une « coupure » formelle* 110
Figure 20 : *Se donner intersubjectivement* R_G 111
Figure 21 : oe_G *- entité à décrire* 116
Figure 22 : *Superposition de deux cadres descriptifs* 119
Figure 23 : R_G *comme produit d'une description anticipée, mais non accomplie* 120
Figure 24 : *Référentiel épistémique, classe génétique et description relativisée : genèse* 125
Figure 25 : *Description dégénérée* 128
Figure 26 : *Dépendance génétique et relations d'ordre induites* 151
Figure 27 : *Segmentation d'un générateur* 153
Figure 28 : *Conjonction de deux descriptions* 155
Figure 29 : *Exemple d'une conjonction de trois descriptions* 157
Figure 30 : *Scénario avec superposition de rôles descriptionnels sur de mêmes opérations* 158
Figure 31 : *Scénario de 3 descriptions dégénérées* 159
Figure 32 : *Une description séquentielle dont la vue introduit trois vues-aspects* 163
Figure 33 : *Exemple de développements séquentiels* 169
Figure 34 : *Disjonction de deux descriptions à vues incompatibles d'une même entité physique* 171

Figure 35 : *Disjonction de deux descriptions incompatibles de même R_G* 172
Figure 36 : *Disjonction de deux descriptions où l'entité décrite de l'une vaut élément de Réel où agit le générateur de l'autre.*.....173
Figure 37 : *Disjonction de deux descriptions qui implique leur conjonction en un scénario.* 174
Figure 38 : *Disjonction arborescente.*.....177
Figure 39 : *Le concept d'Etat : un pari toujours réfutable* 179
Figure 40 : *Exemple d'Etats relatifs dans S_{carto}*.....180
Figure 41 : *Schéma de principe de l'expérience des fentes de Young.*.....184
Figure 42 : *Hypothèse d'une source de « photons ».* 184
Figure 43 : *Cartographie relativisée dans S_{carto} du domaine-de-Réel-physique « photon ».* 186
Figure 44 : *Un modèle cyclique à Etats finis*.....187
Figure 45 : *Un modèle cyclique à Etats finis*.....188
Figure 46 : *Chaîne causale*.....195
Figure 47 : *Chaîne causale*.....197
Figure 48 : *Dissociation* 204
Figure 49 : *Système élémentaire à 2 constituants et 2 Etats* 208
Figure 50 : *Disjonction de 2 descriptions probabilistes incompatibles d'une même entité* 228
Figure 51 : *Positions observées lors d'une série de 20 jets d'une même bille* 229
Figure 52 : *Positionnement de ISR*.....242
Figure 53 : *Les deux types de description ISR d'un artefact à but utilitaire*.....245
Figure 54 : *Spécification biopsychique et technico scientifique d'un artefact matériel*.....246
Figure 55 : *Positionnement des classes d'artefact ISR relativement aux dépendances conceptuelles* 248
Figure 56 : *Analyses exploratoires*.....250
Figure 57 : *Phases de vie relativement à un point de vue biopsychique* 250
Figure 58 : *Détermination de l'Etat d'une entité stable relativement à une vue-aspect* 251
Figure 59 : *Système et architecture* 252
Figure 60 : *Composant* de type « calculateur embarqué », substrat de trois constituants (3 systèmes) distincts. 254
Figure 61 : *Modèle d'un 'élément' de Réel dans S_{carto} , inféré dans une description biopsychique*.....256
Figure 62 : *Illustration de la transposition du langage formel SR en MOF* 257
Figure 63 : *Schéma de principe de l'AGL SR*.....264
Figure 64 : *Chaîne de développement de l'EDI ISR en 2009*.....265

Introduction Générale

Les politiques, les industriels, les économistes, les gestionnaires sont aujourd'hui confrontés à des enjeux de plus en plus nombreux qui introduisent des exigences contradictoires.

La distribution spatiale des conditions socio-économiques locales d'une part, et le contexte mondialisé d'autre part, obligent à organiser des processus de codécision et de coaction entre de multiples acteurs délocalisés, ce qui implique des normes dans les façons de faire et d'évaluer. Corrélativement, un monde de ressources finies force à factoriser les réponses que l'on conçoit autour de solutions modulables et évolutives qui doivent concilier réutilisation optimale d'éléments existants et créativité. Les opérations à accomplir subissent une tendance générale croissante à se différencier et à se disperser alors même que les dépendances tissées entre les différents domaines qu'elles adressent, rendent de plus en plus difficile la maîtrise de leurs conséquences, au-delà du but spécifique qui les motive. Cette « complexification » d'un monde de ressources partagées est particulièrement sensible dans l'industrie car s'y superposent des enjeux humains, techniques, économiques, écologiques, exacerbés par la concurrence mondialisée.

Il n'est donc pas surprenant que la motivation originelle des travaux ci-après exposés soit née dans l'industrie. Nous en préciserons les circonstances pour débuter notre progression. Cette motivation a d'abord suscité la recherche dans le 'déjà là' d'une réponse globale et efficiente à la complexification des travaux de conception sous la forme d'une ingénierie système conceptuellement intégrée et techniquement opérationnelle. Mais le foisonnement des courants de pensée, les paradoxes, l'absence de points d'appuis scientifiquement robustes, ont engendré une sorte de vertige. Je l'impute aux tentatives de concilier deux paradigmes antithétiques : l'approche technico-scientifique classique, dominée par le paradigme causal et l'idéal de connaissance en soi du Réel d'une part, et, d'autre part, l'approche relativisante portée par les sciences humaines, qui place l'homme et ses buts à l'origine de toute conceptualisation du Réel physique et de tout projet d'action sur ce dernier. Optimiser la conception d'artefacts utilitaires soumis aux « lois naturelles », mais non déjà-là et conçus relativement à des buts, fait du dépassement de cette aporie une *nécessité.*

La problématique est ancienne sur le plan philosophique. Le constructivisme radical, tel que le promeut P. Watzlawick[2], donne les directions d'un tel dépassement. Toute connaissance, toute expérience mémorisée, y est conçue comme une invention qui nous engage, sans que l'on tombe pour autant dans le solipsisme. Passer toutefois du plan des principes à un cadre méthodologique scientifiquement fondé et généralement acceptable, avec les critères de répétabilité et de réfutabilité que cela implique, paraît hors de portée si l'on embrasse la problématique ainsi posée dans toute sa généralité. On ne sait par où commencer. Pour se donner un point de départ, il est alors bon de se placer dans une situation qui confronte l'esprit aux limites des paradigmes en vigueur, là où les paradoxes à dépasser sont les plus évidents. Ceci a conduit à rechercher un domaine radicalement créateur dont on puisse s'inspirer, un domaine dominé par les relativités mais dans lequel, à défaut de « comprendre », on disposerait du moins de solutions efficientes, scientifiquement établies. La physique quantique s'est imposée à l'esprit tant elle est paradigmatique de cette situation de

[2] Watzlawick, P (1981, 1985) *L'invention de la Réalité – Contributions au Constructivisme.* Points (Paris)

dénuement conceptuel et d'efficacité opérationnelle. Mais après de premières tentatives très encourageantes fondées sur des analogies perçues de situation, la surprise a été de découvrir, tout à fait par hasard[3], qu'une physicienne et épistémologue, M. Mugur-Schächter, avait extrait de cette discipline une méthode à vocation générale de conceptualisation du Réel physique : la Méthode de Conceptualisation Relativisée (MCR). Cette méthode remettait en cause les évidences les plus ancrées dans notre psychisme mais, *a posteriori*, elle émergeait comme la suite logique des révolutions qui, depuis Copernic, ont engendré la science moderne. Le coup de foudre né de cette rencontre fortuite a conduit à réexaminer à son aune les éléments de réponses dispersés, non conceptuellement intégrés, qui composent la systémique. Le constat dressé a permis de préciser les buts.

Face à ces buts, MCR ne pouvait toutefois pas directement servir de cadre à la construction d'une ingénierie système relativisée. MCR reste marquée par ses origines, un monde dans lequel les entités sont des concepts évanescents, sans limites établies, qui découlent de la nécessité de concevoir un support aux prédicats, des entités consommées, sitôt générées, par les opérations mêmes qui les qualifient. Rien de cela en ingénierie système industrielle où les entités *durent, évoluent, sont spatialement et temporellement délimitées,* présentent des *régularités*, des *stabilités.* En préalable aux développements envisagés, la nécessité s'imposait donc de construire, dans le cadre même de MCR, des concepts familiers, comme ceux de persistance, de continuité physique, d'état ou de système. Et la surprise fut grande de découvrir que ceux-ci n'étaient pas *physiquement* définis, tout au plus mathématiquement. Combler cette lacune a motivé le développement d'un infra-cadre méthodologique au développement d'une ingénierie système relativisée, sans même que l'on s'aperçut tout d'abord qu'il s'agissait là de deux entreprises distinctes, l'une d'ordre fondamentale, l'autre centrée sur l'optimisation technique, humaine et économique de processus de conception industrielle multipartite. Ainsi, la « Systémique Relativisée » s'est-elle distinguée de « l'Ingénierie Système Relativisée ».

La motivation opérationnelle originelle a impliqué de passer de la construction logique, exprimée dans le langage courant, des postulats et définitions MCR à une expression formelle de ces concepts, afin de pouvoir construire des modèles scientifiquement, techniquement réfutables face aux faits. Il a fallu pour cela se doter d'un cadre outillable, qui n'ampute en rien la sémantique de MCR mais qui n'introduise pas non plus de contraintes superfétatoires.

La formalisation dans ce cadre des rôles descriptionnels MCR a précédé la reconstruction du concept MCR de 'description d'une entité physique'. Sans qu'on le recherche, la rigueur du cadre méthodologique a imposé d'introduire dans la description de « ce qui est » les concepts d'anticipation, de réalisation et d'évaluation. Ce faisant, les notions usuelles de projet, de prévision ou encore d'hypothèse, au cœur de toute démarche constructive, se sont vues conférer une expression rigoureuse.

Cette assise a alors rendu possible la conception de deux opérateurs relativisés définis sur les 'descriptions d'entités physiques' ainsi formalisées. Le premier opérateur, dit de 'conjonction descriptionnelle' a permis de développer les concepts de persistance et de continuité physique. Le second opérateur, dit de 'disjonction descriptionnelle' a permis de développer les concepts d'Etat et d'entité relativement stable. Alors a pu émerger le concept de 'chaîne causale' et, de là, une définition particularisée et débarrassée de toute ambiguïté du concept de 'système physique', sous-jacent à l'entière démarche.

---

[3] M. J.C. Ligeron, qui suivait ces travaux, est à l'origine de cette mutation : il est l'un des premiers à avoir lu le « tissage des connaissances ». Il me l'a aussitôt mis entre les mains en m'incitant à explorer plus avant cette voie qu'il jugeait très prometteuse.

Désormais muni d'un infra-cadre rigoureux, restait à préciser les conditions dans lesquelles des modèles physiques construits dans le cadre de méthodes développées sur ce fondement étaient réfutables face à des « faits » de nature fondamentalement statistiques. Restait également à réintroduire de façon contrôlée et tout à fait générale, les notions d'entropie et de complexité qui, dès que l'on sort des problématiques très spécifiques d'où ils ont émergé, demeurent à ce jour essentiellement qualitatifs. La proposition des trois définitions de 'loi de probabilité', 'd'entropie' et de 'complexité' physiques, construites à l'aide des concepts précédemment introduits à partir de la refondation du concept de probabilité réalisée par M. Mugur-Schächter, marque l'aboutissement de SR face aux buts qui l'ont motivé.

Nous avons toutefois jugé bon de compléter cet exposé par l'évocation informelle des travaux connus sous la dénomination d'Ingénierie Système Relativisée, arrêtés en 2010 par une décision de politique industrielle, afin de suggérer la façon dont avait été conçu le développement conceptuel et opérationnel de méthodes outillées dans l'infra-cadre SR.

Chapitre I

Genèse

I.1 La motivation : urgence opérationnelle et impasse conceptuelle

J'expose ici, aussi synthétiquement que possible, le parcours qui m'a conduit à ce qui suit. Il s'agit d'une rationalisation *a posteriori* qui ne saurait rendre compte des chaos locaux, des hésitations, des détours multiples du chemin. Toutefois, les lignes de force qui se dégagent de l'exercice sont une clé pour comprendre un cheminement qui pourrait autrement paraître étrange et sans buts clairement établis.

Ma pratique de l'ingénierie système dans différents domaines industriels - le domaine militaire, le domaine aéronautique et spatial, le domaine des véhicules industriels, le domaine automobile - m'a conduit, depuis 1993, à me forger progressivement la vision que voici des enjeux auxquels ce type d'activité industrielle devait faire face. Les contraintes commerciales, économiques et techniques interdépendantes y introduisent des exigences contradictoires. La demande des utilisateurs, professionnels ou particuliers, pousse à la diversification et à l'individualisation des produits, le contexte concurrentiel mondialisé d'autre part, obligent à organiser un processus de co-conception réparti entre de multiples acteurs délocalisés. Corrélativement, les exigences d'optimisation technique tendent à spécialiser les tâches. Les solutions doivent être factorisées autour d'architectures standard, modulables, évolutives et doivent concilier réutilisation optimale d'éléments existants et diversification des prestations offertes. Face à cette situation, de façon évidente, l'innovation en milieu industriel est devenue une démarche à plusieurs, une co-innovation.

Dans le contexte ainsi appréhendé, ma pratique, dans le domaine mécatronique[4], des activités que l'on rassemble sous le vocable « ingénierie système » : étude du besoin, spécification, simulation, conception, gestion des exigences, intégration, tests, etc.- m'a conduit à m'interroger sur la valeur ajoutée *effective* des modèles et documents élaborés en phase de conception, eu égard à la profusion des moyens et des outils mis en place à cet effet. J'ai été choqué, et le suis toujours, par un paradoxe qui m'apparaît comme évident, massif face à l'importance de l'enjeu, et qui pourtant, à mon grand étonnement, me semble passer pratiquement inaperçu.

Comment peut-on spécifier et évaluer avec toute la rigueur nécessaire, un simple boulon et, simultanément, déployer massivement, sans critère mesurable et donc sans évaluation objectivable, des méthodes et des outils d'ingénierie système qui structurent profondément l'entreprise, génèrent des coûts considérables, conditionnent la prise de décision et la capacité d'adaptation, d'innovation, tout ceci, en faisant confiance au seul ***bon sens, aux pseudo-évidences supposées s'organiser spontanément en un tout efficient par la magie du pouvoir organisateur de la communication et d'outils disparates déployés en patchwork*** *?*

---

4 Mécatronique : discipline qui consiste à analyser et concevoir de façon synergique les aspects mécaniques, électroniques et logiciels d'artefacts matériels tels que des calculateurs embarqués, des senseurs, des actionneurs, etc.

Les méthodes outillées que j'ai eu à connaître prétendent toutes améliorer le processus de conception des systèmes dits « complexes », la qualité des produits et la productivité des efforts déployés. Elles visent toutes à mieux maitriser la relation entre les exigences, les « modèles » et les processus d'intégration et de tests. Elles y parviennent parfois partiellement, localement. Mais dès qu'elles ambitionnent la mise au point d'un cadre conceptuellement intégré à la hauteur des buts affichés, leur processus de construction se trouve vite débordé par la multiplicité des enjeux et des parties prenantes, par la diversité des façons de faire et tout ce qui demeure dans le non-dit. Les difficultés rencontrées sont alors dissimulées sous des généralités abstraites, des procédures cosmétiques, un formalisme tatillon qui, pratiquement, ont peu d'impact voire génèrent une entropie supplémentaire de par les contraintes additionnelles qu'ils génèrent.

Dans la pratique, on ne parvient toujours pas à distinguer *généralement* et *précisément* les activités qui relèvent de l'analyse du besoin, de la spécification technique de l'attendu, de la conception de la solution, du développement logiciel. Elles se superposent partiellement, anarchiquement, faute de pouvoir s'inscrire dans des *limites* clairement établies. En l'absence de cadre conceptuel, il est toujours aussi hasardeux et besogneux de rapprocher *rigoureusement* les modèles et les documents censés cerner l'attendu, des faits techniques recueillis lors des processus d'intégration et de test. La distance paraît immense entre les procédures, les artefacts représentationnels produits en conception et la réalité du processus d'où émerge finalement, cahin-caha, les artefacts matériels, supports physiques du produit. Le rapport entre les différentes contributions en évolution permanente et ce qui est effectivement accompli reste affaire d'expérience difficilement communicable, de tâtonnements et d'ajustements parfois acrobatiques.

Cet étonnement personnel et circonstancié m'a conduit à une question plus perturbante. Comment se fait-il que, année après année, l'on retombe dans les mêmes impasses? Comment expliquer un tel acharnement, de plus en plus coûteux sans résultat notoire ? Comment des personnes instruites, expérimentées et motivées peuvent-elles répéter inlassablement les mêmes erreurs ?

La raison doit en être sérieuse, profonde. Il ne peut s'agir d'une impossibilité *physique*, car malgré cela, l'homme accomplit des miracles. Il fait des avions, des robots, il envoie des hommes dans l'espace, il déploie des systèmes de télécommunication, il interconnecte différents univers aux finalités multiples. Il ne s'agit donc pas d'une impossibilité de fait, mais d'une sorte d'impuissance à optimiser rationnellement des activités entremêlées, un renoncement face à une « complexité », posée comme existante en soi et indépassable. J'en ai conclu que l'obstacle auquel nous avions à faire était de nature *psychique*, qu'il était symptomatique d'un biais subrepticement introduit dans la saisie rationnelle des activités que nous conduisons *spontanément*, qu'il avait fondamentalement à voir avec une conceptualisation inadéquate d'un Réel physique en évolution permanente, dont nous sommes nous-mêmes partie intégrante et agissante.

Mon vécu de la conception d'artefacts à buts utilitaire m'a fourni deux clés pour aborder une problématique qui pourrait autrement paraître bien éthérée, bien abstraite.

– Usages, sensations suscitées et descriptions technico-scientifiques[5] d'un artefact utilitaire constituent deux processus différents de conceptualisation du réel physique. Conduire sa voiture, apprécier son confort et son esthétique, est tout aussi *concret* que mesurer sa

[5] Description technico-scientifique : description d'une entité physique construite par référence à des dispositifs normalisés qui médiatisent les interactions avec l'objet d'étude. Ces dispositifs incarnent des connaissances préalablement construites sous forme de lois : on mesure en volts, en Newton, etc. avec les moyens appropriés.

puissance, sa masse, sa consommation de carburant et, de façon générale, la caractériser techniquement d'une façon qui fasse sens. Mais ce dernier point de vue est subordonné au premier. Car la technique mobilisée ne vaut que si elle produit un résultat qui réponde aux usages pressentis et les données techniques affichées que si elles positionnent l'artefact relativement à la hiérarchie intersubjective de valeurs adoptée. L'acte d'innovation impose le développement parallèle de ces deux visions à partir des motivations initiales et l'explicitation des relations de dépendance que l'on conçoit, tout au long du projet.

– Le concept même d'innovation suppose que la relation entre la motivation d'un projet et les caractéristiques du support matériel susceptible de le concrétiser est à *construire*. Il faut *concevoir* ce support, qu'il s'agisse d'utiliser du déjà-là, voir comment les finalités s'y projettent, et/ou de *créer* de nouveaux supports, de nouveaux agencements *ad hoc*. Mais manifestement, chaque métier établit des *limites* selon ses propres critères : les façons de découper et d'organiser le réel physique sont très différentes selon qu'il s'agit de compatibilité électromagnétique, d'électronique, ou de mécanique. Et pourtant, ces différentes conceptualisations doivent nécessairement être mises en compatibilité sur un même support matériel pour qu'émerge le produit. Et ce support matériel lui-même, porteur d'une unité - « Le » produit, « Le système » - peut prendre physiquement l'aspect d'entités matérielles non connexes. Il suffit de penser à un système de géolocalisation avec ses satellites, ses stations de suivi au sol, ses relais, etc.

Par contraste, il m'est alors apparu que les environnements d'ingénierie système que j'ai eu à connaître présentaient deux travers majeurs.

– Ils tendent à rejeter dans le domaine de « l'abstrait » tout ce qui relève de la perception biopsychique[6] du produit, ou n'intègrent pas conceptuellement les travaux qui en relèvent dans les domaines spécifiques ou de telles démarches existent - par exemple en ergonomie. Seules leurs « traductions techniques » importent et « l'expression du besoin » *précède naturellement, selon elles*, la conception technique du produit.

– Ils passent sous silence, comme si de rien n'était, la tension qui naît inévitablement du contraste entre une démarche innovante, fondamentalement créatrice de nouvelles limites, d'organisations relatives aux multiples points de vue impliqués, et le matérialisme naïf de notre vécu spontané. Ce dernier nous pousse à affirmer l'existence *en soi* d'une certaine organisation du réel physique, fût-il en devenir, d'où découleraient les différents points de vue, dès lors ravalés au statut de représentations « subjectives » d'un Réel physique structuré par essence.

Je suis ainsi parvenu à la conclusion que les difficultés « insurmontables » auxquelles on se heurte toujours aujourd'hui sont, pour l'essentiel, dues au dictat de cette vision absolutisante. Elle tend, dans la pratique, à imposer aux activités de conception, au cheminement de la pensée, une organisation *a priori* centrée sur la définition d'une architecture matérielle unique, la « réalité » du produit, mais qui répond en fait à une finalité tout à fait spécifique : la ***mise en fabrication*** de l'artefact. On impose ainsi une vision *organique* qui reflète la seule organisation de la production.

---

[6] Description biopsychique : description dans laquelle l'homme, avec ses sens, son acquis et ses émotions, est l'instrument de mesure. Une telle description ne peut être rendue publique que par voie déclarative - en s'aidant éventuellement de grilles qui organisent, standardisent et discrétisent l'expression des sensations (ceci *ou* cela) – ou par observation, typiquement sur le fondement de schémas comportementaux – d'observateur de l'objet d'étude, l'homme devient lui-même objet d'étude, d'expériences qui le mettent en situation afin d'identifier des constantes intersubjectives.

Ce que l'on dénomme 'analyse fonctionnelle' dans le contexte professionnel au sein duquel j'évolue, en distinguant 'analyse fonctionnelle externe' et analyse 'fonctionnelle interne' par référence aux organes qui, eux seuls, existent « réellement », me paraît tout à fait symptomatique de cette impasse. Quelles que soient les sophistications que l'on introduit pour pallier aux travers évoqués - cas d'utilisation, vues relatives, etc. – on impose aux activités de conception le principe « d' UNE » architecture matérielle et on aboutit au type d'attracteur psychique synthétisé dans la figure ci-après. Je n'ai pu que constater, année après année, l'échec patent de telles démarches et l'acharnement mis à entretenir cette fiction.

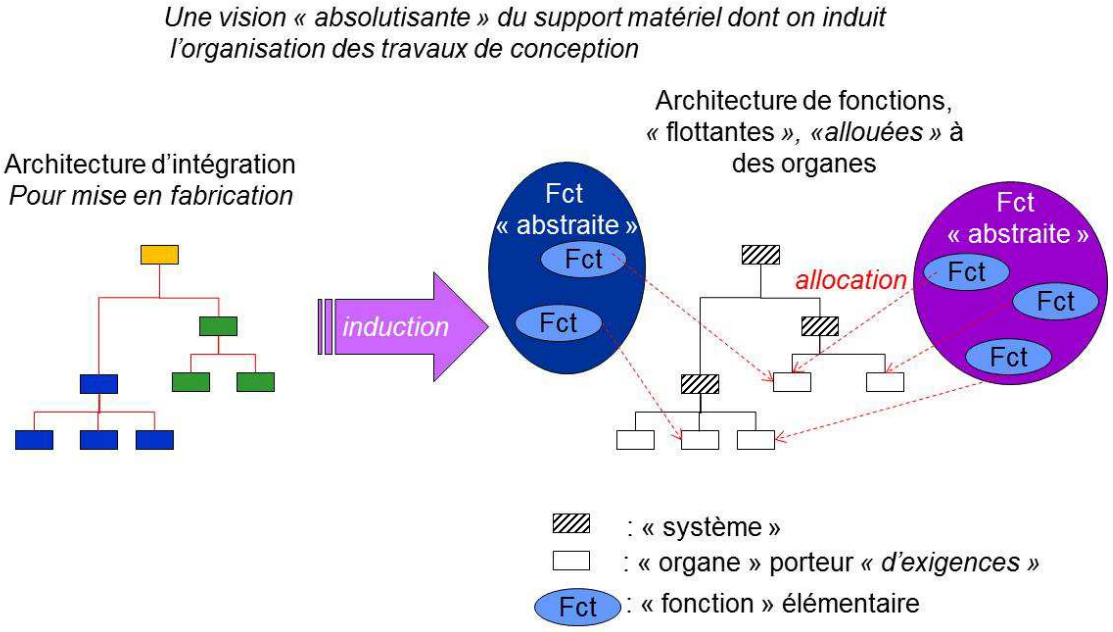

Figure 1 : *Approche « matérialiste » de l'ingénierie système*

Ce diagnostic posé, il m'est apparu que le deuxième point mentionné ci-avant était encore plus fondamental que le premier. Description biopsychique et description technico-scientifique ne diffèrent en effet que par la nature des moyens mis en œuvre : l'homme d'un côté, des dispositifs standardisés de l'autre. Mais dans les deux cas, il faut parvenir à des convergences et des stabilités, qu'il s'agisse de se mettre d'accord sur un projet ou sur une évaluation.

La question fondamentale de la *détermination de limites relativisées* propulse bien au-delà du seul cadre industriel. Si chaque point vue *conceptualise* le Réel physique en y inscrivant des *limites* adaptées à ses propres finalités, si le support matériel de l'unité perçue d'un *système* peut prendre la forme d'entités matérielles dispersées dans l'espace et dans le temps, alors comment faire en sorte que se dégagent des consensus et que les différents points de vue soient mis en compatibilité sur un même support ? Mais de quoi part- on alors ? Comment définir des « faits élémentaires » intersubjectifs à partir desquels il serait possible de rendre compte de telles constructions ?

La réponse à cette question conditionne opérationnellement la conception d'une ingénierie système efficiente. Mais à rebours, cet objectif originel paraît presque anodin face à l'entreprise tout à fait fondamentale, structurante, de portée non *a priori* limitée qu'il a pourtant motivée et dont il est ici question.

I.2 Le contexte industriel : confiances aveugles et piétinement

Quand on considère l'ingénierie système telle qu'elle est appliquée dans l'industrie, on est frappé par la grande disparité des pratiques, l'absence de concepts clairs et la croyance répandue que la maîtrise des *systèmes* dits *complexes* résulte naturellement de l'informatisation des activités.

On reste avec l'étrange sentiment de ne pas savoir ni exactement de quoi l'on parle, ni d'où viennent les difficultés que l'on constate pourtant. Les même mots reviennent avec insistance, connus semble-t-il de tous. Lorsqu'on cherche à cerner leur sens pour comprendre et construire, on s'étonne des multiples acceptions qu'ils revêtent et l'absence de consensus qui se dégage. Les mots « système » et « complexe » sont des symptômes particulièrement révélateurs tant ils semblent rebelles à toute définition opératoire et à toute qualification généralement acceptées.

Plus que des concepts, ces termes sont les symboles d'une quête de solutions face aux difficultés croissantes rencontrées dans le développement de produits techniques qui d'une part, se trouvent au croisement de multiples enjeux humains, industriels, économiques, environnementaux et qui, d'autre part, comportent désormais, outre la mécanique, des aspects électroniques et informatiques dominants qui ouvrent toujours plus de perspectives.

De tels produits émergent au terme de va-et-vient entre des buts divers, expressions de points de vue en compétition, et une conception technique qui y répond, sous ses propres contraintes. Dans quelles mesures ces buts sont ou non retenus et mis en compatibilité engage la responsabilité de l'industriel. Ces multiples paires évolutives [{buts-relatifs-à-un-point-de-vue}, *contribution d'un point de vue* à la conception technique du produit] convergent finalement vers un tout stable [{les-buts-retenus}- *la* conception technique du produit] qui se matérialise en *le* produit proposé aux utilisateurs.

Cette convergence implique quatre catégories d'activités :

- la conception de "l'usage" du produit en un sens globalisé ;
- la conception technico-scientifique[7] du produit ;
- la réalisation matérielle du ou des objets physiques qui constitue *le support* physique du produit[8] ;
- les *vérifications* techniques et les *validations* d'usages qui accompagnent et sanctionnent la réalisation relativement à l'ensemble des buts retenus.

Or, aussi surprenant que cela puisse paraître, dans l'industrie on ne pratique pas encore une approche scientifique, préconstruite d'un point de vue conceptuel général, qui organise d'une manière unifiée, optimisée, la convergence recherchée au travers des quatre sortes d'activités énumérées.

L'expression des usages, et plus généralement les expressions des perceptions biopsychiques[9] sont traitées comme des abstractions ***subjectives*** qui échapperaient par nature

---

[7] Description technico-scientifique : description d'une entité physique construite à partir des interactions entre un dispositif normalisé et le domaine-de-Réel-physique objet d'étude, sur le fondement de connaissances préalablement conceptualisées sous forme de lois.

[8] Des objets physiques non spatialement connexes peuvent constituer *le* support physique d'un produit : ainsi d'un *Global Positioning System* dont *le* support physique est constitué de satellites, de stations de suivi au sol, de récepteurs, etc.

à un traitement bien défini. Selon le cas, ces expressions qualifient de façons à peine distinguées mutuellement, quelque liste de *besoins exprimés ou supposés*, la configuration morphologique-fonctionnelle-esthétique du support matériel, mélangées de considérations techniques.

Faute d'une genèse maîtrisée du produit sous ses différents aspects, les relations entre l'usage voulu, la conception technique, l'usage rendu possible par la matérialisation réalisée et la qualification technique de cette dernière, restent ambiguës et ne se précisent que lentement, par une foule superfétatoire de va-et-vient qui se succèdent selon les intuitions et les hasards.

En l'absence de cadre conceptuel qui puisse conférer une scientificité aux artefacts représentationnels[10] de l'ingénierie système, on se réfère implicitement ou explicitement à la seule approche mécaniste. Cette dernière tend à assigner *un* rôle défini à tout sous-ensemble physique qui résulte d'une *façon unique* de découper le support matériel. Pour ce faire, on cherche à superposer anarchiquement les points de vue sur les différents sous-ensembles physiques sans généralement parvenir à satisfaire la diversité des enjeux. Même si on s'en défend, les 'systèmes' sont appréhendés soit comme des entités matérielles fixes que l'on ne parvient plus à distinguer conceptuellement des *modules* ou autres entités matérielles, soit comme de pures abstractions qui « flottent dans l'espace ».

Cette vision monolithique rigide, placée au carrefour de toutes les actions constructives à accomplir, rend le processus de conception quasiment impossible à maîtriser. Elle fait obstacle à une identification détaillée et *optimale* des finalités qu'il convient de poser et que l'on peut traiter comme étant mutuellement distinctes ; cependant que d'autre part, sur le terrain dépourvu de règles sur lequel on travaille, la moindre modification d'une entité 'élémentaire' de la décomposition physique[11] peut conduire à des impacts qu'il est difficile d'anticiper. Il en découle des interprétations approximatives tout au cours de la conception, qui augmentent considérablement le coût et néanmoins génèrent des dysfonctionnements qui ne sont perçus qu'après la mise en utilisation publique, avec les conséquences que l'on sait.

Voilà la voie par laquelle l'absence d'un cadre conceptuel conçu de façon rigoureuse, explicite et intégrée, rend longue, parfois médiocre mais toujours coûteuse, la convergence du processus de conception vers un produit correspondant aux finalités.

Pourtant, les possibilités technologiques dont on dispose aujourd'hui dans l'industrie sont immenses. Alors, comment se fait-il qu'aujourd'hui encore, l'on procède par tâtonnements pour aboutir à des solutions qui présentent des lacunes, parfois graves, et dont on se rend compte parfois, *a posteriori*, qu'on aurait pu facilement les anticiper ?

On impute souvent ces difficultés à ce que l'on dénomme *complexité*, à l'insuffisance des ressources et des délais face à la multiplicité des buts, voire à des lacunes techniques ou scientifiques, mais rarement à des facteurs méthodologiques. Mais en *quoi* donc – exactement – cette complexité, multiforme, insaisissable, non mesurable, constitue-t-elle un obstacle ?

L'invocation de *règles de l'Art* pour justifier ultimement les pratiques et les innombrables définitions verbeuses, m'ont convaincu que les difficultés rencontrées étaient, pour une large

---

9 Description biopsychique : description d'une entité physique construite par l'homme à partir des interactions entre ses sens biologiques et le domaine-de-Réel-physique qu'il conceptualise sous cette forme.

10 Modèles ou documents élaborés afin soit de définir un produit à réaliser, soit de représenter une entité physique.

11 Toute décomposition arborescente d'un ensemble physique s'arrête à un certain niveau de détail qui reflète le niveau jugé suffisant pour 'expliquer' ou être capable de 'reproduire' les caractéristiques statiques et dynamiques de l'ensemble. On peut par exemple décider de s'arrêter à la désignation d'une pièce de fonderie ou décider de maîtriser des effets imputés aux variations dans la composition de son alliage.

part, imputables à l'absence d'une approche conceptuellement intégrée reposant sur des définitions et des règles explicites.

I.3 Le contexte épistémologique et scientifique : à l'aube d'un nouvel horizon

Depuis Copernic, il est communément admis qu'aucun endroit physique ne joue de rôle particulier dans l'organisation du cosmos. Depuis l'expérience de Michelson/Morley[12], l'espace n'est plus une référence absolue. Les développements réalisés par Poincaré et Einstein sur ce fondement ont étendu cette remise en cause au concept de temps. Pour néanmoins conserver le concept d'entité physique « locale », la Relativité restreinte a cherché à maintenir un concept absolu de « relation » entre ces entités fondées sur le calcul de géodésiques indépendantes du référentiel spatio-temporel adopté. La réfutation expérimentale des inégalités de Bell[13] a consacré l'échec des tentatives conduites pour conserver un concept d'entité localisée. La mécanique quantique y substitue des vecteurs qui expriment des amplitudes de probabilité et permettent efficacement de prévoir les conditions et la fréquence de telle ou telle observation. Un rayon lumineux réfracté est par exemple conceptuellement appréhendé comme un tel vecteur, calculé à partir d'une somme de vecteurs exprimant chacun le trajet possible[14] d'un photon. Il détermine efficacement la longueur d'onde observable relativement au positionnement adopté par rapport à une surface réfléchissante et à une source. Si la démarche pragmatique adoptée dépasse les concepts classiques d'onde ou de particule, c'est au prix d'une totale inintelligibilité du Réel qu'elle vise, en l'absence de cadre conceptuel unifié.

Les 'réflexions sur le problème de la localité' exposées par Mioara Mugur-Schächter au Collège de France[13] à l'occasion du centenaire de la naissance d'Einstein ont mis en évidence le vide épistémologique ainsi créé et l'indécidabilité du problème posé par les inégalités de Bell, en l'absence de définition du concept d'entité. Pour dépasser cette aporie, restait donc à concevoir l'aboutissement logique de cette évolution : la relativisation des concepts d'entité physique et de propriété, sans pour autant tomber dans un relativisme destructeur de tout repère. Ce pas a été qualitativement franchi par la Méthode de Conceptualisation Relativisée (MCR) élaborée par Mme Mugur-Schächter[15]. MCR a émergé de la forme qualitative tout à fait particulière de descriptions de microétats que l'auteur a identifié en-dessous du formalisme mathématique propre à la mécanique quantique fondamentale.

I.4 Une prise de position : le cadre MCR

Face aux enjeux du contexte industriel précédemment évoqués, il m'est apparu que la Méthode de Conceptualisation Relativisée (MCR) élaborée par Mme Mugur-Schächter, si elle était utilisée comme cadre de conceptualisation d'une Ingénierie Système systématiquement

---

12 Séries d'expériences tentées entre 1881 et 1887 pour démontrer l'existence d'un « éther luminifère », comme support physique des ondes électromagnétiques.

13 Mioara Mugur-Schächter ,(6-9 juin 1979) dans *: Einstein, Colloque du Centenaire*, Collège de France, Editions du CNRS, pp. 249-264, 1980, (http://mugur-schachter.jimdo.com/app/download/8686455399/reflexion.pdf?t=1384113897).

14 Richard Feynman(1987) : *Lumière et matière - Une étrange histoire* Paris, Points Sciences.

15 Mugur-Schächter, M. (2006). *Sur le Tissage des connaissances*. Hermès Sciences – Lavoisier.

Relativisée (ISR), devait permettre la refonte des activités de développement d'artefact à buts utilitaires dans l'objectif de faire apparaître, relativement aux finalités spécifiques à chaque projet, des réponses claires et des solutions efficaces, *par construction*.

Mais la conception d'un tel cadre méthodologique nécessite deux préalables :

- Par une sorte de retour de balancier, *formaliser* l'essence qualitative, radicalement non classique, que la méthode a extrait du formalisme de la physique quantique avant de généraliser ; ceci afin de développer des applications scientifiques et techniques outillées.
- Spécifier dans ce formalisme les conditions d'émergence du concept classique d'entité physique dotée de propriétés, persistante et évolutive relativement au référentiel spatio-temporel que l'on se donne, et ce, sur le seul fondement de ce que MCR dénomme 'descriptions transférées'.

Voilà la voie d'où a émergé l'objectif de cette thèse : la définition d'un infra-cadre formel à la *conceptualisation d'entités physiques persistantes* sous la forme d'un ou plusieurs *objets matériels*. Et j'ai dénommé ce cadre à construire Systémique Relativisée (SR).

D'un enjeu enraciné dans le domaine industriel, on se voit ainsi projeter à un niveau tout à fait général.

I.5 Paradoxes et faux absolus de la systémique[16]

L'ambition affichée est de définir un cadre *formel doté de sens*, dans lequel on puisse construire librement, mais selon des règles garantissant l'objectivité des représentations construites. Il faut pour cela assumer un socle minimaliste de postulats explicitement déclarés que l'on transpose en termes premiers et en opérateurs à partir desquels il soit alors possible d'élaborer des structures conformes aux postulats et explicitement connectables aux *faits*, tels qu'ils sont recueillis.

Par essence, un tel socle fondateur doit être aussi concis que possible. Il doit revêtir, *a posteriori*, le caractère d'une évidence, si les constructions qu'il permet satisfont intersubjectivement à une motivation en phase avec des questionnements partagés : c'est là la marque de la réussite. Pour que cela soit, il faut *partager* à la fois la question à laquelle on répond et les critères relativement auxquels on juge du résultat. Ce partage fondateur d'une intention et de ses buts nécessite qu'on les enracine dans un acquis auquel chacun puisse se référer de façon à pouvoir reconstruire mentalement le cheminement qui conduit à les exprimer tels qu'ils sont formulés. C'est là une condition d'adhésion intersubjective au projet.

L'origine et le contexte de la motivation précédemment exposés ont conduit à rechercher tout naturellement cet enracinement au sein de ce que l'on dénomme la *science des systèmes* ou la *systémique*.

I.5.1 Un abord déroutant

Si je parcours l'existant, dans la perspective posée en introduction, je suis frappé par l'hétérogénéité et la diversité des travaux qui se réclament de la *science des systèmes*. Il

---

16 Le texte de cette section a déjà fait l'objet d'une publication Boulouet H. (2013). *Représentations complexes en ingénierie système,* p101 à p129 in Leleu-Merviel, S. Boulkekbache-Mazouz, H. (dir) (2013) *Recherche en design, processus de conception, écriture et représentations*, iSTE éditions – Londres.

m'apparaît que cette science trouve difficilement sa place, tant sur le plan théorique que sur le plan pratique parmi les disciplines établies : d'un côté les sciences physiques *objectives*, de l'autre les sciences humaines *subjectives* ; d'un côté des constructions conceptuelles théoriques dont l'emprise sur le 'Réel' est sujet à caution, de l'autre des approches appliquées qui se méfient de toute construction conceptuelle au nom du *primat* de l'expérience et du pragmatisme. Je ne perçois pas dans la diversité mentionnée les manifestations d'une approche conceptuelle et appliquée unifiée.

Je constate que l'on évoque la science des systèmes dans les domaines les plus variés : de la physique quantique aux sciences humaines, en passant par la climatologie, l'écologie, les sciences sociales, les télécommunications, la biologie, la chimie, etc. Dans l'industrie, on trouve l'étude du besoin, la gestion des exigences, les architectures dites fonctionnelles, le développement logiciel, les théories managériales, l'organisation des tâches, la sûreté de fonctionnement, etc.

Si je procède à une rapide recherche des définitions du concept de *système* les plus aisément accessibles, je trouve par exemple :

– Leonardo/OLATS - Observatoire Leonardo des Arts et des Techno sciences :

> *Un système est un ensemble de structures cohérentes dont les éléments constitutifs, même détachés de leur contexte, en conservent la référence et restent indispensables à son bon fonctionnement, à son développement, ainsi qu'à son décodage.*

– INCOSE (International Council On System Engineering) :

> *Un système est une construction ou un assemblage de différents éléments qui conjointement présentent des caractéristiques qui ne peuvent être attribuées à aucun des éléments, considéré isolément. Les éléments ou constituants peuvent être des personnes, des objets matériels ou des logiciels, des infrastructures, des réglementations et des documents, c'est-à-dire toute chose dont dépendent les qualifications de niveau système. Ces qualifications comprennent des niveaux de qualité, des propriétés, des caractéristiques, des fonctions, des comportements et des performances. La valeur ajoutée d'un système considéré globalement, au-delà des contributions spécifiques à chacun de ses composants, est avant tout le résultat des relations entre les constituants, c'est-à-dire la façon dont ils interagissent* (Rechtin, 2000[17]).

– AFIS (Association Française d'Ingénierie Système) :

> *Un système est décrit comme un ensemble d'éléments en interaction entre eux et avec l'environnement, intégré pour rendre à son environnement les services correspondants à sa finalité. Un système présente donc des propriétés nouvelles résultant des interactions entre ses constituants : si l'on intègre des éléments pour faire un système, c'est bien pour bénéficier des effets de synergie résultant de leurs interactions. L'art de l'IS est d'obtenir, du fait des interactions, les comportements synergiques recherchés en maintenant les comportements émergents non intentionnels dans des limites acceptables.*

---

17 *" A system is a construct or collection of different elements that together produce results not obtainable by the elements alone. The elements, or parts, can include people, hardware, software, facilities, policies, and documents; that is, all things required to produce systems-level results. The results include system level qualities, properties, characteristics, functions, behavior and performance. The value added by the system as a whole, beyond that contributed independently by the parts, is primarily created by the relationship among the parts; that is, how they are interconnected" (Rechtin, 2000).*

La définition (AFIS) d'un système en Ingénierie Système comporte :

- celle de ses sous-systèmes et constituants (matériels, logiciels, organisations et compétences humaines) et de leurs interfaces, sièges des interactions recherchées ;
- celles des processus de leurs cycles de vie permettant de les concevoir, produire, vérifier, distribuer, déployer, exploiter, maintenir en condition opérationnelle et retirer du service, et donc des produits contributeurs nécessaires à ces processus.

– MediaDico :

Sens 1 : *Assemblage d'éléments formant un ensemble régi par des lois*.

Sens 2 : *Ensemble de procédés pour produire un résultat.*

Sens 3 : *Classification méthodique*.

….

Ces définitions sont complétées par une liste d'expressions dans lesquelles le terme *système* ne prend son sens qu'au travers d'une certaine qualification, quand il ne joue pas lui-même le rôle de qualifiant.

Système expert [informatique] : *programme utilisant une base de connaissances pour résoudre des problèmes spécifiques.*

Système d'exploitation [informatique] : *logiciel gérant un ordinateur, indépendamment des programmes d'application mais indispensable à leur mise en œuvre. (Anglais: operating system).*

Système cellulaire [Télécommunication] : *système de radiocommunication destiné à assurer un service mobile dans lequel la zone à desservir est divisée en zones élémentaires, appelées cellules, la couverture de chaque cellule étant assurée par une ou plusieurs stations de base.*

Système solaire actif [Energie] : *système ou disposition constructive permettant de capter sous forme de chaleur et d'utiliser l'énergie solaire reçue en faisant appel à une autre source.*

Système D [familier] : *manière de se débrouiller habilement….*

Les multiples variations que je constate dans les définitions adoptées ne font que mieux montrer du doigt l'absence de concept construit, face au manque obscurément ressenti auquel on essaie de répondre par des amas de mots.

Un certain nombre de spécificités me semblent néanmoins émerger quand j'essaie de qualifier synthétiquement cette diversité :

– Il m'apparaît tout d'abord évident que ce que l'on appelle communément la *science des systèmes* est interdisciplinaire.

– Même si aucun consensus n'existe autour du concept de *système*, de nombreuses approches le posent comme une réponse à une *finalité* explicite ou implicite.

– Un système physique est identifié à un ensemble de constituants physiques qui forment un tout sans pour autant cesser d'exister individuellement. Il n'existe donc pas d'*a priori* quant au fait qu'une entité physique donnée contribue à un ou plusieurs systèmes.

- Les caractéristiques statiques et dynamiques que présentent un système, sa stabilité, *émergent* des caractéristiques de ses constituants et de leurs interactions, sans que l'on puisse *toujours* pour autant expliquer ces caractéristiques par des *lois* déterministes impliquant des constituants identifiés[18].
- Les constituants qui participent de quelque façon à la détermination de ces caractéristiques globales sont ce qui distingue le *système* de ce que l'on dénomme communément son *environnement*.

Si je reconsidère ces différents points, l'interdisciplinarité met en évidence le rôle *d'infra cadre conceptuel* que doit jouer la systémique. La science des systèmes n'a pas pour objet une discipline en particulier, mais l'étude des mécanismes tout à fait généraux de construction contrôlée de connaissances, d'actions, ou de projets innovants.

L'aspect fortement finalisé de beaucoup de définitions que j'ai pu rencontrer, semblent distinguer le concept de *système* du concept *d'entité physique ou matérielle* qui est posée comme existante de façon « neutre » relativement aux intentions. Mais parallèlement, on définit communément un *système* comme un ensemble de composants en interaction formant un tout, sans faire intervenir pour autant la notion de finalité.

Comment intervient alors le concept de finalité quand il est évoqué relativement à une telle approche ? Est-ce au travers du concept de composants ? Mais selon quel critère doit-on alors définir cet ensemble de composants ? Une entité physique qui émerge de la mise en organisation de différentes entités physiques peut-elle être finalisée alors qu'aucun de ses constituants ne l'est lui-même (sauf si toutes ces entités sont elles-mêmes des systèmes) ?

Le concept de composants en interaction qui forment un tout, ne me semble nullement spécifique du concept de système. L'homme de science n'a-t-il pas pour ambition de *connaître*, c'est-à-dire de ramener tout phénomène qu'il cherche à expliquer, à des interactions entre des constituants qu'il se donne comme connus et dont les interactions sont décrites par des lois ? Tant les sciences naturelles que les sciences sociales et humaines ainsi que les sciences physiques étudient des *systèmes* en ce sens-là. Elles se donnent pour objet d'étude des morceaux de réalité qui se différencient de leur environnement par une ou plusieurs caractéristiques stables, et que l'on peut expliquer comme le fruit d'une organisation dynamique de composants connus. Cela est valable tant pour une foule que pour une cellule ou un atome. Mais alors, comment intervient la finalité dans la définition d'un *proton* constitué de *quarks* ?

La trop grande généralité me semble aboutir au non-sens qu'a souligné G. Simondon[19] - une poutre métallique devient un système. Le terme de système incorpore des traits tautologiques et il n'ajoute rien aux différentes dénominations plus spécialisées, faute d'être capable d'associer clairement des spécificités au concept désigné.

Mais c'est lorsque l'on associe le qualificatif de *complexe* au concept de *système* que la *science actuelle des systèmes* semble prendre toute son ampleur quasi mystique, car alors elle

---

[18] Exemple : détermination des caractéristiques macroscopiques d'un gaz parfait -pression, volume et température- à partir d'une approche statistique de la position et de la quantité de mouvement des molécules dont il est constitué.

[19] Simondon, G. (1958) (1989). *Du mode d'existence des objets techniques*. Aubier (Paris).

se voile d'une sorte de mystère qui échappe à l'emprise du raisonnement scientifique classique[20].

A y regarder de près, le qualificatif *complexe* est de nature qualitative, sans définition formelle. Ce concept a fait l'objet de nombreuses définitions verbales, mais c'est seulement dans le cas spécifique du traitement du signal[21] qu'il devient mesurable. Communément, la *complexité* caractérise une situation cognitive : l'impossibilité factuelle de *calculer*, que l'on ne sait pas ramener pour autant à une impossibilité fondée conceptuellement et à caractère définitif[22].

« Un système complexe est constitué d'un grand nombre d'entités en interaction qui empêchent l'observateur de prévoir sa rétroaction, son comportement ou son évolution par le calcul » (Wikipédia).

Le Moigne[22] (avec Morin[23]) désigne au travers du concept de « système complexe » des entités (systèmes ouverts physiques ou abstraits) dont les caractéristiques globales résultent de l'organisation dynamique d'un ensemble de composants que l'on ne sait pas figer. Cet ensemble présente néanmoins un caractère homéostatique relativement à l'environnement. Il est capable de s'autoréguler, de se réorganiser, voire de s'auto-générer mais on ne sait pas pour autant délimiter les constituants de l'organisation qui le génère en tant que système.

Quand, troublé par un concept qui semble échapper à toute définition précise, j'essaie de trouver un fil conducteur en considérant les développements conceptuels et appliqués autour du concept de *système*, je constate que, depuis l'émergence de la théorie générale des systèmes suite aux travaux de Ludwig von Bertalanffy[24], ces développements se sont multipliés et dispersés.

Pour ne citer que les principaux, je peux évoquer :

- *l'analyse système* : étroitement liée à la recherche opérationnelle, l'aide à la décision, elle analyse afin d'informatiser et s'intéresse en particulier aux interactions inter-systèmes ;
- *la conception système* : elle se donne pour but la maîtrise des architectures logicielles et physiques face à un ensemble d'exigences. Elle interfère avec l'informatique ;
- *System Dynamics* : elle se concentre sur les descriptions temporelles, sur les relations entre la dynamique des systèmes et la dynamique de leurs composants. Elle adopte une approche mathématisée et informatisée ;
- *l'ingénierie système* : elle a pour objectif la conception interdisciplinaire d'artefacts ;
- *les méthodologies système* : particulièrement nombreuses, elles se caractérisent par leurs objectifs pragmatiques. On peut évoquer les méthodologies de développement logiciel SADT (Structured Analysis Design Technic), SSM (Soft System Methodology), SDM de Cap Gemini, (System Development Methodology), des méthodes spécifiquement logicielles liées à l'approche objet (Rational Process, SysML) mais aussi des

---

20 Classique : je dénomme *classique* toute approche dominée par un idéal de *conformité des modèles à la « réalité »*, par opposition à la définition de modèle adoptée par SR, qui considère que toute structure support de connaissance émerge d'un point de vue finalisé, radicalement créatif, porté sur le substrat de Réel physique inatteignable en lui-même.

21 Théorème d'échantillonnage de Nyquist-Shannon.

22 Le Moigne J.L. (1990 - 1995). *La Modélisation des systèmes complexes.* Paris, Dunod.

23 Morin E. (1977) (1981). *La nature de la nature.* Paris, Le Seuil.

24 Bertalanffy, L. von (1968) (1973). *Théorie générale des systèmes* Trad: Jean Benoîst Chabrol, Paris, Dunod.

méthodologies qui se concentrent sur les processus de développement (Scrum), les cycles en V, en spirales, en W, etc. ;

– *la théorie des systèmes*[23] : elle se définit comme une discipline *scientifique* interdisciplinaire ayant pour objet l'étude des systèmes. Elle cherche à mettre en évidence les paradigmes sous-jacents à toute approche systémique en termes d'émergence, d'organisation, etc. ;

– *les sciences systémiques* : ce sont des disciplines scientifiques qui s'articulent autour d'une façon de penser l'interdépendance de différents niveaux d'abstraction. On peut citer la théorie du chaos, la cybernétique, la biologie, l'écologie, la psychologie, la sociologie, *System Dynamics*, déjà mentionné, etc.

Cette évolution est historiquement adossée au développement de l'informatique. Ce qui y frappe est la **prise de pouvoir progressive, de la *représentation construite*, sur le « faire »** que cette informatisation permet.

On peut distinguer trois axes de pénétration :

– la prédominance progressive des univers virtuels dans notre réalité mentale, dans la technique et dans la science même, induite par l'irruption des Nouvelles Techniques de l'Information et de la Communication (NTIC) : réseaux sociaux, diffusion de l'information, mouvements d'opinion, recherche automatisée de corrélations sémantiques (« big data »), mais aussi -et d'abord, historiquement- la CAO appliquée à l'informatique....

– la délégation croissante de la prise de décision opérationnelle conférée aux *représentations* de situations préalablement conceptualisées face auxquelles on pose des objectifs : logiciels embarqués, contrôle commande, robotisation, décision automatisée, y compris dans le domaine économique.

– la perte de la relation implicite qui jusqu'à présent subsistait entre la perception biopsychique et l'objectivation scientifique et technique : on ne perçoit plus ce dont on parle (un microétat en physique quantique, l'argent qui se virtualise), on n'est plus capable de mettre en rapport une vision « subjective » et « objective » d'une *même entité*. En l'absence de toute interaction biologique, c'est la *représentation préalablement conceptualisée* de la chose qui est saisie par le 'Fonctionnement-Conscience', non la chose elle-même.

Face à un bouleversement aussi fondamental de nos rapports au *Réel*, rien d'étonnant à ce qu'un nombre croissant de réalisations se réclament de la *science des systèmes* depuis plus d'un demi-siècle, alors même que la conceptualisation de ce qui sous-tend ces développements théoriques et pratiques reste *terra incognita*. Car il est naturel que le *besoin* et la nécessité urgente d'y répondre impliquent d'abord des solutions locales avant qu'une conceptualisation plus globale ne puisse se développer et susciter une maîtrise accrue. Bien que ce dont on parle demeure aujourd'hui encore à définir, cela n'a pas empêché d'envoyer des hommes sur la lune ! Simplement dans un monde aux ressources rares où s'intriquent les finalités et les systèmes de pensée les plus divers, il semble urgent de nous doter de nouveaux outils pour mieux maîtriser notre destin.

Je tire de ce survol une façon de poser la problématique à laquelle je me confronte. Si je me cantonne au domaine *physique*, il m'apparaît – dit de façon outrageusement synthétisée –, que 'la science des systèmes', dans ce qu'elle a de plus fondamental, traite des rapports entre deux pôles du « *Réel* » :

- le *Réel physique* que l'on pose comme objet de connaissance ou d'hypothèse, mais aussi substrat à partir duquel il est possible de construire de nouvelles réalisations qui s'y intègrent ;
- le *Réel mental* où émergent les représentations que nous élaborons de ce réel physique préexistant ou en devenir, fut-ce en tant que projet.

Et je place à l'origine du malaise que j'éprouve à la lecture des multiples définitions et travaux évoqués, *la tension que met selon moi en évidence le rapport entre un Réel physique qui existerait* ***indépendamment*** *de nous, et l'aspect fortement finalisé de nos constructions innovantes, fruits de nos motivations, et qui, pourtant s'intègrent naturellement à ce Réel physique.*

Dès lors, pragmatiquement, deux voies seules me paraissent envisageables. Elles restent aujourd'hui à départager.

- Spécifier d'une manière véritablement scientifique une distinction entre objets dits « naturels », indépendants de notre regard, et objets dits « artificiels », artefacts fruits de la volonté humaine.
- Introduire formellement *l'esprit humain* comme un facteur inhérent à toute saisie du réel, y compris dans les descriptions scientifiques où on a fait jusqu'à présent tant d'effort pour *l'exclure*. Mais une telle inclusion ne doit pas pour autant *nuire* aux principes d'objectivité, de généralité et de précision, qu'il convient de revisiter.

De façon tout à fait générale, cette façon de poser les enjeux nous propulse aux limites des paradigmes qui sous-tendent encore aujourd'hui notre façon de penser « rationnellement ». Sans doute, et depuis au moins le début du XXe siècle, l'idéal classique s'est-il peu à peu fissuré sous les coups de boutoir de la physique quantique qui remet en question jusqu'au principe d'identité. Mais encore aujourd'hui, dans la pratique, on fait comme s'il n'en était rien, tout en constatant la difficulté croissante à maîtriser l'explosion de ce que l'on dénomme communément « complexité », *sous l'effet – en fait – des relativités introduites de façon non contrôlée dans le monde macroscopique.*

Si l'on veut sortir du flou dans lequel se tient actuellement la science des systèmes, au cœur du triangle formé par les solutions locales formulées plus haut, une philosophie appliquée, et les sciences dites « dures », il est nécessaire de conférer à la démarche dans laquelle on s'engage un statut scientifique incontestable, ce qui requiert le respect des critères scientifiques communément admis : consensus intersubjectif, formalisation, mathématisation, réfutabilité.

La formalisation définie doit être telle que – relativement aux formalismes des différentes disciplines – elle se tienne à un infra-niveau conceptuel, tout-à-fait général, tout en restant réfutable face aux faits. Mais face à quels faits *réfuter* un infra cadre-conceptuel formalisé qui n'existerait qu'au travers des disciplines qu'il a la prétention de sous-tendre ? Je considère trois sources de légitimité. La première consiste en la possibilité de reformuler effectivement les différentes disciplines dans l'infra-cadre proposé. La seconde repose sur la possibilité de concevoir des méthodes spécifiques à ces différentes disciplines, qui soient fondées sur ce même infra cadre et qui suscitent intersubjectivement l'adhésion. La troisième réside dans les succès, la résolution vérifiable de problèmes non tranchés dans le cadre classique, grâce à ces reformulations.

A l'aune de ces seuls critères, en faisant l'effort de nous débarrasser de toute évidence spontanée pour nous placer mentalement dans l'état d'étonnement et de dénuement

conceptuel dans lequel nous place la physique fondamentale, nous pouvons maintenant ré envisager les concepts classiques.

Il ne s'agit pas de les nier ou de les condamner, car ce sont des constructions intersubjectives largement usitées et le fait même qu'ils existent témoigne d'un besoin *réel*. Il s'agit de démêler ce qu'il y a de général et de particulier dans ces concepts, de façon à asseoir leurs nécessaires spécificités sur un socle plus fondamental qui permette *aussi* de dépasser les contradictions entrevues.

I.5.2 Le cas paradigmatique de l'artefact

La motivation qui me pousse aujourd'hui a émergé des problèmes quotidiennement rencontrés dans l'industrie aéronautique, spatiale et automobile. Le concept d'artefact matériel utilitaire s'impose donc comme le point de départ de mon cheminement. Il se situe au carrefour de la problématique envisagée : entre l'objectivité scientifique et des finalités humaines.

Cette origine me renvoie à la figure historique de Simon. Au carrefour de l'intentionnalité humaine, de l'environnement auquel il s'adapte et des lois naturelles qui s'imposent à tous, Simon fait de l'artefact la figure centrale de sa réflexion. L'ingénierie système en émerge comme une science *de l'artificiel*, une science de l'objet fabriqué sous la contrainte de buts subjectifs qui se différencie en cela des sciences naturelles, sciences de l'analyse objective d'entités naturelles.

Les quatre affirmations qu'il énonce[25] sous-tendent l'ensemble de sa réflexion et restent encore aujourd'hui au cœur de la démarche industrielle :

- *« les objets artificiels sont synthétisés par l'homme (bien que ce ne soit pas toujours, ni même habituellement, avec une vision claire et anticipatrice) ;*
- *les objets artificiels peuvent imiter les apparences des objets naturels, bien qu'il leur manque, sous un ou plusieurs aspects, la réalité de l'objet naturel ;*
- *les objets artificiels peuvent être caractérisés en termes de fonctions, de buts, d'adaptation ;*
- *les objets artificiels sont souvent considérés, en particulier leur conception, en termes d'impératifs tout autant qu'en termes descriptifs ».*

La façon dont Simon appréhende l'artefact détermine le rôle qu'il assigne à l'ingénierie système : « *si la science doit embrasser ces objets et ces phénomènes (les artefacts) dans lesquels s'incarnent à la fois les intentions humaines et les lois naturelles, elle doit disposer de quelque moyen pour relier ces deux composantes si différente*s ».

Ces formulations soulignent la tension que fait naître dans notre esprit la rencontre entre des actions humaines téléologiques, fondamentalement créatrices, et le caractère « naturel » de leur produit. Elles font de *l'artefact* le lieu singulier de cette confrontation - parce qu'elle y est évidente - et elles justifient l'émergence d'une nouvelle discipline par la nécessité de dépasser cette confrontation.

Or, si le bon sens commun fait spontanément la différence entre artefacts et entités naturelles, fonder une discipline *scientifique* sur la nécessité de concilier intentionnalité et objectivité est paradoxal. En effet le paradigme scientifique classique élimine par construction

---

[25] Simon, H. A. (1969), traduction de Le Moigne J-L (1974). *La science des systèmes, science de l'artificiel, p 20*. Epi (Paris).

les finalités humaines qui sont au cœur de l'innovation. Dans le cadre d'un paradigme scientifique que l'on rejette, on ne peut pas développer une nouvelle discipline qui s'oppose à un postulat de base de ce paradigme : il faut refonder l'édifice. C'est l'un des mérites de Simon que d'avoir permis de percevoir ce paradoxe qui, dans le domaine des démarches scientifiques qui concernent le monde *macroscopique*, n'était pas énoncé. Il a enfoncé un coin dans les certitudes établies. Il l'a fait en introduisant, plus ou moins explicitement, certaines relativités.

Mais l'affirmation d'une différence intrinsèque entre entités naturelles et entités artificielles agit aujourd'hui comme un obstacle à surmonter.

Cet obstacle est caché, mais il est fondamental. On n'a pas su jusqu'à présent le dépasser, ni même, trans-disciplinairement, l'identifier. Faute de mieux, les ingénieurs systèmes, confrontés à la nécessité pratique de faire face aux redoutables enjeux qui se cristallisent dans le concept d'artefact, conçoivent des concepts spécifiques et des outils fondés sur le seul *bon sens*, alors que le problème soulevé est de portée tout à fait générale.

L'ingénieur de l'industrie qui conçoit, fait et évalue un artefact physique, se retrouve écartelé entre, d'une part, le sentiment d'une complexité qui émerge de la multiplication des finalités et des enjeux, porteurs chacun d'une vision spécifique du Réel et, d'autre part, le mode de pensée holistique qui sous-tend la démarche technique qu'il met en œuvre pour réaliser.

I.5.3 Entité naturelle et entité artificielle/artefact

Une *entité naturelle* n'est pas une *entité artificielle*. Nier une telle évidence commune serait nier le Réel psychique[26] qui, tout autant que le Réel physique, appartient à la catégorie du Réel[27].

Quoi de plus légitime que de distinguer les nuages, les montagnes, les cailloux et les êtres vivants, des aspirateurs, des voitures et des tire-bouchons ? Pourtant, aussi stupéfiant que cela puisse paraître, ce qui nous pousse à distinguer spontanément ces deux catégories d'entités physiques reste à conceptualiser.

Selon Simon, les sciences analysent un *donné* alors que l'ingénierie système conçoit des entités artificielles sous contrainte de *buts.* D'un côté, un pouvoir démiurgique au service de *buts* humains d'où émerge l'entité artificielle, de l'autre un *donné* déjà là avec pour finalité scientifique, le seul but de le *connaître*. Mais cette connaissance du *donné*, selon Simon, est forcément incomplète. Car il manque à toute création humaine *« certaines dimensions de la réalité des objets naturels »*, bien que ces créations soient soumises aux mêmes « *lois naturelles* ». L'homme serait donc, ontologiquement, incapable de « *reproduire une entité naturelle, comme elle est »*. Tout au plus, pourrait-il en « *simuler la forme extérieure »*.

La pensée de Simon est enracinée dans la conception classique et le type de réalisme avec lequel celle-ci fait corps. L'évolution scientifique rend aujourd'hui caduque cette conception classique de la différence entre « *entité naturelle* », déjà là, à découvrir et « *entité artificielle* », artefact inventé.

---

[26] Réel psychique : Ensemble conscient ou inconscient, considéré dans sa totalité ou partiellement, des phénomènes, des processus relevant de l'esprit, de l'intelligence et de l'affectivité, d'un individu, considéré isolément et constituant *sa* vie psychique.

[27] Mugur-Schächter M. (2006). *Sur le tissage des connaissances, Définition D2*, Paris, Hermès Science.

Si on envisage en effet la science sous sa forme la plus fondamentale, au travers de la physique quantique, on se trouve confronté à une situation où les entités dites naturelles que l'on dénomme *micros-états* sont des artefacts. Ils sont les produits éphémères de processus opératoires conçus par l'homme afin de produire certaines traces. Et ces processus eux-mêmes ne sont que la retranscription intelligible de phénomènes qui ont lieu à une échelle de temps et d'espace inconcevable : *on fabrique ce que l'on se donne pour but de connaître* dans le but de légitimer un édifice théorique.

Réciproquement, la réplique physique d'une « entité artificielle» s'offre, telle une « entité naturelle », à une multitude de regards qui n'entrent en rien dans les *buts* qui ont guidé sa conception et déterminé les critères relativement auxquels on qualifie la réalisation. Aux yeux des concepteurs, les valeurs que prennent ces critères, définis lors de la conception, décrivent *complétement* l'artefact et déterminent des *standards*. Aux yeux des scientifiques, une telle vision paraîtrait d'une grande incomplétude. Toutefois, puisqu'il ne s'agit pas d'une entité à connaître (*comment pourrait-on ne pas connaître ce que l'on conçoit* ?), un tel artefact demeure un objet technique, non un objet de science…. Mais si survient un événement inexplicable relativement à la conception de l'artefact et propre à un *exemplaire tout à fait particulier* de cet artefact, les investigations scientifiques conduites pour *expliquer* un cas singulier transmutent l'exemplaire incriminé en objet de science. Faut-il alors considérer que l'homme n'a pas réussi à *reproduire* ce qu'il a conçu, qu'il n'a fait qu'en *simuler la forme ?*

Pourtant, la pensée de Simon demeure fondatrice, non du fait de ses tâtonnements conceptuels pour caractériser les différences entre entités naturelles et entités artificielles, mais par la radicale nouveauté qu'il introduit en plaçant les *buts* et la *conceptualisation* préalable en fonction de ces buts, au cœur de toute action humaine rationnellement contrôlée sur le Réel physique. Pour peu que l'on attribue *aussi* aux actions cognitives un statut actif et non pas seulement passif relativement au Réel physique, alors les différences entre entités *naturelles* et entités *artificielles* s'estompent. Si on considère que *connaître* n'est pas un *but* mais un *moyen* qui engage activement l'être humain dans le Réel physique (il prévoit, il transforme et crée à partir de ces connaissances), alors la pensée de Simon devient d'une radicale modernité. L'opposition entre intentionnalité et objectivité passive ne fait plus sens. L'idée fondatrice de Simon doit être réinterprétée dans une acception beaucoup plus générale.

Ce pas décisif a été franchi par Le Moigne[28]. Sa pensée, alimentée en particulier par les travaux de Morin généralise la voie ouverte par Simon. Le « *modèle canonique* » du système général qu'il élabore confère à toute représentation d'entité physique, naturelle ou artificielle, le statut de produit d'une construction relativisée.

Le *modèle* apparaît dès lors comme le fruit de l'implication de l'observateur dans le Réel qu'il cherche à saisir et le moyen dont il dispose pour partager intersubjectivement une description ou guider un projet innovant. C'est le *modèle* qui vaut comme *système* ou comme *entité*, non l'absolu qu'il vise et dont on ne peut rien dire. Du coup la complexité devient l'expression d'une impossibilité calculatoire *pratique*, non la propriété intrinsèque de *l'endroit de Réel* que l'on cherche à saisir. Ceci ouvre une nouvelle voie, radicalement novatrice. La complexité traduit alors une impossibilité *de fait*, un désarroi face à un enchevêtrement que l'on ne sait pas démêler *pour le moment*, et non un principe inhérent au Réel. Il est donc envisageable de concevoir une méthode formelle dans laquelle cette complexité puisse être définie et calculée *relativement* aux représentations que nous sommes à même de concevoir. Le Réel n'est plus connaissable en lui-même, il est seulement, insiste Le

---

[28] Le Moigne J.L. (1990) (1995). *La Modélisation des systèmes complexes.* Paris, Dunod.

Moigne, *intelligible* relativement à tel ou tel point de vue que l'on adopte. On ne peut conceptualiser sans point de vue.

C'est donc maintenant au cœur même de *l'intentionnalité* inhérente à toute saisie rationnelle du Réel physique ou à tout projet d'action sur ce dernier qu'il convient de conceptualiser la distinction que nous introduisons spontanément entre entité naturelle et entité artificielle. Il m'apparaît que ce qui distingue fondamentalement un électron d'un tire-bouchon, ce n'est pas leur qualité d'artefact (tous deux sont le résultat d'actions conçues par l'être humain), c'est le fait que ce que je peux dire expérimentalement d'un électron a pour but de cautionner indirectement un modèle atomique qui participe à l'explication des phénomènes que nous avons *d'abord* perçus *biologiquement* et que nous voulons comprendre pour prévoir et inventer. On cherche à *connaître* un phénomène en concevant une *organisation* d'entités physiques, *in fine* posées comme hypothèses, afin d'expliquer rationnellement, relativement à ce nouvel acquis, ce phénomène naturel. La déduction rationnelle, ne serait-ce que statistique, de propriétés observables, voire la reproduction des mêmes 'valeurs d'aspects'[29] à partir de modèles étayés par des descriptions d'entité-hypothèses-artefacts *générées* et *qualifiées* à cette fin, légitime l'entière démarche.

Rien de tel d'un tire-bouchon : il a fallu *d'abord l'inventer* en fonction d'un but et des connaissances préexistantes sur les matériaux, pour qu'ensuite il existe pour nous, *face à nos sens biologiques*, comme un outil que nous pouvons saisir et qui nous soit utile. De même pour un calculateur embarqué dans un avion ou une voiture : il participe à ce que nous voulons que la voiture ou l'avion *soient* pour nous, car cette voiture ou cet avion ne nous sont pas *d'abord biologiquement* perceptibles : il faut les *concevoir* et les *fabriquer* à partir des seules ressources que constituent notre savoir et notre expérience, incarnés dans des modèles.

De la distinction entre entité naturelle et entité artificielle ainsi conceptualisée découle une différence fondamentale dans la valeur ajoutée apportée par la *description d'une entité physique*. Si j'innove, j'évalue la *description* par référence à une réalité *souhaitée, voulue, imaginée* mais non encore accomplie. C'est *l'entité physique,* telle qu'elle est *générée* et *qualifiée (*sa *description)* qui est sur la sellette relativement au modèle qui exprime le voulu et le faisable. Si l'entité matérielle est conforme aux attentes, elle est adoptée, si elle est non conforme, elle est mise au rebus.

Si je cherche scientifiquement à connaître, c'est le modèle, l'hypothèse, la direction que je me donne comme guide, aussi imprécise soit-elle, qui sont sur la sellette relativement à la *description*. La théorie ou la simple orientation sont soit confortées, voire développées grâce à la description de faits, soit réfutées partiellement ou totalement, si la *description* contredit le modèle qu'elle propose.

Je considère désormais que si science et ingénierie sont toutes deux des *organisations construites d'artefacts,* la finalité de la première est de correspondre morphologiquement à une réalité *d'abord perçue biologiquement,* alors que la finalité de la seconde est de correspondre morphologiquement à une *perception biologique d'abord imaginée.*

I.5.4 Que représente-t-on ?

Le point de vue adopté sur la différence entre entité naturelle et entité artificielle place l'intentionnalité au cœur de toute description d'entité physique. Certes, l'importance de la

---

[29] Mugur-Schächter M. (2006). *Sur le tissage des connaissances, Définition D5*, Paris. Hermès Science - Lavoisier.

finalité dans la genèse de la représentation est un thème maintenant classique. Bachelard[30] affirmait déjà que « *la question génère la représentation* ». Ceci dit, l'adoption d'un point de vue constructiviste pose le redoutable problème de *délimiter intersubjectivement*, ce que l'on *représente* ainsi. Autrement dit, qu'est-ce que cette entité physique dont on construit la représentation, quelles sont ses *limites* ? Est-elle une construction *ad hoc* - mais alors, comment se mettre d'accord ? Que devient *l'objectivité* ? - ou est-elle de nature transcendantale, mais quelles sont alors les contraintes générales que doivent respecter des représentations relativisées pour être les représentations valides *d'une entité particulière* dont on ne peut pourtant rien connaître *en soi* ?

Et le malaise actuel est profond. En témoigne la définition du concept de système donnée dans Wikipédia. Elle est révélatrice des oscillations de l'esprit entre constructivisme et réalisme et de l'impasse dans laquelle, aujourd'hui, on demeure, faute de pouvoir dépasser la dichotomie classique représentation/représenté. Il y est affirmé qu'un système *« est une construction théorique que forme l'esprit sur un sujet (ex. : une idée expliquant un phénomène physique et représentée par un modèle mathématique) »*. Mais cette définition clairement constructiviste se voit immédiatement contrebalancée par une définition réaliste de *ce qui est représenté*. Un système est défini comme un « *ensemble d'éléments qui se coordonnent pour concourir à un résultat (ex : système nerveux)* ou encore un *appareillage, dispositif, machine assurant une fonction déterminée (ex : système d'éclairage, système automobile) »*. Et lorsque l'on voit affirmer qu'un *« système est un ensemble d'éléments interagissant entre eux selon un certain nombre de principes ou règles »*, on en déduit que ces règles elles-mêmes ont un caractère ontologique puisqu'un système *est*. Un système, en tant qu'objet de représentation, apparaît comme une agrégation d'entités *physiquement réelles, organisées* en niveaux d'existence imbriqués les uns dans les autres en vertu de relations elles aussi *physiquement réelles*.

On retrouve ce principe dans les définitions adoptées par l'INCOSE (INCOSE Fellows Consensus on SE) et l'AFIS citées ci-avant. Et on pourrait multiplier les illustrations.

Cette nécessité *pratique* de désigner intersubjectivement ce que l'on représente fait que l'approche analytique, la décomposition en parties, restent le fondement des normes et des pratiques qui font référence dans le domaine industriel, quand bien même elles s'en défendent et ceci quelles que soient les sophistications développées.

Cette rapide évocation jette une lumière crue sur les tentatives, semble-t-il vaines, que fait l'esprit pour relativiser face aux impasses entrevues, avant de retomber dans une certaine forme de réalisme naïf, acculé par la nécessité de désigner ce dont on parle, de délimiter ce que l'on modélise. Demeure une problématique métaphysique généralement escamotée : comment peut-on se référer à une structure du Réel physique, *absolument existante* et intelligible, ne serait-ce que de façon limitée, et affirmer simultanément le caractère *relatif* de toute *représentation* que l'on puisse en faire ? Pourquoi donc ne pourrait-on représenter que *subjectivement* quelque chose qui existe *absolument* ? Ce qui est représenté est laissé dans un implicite supposé consensuel.

Certains auteurs ont cherché à trancher ce dilemme en adoptant une position à mi-chemin entre constructivisme et réalisme. Korzybski[31] a typiquement considéré que les entités physiques avaient une réalité objective que l'on pouvait assimiler à un *point* mais que tout ce que l'on pouvait en dire résultait des mises en relations construites par l'esprit : une table

---

30 Bachelard G. (1934*) La Formation de l'esprit scientifique, Contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*. Alcan

31 Korzybski, A. (1933) (1994). *Science and Sanity*. Forest Hills, Institute of General Semantics.

existe *absolument* mais tout ce qu'on peut en dire est subjectif. Cette position est peu satisfaisante, ne serait-ce que parce qu'elle ne formule pas de solution pour *identifier* ce *point, pour le connecter intersubjectivement aux faits subjectifs.*

I.6 Buts face à la systémique : scientificité et relativisations

Quand on observe l'intense activité qui se déploie autour de l'ingénierie système, l'importance des investissements consentis, les développements de toute sorte, les activités de conseil et de service, on reste frappé de stupeur. Comment donc de tels efforts, sans réelle maîtrise de la valeur ajoutée produite, peuvent-ils être déployés sur des fondements aussi mouvants ?

L'ingénierie système se revendique comme une discipline constituée et invoque comme fondement scientifique la systémique. Mais quand on examine cette dernière, dès que l'on sort des disciplines dites « dures » qui constituent autant de cas particuliers (mécanique, électromagnétisme, etc.), on se trouve bien en peine de trouver dans le foisonnement des concepts qualitatifs et des buts un corpus conceptuellement unifié et scientifiquement constitué, avec les exigences d'intersubjectivité, de répétabilité et de réfutabilité que cela comporte. Tout semble affaire de bon sens. Les outils structurés que l'on met en œuvre à qui mieux mieux pour *concevoir les systèmes*, *gérer des exigences*, introduire des *processus guidés par les modèles et la simulation* sont supposés capturer « naturellement » ce bon sens commun. Le formalisme fait illusion, laisse penser que l'objectif est toujours à portée de main, provoque des fuites en avant non contrôlées.

Mais que nous reste-t-il ? Le parcours que nous avons entamé a mis à mal tous les concepts les plus solides sur lesquels nous pensions pouvoir nous appuyer. Partout dominent les *relativités* sans aucun cadre qui permette de les organiser rigoureusement. Ne nous restent que le temps et l'espace comme cadre consensuel pour organiser le substrat de Réel indifférencié dans lequel nous sommes immergés. *Mais qu'y loger* ?

De préoccupations purement pragmatiques, on se retrouve brutalement projeté à un niveau tout à fait fondamental où ne subsistent que les directions de pensée évoquées, comme précurseurs d'une construction encore à réaliser. Fonder la systémique comme *science*, non comme un ensemble de concepts qualitatifs posés en patchwork, devient le préalable incontournable à la fondation d'une ingénierie système comme discipline constituée *efficiente*, et non comme simple lieu de rencontres improvisées entre des techniques de circonstances.

Dans cette perspective, la science dite *des systèmes*, telle que l'a pensée Simon, apparaît alors comme une étape transitoire qui préfigure une évolution beaucoup plus fondamentale et plus générale dans la perspective ouverte par les travaux de J.L. Le Moigne sur le rapport au Réel de nos représentations, et que l'on retrouve chez des philosophes avant tout connus comme de grands scientifiques. J'en dégage l'enjeu que j'identifie au cœur de toute saisie intersubjective du réel physique, de tout projet d'action sur ce dernier et auquel la *Systémique* doit selon moi répondre. Je m'inspire, pour le formuler ci-après, des termes utilisés par Schrödinger pour exprimer l'enjeu au cœur de sa réflexion[32].

Pour concevoir une assise de portée générale à la conceptualisation d'entités physiques persistantes, étendues et stables, et à l'évaluation de l'accompli relativement au projet, à l'hypothèse ou à la prévision, il faut pouvoir introduire explicitement dans les processus

---

[32] Schrödinger, E. (1951) (1992). *Physique quantique et représentation du monde*. Paris, Seuil.

cognitifs comme dans les processus innovants, les finalités relativisantes[33] au travers desquelles nous nous confrontons au Réel et cela, sans remettre en cause les principes de généralité, de précision et de réfutabilité qui ont assuré notre succès adaptatif, mais, au contraire, en leur fournissant de nouveaux fondements sur lesquels s'appuyer afin qu'ils nous permettent d'accroître la maîtrise de notre destin.

Mais :

- Comment introduire les relativisations qui agissent, de façon compatible avec les exigences scientifiques d'objectivité et de précision ?
- Comment un concept consensuel d'entité matérielle peut-il émerger de différentes subjectivités ?
- Comment communiquer et partager *ce vers quoi pointe* une représentation si toute appréhension du Réel est relative à une certaine mise en situation mentale et physique que l'on ne peut dépasser ?
- Comment définir un infra-cadre normé à l'émergence du concept d'entité persistante, étendue et stable à partir de traces dispersées dans le temps et dans l'espace ?

Il s'agit désormais de donner une réponse conceptuelle et pragmatique à l'ambition affichée.

33 Finalité relativisante : toute saisie du Réel par l'esprit humain résulte d'une finalité consciente ou inconsciente qui détermine les interactions signifiantes entre le réel à connaître et la référence physique que l'on se donne, en même temps qu'elle détermine le sens que l'on confère à ces interactions, fondement de toute conceptualisation. En ce sens la finalité *relativise* notre conceptualisation du Réel.

Chapitre II

Cadre de la construction

II.1 Pourquoi MCR ? Force organisatrice jaillie d'une pensée des limites du rationnel

La position de principe à laquelle nous accule la poursuite de nos buts semble paradoxale dans son énoncé même :

Considérer toute entité physique dotée de propriétés comme un concept construit sur le fondement de descriptions relativisées d'interactions avec un Réel physique indifférencié, postulé exister comme substrat, mais radicalement inatteignable en lui-même.

Une telle position n'est pas nouvelle : on peut la faire remonter à Anaximène[34] et à Démocrite. Mais jusqu'à aujourd'hui, la nécessité pratique de désigner, de délimiter sans ambiguïté ce dont on parle, fait que cette conception est restée non opérationnelle, une affaire de philosophes. L'ambition d'en faire un concept opérationnel systématique, un fondement effectif de toute démarche scientifique ou technique semble toutefois aujourd'hui à portée. Il semble désormais possible de définir un *substitut méthodologique construit intersubjectivement* au concept ontologique « d'entité » représentée ou « d'objet d'étude », comme principe fédérateur de différents points de vue.

Quand cette démarche a débuté, je me suis demandé dans quel domaine scientifique autre que la systémique, on pouvait se trouver dans un tel état de confusion de pensée tout en étant capable de concevoir *par contre* des réponses *efficientes*. La physique quantique s'est imposée en mon esprit tant les artefacts opérationnels que cette science met en œuvre sont tout à la fois radicalement inintelligibles et pourtant pragmatiquement pertinents. C'est de la science physique la plus fondamentale que m'a d'emblée semblé pouvoir émerger - en passager clandestin, tant il est enfoui dans les pratiques et les formalismes - un nouveau paradigme systématiquement relativisé et efficient pour penser le Réel.

Car la physique quantique, et ceci est nouveau, a montré que tout fait physique était la trace d'une *interaction*[35] entre ce qui mesure et ce qui est mesuré. Dès lors, toute valeur qui qualifie est appréhendée comme la trace de ***l'entremêlement*** propre à toute interaction, entre *ce que l'on vise* et ce dont on se sert pour *générer* et *qualifier*, et non comme une manifestation d'une propriété absolue de l'objet d'étude en lui-même. Intrinsèquement, on qualifie globalement le *dispositif de mesure et objet d'étude*.

---

34 Les réflexions d'Anaximène sur « la condensation » et la « raréfaction » ont débouché sur une approche « atomique » de la matière et mis en évidence le caractère de produit de l'esprit que Démocrite attribuait déjà à nos représentations.

35 Les « traces » que produit une mesure code le produit d'une influence *mutuelle* entre ce qui sert de référentiel et l'objet d'étude, car l'acte de mesure lui-même *change* le réel observé en ce sens qu'il modifie les prévisions que l'on peut faire relativement à tel ou tel aspect et que la *valeur* produite elle-même ne peut être capturée que relativement à un référentiel préalablement conceptualisé, référentiel qui incarne les théories en vigueur. Cela constitue une rupture radicale avec l'approche classique dans laquelle l'acte d'observation ne saurait constituer en soi une telle rupture.

Pour qu'une trace capturée soit porteuse de connaissance, on ne peut faire autrement que de s'appuyer sur la façon dont on a préalablement conceptualisé le dispositif de mesure, dont on le *connaît*, sur les lois physiques qu'il incarne. On introduit ainsi subrepticement, *à partir d'un acquis préalable, une frontière construite entre ce dispositif et son extériorité physique et un protocole d'interaction préfabriqué* entre ce dispositif physique que l'on se donne comme connu et le Réel physique objet d'étude. L'interaction physique et sa localisation spatio-temporelle deviennent sujettes à débat dès lors que l'objet d'étude est radicalement inaccessible à nos sens biologiques ou n'a pas été préalablement conceptualisé. C'est toutefois le seul fondement qui demeure pour *détourer* du Réel physique une *entité physique*. Il faut donc procéder par hypothèses. C'est le succès prédictif des modèles construits, la stabilité statistique des valeurs recueillies, qui vaut intersubjectivement validation de la conceptualisation proposée *a priori*.

Dans une telle démarche, le statut d'entité physique se trouve réduit à celui de concept support de qualifications et d'anticipations, de modèle construit de mise en correspondance de valeurs recueillies qui ont le statut de « faits », avec la façon dont on théorise, à partir du « connu », le substrat de Réel physique objet d'étude et le mode d'action du dispositif adopté sur ce dernier.

Un tel paradigme est extrêmement choquant relativement à notre appréhension spontanée du Réel physique. Il l'est à ce point qu'il nous est extrêmement difficile, voire pratiquement insupportable, d'envisager le bouleversement radical qu'il induit dans notre façon même de penser le Réel.

Il faut renoncer à toute possibilité de connaître le Réel physique en lui-même tout en affirmant la possibilité d'en construire des représentations efficientes, relativement aux finalités que nous poursuivons et aux moyens physico-conceptuels que nous nous donnons.

La recherche d'un point d'appui plonge dans des abîmes de perplexité. Car il faut admettre que le Réel physique est un *postulat*[36]. Seule cette prise de position irréductible est alors à même de fonder le concept d'extériorité physique et donc aussi *d'interaction* et sa saisie par le 'Fonctionnement Conscience'[37] : « Je vois là et maintenant le résultat de la mesure recueillie ici, et à ce moment qui qualifie telle entité que j'ai sélectionnée ou générée et examinée de cette façon ». Un tel acte de saisie entremêle inextricablement réel physique et réel psychique.

Toutefois, sorti de la situation extrême où nous accule la physique quantique, j'éprouve, comme tout le monde, une difficulté considérable à envisager que les objets qui me sont le plus familiers ne soient que des construits mentaux relativisés, reflet de ma situation au monde, enracinés dans mes perceptions sensorielles, produits de mes finalités agissantes, et non « l'organisation » du Réel physique, envisagée d'un point de vue absolutisant. La cartographie du *Réel physique* qu'ils me permettent de dresser aboutit pourtant à un découpage consistant et intersubjectif. Je n'éprouve aucune difficulté à me mettre d'accord avec mon voisin sur l'existence d'une table sur laquelle nous posons nos verres. Comment puis-je envisager que ces découpes et les dynamiques qu'elles supportent ne constituent que des artefacts, les produits d'une cartographie *relativisée* du Réel physique construite par mon seul '*Fonctionnement-Conscience*' ? Par quel miracle permanent serait-il alors possible que nous soyons capables de nous comprendre les uns les autres, de chercher avec les autres, de construire avec les autres ?

---

36 Mugur-Schächter M. (2006). *Sur le tissage des connaissances, postulat Po3 p60*, Paris, Hermès Science - Lavoisier.

37 Mugur-Schächter M. (2006). *Sur le tissage des connaissances, Définition D1*, p59, Paris, Hermès Science - Lavoisier.

Pourtant, contrairement à ce bon sens commun, les travaux en psychophysiologie cognitive et dans le domaine des neurosciences, en particulier de Jean-Luc Petit et d'Alain Berthoz[38] dans une tradition Husserlienne, tendent à montrer que l'image de mon extériorité physique, avec le temps et l'espace, et l'image de mon propre corps physique, sont elles aussi des constructions adossées l'une à l'autre. Elles sont le produit de *traces* mémorisées que laissent en nous ce que nous vivons comme des interactions avec quelque chose d'autre qui résiste et auxquelles nous conférons le sens d'actions et/ou d'informations. Une entité matérielle devient un *concept*, le produit d'une psychogénèse procédant par mises en relations spontanées de perceptions discrètes : le mouvement saccadé de l'œil, le fait de tourner autour d'un objet, etc. Les mécanismes cognitifs construisent à notre insu des modèles psychiques stables qui factorisent des expériences multiples et permettent d'anticiper, via des mises en correspondance construites entre le foisonnement des perceptions et des concepts stables : une chaise, une table, etc.

Le paradigme qui émerge de ces travaux évoque irrésistiblement la vision précédemment évoquée. Ne pouvons-nous pas en effet transposer cette situation étrange, point par point, à la situation des instruments de mesure dans lesquelles des *traces* témoignent d'interactions avec quelque chose qui leur est extérieur et qui nous est radicalement inaccessible ? La référence que constituent notre corps propre et les mécanismes biopsychiques qui l'habitent, ne sont-ils pas simplement remplacés par la référence aux rapports standardisés que nous entretenons avec ces dispositifs et les théories qu'ils incarnent, qui *objectivent* ? Et ce qui permet de localiser intersubjectivement ce dont on parle, un certain support d'espace-temps indexé relativement à un référentiel partagé n'est-il pas remplacé par le temps et l'espace psychiques générés par les mécanismes de mémorisation, l'expérience du geste ? Mais pour que cette analogie soit complète, il nous faut remplacer l'intersubjectivité dont l'appareil de mesure est le garant, par l'hypothèse d'une façon commune de *vivre le Réel*. En témoigne l'intersubjectivité vécue des synthèses spontanées qui confèrent aux objets communs du quotidien une telle évidence d'existence *en soi* et conditionnent au plus profond notre conceptualisation du Réel physique.

Je suis frappé par la remise en cause brutale des concepts d'objectivité et de subjectivité qu'un tel rapprochement met en évidence. Quand nous ne disposons que de faits *scientifiques* pour concevoir une entité physique qui échappe à nos sens, nous avons tendance à l'appréhender comme un artefact théorique, quelque chose qui n'existe pas vraiment, un artifice calculatoire (micro-état de la physique quantique). Au contraire, quand nous appréhendons le Réel physique au travers de nos seuls sens biologiques, nous nous accordons pour reconnaître aux entités que nous synthétisons spontanément un caractère absolu, ontologique (la table est…) et continu, parce que nous pouvons les localiser dans le temps et dans l'espace, suivre leur trajectoire et leurs transformations, alors même que les faits sur lesquels nous nous appuyons semblent entachés d'une irréductible subjectivité. Paradoxalement, c'est lorsque de telles conceptualisations spontanées font défaut pour *identifier intersubjectivement*, comme c'est le cas singulier en physique quantique, que nous nous retrouvons déstabilisés pour reconstruire de façon contrôlée ces *entités* dont nous avons l'illusion qu'elles *sont* le Réel physique avec lequel nous interagissons.

Dépasser *pragmatiquement* ce conditionnement consacré par l'expérience devient une nécessité, car désormais il nous tend aussi des pièges, il entrave notre capacité d'adaptation. Mais y parvenir exige une discipline intellectuelle radicale. Il doit être possible d'étendre le paradigme Husserlien aux constructions scientifiques et techniques, aux *descriptions* dans lesquelles des dispositifs de mesure préalablement normalisés médiatisent le rapport de

---

38 Berthoz, A., Petit, J.-L. (2006). *Phénoménologie et physiologie de l'action*. Paris, Odile Jacob

l'homme au Réel physique, pour concevoir un infra-cadre formel à la constitution de modèles opérationnels d'entités physiques étendues et persistantes. Si l'on y parvient, l'aporie qui résulte de la contradiction entre le caractère transcendantal prêté à l'entité physique et le statut de construction de l'esprit conféré à ses représentations sera dissoute.

Une telle entreprise place la systémique à un infra niveau conceptuel relativement à l'ensemble des disciplines qui revendiquent une forme de scientificité, qu'il s'agisse des sciences humaines ou des sciences dites *dures*. Elle la consacre comme infra-cadre méthodologique à la *conceptualisation des entités physiques* autour desquelles s'articule notre pensée et se structure notre langage.

Il m'a paru toutefois illusoire de conclure des analogies de pensée évoquées qu'il suffisait de trouver un moyen de transposer les formules de la physique quantique au monde macroscopique des entités persistantes et étendues pour que le tour soit joué. Car si la physique quantique *marche*, elle reste tout à fait inintelligible et les algorithmes qu'elle produit sont des réponses aux classes de problèmes tout à fait spécifiques auxquels elle se confronte. La solution ne pouvait consister en un ensemble d'artifices qui étendraient par bricolage conceptuel le domaine d'application de ces formules à des problématiques auxquelles elles sont radicalement étrangères et où elles transposeraient leur inintelligibilité.

Tirer un enseignement de la physique quantique requérait donc d'en extraire logiquement *au préalable* l'essence épistémologique encryptée dans le formalisme mathématique et que l'on devine pourtant, un peu comme on distingue vaguement une forme plongée dans un épais brouillard. Si cela était mené à bien, alors pourrait-on espérer généraliser la situation cognitive impliquée et lui conférer une expression formelle qui permette de l'étendre scientifiquement au-delà du domaine où elle s'est factuellement imposée.

Ce décryptage des essences, je l'ai trouvé dans la *Méthode Générale de Conceptualisation Relativisée* (MCR)[39] développée par le Professeur Mioara Mugur-Schächter. Et l'auteur a élaboré sur ce fondement une deuxième mécanique quantique dotée de sens[40]. J'en évoque ci-après les caractéristiques essentielles : elles ont motivé mon choix.

II.2 La Méthode de Conceptualisation Relativisée

II.2.1 Introduction à MCR

Sur le fondement d'une longue fréquentation de la physique quantique, l'auteur de MCR a développé un point de vue épistémologique et physique systématiquement relativisé sur la genèse d'entités supports de connaissances.

MCR a été élaborée en généralisant convenablement la manière de construire des connaissances sur des *microétats*, encryptée dans le formalisme mathématique de la mécanique quantique. L'explicitation de cette manière d'opérer ainsi que l'élaboration de la forme descriptionnelle qui en résulte ont été lentes, car l'innovation est radicale. Une fois cette explicitation accomplie, il est apparu qu'elle mettait en évidence certains traits descriptionnels qui caractérisent *universellement* la toute *première* strate de génération de

---

[39] Méthode de Conceptualisation Relativisée. Mugur-Schächter M. (2006). *Sur le tissage des connaissances,* Paris. Hermès Science - Lavoisier.

[40] Mugur-Schächter M. (2013) *Principe d'une Deuxième Mécanique Quantique – Construction des fondements d'une formulation Hilbert-Dirac intelligible.* arXiv:1310.1728, http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1310/1310.1728.pdf

connaissances. Cette strate était restée cachée en dessous des langages, de l'entière pensée logique et scientifique classique, notamment des probabilités.

La forme descriptionnelle qui fonde MCR est celle des descriptions ‘de base *transférées*’ (sur des enregistreurs d'appareils de mesure). Cette forme est foncièrement relative à *l'opération de génération de l'entité physique à qualifier, à cette entité physique elle-même, et à la grille de qualification mise en œuvre*. Cette triple relativité se transmet ensuite dans la strate de conceptualisation subséquente, celle des *modèles* construits *via* des *méta-conceptualisations intrinsèques* de *descriptions transférées de base*. Des rôles descriptionnels qu’on leur confère et des régularités constatées émergent, par conceptualisations successives, une *organisation* des connaissances qui cristallise en modèles d’*entités dotées de propriétés* selon l’acception classique.

A la coupure *[quantique-classique]* MCR substitue une algorithmique rigoureusement contrôlée qui permet de construire des points de passage d’un paradigme à l’autre et d’établir ainsi intersubjectivement des relations non ambiguës entre les deux types d’artefacts représentationnels impliqués.

Moyennant seulement 21 formulations qui s'enchaînent selon les exigences de la syllogistique courante (10 définitions, 1 postulat, 3 principes, 1 convention et 6 propositions démontrées), il se constitue progressivement et rigoureusement un ensemble consistant de normes algorithmiques. Ces normes - en conséquence des relativisations systématiques introduites en chaque phase de la progression - préservent les processus de conceptualisation de toute possibilité de développer subrepticement des constructions à prétention ontologique[41], et donc excluent *a priori*, par construction, toute ambiguïté ou faux problème.

A l'intérieur de MCR, la logique classique et les probabilités classiques transmutent, respectivement, en une *logique génétique*[42] et une *théorie génétique des probabilités*. Les domaines classiques de ces deux approches fondamentales de la pensée s'en trouvent étendus et approfondis. Ils s'unissent en une structure logico-probabiliste unique. La structure sémantique de la théorie de l'information de Shannon s'élucide et cette élucidation permet de construire des mesures de complexité qui n'escamotent pas les contenus sémantiques impliqués.

MCR éclaire de ce fait d’un jour radicalement nouveau les processus qui interviennent en systémique, un jour unificateur, générateur d'organisation et de précision. La robustesse du fondement scientifique et systématiquement relativisé, les clarifications salutaires portées par MCR et le caractère algorithmique de sa construction, m’ont convaincu que la Méthode rendait possible un saut qualitatif sans précédent dans le domaine de la construction de modèles réfutables, qu’il s’agisse de connaître, de prévoir ou de concevoir de nouveaux artefacts.

II.2.2 Synthèse de MCR

J’expose ci-après, de façon outrageusement synthétisée, les principales caractéristiques de MCR sur le fondement d’un texte établi en anglais par l’auteur en une autre occasion et qu’il a bien voulu me communiquer. Par souci de fidélité au texte original, j’ai choisi de le faire figurer en regard de la traduction que j’en ai faite.

---

41 Représentations qui prétendent être le reflet du Réel , tel qu’il est, et donc excluent toute conceptualisation alternative.

42 Génétique : issue d’un processus de construction intersubjectif explicite, finalisé, et non propriété *en soi* du Réel objet d’étude.

De façon quasi systématique, de faux absolus génèrent de faux problèmes qui entravent la compréhension et bloquent la progression du savoir. Le but spécifique de MCR est d'*offrir aux processus de conceptualisation relativisée une structure d'accueil normée qui exclut, par construction, l'émergence de faux problèmes ou de paradoxes.*	Quasi systematically, false absolutes are found to generate false problems and paradoxes that hinder understanding and block the elaboration of knowledge. The specific goal of *MRC* is: *To offer a structure of norms for conceptualizing in a relativized way that excludes by construction the possibility of emergence of false problems or paradoxes*.
MCR a émergé de la forme qualitative tout à fait particulière de descriptions de microétats que l'auteur a identifié *en-dessous* du formalisme mathématique propre à la mécanique quantique fondamentale. L'auteur a pu, sur ce fondement, la concevoir d'un point de vue épistémologique et physique, tout à fait indépendamment de son formalisme mathématique[43]. La construction de MCR est partie de zéro, bien avant la construction explicite de l'infra-mécanique quantique dans laquelle elle s'enracine. Elle s'est développée par déductions opérées dans le cadre de la logique classique (non formelle). Le germe qui en est à l'origine réapparaît dans le processus de construction de MCR, mais seulement à un stade assez avancé et, d'emblée, avec une portée tout à fait générale. La stratégie épistémologique appliquée au cas spécifique des microétats dans l'infra-mécanique quantique sert de guide à la construction de MCR.	The germ of *MRC* has been the peculiar qualitative form of the primordial descriptions of microstates that this author has identified *beneath* the mathematical formalism of fundamental quantum mechanics and then has explicitly reconstructed, quite independently of this formalism, inside the epistemological-physical approach baptized *infra-quantum mechanics*. The construction of *MRC* started from zero – long before the explicit construction of infra-quantum mechanics where the germ of *MRC* is contained – and it has been developed in a deductive way in the sense of current (non-formalized) logic. The germ of *MRC* mentioned above re-emerges inside the process of construction of *MRC*, but only in a rather advanced stage and directly with a status of full generality. The epistemological strategy explicated inside infra-quantum mechanics for the particular case of microstates played the role of a guide.
MCR explore la réalité physique d'une façon radicalement inédite jusqu'aux frontières de la "connaissance". La méthode s'enracine dans la réalité physique a-conceptuelle et tangente - mais seulement depuis l'intérieur du domaine du connaissable - la frontière mouvante entre ce domaine et la	*MRC* extends from the as yet never explored physical reality, up to the frontiers of "knowledge". It is rooted into the a-conceptual physical reality and it touches – just touches from inside the domain of knowledge – the moving frontier between knowledge and metaphysics.

[43] Mugur-Schächter, M. (2009). *L'Infra-Mécanique Quantique. Une révolution épistémologique révélée dans les descriptions de microétats*. Paris. Dianoïa.

métaphysique.	
Le concept de “Réalité” est noté *R*. Il est défini comme le substrat évolutif d’où un individu, vu comme un « Fonctionnement-Conscience » noté *FC*, peut extraire des « entités à qualifier » et dont il produit des descriptions.	The concept of reality is denoted by R and is defined as the evolving pool wherefrom, at any given time, a human being – represented by its "Consciousness-Functioning" denoted CF or – can extract object-entities-to-be-qualified and to produce descriptions of these.



Cette définition ne distingue pas un Réel physique, d’un Réel bio-psychique, d’un Réel social, ou de toute autre ‘classe’ de Réel. Elle exprime un point de vue exclusivement descriptionnel. Les spécificités qui nous conduisent à distinguer différentes classes de Réel émergeront des différentes classes de *descriptions* d’entités-à-décrire, extraites de ces différentes classes.	This definition does not distinguish between physical reality, bio-psychical reality, social reality, etc. It expresses an exclusively descriptional point of view. The mutual specificities between various classes of reality are expected to emerge in terms of general specificities of the classes of *descriptions* concerning the classes of entities-to-be-described extracted from this or that class of reality.
Les spécificités du Réel ‘physique’ émergeront ainsi en particulier de la construction de MCR qui se focalise sur les descriptions « scientifiques » qui concernent au premier chef les entités physiques. Toutefois, MCR introduit un postulat réaliste minimaliste. Il consiste à postuler qu’indépendamment de toute connaissance humaine, existe *aussi* un Réel physique, mais *strictement NON – QUALIFIE*, donc non décrit, inaccessible à la connaissance en soi, (puisque toute connaissance est une description, et qu’une qualification ne peut être obtenue que relativement à une certaine grille de qualification). Or cette grille ne fait pas partie de la réalité physique : elle caractérise le point de vue de celui qui qualifie.	So, in particular, the specificities of 'physical' reality are expected to emerge inside the process of development of MRC that focuses upon the "scientific" descriptions that, basically, concern physical entities. However *MRC introduce a minimal realistic postulate*. Namely that, quite independently of human knowledge, there *exists* a physical reality, but which is *strictly NON-QUALIFIED*, so non described, so essentially inaccessible to knowledge (because knowledge is description, and description is qualification, and qualification can only be achieved via some grid for qualification that does not belong to physical reality, but to the qualificator).
C’est tout à la fois ce postulat réaliste et la distinction introduite entre Réel et connaissance, dans une définition qui ne	It is this basic splitting of the concept of reality into a definition that does not singularize the physical reality and a minimal

fait pas du Réel physique un cas particulier, qui permet à MCR de définir une frontière avec le métaphysique d'un point de vue tout à fait général.	realistic postulate that insures for MRC a definite common frontier with metaphysics.
Les relativisations explicitement introduites tout au long de la chaîne descriptionnelle, qui part du point zéro de conceptualisation jusqu'à une entité conceptualisée, quelle que soit la complexité de cette dernière, protègent contre toute introduction subreptice de faux absolus tout au long de la construction. Quelle que soit la trajectoire conceptuelle ou la cellule descriptionnelle considérée, fût-elle simple ou 'complexe', ces relativisations présentent un caractère fractal qui revêt *une forme* unique notée $D/G,oe_G,V/$[44]. Sur ce fondement, MCR génère des chaînes hiérarchiques de descriptions relativisées connectées notées $D/G,ms_G,V/$[45]. Ces chaînes descriptionnelles interfèrent en des descriptions-nœuds et se constituent ainsi en réseaux descriptifs. En procédant de la sorte, MCR est en particulier parvenue à reconstruire de façon relativisée la logique « naturelle », l'approche probabiliste, la théorie de l'information. Cela a conduit à une conception de la complexité qui préserve les contenus sémantiques impliqués. MCR est également parvenue à élaborer une représentation du 'temps' construite à partir d'éléments atemporels.	The successive relativizations explicitly introduced along any chain of descriptions that leads from a zero-point of conceptualization, to a piece of conceptualization no matter how complex, protect from any surreptitious insertion of false absolutes, throughout the whole process. On any trajectory of conceptualization and for any descriptional cell no matter how 'simple' or 'complex' it is, these relativizations reproduce, like a fractal character, a same recurrent fundamental descriptional *form* denoted $D/G,œ_G,V/$. In this way *MRC* generates hierarchical *chains* of mutually connected relativized descriptions of the form $D/G,ms_G,V/$. These chains meet in knot-descriptions and form descriptional nets. In particular, *MRC* has generated a relativized reconstruction of natural logic, of the probabilistic conceptualization, of the informational conceptualization, and it has led to a representation of complexities where the semantic contents are fully preserved. It also has permitted a representation of 'time' from a-temporal elements. (Cf. (MMS [2006]).

II.2.3 Concepts de base MCR

Nous poursuivons maintenant par une simple *énumération* qui fait abstraction des considérations introductives, des connexions déduites entre concepts, des	We now continue by the following mere *enumeration*. The introductive considerations, the deductive connections, the comments, are all filtered out. Thereby the semantic and

44 $D/G,oe_G,V/$: *D* la 'description' construite à partir des rôles descriptionnels de 'générateur' *G* de l'entité oe_G et de 'vue' *V* produisant une valeur, conférés à des opérations épistémiques telles que la répétition un certain nombre de fois des enchaînements *[G,V]* convergent en valeur.

45 ms_G : l'entité générée est une *méta-description.*

commentaires. L'élimination de la sémantique et des connexions logiques qui organisent en un tout organique les principaux concepts MCR peut laisser une impression d'arbitraire. Mais seule la lecture d'autres exposés de la méthode[46] peut conduire à la perception du caractère intime et rigoureusement construit de la méthode.	logical connections that densely unite the main elements of *MRC* into an organic whole are suppressed here, thus leaving place for a certain impression of arbitrariness. Only reading of other expositions of *MRC* can construct the perception of *MRC* as an intimately and rigorously constructed unity.
(1) Toute description MCR est explicitement relative à une triade (G,$æ_G$,V) où : $*^1$ *G* désigne l'*opération de génération* physique ou abstraite, ou constituée d'une combinaison d'opérations de ces deux types, par laquelle *l'entité-à-décrire* est rendue disponible pour être qualifiée. La *spécification* de G doit inclure explicitement la désignation de l'endroit de réel R_G où G agit. $*^2$ $æ_G$ désigne l'*entité-à-décrire* elle-même, introduite par *G*. Cette entité peut être ou non directement perceptible. $r*^3$ *On postule une relation d'un-a-un entre l'opération de génération G et l'entité-à-décrire $æ_G$ introduite par G. Cette relation n'est pas un fait, c'est un postulat méthodologique* (des analyses très détaillées ont mis en évidence que ce postulat était incontournable et qu'il entraînait des conséquences conceptuelles majeures[47]). $*^4$ *V* désigne la *vue* relativement à laquelle l'entité-objet est qualifiée. *(2)* La description relative à une triade donnée *(G,$æ_G$,V)* est désignée par la notation *D/G,$æ_G$,V/* dans laquelle *cette* triade figure explicitement.	*(1) Any MRC-description is explicitly relative to a given triad (G,$æ_G$,V)* where: $*^1$ *G* denotes the *operation of generation* – physical, or abstract or consisting of some combination of physical and abstract operational elements – by which the entity-to-be-described is made available for being qualified. The specification of *G* is required to include an explicit indication of the domain of reality R_G on which *G* is applied. $*^2$ $æ_G$ denotes the *entity-to-be-described* itself introduced by *G*. This entity can be directly perceptible, or *not*. $r*^3$ *A one-to-one elation G$æ_G$ is posited between the operation of generation G and the entity-to-be-described $æ_G$ that is introduced by G. This relation is not a fact it is a methodological posit*. (Very careful analyses have brought forth that this posit is inescapably necessary and entails major conceptual consequences. $*^4$ *V* denotes the *view* by which the object-entity is qualified. *(2)* The description that is relative to a *given* triad *(G,$æ_G$,V)* is denoted by the symbol *D/G,$æ_G$,V/* where *that* triad is introduced. *(3)* Any view *V* is endowed by definition with a strictly prescribed structure, namely: $*^1$ A *view V* is a *finite* set of *aspect-views Vg*

46 Essentiellement:

Mugur-Schächter, M. (2002). *Objectivity and Descriptional Relativities*. Fundation of Science 7, pp73-180,

Mugur-Schächter, M. *Quantum Mechanics, versus a Method of Relativized Conceptualization* dans Mugur-Schächter, M.and Van Der Merwe, A (1992). *Quantum Mechanics, Mathematics, Cognition and Action. Proposals for a Formalized Epistemology*, pp 109-207. Kluwer Academic Publishers.

Mugur-Schächter, M. (2006). *Sur le Tissage des connaissances*. Hermes Sciences.

47 Mugur-Schächter, M. (2006). *Sur le Tissage des connaissances*. *pp61-66, pp 213-221* Paris, Hermès Sciences.

(3) Toute vue V est dotée d'une structure strictement définie : *[1] Une *vue* V est un ensemble fini de *vues-d'aspects Vg* où *g* est un index d'aspect : $V=_gVg$, *g=1,2,…m* où *m* est un entier fini. *[2] Une vue-d'aspect *Vg* (un aspect g) est une *dimension sémantique de qualification* (couleur, poids, etc.) qui porte n'importe quel ensemble *fini* de valeurs *gk(g)* de l'aspect *g* que l'on estime nécessaire de se donner (par exemple, dans le cas d'une couleur, on peut se contenter des seules 'valeurs de couleur' désignées par les mots 'rouge', 'jaune', 'vert', *à chacune desquelles est associée un échantillon*) *;* le symbole *gk(g)* fonctionne comme un index *unique* distinct de g lui-même ; il est toujours possible de remplacer les notations *g* et *gk(g)* par n'importe quelle autre paire de signes jugée mieux adaptée à un cas particulier. Une vue-d'aspect *Vg* est définie *si et seulement si* on définit tous les dispositifs (instruments, appareils) ainsi que tout le matériel ou les opérations abstraites qui fondent l'assertion que l'examen d'une *entité-objet* donnée, relativement à la vue *Vg* a produit telle ou telle valeur, unique et définie, *gk(g)* de g (*s'il y en a une).* *[3] Une vue V donnée est un *filtre* : *elle est aveugle à tous les aspects et valeurs d'aspects qui n'entrent pas dans sa définition initiale : elle ne les perçoit tout simplement pas.* *[4] Les localisations spatiales *(E)* et temporelles *(T)* sont réalisées relativement à une vue-cadre *V(ET)* tout à fait particulière (qui peut être réduite, si nécessaire à une seule vue-cadre de localisation spatiale *V(E)* ou à une seule vue-cadre de localisation temporelle *V(T)*). Il se dégage des caractéristiques ci-avant énumérées un concept de 'qualification' très différent du concept de 'prédicat' de la logique formelle classique et des grammaires des langages actuels.	where *g* is an aspect-index: $V=_gVg$, *g=1,2...m*, with *m* a finite integer. *[2] An aspect-view *Vg* (in short: an aspect *g*) is *a semantic dimension of qualification* (colour, weight, etc.) able to carry any *finite* set of 'values' *gk(g)* of the aspect *g* that one wishes to consider (for instance for 'colour' one can choose to consider only the 'values of colour' indicated by the words 'red', 'yellow', 'green', *to each one of which is associated a sample*; the symbol *gk(g)* functions like a *unique* index different from *g* alone; in any definite case the indexes *g* and *gk(g)* can be replaced by any other pair of convenient signs). An aspect-view *Vg* is defined *iff* are defined all the devices (instruments, apparatuses) as well as all the material or abstract operations on which is based the assertion that an examination of a given object-entity via the aspect-view *Vg*, has led to this or that – unique and definite – value *gk(g)* of *g* (if not *none*). *[3] A view *V* is a finite *filter* for qualification: *with respect to aspects or values of aspects that are not contained in it by its initially posited definition, a given view V is blind: it simply does not perceive them.* *[4] The qualifications of space (*E*) and time (*T*) are achieved via a very particular sort of *frame-views V(ET)* (reducible, if convenient, to only a space-frame-view *V(E)* or only a time-frame-view *V(T)*). The features enumerated above generate a concept of 'qualificator' very distant from the 'predicates' from the classical formal logic and from the grammars of current languages.
(4) Pour une paire *(G,Vg)* donnée, les deux	*(4)* Given a pair *(G,Vg)*, the two epistemic

opérateurs *G* et *Vg* peuvent ou *non exister l'un relativement l'un à l'autre.*

$*^1$ Si tout examen par *Vg* de l'entité-à-décrire oe_G, introduite par le générateur *G*, produit un résultat bien défini *(gk)*, alors la *valeur*-d'aspect *(gk)* de g existe effectivement relativement à *G*, ce qui revient à dire que *G* et *(gk)* existent l'un relativement à l'autre ; de là, *a fortiori*, on en déduit que *l'aspect g* lui-même et l'opération *G* existent aussi l'un relativement à l'autre. En ce cas, la paire *(G,Vg)* constitue un *référentiel épistémique à un aspect.* Ceci signifie que si l'on applique à l'entité-objet oe_G introduite par *G* un examen *Vg*, ce qui revient à répéter opérationnellement l'enchaînement *[G,Vg]*, alors on *pourra* obtenir une 'description' de oe_G relativement à la grille de qualification introduite par la vue-aspect *Vg*. Cela survient si émerge de la répétition de l'enchaînement *[G,Vg]* quelque résultat *invariant*, ou quelque stabilité statistique, ou un résultat de 'probabilité invariante' (mais ce que signifie exactement 'probabilité invariante' demeure ici à être précisé).

L'existence mutuelle d'une opération de génération *G* d'une entité-à-décrire oe_G est l'expression *MCR* du fait que l'aspect g a émergé par abstraction d'une classe d'entités à laquelle appartient oe_G.

$*^2$ Si, au contraire, ce qui est défini comme un examen relativement à la vue *Vg* ne produit aucun résultat défini quand on y soumet l'entité-objet oe_G, alors *Vg* et oe_G sont mutuellement inexistants (oe_G n'existe pas relativement à *Vg* et *vice versa*) (par exemple, une chanson n'existe pas relativement à la grille de qualification codées en valeurs d'intensité de courant électrique d'un ampèremètre, et *vice versa)*[48]. En ce cas, la tentative initiale de construire un référentiel épistémique *(G,Vg)* doit être éliminée *a posteriori*

operators *G* and *Vg* can *mutually exist*, or *not*.

$*^1$ If any examination by *Vg* of the entity-to-be-described $œ_G$ introduced by the generator *G* does produce one well defined result *(gk)*, then the aspect-*value (gk)* of *g* does exist with respect to *G*, i.e. there is *mutual existence* between *G* and *(gk)*; hence, *a fortiori*, there also is mutual existence between the *aspect g* itself and the operation of generation *G*. In *this* case the pair *(G,Vg)* constitutes a *one-aspect epistemic referential*. This means that in this case, if one applies to the object-entity $œ_G$ introduced by *G*, an examination by *Vg*, so if one produces the operational succession *[G.Vg]*, then one *might* obtain a corresponding "description" of $œ_G$ via the grid for qualification introduced by the aspect-view *Vg*. This happens indeed only if by repetitions of the succession *[G.Vg]* there does emerge some *invariant* result, either an individually invariant result, or some statistical stability, or a 'probabilistically invariant' result (but what exactly 'probabilistically invariant' means *factually* is precisely what remains to be specified in this work).

Mutual existence of an operation of generation *G* of an entity-to-be-described $œ_G$, and an aspect-view *Vg*, is the *MRC*-expression of the fact that the aspect *g* has emerged by abstraction from a class of entities to which $œ_G$ does belong.

$*^2$ If on the contrary, what is defined to be an examination by *Vg*, when applied to the object-entity $œ_G$, yields no definite result, then there is *mutual in-existence* between *Vg* and $œ_G$ ($œ_G$ does not exist relatively to *Vg* and *vice versa*) (for instance, a song does not exist with respect to the grid for qualifying in terms of intensity-values of an electrical current via an ampermeter, and *vice versa*). In this case an initial tentative matching *(G,Vg)* has to be eliminated *a posteriori* as unable to generate a relative description *D/G,*$œ_G$*,Vg/* so as non significant from a descriptional point of view.

Mutual inexistence between $œ_G$ and *Vg* is

48 Cette inexistence est relative au dispositif de mesure, ici l'homme qui écoute la chanson. Mais cette même chanson existe bien « électriquement », relativement à un ampèremètre branché par exemple au niveau du dispositif de diffusion.

puisque ce référentiel ne permet pas de construire une description relativisée *D/G,$æ_G$,Vg/* et demeure donc dénué de tout sens d'un point de vue descriptionnel. L'inexistence mutuelle d'une opération de génération *G* d'une entité-à-décrire *oe_G* est l'expression MCR du fait que l'entité *oe_G* n'appartient pas à la classe des entités qui ont contribué à la construction de *Vg* par abstraction. Donc : *La paire de concepts d'existence mutuelle et d'inexistence mutuelle est l'expression MCR du fait qu'une qualification peut uniquement être appliquée aux entités qui ont contribué à la genèse de cette qualification (individuelle ou sociale).* *[3] Ces considérations peuvent être étendues à toutes les paires *(G,V)* dans lesquelles *$V=_gVg$, g=1,2...m* introduit un nombre fini *m* de vues-aspects *Vg*. On évoquera la possibilité ou non d'un référentiel épistémique *(G,V)*.	the *MRC*-expression of the fact that the entity *$æ_G$* does *not* belong to the class of entities that have contributed to the construction of *Vg* by a process of abstraction. So: *The pair of concepts of mutual existence and mutual inexistence constitutes the MRC-expression of the fact that a qualification can be applied only to the entities that have participated to the genesis of this qualification (individual or social).* *[3] These considerations can be extended in an obvious way to also any pair *(G,V)* where *$V=_gVg$, g=1,2...m* contains a finite number *m* of aspect-views *Vg*. In this case one speaks of the possibility, or not, of an epistemic referential *(G,V)*.
(5) Le principe de référentiel spatio-temporel. Considérons une vue d'espace-temps notée *V(ET)*. On la dénomme vue *cadre d'espace-temps* en conséquence des principes ci-après exposés qui sont applicables aux seules entités-objets physiques. *Toute entité-à-décrire physique existe au moins relativement à une certaine vue-aspect Vg, différente de toute vue cadre d'espace-temps V(ET) ; elle n'existe pas relativement à un vue cadre d'espace-temps V(ET) considérée isolément, quelle qu'elle soit, indépendamment d'une vue-aspect Vg quelconque mais différente de tout aspect ET.* Afin de conférer une place à l'expression du principe cadre de référentiel spatio-temporel et à ses conséquences, la vue *V* de n'importe quel référentiel épistémique *(G,V)* capable de générer une description d'une entité-à-décrire, inclut, par convention, une vue cadre d'espace-temps *V(ET)* ainsi qu'au moins une vue-aspect *Vg* distincte de tout	*(5) The space-time frame-principle.* Consider a space-time view denoted *V(ET)*. It is called a *space-time frame-view* in consequence of the following principle that concerns only *physical* object-entities. *Any physical entity-to-be-described does exist relatively to at least one aspect-view Vg that is different from any space-time frame-view V(ET); it is non-existent with respect to any space-time frame view V(ET) considered alone, separately from any aspect-view Vg that is different from any space-time aspect ET.* In order to insure place for expression of the space-time frame-principle and its consequences, the view *V* from any epistemic referential *(G,V)* able to generate a description of a physical entity-to-be-described, includes by convention a space-time frame-view *V(ET)* as well as at least one aspect-view *Vg* different from any space-time aspect. In particular *V(ET)* can be reduced to exclusively a space-frame-aspect *V(E)*).

aspect d'espace-temps. En particulier, *V(ET)* peut, le cas-échéant, se réduire à une seule vue cadre de localisation spatiale *V(E)*.	
(6) Si l'on considère une paire *(G,Vg)* dans laquelle *G* et *Vg* existent mutuellement, l'un relativement à l'autre, alors cette paire *(G,Vg)* constitue un référentiel épistémique à partir duquel on peut construire la description relativisée *D/G, œ$_G$, Vg/* de l'entité-à-décrire *œ$_G$*, produite par *G*. *[1] Si la répétition un grand nombre de fois du même enchaînement *[G.Vg]* permet d'obtenir systématiquement la même valeur (*gk*), la description relativisée associée *D/G, œ$_G$, Vg/* est dite description à un aspect '*N-individuel'* (ou description N-individuelle) relativement au nombre fini *N* de répétitions de *[G.Vg])*. Ce concept MCR de description individuelle est compatible du cas des entités qui sont 'consommées' par l'examen, puisqu'il est relatif au nombre de répétitions du même enchaînement *[G.Vg]* nécessaires à l'émergence de la description, et que chaque répétition re-génère l'entité-à-décrire. *[2] A l'inverse, si l'on observe des variations dans les valeurs (*gk*) obtenues lors des différentes répétitions de l'enchaînement *[G.Vg]*, la description *D/G, œ$_G$, Vg/* est dite *non*-individuelle. En ce cas de figure, un grand nombre *N'* de séries de *N* répétitions de l'enchaînement *[3] peut conduire à conclure à une certaine stabilité en fonction de critères de précision explicitement établis. On dit alors que la description *D/G, œ$_G$, Vg/* est une '*description statistique (N-N') stable*. *[3] Si l'on ne peut pas conclure à aucune stabilité bien que *G* et *Vg* existent relativement l'un à l'autre, alors on en conclut l'inexistence de la description *D/G, œ$_G$, Vg/* et, *a posteriori*, de son référentiel épistémique (*G,Vg*). *[4] Les assertions précédentes peuvent être étendues au cas des vues *V* qui	*(6)* Consider a pair *(G,Vg)* where *G* and *Vg* do mutually exist. So the pairing *(G,Vg) does* constitute an epistemic referential where it is possible to construct the relative description *D/G,œ$_G$,Vg/* of the entity-to-be-describe *œ$_G$* produced by *G*. *[1] If after some number *N* of repetitions of the succession *[G.Vg]* only *one* and the same value *(gk)* of the aspect *g* is systematically obtained, the corresponding relative description *D/G,œ$_G$,Vg/* is said to be an '*N-individual' one-aspect description* (or an 'individual description' relatively to *N* repetitions of *[G.Vg]*), *N* being *finite*). So inside *MRC*, in order to include the case of entities to be described that are 'consumed' by an examination via *Vg*, and 'individual description requires repetitions of the operational succession *[G.Vg]* and is relative to the number of these repetitions. *[2] If on the contrary the obtained value *(gk)* in general varies from one realization of the succession *[G.Vg]* to another one, the corresponding relative description *D/G,œ$_G$,Vg/* is said to be a *non*-individual description. In this case, via a very large but *finite* number *N'* of *series* of *N* repetitions of *[G.Vg]*, one can -– with respect to explicitly defined criteria of 'precision' – discern some *'(N-N')-stability*, it will be said that *D/G,œ$_G$,Vg/* is a *'(N-N')-stable statistical description*'. *[3] If, even though *G* and *Vg* had been initially found to mutually *exist*, no sort of stability is finally found, neither individual nor statistical, then we say that a description *D/G,œ$_G$,Vg/* corresponding to this pair does not 'exist' and the epistemic referential *(G,Vg)* is discarded a posteriori. *[4] All the preceding assertions can be generalized to the case that the utilized view *V* contains more than only one aspect-view *Vg*: one has then to realize – separately in general – repetitions of *all* the sequences of operations *[G.Vg]* for *all* the aspect-views *Vg* from *V*.

introduisent plusieurs vues-aspects. Il faut alors accomplir, généralement séparément, les répétitions de *tous* les enchaînements *[G.Vg]* pour *toutes* les vues-aspects *Vg* de *V*. Et c'est exclusivement au terme de l'accomplissement effectif de toutes ces qualifications que l'on peut conclure à l'existence de la description *D/G, œ$_G$, V/* : par définition, la triade *(G, œ$_G$, V)* n'est incluse dans la notation de la description que pour en rappeler la genèse. Et aussi par définition, la description elle-même n'existe que si on constate une certaine stabilité pour chacune des vues-aspects impliquées. Mais le niveau de stabilité peut varier en fonction des *Vg*. Aussi, tout comme une description *D/G, œ$_G$, Vg/* une description *D/G, œ$_G$, V/* peut être qualifiée de description relativisée individuelle ou statistique (lorsqu'elle est dotée d'une stabilité de type '*(N-N)*').

*[5] Considérons maintenant une description dans laquelle on génère une entité-à-décrire qui n'a jamais été qualifiée auparavant et dont les manifestations observables - pour quelque raison que ce soit - ne peuvent pas être *directement* observées (par exemple, la structure chimique d'un fragment rocheux recueilli et analysé par un robot sur la lune, conçu pour procéder à ce type d'analyse et pour en communiquer les résultats à un ordinateur d'un laboratoire terrestre qui les affiche). Les descriptions de ce type constituent le premier niveau de conceptualisation humaine du réel physique. Les qualifications produites à ce niveau primordial sont exclusivement des marques observées 'd'interactions de mesure' 'transférées' sur des dispositifs enregistreurs d'appareils de mesure. Une description de ce type est une '*description transférée ou de base*'.

*[6] Dans une description *D/G,œ$_G$,V/*, le 'générateur' d'une entité-à-décrire et la 'vue' ne désignent pas des entités mais des *rôles descriptionnels* que l'observateur assigne librement à tel ou tel'élément'physique ou conceptuel en fonction de ses *buts* descriptionnels :

Exclusively the whole of all the final *qualifications* thus obtained will be said to constitute the obtained description *D/G,œ$_G$,V/* itself: by definition, the triad *(G,œ$_G$,V)* from the symbolization of the obtained description is not included in the obtained description, it only reminds of its genesis. And, again by definition, the description itself 'exists' only if some stability does manifest itself with respect to *all* the involved aspect-views. But the degree of stability is permitted to vary with *Vg*, so it is relative to *Vg*. So, like a description *D/G,œ$_G$,Vg/* a description *D/G,œ$_G$,V/* also can be found to be either an individual relative description or a statistical relative description (then endowed with some *'(N-N')-stabilities'*).

*[5] Consider now a description in which the operation of generation creates an entity-to-be-described that has never been examined before and of which the observable manifestations – for some non-restricted reason – cannot be *directly* observed (for instance, the chemical structure of a sample of rock dislocated by a robot sent on the moon that is equipped with apparatuses able to identify chemical structure and to transmit the result on a computer screen from an laboratory on earth-laboratory). The descriptions of this sort form *the primordial stratum of the human conceptualizations of physical reality*. The qualifications produced by a description from this primordial stratum consist exclusively of observable marks 'transferred' via 'measurement interactions' on registration devices of measurement apparatuses. A description of the specified kind is called a *basic transferred description*.

*[6] Inside a relative description *D/G,œ$_G$,V/* the 'generator', the 'entity-to-be-described, and the view, *are not fixed entities, they are descriptional roles* freely assigned by the observer-conceptor to this or that available physical or conceptual element, accordingly to his own descriptional *aims: the entity which in one description holds the role of the view, can be put in another relative description in the role of entity-to-be-described, or of operation of generation*. This sort of freedom – characteristic of *MRC* – is one of the sources of the unrestricted applicability of this method to any process of conceptualization subjected to

l'entité qui tient lieu de vue dans une description peut se voir assigner le rôle d'entité-à-décrire ou d'opération de génération dans une autre description relativisée. Cette liberté est caractéristique de MCR. Et c'est pour cette raison que la méthode est non restrictivement applicable à n'importe quel processus de conceptualisation qui vise à exclure tous faux absolus par construction.	the constraint of excluding by construction the false absolutes.
(7) Nous avons vu qu'une vue *V* est, par définition, l'union d'un nombre fini de vues-aspects *Vg, V=gVg, g=1, 2, …m*. Chaque vue-aspect *Vg* introduit son propre *g-axe* sémantique. Cet axe porte des 'valeurs' *gk(g), k=1,2,…w(g*) adoptées comme référence pour qualifier (où *w(g*) est le cardinal de cet ensemble de valeurs). Ainsi *V* introduit-il un espace de représentation abstrait défini par l'ensemble de ces *m g-axes* sémantiques. Il s'en suit que : *Toute description D/G,œ$_G$,V/ consiste en un nuage fini de 'points' (gk), avec g=1,2,…m, k=1,2…w(g), qui s'inscrit dans l'espace de représentation à m dimensions de la vue V introduite par D/G,œ$_G$,V/.* Si l'entité-à-décrire est *physique*, il est nécessaire d'ajouter à l'espace de représentation de *V* une vue-aspect d'espace-temps V(ET) discrète, à quatre dimensions. La description *D/G,œ$_G$,V/.* devient alors un nuage fini de points (espace-temps-(*gk)*-valeurs) avec *g=1,2...m, k=1,2,...w(g). x,y,z,t* constitue une grille *finie* d'espace-temps qui impose un caractère discret aux localisations spatio-temporelles. L'ensemble des valeurs s'inscrit ainsi dans l'espace à quatre dimensions introduit par la vue *V*.	*(7)* Reconsider the fact that a view *V* is by definition a union of a finite number *m* of aspect-views *Vg, V=$_g$Vg, g=1,2...m*. Each aspect-view *Vg* introduces its own *semantic g-axis* that carries the 'values' *gk(g), k=1,2,...w(g)* chosen for being considered on *g* (*w(g)* is the cardinal of the set of values chosen for being considered on *g*). So *V* introduces by construction the abstract *representation space* defined by the set of its *m* semantic *g*-axes. It follows that: *Any relative description D/G,œ$_G$,V/ consists of a cloudy finite structure, namely a finite 'points-form' of (gk)-value-points* with *g=1,2...m, k=1,2,...w(g) contained in the m-dimensional representation-space of the view V introduced by D/G,œ$_G$,V/.* If the object-entity *œ$_G$* is of *physical* nature one must add inside *V* a *4*-dimensional discreet space-time view *V(ET)* and then the relative description *D/G,œ$_G$,V/* becomes a cloudy finite structure or 'form' of *(space-time-(gk)-value)-points* with *g=1,2...m, k=1,2,...w(g),* and *x,y,z,t,* some *finite* space-time grid upon which the units of space and time impose a discrete set of possible space-time values; this whole form being contained in the *(m+4)*-dimensional representation-space introduced by the view *V*.
(8) Il est possible de construire des *chaînes* de descriptions relativisées par le partage de certains éléments, qu'il s'agisse de leurs entités-à-décrire *œ$_G$* respectives (et donc de leurs façons *G* de les générer) ou de la structure de leurs vues *V*. Ces chaînes induisent une *hiérarchie*	*(8)* One can form *chains* of relativized descriptions, connected via common elements in either their respective entities-to-be-described *œ$_G$* (so somehow connected in the involved operations of generation *G*), or in the structures of their views *V*. Along such a chain there exists a *descriptional hierarchy* or *order*:

descriptionnelle ou *ordre*. En général, la première description se voit *conventionnellement* assigner l'ordre 1, la seconde description connectée à la première est alors d'ordre 2 *relativement* à cette première description (une méta-description relativement à la première) ; la troisième description est d'ordre 3 et constitue une méta-description relativement à la description d'ordre 2 et une *méta-méta*-description relativement à la première description de la chaîne, etc. Ainsi l'ordre d'une description dans une telle chaîne est-il relatif au processus de construction de la chaîne. Considérons le cas d'une chaîne de descriptions qui débute par une description transférée ou de base : *La description transférée initiale définit le commencement absolu d'un processus particulier de construction de connaissance. Pour signifier ce rôle, on assigne systématiquement à cette description l'ordre 0*	In general the order *1* is *conventionally* assigned to the first description from that chain; the second description connected to the first one is then of order *2 with respect* to this first description (a *meta-description* with respect to the first one); the third description is assigned the order *3* and it is a meta-description with respect to the description of order *2* and a *meta-meta*-description with respect to the first description from the chain). Etc. So in general the order of a description inside a chain is relative to the process of construction of the chain. But consider the case of a chain of descriptions that starts with a basic, a first-stratum, a transferred description. In such a case: *The initial basic transferred description determines an absolute beginning of a particular process of construction of knowledge. To express this the order 0 is systematically assigned to it*.
(9) Le passage d'une description à la suivante dans une chaîne de descriptions est déterminé par *le principe méthodologique de 'séparation' PS.* Toute description relativisée *D/G,$œ_G$,V/* est construite dans le cadre défini par le référentiel épistémique *(G,V)* où *G* -en conséquence du *posit* méthodologique qui associe bijectivement $œ_G$ à G-, est lié à une *unique* entité-à-décrire $œ_G$ et où *V* consiste en un certain ensemble fini de vues-aspect *Vg*, chacune porteuse d'un ensemble *fini* de valeurs d'aspect (*gk).* De plus, la description relativisée *D/G,$œ_G$,V/* est construite par répétition un nombre fini de fois du même enchaînement *[G,Vg]*. Ainsi une description relativisée *D/G,$œ_G$,V/* constitue-t-elle par construction *une 'cellule finie de conceptualisation'*. Si *toutes* les vues-aspect introduites par la vue globale *V* ont bien été prises en compte avec toutes les valeurs *gk* produites et qu'un nombre arbitrairement grand mais *fini* de répétitions de l'enchaînement *[G,Vg]* accomplis pour	*(9)* Passage from a given description from a chain of descriptions, to the following one, is commanded by *the methodological 'principle of separation' PS*: Each relative description *D/G,$œ_G$,V/* is accomplished inside an epistemic referential *(G,V)* where *G* – in consequence of the methodologically posited one-to-one relation *G$œ_G$* – is tied to *one* entity-to-be-described $œ_G$ and the view *V* consists of a *given finite* set of aspect-views *Vg* each one of which carries a *finite* set of aspect-values *(gk)*. Furthermore the relative description *D/G,$œ_G$,V/* is achieved via some finite number of realizations of successions *[G,Vg]*. So a relative description *D/G,$œ_G$,V/* is by construction *a finite 'cell of conceptualization'* : if *all* the aspect-views from the global view *V* have been taken into account, and *each* one with *all* its values *gk*, and after the realization of some arbitrarily large but *finite* number of successions *[G.Vg]* performed for *all* the aspect-views *Vg* from *V* a descriptional invariant *has* been found, then the description *D/G,$œ_G$,V/* has been achieved and thereby the descriptional resources from the

toutes les vues-aspect *Vg* de *V* a abouti à l'émergence d'une invariance descriptionnelle. Alors la description *D/G,œ$_G$,V/* a-t-elle été effectivement accomplie et, par là-même, le potentiel descriptionnel du référentiel épistémique *(G,Vg)* a-t-il été épuisé. Si quelqu'un cherche néanmoins à construire quelque connaissance nouvelle en relation avec *œ$_G$* et *V*, il lui faut concevoir un *nouveau* référentiel épistémique *(G',V')*, différent de *(G,V)* par le fait soit que *G'≠G*, soit que *V'≠V* ou que ces deux conditions soient simultanément réunies. Il lui faut alors construire dans le cadre défini par *(G',V')* la nouvelle description relativisée *D/G',œ$_{G'}$,V'/* correspondant au nouveau but descriptionnel. Ceci posé, le principe de séparation *PS* requiert que cette *nouvelle* description *D/G',œ$_{G'}$,V'/* soit accompli de façon complétement et explicitement *disjointe* du processus descriptionnel qui a conduit à l'émergence de *D/G,œ$_G$,V/*. Ainsi prévient-on systématiquement toute coalescence ou confusion incontrôlée entre les buts descriptionnels et les genèses de deux descriptions distinctes.	epistemic referential *(G,V)* have been entirely *exhausted*. If nevertheless one wants to obtain some new knowledge connected with *œ$_G$* and *V* that has not been produced inside *D/G,œ$_G$,V/*, one has to bring in *another* convenient epistemic referential *(G',V')*, different from *(G,V)* either via a *G'≠G* or via a *V'≠V* or by both, and to construct inside *(G',V')* the new relative description *D/G',œ$_{G'}$,V'/* corresponding to the new descriptional aim. Now: The principle of separation *PS* requires that this *new* description *D/G',œ$_{G'}$,V'/* be always achieved by a process *explicitly and entirely separated from the descriptional process that has led to D/G,œ$_G$,V/*. Thereby any uncontrolled coalescence or confusion between the aims and the geneses concerning two distinct relative descriptions is systematically avoided.
(10) Il est fréquent, dans un chaîne qui débute avec une description d'ordre 0, que cette dernière –considérée dans son intégralité- soit mise dans le rôle de la nouvelle entité-à-décrire dans la description d'ordre 1, ceci afin d'être qualifiée relativement à des vues tout à fait particulières qui assignent les 'valeurs' de l'aspect considéré au *support spatio-temporel* que la vue-aspect considérée qualifie. Ainsi la description d'ordre *0* devient-elle intelligible au sens où elle est mise en conformité avec le principe cadre spatio-temporel *(6)*.Une vue qui génère une telle mise en conformité est dénommée une *vue intrinsèque de modélisation.* Le résultat final d'une telle description exploratoire d'ordre *1* peut être *détaché* de sa genèse. Ceci aboutit à un *modèle* de la description transférée de base d'ordre 0 dans la chaîne de descriptions considérée. Dans cette même chaîne il	*(10)* Frequently, in a chain that starts with a basic transferred description of order *0*, in the immediately subsequent description of order *1*, the initial description of order *0* – as a whole – is put in the role of the new entity-to-be-described, in order to be qualified by a certain peculiar sort of view that assigns it 'values' of an 'aspect' of '*connected space-time support*'; whereby the unintelligible transferred description of order *0* becomes intelligible in the sense that it gains conformity with the space-time frame principle *(6)*. A view that generates such conformity is called an *intrinsically modelling view*. The final result of such an explanatory description of order *1* can then be *detached* from its genesis. This leaves us with a *model* of the basic, transferred description with order *0* from the considered chain. Still later inside the same chain it becomes possible to construct a meta-description of higher order that furthermore introduces the classical concepts of 'cause' and

devient alors ultérieurement possible d'introduire les concepts classiques de 'cause' et de 'localisation', et avec eux, l'entier domaine de validité du 'déterminisme', au sens de la physique classique. De cette façon de procéder émerge, à l'intérieur de MCR, une césure entre les descriptions relativisées construites à différents moments. Les descriptions relativisées de base, transférées, d'ordre 0, constituent *une toute première strate de conceptualisation.* Les modèles classiques de ces descriptions transférées ainsi que les structures conceptuelles de plus en plus complexes élaborées sur ce fondement alimentent un '*volume'* évolutif de conceptualisation en *constante augmentation*. Ainsi MCR *intègre-t-elle la fameuse coupure '[quantique-classique]* et l'explique-t-elle au travers d'une généralisation conçue sous la forme d'une *transition universelle '[(descriptions transférées) – (descriptions clasique)]'*. (nous disons 'transition' et non plus 'coupure' car la relation entre une description transférée et son modèle est désormais détaillée à l'intérieur de MCR au travers d'opérations de modélisation)	of 'locality' and thereby enters the domain of validity of 'determinism' in the sense of classical physics. In this way, inside *MRC* there emerges a *split* inside the pool of all the relativized descriptions achieved at any given time. Namely, the very first relative descriptions from this pool – of absolute order *0*, basic, transferred – constitute *a primordial stratum of conceptualization*. As for the corresponding classical models of the transferred descriptions from the primordial stratum, together with the progressively more and more complex forms acquired by them and or with their insertions in nets of more complex conceptual structures, they constitute an evolving classical *'volume'* of conceptualization of which *the thickness is indefinitely growing*. Thereby *MRC incorporates the famous '[quantum-classic] cut'* and explains it inside a generalization in terms of a concept of a *universal transition '[(transferred descriptions)-(classical descriptions)]'* (we say 'transition' and no more 'cut' because inside *MRC* the connection between a basic transferred description, and its models defined via operations of modelization, is defined in detail).
(11) D'après MCR, toute connaissance qui peut être communiquée *sans* restriction est une *description* (l'action de 'pointer vers' restreint la présence réelle ou virtuelle de ce qui est décrit à un domaine spatio-temporel délimité. Ainsi opèrent également les mimiques, les sons émotionnels, etc.). Seules les descriptions constituent des *connaissances* communicables *sans restriction*. Les 'faits' extérieurs à tout psychisme (émotions, désirs, etc) qui ne sont pas exprimés au travers d'une description plus ou moins explicite ne sont pas des 'descriptions'. Ils ne constituent pas une connaissance communicable sans restriction. Lorsque nous disons « je connais cette maison », nous énonçons une *illusion*, soit par méprise, soit par souci de	*(11)* According to *MRC* any *knowledge* that can be communicated in a *non* restricted way, is *description* (the action of 'pointing toward' restricts to real or virtual co-presence inside some delimited space-time domain, so do also mimics, emotional sounds, etc.). Only descriptions can be *unrestrictedly* communicable *knowledge*. 'Facts' that are exterior to any psyche, or psychic facts (emotions, desires, etc.) that are not expressed by some more or less explicit description, verbal or of some other constitution, are not 'descriptions', they are not unrestrictedly communicable knowledge. When we say «I know this house» we spell out an *illusion*, either because of unawareness or only for the sake of brevity. Only the assertion « I know the *descriptions* (plural) of this house » would express rigorously the situation toward which

concision. Seule l'assertion « je connais les *descriptions* (au pluriel) de cette maison exprimerait de façon adéquate la situation que nous voulons signifier.	we want to point.

II.3 Buts face à MCR : concevoir le référentiel épistémique d'entités persistantes

Définir un infra-cadre méthodologique, de portée générale, à la conceptualisation d'entités physiques persistantes et stables est une question redoutable quand on considère le fossé psychique qui sépare les objets physiques *classiques* du concept MCR d'entité physique, générée et qualifiée dans une 'description transférée'. Nous appréhendons les objets physiques classiques comme des entités matérielles persistantes et étendues dans l'espace, qui présentent des caractéristiques stables ou évolutives. Le concept 'd'entité physique' MCR apparaît par contraste comme un artefact méthodologique, comme le produit évanescent, radicalement inaccessible à nos sens biologiques, d'une 'opération de génération', aussitôt consommé par 'l'opération d'examen' qui produit une valeur.

Quand on envisage le chemin à construire pour atteindre le but à partir de cette seule prémisse, tout un ensemble de termes nous viennent pêle-mêle à l'esprit : continuité physique, évolutivité, état, stabilité, probabilité, entropie, complexité etc. Mais quand on cherche à raccrocher ces mots à des concepts *physiques* bien définis, on s'aperçoit alors que ces concepts soit restent purement *qualitatifs* - tels un « état de quelque chose » ou la « complexité » d'un système -, soit ont été *mathématiquement définis*¸ mais restent physiquement *ineffectifs* – tel la « continuité » ou les « probabilités » -, soit relèvent de domaines spécifiques sans qu'une généralisation consensuelle ait pu en être établie – telle « l'entropie » (thermodynamique et théorie de l'information) . Il n'est pourtant nulle échappatoire possible. Le but fixé *impose* de définir ces concepts et pour cela, d'élaborer un cadre méthodologique à leur conceptualisation, dans une approche qui garantisse la scientificité des constructions réalisées, qui élimine, par construction tout glissement non contrôlé vers de fausses 'évidences', et qui mette en évidence les relativités et les choix, qui, partout, interviennent.

Quand on contemple les concepts évoqués, on voit bien qu'ils s'articulent et dépendent les uns des autres, même si l'organisation d'ensemble reste à concevoir. On réalise aussi que le but d'en faire des concepts *effectifs* revient à ambitionner de transmuter ces abstractions en 'entités' physiques. Toutefois, face à une entreprise qui a de quoi déconcerter, MCR procure les outils pour œuvrer, dans la mesure où elle *subordonne l'existence de toute entité physique à la conceptualisation explicite d'un 'référentiel épistémique'*. Il devient alors manifeste que construire le cadre méthodologique que nous visons revient à mettre en organisation les 'référentiels épistémiques' encore à concevoir, de ces différents concepts.

Mais il s'agit là d'une organisation *physique*. Elle requiert donc que la construction conceptuelle élaborée soit explicitement connectée aux *localisations* dans l'espace et dans le temps des interactions physiques qui tiennent lieu de 'générateur' ou de 'vue'. Ceci fait des opérateurs *G* et *V* des *entités physiques dynamiques* auxquelles il convient donc d'appliquer le cadre méthodologique MCR. Et cela est radicalement nouveau. Toutefois, en poser le principe, c'est *d'emblée* se donner les outils méthodologiques pour élaborer la construction d'ensemble, à savoir :

– le principe-cadre ;

– le principe d'exclusion mutuelle d'espace-temps.

Le principe-cadre garantit le caractère *effectif* des conceptualisations élaborées. Il permet de spécifier rigoureusement la dynamique de réalisation des descriptions anticipées et d'objectiver *physiquement* les accomplissements réalisés.

Le principe d'exclusion mutuelle d'espace-temps garantit la compatibilité mutuelle des concepts dynamiques mobilisés dans les agencements élaborés pour rendre compte des constructions physico-conceptuelles qui émergent comme des mises en organisation de cellules descriptionnelles, tels les concepts de continuité ou d'évolutivité.

Leur importance est telle, que j'ai choisi de faire figurer *in extenso* en Annexe I, les définitions extraites du *Tissage des Connaissances*, commentaires inclus, en complément de la synthèse de MCR ci-avant introduite.

A la lumière de ces principes, si on envisage le processus d'intégration industrielle d'un artefact tel qu'une voiture ou un avion, le chemin à parcourir pour convertir en outils scientifiquement fondés et opérationnels l'algorithmie MCR apparaît dans toute son ampleur.

On peut en effet considérer à bon droit l'ensemble de tels processus comme 'l'opération de génération' de l'artefact, voiture ou avion, et l'ensemble des constituants qui interviennent à différents stades de l'intégration, considérés conjointement, comme « l'endroit de réel physique »[49] étiqueté par R_G, sur lequel agit cette opération de génération. Mais alors le générateur *G* d'un tel artefact apparaît comme un processus constructif morcelé dans le temps et dans l'espace et le terrain de Réel physique sur lequel il agit comme une conjonction d'entités physiques non connexes, dispersées dans le temps et dans l'espace. C'est la conceptualisation de *G* elle-même qui conjoint en « l'endroit de Réel physique » sur lequel il agit, ces différentes 'entités physiques'. Il n'y aurait autrement qu'entités dispersées, séparément décrites.

Et si l'on évoque l'artefact réalisé lui-même, qualifié relativement à un ensemble de vues, il est aussi évident qu'il prend la plupart du temps l'aspect d'un ensemble d'entités matérielles non connexes, qu'il s'agisse d'une voiture et de sa commande de condamnation, dé-condamnation à distance, d'un système de géolocalisation avec ses satellites et ses stations de suivi au sol, etc.

Au travers de cette simple évocation, on perçoit l'insuffisance du critère de localisation spatio-temporel comme critère identificateur des entités physiques impliquées dans de telles constructions. On pressent en contrepartie la nécessité incontournable de figurer dans un espace de représentation *ad hoc* le processus de constitution de telles entités persistantes, en regard des localisations spatiotemporelles où l'on pose interagir avec elles.

II.4 La symbolique SR

II.4.1 Les buts du formalisme : rigueur conceptuelle et efficacité opérationnelle

SR se positionne comme un infra-cadre méthodologique. Différentes méthodes, développements conceptuels et pragmatiques de SR, propres à des domaines d'application particuliers, doivent pouvoir s'y développer. L'expression de SR a pour cela été conçue

[49] Nous reprenons ici provisoirement le vocabulaire MCR.

comme un métalangage que de telles méthodes doivent spécialiser en fonction de la sémantique et des contraintes associées aux domaines qu'elles adressent.

Le but de cette architecture conceptuelle et opérationnelle est double :

- garantir la rigueur *conceptuelle* des développements accomplis afin de se prémunir contre les dérapages incontrôlés qui nous guettent tous, tant les concepts introduits sont novateurs et contre-intuitifs relativement à notre appréhension spontanée du Réel ;
- garantir *opérationnellement*, par construction, la conformité des constructions réalisées à l'infra-cadre SR en se donnant le moyen de *générer* la structure du code source au cœur des Environnements de Développement Intégrés (EDI) que l'on estime pertinent de développer pour implémenter une méthode.

Le but conceptuel requiert que la forme conférée à l'expression des définitions SR soit telle qu'elle :

- reflète fidèlement les concepts MCR dont elles sont génétiquement issues, en particulier le rôle primordial dévolu aux localisations spatio-temporelles et au principe de séparation des cadres descriptifs ;
- reste au niveau de généralité où se tient *MCR* : celui applicable à *n'importe quelle* description d'entité physique.

Le but opérationnel exige lui une formalisation qui autorise l'informatisation. Mais le choix du cadre formel doit induire un minimum de contraintes étrangères aux concepts introduits. C'est à cette seule condition que l'on peut espérer réaliser une transposition de la Méthode qui n'ampute pas sa sémantique, telle qu'elle est exprimée en langage courant.

II.4.2 Adossement de la forme symbolique

A notre connaissance, aucun construit mathématique préexistant n'est adapté à l'expression du caractère *radicalement constructif et systématiquement relativisé* de SR. Le caractère radicalement constructif requiert la formalisation *'d'inférences constructives'* qui *génèrent* une structure alors que, mathématiquement, les structures entre lesquelles on identifie des relations et que l'on généralise sont *déjà là*. Contrairement à la pensée classique, *rien ici ne préexiste*, tout *se construit*.

Signifier du radicalement nouveau, mais en le formalisant dans un cadre établi qui ne s'y prête pas *a priori,* impose de se doter d'un nouveau cadre *inspiré* d'un existant à définir. Or, comme nous allons le voir dans ce qui suit, un concept SR prend la forme logique d'un ensemble fini d'inférences constructives qui induisent des transitions dans différents espaces de représentation à partir d'un *donné* intersubjectif. Si l'on néglige la sémantique de la construction, la forme achevée d'un tel concept consiste en la mise en évidence de similitudes entre des relations internes à différents espaces de représentations, comme si ces relations existaient de façon *naturelle.*

Ce constat a conduit à adopter comme assise la Théorie des Catégories. La Théorie des Catégories a en effet été conçue par Saunders MacLane, non comme un développement abstrait, mais comme un outil d'étude des transformations « naturelles[50] ». Son but a été de développer un outil mathématique qui permette de capturer formellement les similitudes morphologiques perçues entre des processus de transformation qui interviennent dans

---

[50] Mac Lane, S (1997). *Categories for the working mathematician* second edition, Springer, Voir aussi le site Wikipédia : https://fr.wikipedia.org/wiki/Théorie_des_cagories.

différents domaines, indépendamment des particularités de ces domaines. Un tel outil autorise une précision potentiellement illimitée dans les constructions tout en restant parfaitement neutre relativement à la sémantique des domaines entre lesquels il permet de formaliser des liens : il correspond donc idéalement à nos critères de précision et de neutralité.

Nous n'oublions pas toutefois que les constructions que formalise la Théorie des Catégories ont le caractère de mises en relation de structures stables ou dynamiques qui existent *indépendamment* des similitudes que capturent ces mises en relations. Dans SR au contraire, toute conceptualisation est appréhendée comme le produit d'une genèse. Tout modèle naît d'un processus psycho-physique réalisé sur le fondement d'un acquis et la construction trouve sa légitimité dans l'avantage effectif que procure le modèle qui en résulte, relativement à la finalité active.

La sémantique omniprésente dans SR implique des règles de validité et d'articulation entre éléments symboliques tout à fait étrangères au champ couvert par la Théorie des Catégories. Le formalisme SR ne doit donc pas être appréhendé comme une *application* de la théorie des Catégories. Il se contente d'y emprunter, tout à fait librement, les traits jugés utile à l'interprétation non-ambigüe des notations.

Evoquons donc ci-après de façon extrêmement simplifiée les éléments empruntés auxquels nous nous adossons, y compris pour concevoir un formalisme spécifique à SR.

Une Catégorie C consiste en la spécification de :

a) une classe d'objets ***Ob(C)*** et une classe de flèches ***Arc(C)*** ;

b) deux applications ***s***[51] et ***t***[52] de *Arc(C)* dans *Ob(C)* : pour toute paire *(A,B)* d'objets, on note ***Hom(A,B)***[53] la classe des flèches f ayant pour origine *s(f)=A* et pour cible *t(f)=B* ; si $f \in Hom(A,B)$, on note $f : A \rightarrow B$.

c) d'une loi de composition qui associe toute paire de flèches *(g,f)*, telles que *s(g)=t(f)*. Cette flèche composée, notée $g \circ f$ *ou* gf est telle que *s(gf)=s(f) et t(gf)=t(g)*.

Ces spécifications doivent respecter les axiomes suivants :

(C.1) Pour tout objet *A* il existe une *flèche* identique $^{1}A : A \rightarrow A$

(C.2) Si $f : A \rightarrow B$, $g : B \rightarrow C$ *et* $h : C \rightarrow D$, alors $(hg)f=h(gf)$

Les structures mathématiques (ensembles, groupes, espaces topologiques) sont généralement dotées de morphismes (applications, homomorphismes, applications continues, etc.) et ils déterminent des *catégories* (Set, Top, etc.) dont les *objets* sont des ensembles structurés et dont les *flèches* sont les morphismes. La source d'une telle *flèche* est l'ensemble de définition du morphisme et sa cible, l'image de cet ensemble par le morphisme considéré.

Sur ce fondement, on génère immédiatement de nouvelles *catégories* via des constructions formelles telles que, par exemple :

Si C_1 et C_2 sont deux catégories, la catégorie produit $C_1 \times C_2$ a pour objets des paires formées d'un objet de C_1 et d'un objet de C_2 et pour flèches des paires (f_1, f_2) telles que $f_1 : A_1 \rightarrow B_1$, $f_2 : A_2 \rightarrow B_2$ où (A_1, A_2), (B_1, B_2) sont des objets de $C_1 \times C_2$. On obtient la catégorie duale C^* d'une catégorie C en inversant le sens des flèches dans C.

---

51 s : comprendre 'source'

52 t : comprendre 'target'

53 « Hom » pour « homomorphisme ».

Si *C* et *C'* sont deux catégories, un 'foncteur' *F* de *C* dans *C'*associe à tout objet *A* de *C* un objet *F(A)* de *C'* et à toute flèche *f de C: A→B*, une flèche *F(f) de C'* telle que *s(F(f))=F(A)* et *t(F(f))=F(B)*, de telle façon que :

1) pour tout objet *A* de *C*, $F(^1A)=^1F(A)$ *-conservation du principe d'identité.*

2) si *g* et *f* sont deux flèches composables dans *C*, *F(gf)=F(g)F(f) –conservation des compositions.*

II.4.3 Forme symbolique SR

La Théorie des Catégories met en œuvre des 'objets' et des 'flèches' pour signifier des relations entre concepts spécifiques à une catégorie donnée et des 'foncteurs' entre 'catégories' pour capturer les similitudes morphologiques entre de telles catégories.

Pour ôter toute idée de structure naturelle préexistante, l'auteur de MCR a surchargé sémantiquement le concept de 'catégorie' en introduisant le concept de 'site épistémique'. Un 'site épistémique' est défini comme *une structure d'accueil conceptuelle dont le contenu va émerger progressivement*. Un 'site épistémique' s'apparente à une 'catégorie' dans laquelle *absolument rien ne préexiste*, mais où toutes les constructions doivent être élaborées en respectant les règles de la Méthode.

SR introduit sa propre sémantique au travers des concepts suivant.

- Le concept 'd'élément' appartenant à un site épistémique est inspiré du concept 'd'objet' appartenant à une 'catégorie'. Il désigne un concept construit ou une donnée dont l'existence est relative à un cadre descriptif.
- Le concept de 'transition' entre 'éléments' est inspiré du concept de 'flèche' entre 'objets'. Il spécifie une dépendance constructive et donc un ordre d'émergence relatif entre 'éléments'.
- Le concept 'd'Inférence Constructive' entre 'sites épistémiques' est inspiré du concept de 'foncteur' entre catégories. Une 'inférence constructive' formalise *l'émergence* d'une construction dotée de sens dans un 'site épistémique' par *inférence* à partir d'une construction que l'on se donne dans un autre 'site épistémique'.

Pour distinguer explicitement les concepts non classiques introduits des structures mathématiques dont on les dérive, nous rajoutons une flèche aux termes qui désignent respectivement une 'inférence constructive' entre sites épistémiques et une 'transition' interne à un 'site épistémique'.

Ainsi, nous dénoterons :

- « $A\uparrow$ » une 'Inférence Constructive' « A » ;
- « $A\rightarrow$ » une 'Transition' « A ».

II.5 Définition de l'espace de représentation : les sites épistémiques

II.5.1 Le 'Réel' selon MCR

L'espace de représentation de SR est gén étiquement enraciné dans le concept MCR de Réel[54] et dans le postulat de l'existence *aussi* d'un 'Réel physique' qui légitime l'entière construction.

Cette définition et le postulat qui l'accompagne jouent un rôle à ce point fondateur dans toute la construction que j'éprouve le besoin de les citer *in extenso* pour mieux pouvoir m'y appuyer ensuite.

*« **D2. Réalité**. Dans ce qui suit le mot réalité désigne le réservoir évolutif – tel qu'il se trouve disponible au moment considéré – à partir duquel tout FC peut soit créer radicalement, soit délimiter, soit simplement sélectionner des entités-objet de toute nature, physique, ou psychique, ou mixte. Ce réservoir évolutif sera symbolisé R.*

***Commentaire de D2**. Le sens du mot réalité, tellement courant, est un réceptacle de désaccords plus ou moins clairs et très curieux. Il est probable qu'aucune personne normale n'a jamais contesté l'existence, pour chaque être humain, d'une réalité psychique intérieure. Suivant Descartes, Berkeley, Kant, Husserl, les philosophes la placent explicitement à la base de toute connaissance. Les physiciens ne l'ont jamais niée, ni les biologistes, ni les spécialistes des autres disciplines scientifiques. Ni le sens commun. Et pourtant, paradoxalement, pour la plupart des gens la quintessence de ce qu'ils appellent réalité, de ce qu'ils considèrent comme 'vraiment' existant, est la réalité extérieure physique. Le fait que tel ou tel individu marginal peut percevoir la réalité extérieure physique comme moins certaine que sa propre réalité intérieure, ou même – à la limite du solipsisme – comme entièrement illusoire, ne change rien à la remarque qui précède. Cette intrication a des manifestations remarquables. Par exemple, il est frappant que les concepts et plus généralement les connaissances, les sciences, sont rarement considérés comme des constituants de la réalité, à proprement dire. Il est vrai que Teilhard de Chardin l'a fait (c'est sa majeure spécificité) ; que Karl Popper a affirmé l'existence de 'trois mondes'[55] – la réalité physique, les états de conscience, et la connaissance, les arts, les faits culturels – et que sans aucun doute on peut trouver tout un cortège d'autres exemples de la même sorte. Mais d'autre part à ce jour même les débats sur les 'existants' (les unicornes existent-ils ? le nombre 3 existe-t-il ? est-ce qu'une classe logique existe ? etc.) continue parmi les logiciens[56] et le platonisme a des adeptes tout autant que des ennemis. Plus ou moins implicitement, on peut même observer une tendance générale à réserver le mot réalité pour désigner exclusivement ce que l'on pose exister à l'extérieur de tout psychisme individuel, et en outre est physique. Une forme larvée de cette tendance est présente notamment dans la conception réductionniste selon laquelle ce qui à première vue n'est pas constitué exclusivement d'entités physiques, en fait est strictement déductible – sans aucune perte – de l'existence et de lois de la seule réalité physique. Cette conception, favorisée par un contact faible entre philosophes et physiciens, est toujours active dans nombre d'esprits éminents, en dépit du fait que déjà depuis Descartes les philosophes l'ont perçue comme naïve et illusoire, cependant que depuis Kant ils la bannissent d'une manière explicite et radicale. La définition D2 non-restreinte du terme*

---

54 Mugur-Schächter, M. (2006). *Sur le Tissage des connaissances*, *Définition 2 p 59*. Hermès Sciences - Lavoisier

55 Popper K.R. and Eccles J.C., *"The Self and its Brain",* Springer (1977).

56 *"Non-Existence and Predication",* Rudolf Haller Ed., (1985).

'réalité', refuse toutes les disputes sur les 'existants'. Il apparaîtra progressivement que les in-distinctions introduites par cette définition, aussi monstrueuses qu'elles puissent apparaître à certains yeux, n'engendrent aucune difficulté au cours de la démarche développée plus bas. Au contraire, lorsqu'elles sont associées au postulat qui suit elles protègent la liberté de la démarche.

***Po.3. Le postulat réaliste**. J'admets par postulat l'existence – indépendamment de tout fonctionnement-conscience et de toute action cognitive – de, aussi, une réalité physique.*

Commentaire de Po.3. L'expression 'réalité physique' implique qu'il s'agit d'un sous-domaine de ce qui est dénommé 'réalité' tout court. Le contenu spécifique de ce sous-domaine est traité ici comme une donnée première qui pour l'instant est seulement signalée par sa désignation verbale. Mais cette vacuité de signification n'est qu'un point de départ. Par la suite le caractère réflexif de MCR se manifestera notamment par le fait que, progressivement, il se constituera une différenciation explicite entre réalité physique et réalité en général[57]. Il pourrait peut-être sembler que le posit de l'existence d'une réalité physique est redondant parce qu'il serait impliqué dans la définition D2. Mais ceci n'est pas le cas. D'abord parce qu'une définition n'est pas un postulat. Mais aussi parce que, malgré le fait que chacun sera d'accord que ce qu'on appelle réalité physique contribue au contenu du réservoir duquel tout fonctionnement-conscience peut extraire des entités-objet à étudier, les disputes sur les 'existants' de telle ou telle nature continuent. En ces conditions l'association [D2+Po.3] est posée ici en tant que (a) un memento du fait souligné le plus par Descartes et reconnu par la majorité des philosophes, que – dans l'ordre de la connaissance – l'assertion d'une réalité physique ne peut pas être considérée comme première face à l'assertion de l'existence subjective de tel ou tel univers psychique (comme il pourrait sembler que suggère la physique classique) : le mot 'aussi' dans l'énoncé de Po.3 a le but de rappeler cela d'une manière provocante ; (b) un refus explicite du solipsisme ; (c) une inclusion explicite dans ce qui est dénommé réalité – par contraste – des concepts et systèmes de concepts, des comportements, des croyances, des faits sociaux et économiques, etc. ».

Concevons maintenant, sur ce seul fondement, notre espace de représentation.

---

[57] *Cette spécification prend en compte des remarques concurrentes faites indépendamment par Jean-Louis Le Moigne, Michel Bitbol, Jean-Blaise Grize, et Gérard Cohen-Solal qui, chacun à sa façon, pensent que le concept de réalité physique n'est ni clair ni nécessaire dans un contexte de la nature de MCR ; qu'à l'intérieur d'un tel contexte ce concept devrait émerger. En outre selon H. Barreau le fait de parler de réalité physique pourrait suggérer à tort quelque relation nécessaire avec la physique, ce qui créerait une confusion que le mot empirique éviterait. Mais il apparaîtra que la définition cruciale D14.3.1 d'une description de base transférée, de même que les points 8-13 qui y préparent, ne sont dotés de signification que – exclusivement – face à ce qui est usuellement appelé réalité physique, tandis que face à la réalité en général au sens de D2 – qui inclut, par exemple, des données empiriques économiques ou culturelles, des aspects ou des composantes empiriques des arts, etc. – les formulations 8-13 sont dépourvues de sens. En ces conditions tout simplement je n'ai pas trouvé moyen d'éviter l'assertion ab initio de Po.3 : Telle est la force du langage. D'autre part à travers les points 5-14 le concept de réalité physique acquiert une spécificité construite. En ce sens ce concept émerge donc en effet à l'intérieur de MCR, comme le souhaiteraient les collègues mentionnés, mais il émerge sur la base, aussi, de Po.3 lui-même. D'où mon option finale de conserver l'association [D2+Po.3]. Pour l'instant il suffit de comprendre la qualification de 'physique' comme pointant vers quelque chose qui par principe comporte une quantité définie de masse-énergie. Alors certaines entités non-physiques, comme l'art, peuvent impliquer des aspects physiques, tandis que d'autres, comme le nombre 3, n'en impliquent pas.*

II.5.2 Structure de l'espace de représentation SR du Réel

1) Conceptualisation du site épistémique adressé par SR

J'associe à la définition MCR du 'Réel' un 'site épistémique' que je dénomme 'Réel'. La primauté du Réel psychique associée au postulat réaliste me pousse à concevoir ce Réel sous la forme de 2 sites complémentaires le 'Réel psychique' et le 'Réel physique'. Le 'Réel psychique' désigne mon propre *univers intérieur*.

Cette acception du Réel place la construction psychique individuelle à la racine de toute légitimité en même temps qu'elle conduit à prêter corollairement un support physique particulier à chaque 'Réel psychique' différent du mien que je suis amené à concevoir. Si tel n'était pas le cas, ces différents Réels psychiques feraient partie de mon univers intérieur, ce qui conduit au postulat solipsiste que nous avons rejeté. Il en découle que seules font *sens* les *traces* en mon psychisme laissées par des *interactions physiques* vécues ou imaginées, qu'il s'agisse de *connaître* le Réel physique ou des Réels psychiques différents du mien. Et cela vaut pour chacun de nous.

Ceci admis, la possibilité effective de construire une intersubjectivité, de réguler les interactions individuelles, qu'il s'agisse de construire des consensus à force de dialogues, d'acter de positions divergentes, d'agir de façon coordonnée, nous conduit à poser l'existence d'un substrat psychique *public* où localiser des constructions intersubjectives. Il est *public* au sens où nous faisons l'hypothèse que chaque psychisme individuel impliqué dans une telle construction en possède un *même exemplaire* ou est capable de le reconstruire à partir de l'*expression physique* de son contenu, quelle que soit la forme que puisse prendre cette expression : une forme écrite, une forme orale, celle d'un ensemble de mimiques, une forme olfactive, etc. Dénommons 'Réel Intersubjectif' ce site *postulé* partagé entre différents 'univers intérieurs'. A ce titre, il trouve sa place dans chaque 'Réel psychique' tout en transcendant toute individualité.

Dans la mesure où seules les traces psychiques que laissent en nous les interactions physiques et les constructions conceptuelles qu'elles alimentent, peuvent dans cette optique faire l'objet de conventions qui leur confèrent le statut de représentations intersubjectives, réfutables face aux faits, c'est dans ce site du 'Réel Intersubjectif' que je conviens de localiser l'infra-cadre SR de construction des descriptions d'entités physiques.

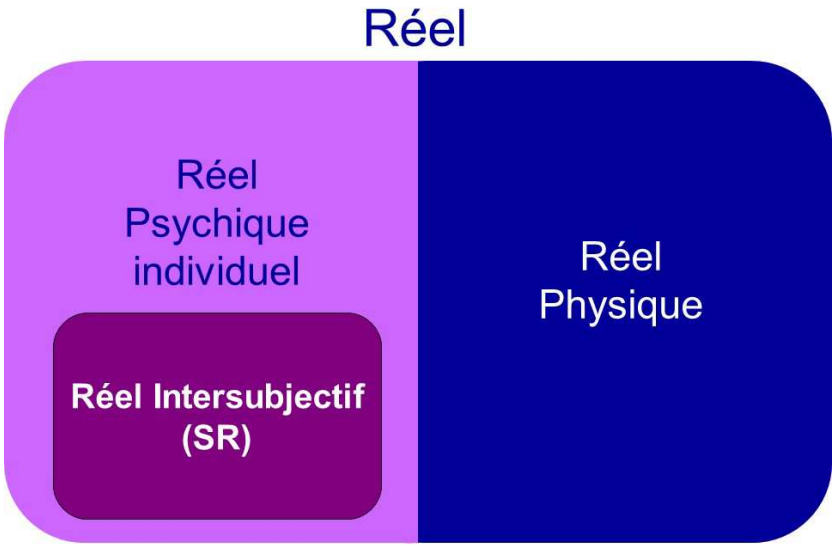

Figure 2 : *Site épistémique dans lequel s'inscrit la méthode SR*

Il peut paraître paradoxal que le 'Réel physique' ne figure pas en tant que *site* adressé par *SR* alors que c'est ce Réel-là qui est postulé *exister* et dans lequel on est supposé *agir*. Mais introduire une 'inférence constructive' entre le site où se tiennent les constructions psychiques et ce site serait déjà trop préjuger de quelque chose qui nous échappe radicalement. Ce serait affirmer la possibilité de démêler d'un point de vue ontologique, ce qui, dans une interaction, relève *physiquement* de nous - ou du dispositif moyen qui médiatise notre action - ou relève *physiquement* du *domaine-de-Réel-physique*[58], substrat de l'entité-à décrire, alors qu'il est maintenant bien connu que la conceptualisation de notre propre corps est le produit d'un processus de constitution qui se construit à force d'expériences[59]. Seule la possibilité de délimiter « absolument » nous permettrait de pouvoir prétendre accéder au Réel Physique « en soi » pour lui conférer, par inférence, une certaine structure. Se laisser piéger par la force d'évidence du produit de nos conceptualisations spontanées du Réel physique aboutirait à réintroduire subrepticement les racines de l'aporie « représentation relativisée » versus « représenté » contre laquelle bute actuellement la systémique.

Il n'en reste pas moins que l'existence d'une intersubjectivité présuppose de *mêmes traces* psychiques et donc :

– d'interactions individuelles avec un *même support de Réel physique* individualisé dans le substrat de Réel physique ;

– d'une même façon d'être au monde, physiquement et psychiquement.

Pour ne pas tomber dans l'aporie ci-avant évoquée, il faut admettre l'impossibilité de *démontrer* ces deux hypothèses mais considérer qu'elles sont suffisamment légitimées par le caractère *opérationnellement adéquat* des conceptualisations que nous élaborons et aux

---

58 *Domaine-de-Réel-physique* : le substrat de Réel physique d'un cadre descriptif, radicalement inatteignable en lui-même, vers lequel pointent les conceptualisations réalisées lors de la description, qu'il s'agisse de « l'endroit de Réel » R_G sur lequel agit le générateur, de l'entité-à-décrire oe_G, mais aussi de ce avec quoi sont postulés interagir les moyens physico-conceptuels mis en œuvre pour décrire - environnement, corps propre, dispositif de mesure – lors de chaque accomplissement de l'opération *G* de génération et de l'opération *V* de qualification.

59 Voir, par exemple Berthoz, A., Petit, J.-L. (2006). *Phénoménologie et physiologie de l'action*. Odile Jacob

travers desquelles nous régissons notre rapport au monde. Il en découle que la frontière conceptuellement incontournable entre le domaine-de-Réel-physique, d'où émerge l'entité-à-décrire et les moyens physico-conceptuels que l'on se donne pour conduire les actions descriptionnelles - dispositif, environnement ou corps propre - est affaire de ***convention***. Le but de la rendre explicite me conduit alors à introduire les trois sous-sites épistémiques ci-après évoqués dans le site du 'Réel intersubjectif'.

2) S_{cpt} : le réel physique intersubjectivement conceptualisé

- cpt : réel physique intersubjectivement **c**once**pt**ualisé -

Pour que les concepts 'd'opération' et de 'trace qualifiante' soient intersubjectifs, ils doivent être conceptualisés à partir du modèle des moyens physiques que l'on se donne pour décrire, sans quoi ils resteraient inexprimables et non reconnaissables dans leurs manifestations.

S_{cpt} est le site du donné. Je le définis comme le site évolutif dans lequel on se donne intersubjectivement les moyens conceptuels et physiques de décrire - de générer et de qualifier l'entité-à-décrire - sous la forme d'exemplaires localisés de modèles construits à partir de connaissances acquises (par exemple un environnement, un contexte, un dispositif de mesure *ad hoc)*. Cette saisie physico-psychique du Réel physique confère aux transformations signifiantes des moyens que l'on se donne le statut soit de cause d'opérations sur l'entité-à-décrire, soit le statut de conséquences d'effets qualifiant cette entité. Ces rôles descriptionnels conférés à des interactions localisées sont légitimés par les lois physiques ou règles communément admises qu'incarne la conceptualisation de ce que l'on se donne comme moyen et comme données.

Exemple : il est intersubjectivement conceptualisé et considéré comme acquis que la mise sous tension d'une résistance (transformation induite d'un exemplaire d'un modèle de résistance), chauffe un certain volume d'air - action inférée du modèle de résistance - ceci ne pourra néanmoins être confirmé que si l'on évalue effectivement la température à l'intérieur de ce volume, soit au travers de notre perception biologique de la chaleur, soit grâce à un thermomètre utilisé comme référence - hausse de la hauteur de la colonne de mercure intersubjectivement interprétée comme une manifestation de l'élévation du niveau de la température, conformément aux lois de la thermodynamique.

3) S_{loc} : les localisations spatio-temporelles d'interactions

- loc : **loc**alisation relativement au référentiel d'espace-temps -

Pour qu'il y ait consensus autour de ce qui a été effectivement accompli ou qui reste à accomplir pour décrire, les modèles 'd'action' et 'd'effets' inférés de la connaissance des moyens que l'on se donne, doivent être explicitement connectés aux localisations spatio-temporelles identificatrices de ce avec quoi interagit le moyen physique adopté pour 'faire' ou 'mesurer' : 'l'endroit' et 'le moment', même si cette localisation spatio-temporelle ne peut être toujours explicitement délimitée conceptuellement, lorsque l'endroit de Réel sur lequel on opère n'a fait l'objet d'aucune conceptualisation préalable et/ou qu'il échappe radicalement à nos sens biologiques.

Cette localisation ne semble pas poser de problème particulier lorsque nos sens biologiques sont impliqués. Les conceptualisations spontanées se superposent à l'action descriptive et confèrent à la localisation de ce avec quoi interagit le moyen physique que l'on se donne pour 'opérer' et 'qualifier', un caractère réaliste. Classiquement, la sensation que l'on perçoit lorsque l'on agit directement ou indirectement - via un dispositif - sur l'entité-à-décrire, est associée à des perceptions directes – visuelles, olfactives, tactiles, etc. qui la délimitent sans ambiguïté dans le temps et dans l'espace relativement à ce qui l'entoure.

Rien de tel cependant lorsque l'entité-à-décrire échappe radicalement à nos sens biologiques ou du moins que ceux-ci ne nous permettent pas de lui conférer une localisation précise.

Reconsidérons l'exemple ci-avant introduit de l'air chauffé par une résistance : il est pratiquement impossible de définir précisément le volume d'air effectivement chauffé par la résistance. Tout au plus peut-on *a priori* se limiter à l'atmosphère terrestre en considérant que le vide intersidéral est trop pauvre en molécules pour que l'agitation thermique puisse s'y propager. La réalisation d'une mesure signifiante ne semble ensuite plus qu'une question d'instrumentation pour détecter des variations corrélées à 'l'opération' relativement au référentiel spatio-temporel.

Si l'on peut concevoir sans difficulté que l'action de la résistance débute avec sa mise sous tension et s'achève lorsque l'on coupe le courant et qu'elle a fini de refroidir, la délimitation spatiale de ce avec quoi elle interagit pose problème. Doit-on adopter le paradigme mécaniste et considérer que seules les molécules d'air « au contact » de la résistance sont excitées et que la propagation de cette excitation est conforme au modèle construit du concept de gaz (conceptualisation préalable de ce avec quoi on interagit donnant lieu à un modèle explicatif) ou adopter une approche statistique et considérer que la transmission d'énergie est exercée dans un certain volume selon des modalités qui n'entrent pas dans le cadre descriptif, mais qui, globalement considérées, aboutissent statistiquement au constat que les 'effets' de l'opération s'étalent dans le temps et dans l'espace ? Et clairement, le modèle moléculaire est un modèle de principe que l'on ne sait pas instancier dans ce cas précis. L'explication est toujours virtuelle, avec un rôle conceptuel : intégrer les descriptions construites dans le corpus théorique.

Cette façon de poser le problème nous montre à quel point les localisations identificatrices de ce avec quoi interagit la référence que l'on se donne et la structure spatio-temporelle que l'on prête au Réel physique sur lequel on opère sont affaire de modèles préalablement construits, mais il faut se les donner, ne serait-ce que sous forme statistique non localisée.

De ces considérations découle la nécessité d'injecter explicitement du sens dans les localisations spatio-temporelles identificatrices des interactions entre les moyens que l'on se donne et le domaine-de-Réel-physique d'où émerge l'entité-à-décrire. A cette fin, nous associons explicitement aux localisations spatio-temporelles des interactions l'expression conceptuelle de « l'action sur » ou de « l'effet de » dont elles jouent le rôle. Ceci nous conduit à enrichir le référentiel spatio-temporel de dimensions sémantiques qui viennent se greffer sur les cellules spatio-temporelles identificatrices de ces interactions. Ces espaces locaux comportent ainsi d'une part les dimensions sémantiques relativement auxquelles il est

possible d'exprimer la conceptualisation de 'l'opération' ou de 'l'effet', et, d'autre part, les dimensions spatio-temporelles identificatrices de leurs accomplissements postulés.

Exemple : on parlera d'une force en Newtons qui s'exerce en un certain endroit (qui peut varier) pendant un certain temps.

En S_{loc} vont se construire, par projection dans le seul référentiel spatio-temporel adopté, des structures géométriques stables - formes, durées qui localisent un Réel physique existant ***relativement à la vue adoptée***.

Et on perçoit ici pleinement comment la perte des dimensions sémantiques liées à cette projection tend à conférer subrepticement à l'identification des frontières spatio-temporelles de l'entité-à-décrire un caractère absolu. Mais ici, les relativités explicitement présentes dans les genèses nous préservent de ce type de piège.

Exemples : un aveugle conceptualise une table en suivant son contour du doigt, un flux de photons suit une certaine trajectoire spatio-temporelle qui part de la résistance à l'instant où elle commence à les « émettre », conceptualisée par interpolation à partir des différentes détections qu'il est possible de faire de ces photons grâce à un scintillateur, placé en des localisations distinctes lors des différentes répétitions de l'expérience.

4) S_{carto} : Cartographie relativisée du domaine-de-Réel-physique d'où émergent les entités à décrire

En ce site, les 'actions' localisées dans le temps et dans l'espace qui jouent le rôle épistémique de 'générateur' ou 'd'examen' d'une entité-à-décrire sont conceptualisées sous la forme de trajectoires abstraites qui parcourent un certain domaine-de-Réel-physique, de l'élément de Réel qui correspond au début de l'opération, à l'élément de Réel qui conceptualise son aboutissement, c'est-à-dire ce avec quoi il est alors possible d'interagir pour par exemple produire une valeur qualifiante et/ou se positionner en un autre 'élément' .

Exemple : la production d'un flux de photons vaut 'accès' à 'l' élément' associé à l'entité physique générée depuis l'élément de Réel associé à la situation initiale - la résistance électrique qui vaut R_G et que l'on chauffe pour les générer - , car il rend atteignable un certain 'élément' de Réel physique - le nuage de photons - que l'on va ensuite pouvoir qualifier. Si l'on soumet maintenant ces photons à un champ électrique et que l'on observe sur un écran photo sensible les traces d'impact (un 'effet' de cet examen), on va inférer de cette opération d'examen une nouvelle 'transition' dans S_{carto} ayant pour source 'l'élément' associé au nuage de photons indexé dans S_{loc} par une localisation spatio-temporelle et pour cible, un nouvel 'élément' qui marque symboliquement la fin de la qualification, mais qui n'est pas conceptuellement associé à une autre entité-à-décrire relativement au point de vue adopté.

Il découle de cette convention de représentation des trajectoires dans un espace topologique abstrait qui positionnent, les uns relativement aux autres, les éléments de Réel conceptualisés relativement au point de vue adopté en fonction de considérations d'accessibilité. En progressant moyennant la définition de classes d'équivalences entre différentes trajectoires, il émerge de cette dynamique une cartographie abstraite du domaine-de-Réel-physique, objet d'étude. Elle permet d'identifier (si elles existent) les différentes façons conceptualisées de se donner intersubjectivement une *même* entité-à-décrire à partir d'une situation donnée, marquée par un certain positionnement.

C'est l'indépendance de cette organisation abstraite relativement aux localisations spatio-temporelles des interactions dont elle est inférée qui va nous permettre d'exprimer explicitement des concepts restés jusqu'à présent inextricablement mélangés à ces localisations, tel que ceux d'identité, de 'même' situation, etc. Ainsi se décrivent de façon infra-langagière mais néanmoins intersubjective, des trajectoires cognitives ou innovantes qui font abstraction des faits physiques singuliers, localisés, à partir desquels elles sont inférées et qu'elles généralisent. Il découle de cette autonomie, comme nous le verrons dans la suite, qu'un 'élément' de S_{carto} peut pointer vers un ensemble d'objets physiques *non connexes* relativement au référentiel spatio-temporel, c'est-à-dire dispersés tout à la fois dans l'espace et dans le temps.

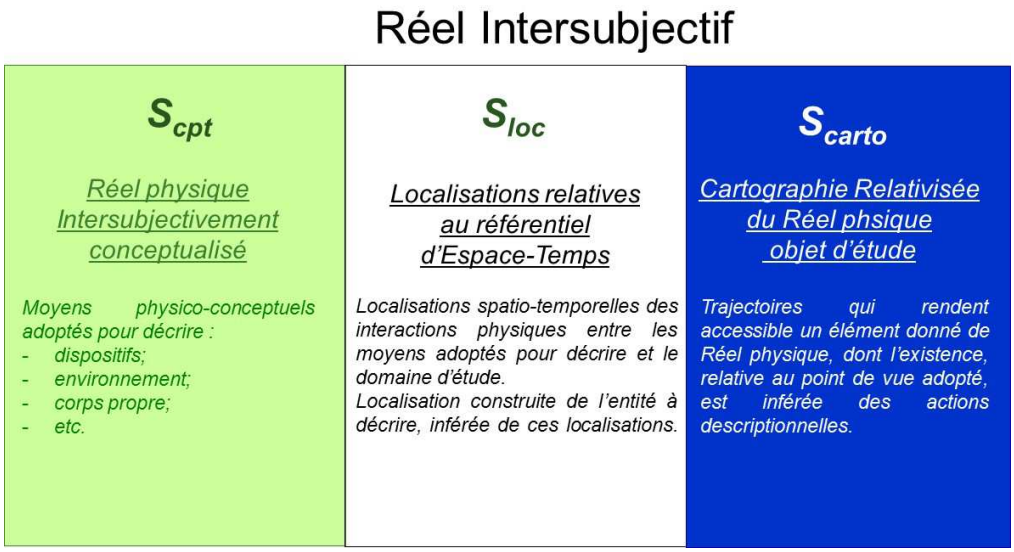

Figure 3 : *Espace de représentation de SR*

Cet espace de représentation définit la portée et les limites de *SR. Car il en découle que SR, pour assurer l'intersubjectivité des modèles, traite exclusivement de constructions homomorphes aux délimitations spatio-temporelles d'interactions physiques dotées de sens qui font consensus.*

II.6 La logique d'exposé

MCR est l'expression du niveau de généralité maximal auquel est parvenu M. Mugur-Schächter, à l'issue d'un processus constructif enraciné dans un long face à face avec la mécanique quantique et les défis que posent à l'intelligibilité humaine les artefacts représentationnels qui y ont cours. De façon analogue, SR est l'expression du niveau de généralité maximal auquel je suis parvenu à l'issue d'un processus constructif enraciné dans un long face à face avec l'ingénierie système en milieu industriel et la tension qui nait de l'inadéquation des concepts essentiellement qualitatifs qui y ont cours (organes, systèmes, états, fonctions, exigences, etc.), face aux impératifs d'efficacité opérationnelle.

SR, tout comme MCR, témoigne d'une inversion ressentie comme nécessaire du processus d'exposé des constructions réalisées relativement aux genèses. De même que l'auteur de MCR a d'abord exposé MCR, avant de refonder dans l'infra-cadre conceptuel ainsi établi une deuxième mécanique quantique, de même j'éprouve le besoin d'exposer d'abord SR, sans toutefois savoir si l'opportunité se représentera de refonder dans l'infra-cadre ainsi généré la méthode d'Ingénierie Système Relativisée (ISR) à l'origine de sa genèse.

L'exposé qui suit peut dérouter, lasser, car j'ai délibérément pris le parti de progresser dans l'ordre dicté par le réseau des dépendances logiques de construction. Il en résulte que la reformulation de principes bien établis qui interviennent a tendance à être mise sur le même plan que les innovations conceptuelles. Ces dernières émergent de façon austère, comme les solutions nécessaires au dépassement des verrous qui s'opposent à la progression de la construction logique. Le niveau de détail adopté reflète aussi l'informatisation expérimentée. Il en découle que certains aspects, liés en particulier aux indexations spatio-temporelles, peuvent paraître inutilement sophistiqués, mais j'ai choisi de les conserver dans la mesure où ils se sont imposés comme des structures d'accueil nécessaires à la construction de modèles *effectifs.*

Je suis conscient de la difficulté qu'induisent ces choix. Ils répondent au but de pérenniser l'infra-cadre formel élaboré, au détriment d'une logique de progression pédagogique. C'est peut-être aussi le prix à payer pour que chacun puisse librement imaginer des développements conceptuels et pragmatiques, différemment contraints, à partir de la vision d'ensemble du cadre conceptuel clarifié et unifié, mais neutre relativement aux démarches spécifiques susceptibles de s'y inscrire[60].

Le rôle fondateur du concept MCR de description d'entité physique et les dépendances logiques de construction donnent l'ordre dans lequel vont être abordés les thèmes qui structurent l'exposé :

a) formalisation d'un modèle canonique de 'description' d'entité physique ;

b) conceptualisation du référentiel épistémique d'entités physiques appréhendées comme persistantes, stables, à durée de vie limitée ;

---

[60] De tels développements ont été entamés en matière d'ingénierie système, de gestion des connaissances, de sûreté de fonctionnement, de signaux faibles.

c) introduction du concept de chaîne causale et particularisation du concept de système ;

d) conceptualisations du rapport des modèles au Réel physique, au travers des concepts de loi factuelle de probabilité, d'entropie et de complexité.

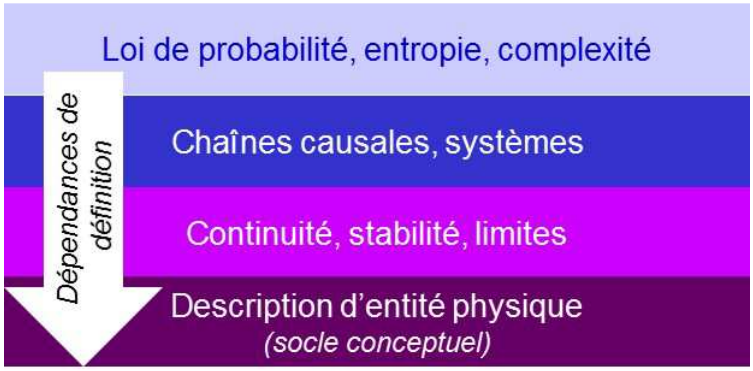

Figure 4 : *Logique de construction de l'infra-cadre SR*

Chapitre III

Descriptions de base

On peut étudier les opérations au moyen desquelles nous constituons notre expérience du monde et (...) la conscience d'effectuer ces opérations peut nous aider à le faire différemment, peut-être mieux.

Ernst Von Glaserfeld[61]

III.1 Rôles descriptionnels et dépendances

Nous spécifions dans ce qui suit les rôles descriptionnels introduits par MCR afin de :

- conférer une expression intersubjective et objectivable, aux opérateurs physiques de 'générateur' et de 'vue',
- spécifier explicitement les articulations possibles entre cadres descriptifs différents.

1) Le générateur

L'essence algorithmique de la genèse d'une 'description' MCR suggère un certain ordre dans la façon d'appréhender les rôles descriptionnels impliqués dans la description d'une entité physique.

Le 'générateur' *G*, qui agit en un certain 'endroit de réel physique' préalablement conceptualisé que l'on se donne intersubjectivement, étiqueté R_G, et que l'on associe bijectivement à l'entité oe_G suggère les relations de dépendances suivantes.

61 Ernst Von Glaserfeld (1981) (1988). *Introduction à un constructivisme radical* dans *L'invention de la Réalité,* p19 – p43, Paul Watzlawick (dir), Seuil (Paris)

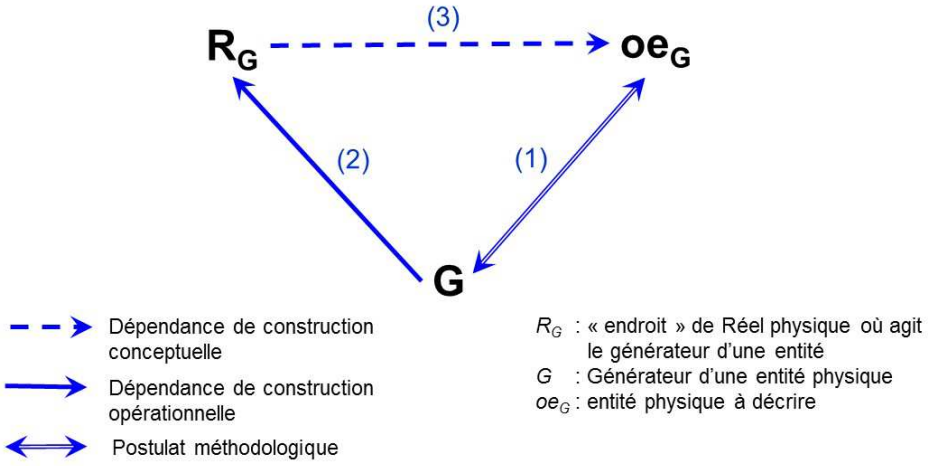

Figure 5 : *Le Triangle Générateur*

Seule la *description*, c'est-à-dire la convergence en valeurs constatée lors de la répétition, un nombre suffisamment grand de fois, du processus qui consiste à enchaîner opération de génération et opération de qualification de ce qui est généré, valide *a posteriori* le postulat méthodologique *(1)*, qui établit une relation de *1* à *1* entre le générateur G et l'entité oe_G décrite au terme de ces enchaînements. Mais cette bijection est soumise à la condition que ce soit bien la *même* 'opération de génération' ***G*** qui, lors de chaque itération, soit intersubjectivement réputée agir sur le *même* endroit de Réel R_G que l'on se donne comme substrat.

Si la conceptualisation de *G* précède donc méthodologiquement celle de oe_G, cette conceptualisation n'est elle-même, concevable que sur le fondement d'un certain *modèle intersubjectif* de ce sur quoi *G* opère, fut-ce ce modèle la simple désignation d'un certain espace à un certain moment. *G* est donc opérationnellement dépendant de R_G *(2)*.

Que R_G étiquette un 'endroit' de Réel physique préalablement conceptualisé, implique que cet endroit ait lui-même le rôle d'*entité décrite* dans un *autre* cadre descriptif et qu'il ait été conceptualisé à partir de là. Sans cela, il n'y aurait pas de modèle auquel on puisse s'adosser pour signifier ce sur quoi *G* opère, ni pour valider que l'on opère bien chaque fois sur ce *même endroit*, d'où la relation de dépendance conceptuelle génétique *(3)*.

Nous posons comme hypothèse qu'une telle régression est cependant bornée par des *descriptions primordiales*, dans lesquelles le modèle au travers duquel on se donne intersubjectivement un certain endroit de réel physique à décrire, repose sur une intuition intersubjective de l'espace et du temps, développée inconsciemment au travers de l'expérience corporelle que l'on sait instinctivement partager, ne serait-ce que par le geste : ici et maintenant.

Un tel modèle ne résulte donc pas d'autres descriptions préalablement construites. Il suppose des façons d'être au monde qui partagent ce minimum sans lequel aucun échange, aucun consensus, aucune construction commune ne serait envisageable. L'association d'une localisation spatio-temporelle qui délimite avec une certaine sensation, *qui différencie* intersubjectivement ce qui est ainsi délimité de son voisinage, peut alors faire l'objet d'une expression de langage. Elle fait passer dans le domaine public un « échantillon », défini et qualifié de réel physique, disponible pour servir de référence à de nouvelles constructions intersubjectives. Dans de telles descriptions, R_G ne fait pas référence à une entité

conceptualisée préalablement décrite. La relation de dépendance *(3)* n'a donc pas de caractère systématique.

Le 'générateur' constitue un des concepts clé autour desquels s'ordonnance la construction méthodologique. Il est notre premier concept candidat pour débuter la formalisation.

2) La vue

Une description émerge du constat que la répétition de la *même* opération de qualification appliquée à l'entité générée, postulée chaque fois la *même* lors de chaque itération, produit des valeurs *stables*, c'est-à-dire *n-stables* - *n* fois la même valeur où n est le nombre de répétitions – ou tout du moins statistiquement convergentes.

Nous en déduisons un second réseau de dépendances, complémentaire du 'triangle Générateur' et qui émerge de la nécessité de se donner un *support* de qualification : le 'Triangle Qualificateur'.

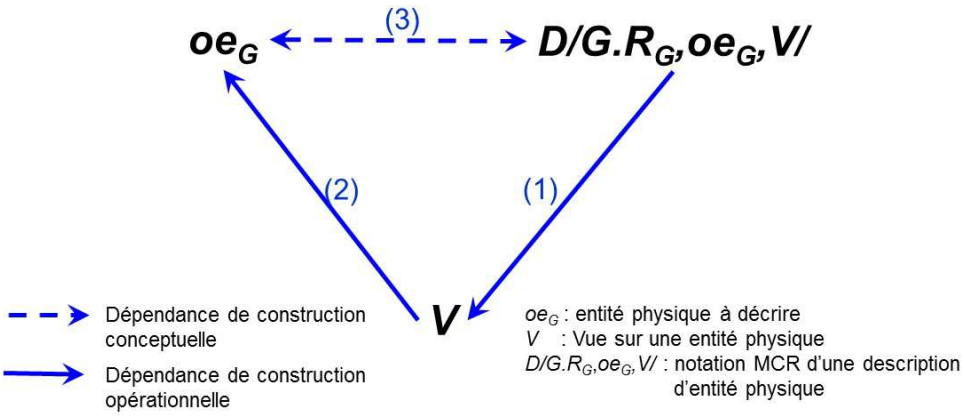

Figure 6 : *Le Triangle Qualificateur*

La conceptualisation d'une description d'entité physique est opérationnellement dépendante de la 'vue' que l'on porte sur l'entité-à-décrire (1). La description émerge en effet de la considération conjointe des valeurs stables produites par la répétition d'une même façon de qualifier cette entité.

Cette construction est donc subordonnée à *l'existence* relativement à cette 'vue' d'une *même* entité-à-décrire lors de chaque répétition de l'enchaînement *[G,V]*. Et on postule cette existence, car la convergence statistique des valeurs et la nécessité de désigner un support à l'opération de qualification pour qu'il y ait description de *quelque chose*, l'implique intersubjectivement, d'où la relation de dépendance opérationnelle (2).

C'est l'émergence effective de la 'description' en tant que concept, à l'issue d'un nombre suffisamment grand de répétitions de la même procédure, qui consacre *l'existence même de l'entité-à-décrire* oe_Q. Car une entité physique ne peut exister intersubjectivement - sans glisser dans la métaphysique - que si elle peut être *décrite*. Mais le concept de description lui-même ne peut émerger que comme description de quelque chose, et toujours de la même chose, d'où la dépendance réciproque de ces deux constructions conceptuelles qui s'adossent l'une à l'autre (3).

La ‘vue’ constitue un autre des nœuds conceptuels autour desquels s’ordonnance la construction méthodologique. Il constitue donc notre second concept candidat pour débuter la formalisation.

3) L’opération

Se donner intersubjectivement un ‘référentiel épistémique’ *(G,V)* pour décrire ne constitue manifestement pas une ‘*description’*, puisque, pour construire intersubjectivement une description, on doit se donner une *façon* de ‘générer’ et une *façon* de ‘voir’ avant de faire, et que cette façon ne correspond pas nécessairement à quelque chose de *déjà fait*. Il faut se donner un mode d’emploi du dispositif technique ou humain que l’on met en œuvre pour faire. Et ceci implique l’existence préalable d’un *modèle* de ce dispositif, auquel on puisse intersubjectivement se référer pour lui *confier* la gamme des opérations à réaliser.

Il est bien connu que cette *délégation* repose sur le postulat implicite que l’on *sait comment* ce dispositif va interagir avec un substrat de Réel physique, à partir des directives qu’on lui transmet au travers d’un protocole de communication. Et cela vaut aussi pour l’être humain auquel on donne des directives : on anticipe son comportement à partir de la connaissance que l’on en a.

Ces anticipations reposent sur ce que MCR a dénommé un ‘méta-modèle intrinsèque’ du dispositif que l’on adopte comme moyen, c'est-à-dire des ‘descriptions’ préalablement construites de ce dernier qui ont été conceptualisées sous la forme d’entités dotées de propriétés. Ces descriptions du moyen que l’on se donne pour concevoir et réaliser les opérations de génération et d’examen ont elles-mêmes été accomplies à partir d’une autre référence, *qui n’est pas l’entité-à-décrire* visée (exemple : calibration d’un dispositif de mesure dont on infère la façon standard dont il va ensuite se comporter relativement au domaine-de-Réel-physique d’où va émerger l’entité-à-décrire, ou encore, études sur le comportement humain dont on infère ensuite une méthode de management). Dès lors, on comprend que si l’on *transforme* le dispositif adopté de la façon qui a été utilisée pour le qualifier, mais cette fois pour *agir sur* un certain endroit de réel physique, on infère d’un même type de *transformation* l’accomplissement d’un même type d’*effet* sur le domaine-de-Réel-physique associé au cadre descriptif. Il apparaît dès lors naturel d’exprimer cette *opération sur* ce domaine relativement aux dimensions sémantiques utilisées pour qualifier le dispositif au travers de valeurs.

Exemple : Si, lors d’essais, on mesure en Newtons la force exercée par une presse hydraulique au travers d’un dispositif de mesure, on postulera qu’elle exerce cette même force sur une surface autre que le dispositif de mesure, lors de sa mise en service opérationnelle.

Les modèles préalablement construits de ce que l’on adopte comme moyen et de ce sur quoi il opère déterminent donc, *a priori*, la conceptualisation des opérations. On espère ainsi, par propagation, étendre cette *normation* portée par le corpus de l’acquis aux nouveaux objets d’études que l’on se donne, afin de leur conférer une place conceptuelle dans l’organisation construite qui nous permet d’appréhender le réel physique relativement à nos finalités. Le fait de pouvoir ou non construire une nouvelle description sanctionne le succès ou l’échec d’une telle entreprise.

La rigueur de la construction formelle nous préserve ainsi de toute dérive à caractère ontologique. Elle nous pousse à concevoir toute interaction comme un concept qui résulte de découpages introduits par l'acte de saisie par le *FC*, entre ce qu'il adopte comme *moyen* et le domaine-de-Réel-physique substrat du cadre descriptif, sur le fondement d'un acquis intériorisé, fut-ce ce moyen notre propre corps, tel que nous en avons fait l'apprentissage. Elle nous donne le moyen de résister à la facilité de prendre pour argent comptant les conceptualisations spontanées que nous réalisons à partir de nos sens biologiques. Car notre expérience quotidienne peuple le Réel physique d'objets matériels dont les limites physiques et les interactions vont de soi. Et même si ces découpages sont consacrés par l'expérience, - un marteau qui frappe la tête d'un clou, indissociables au moment de la frappe- ils restent des *concepts construits* quand bien même l'expérience a consacré leur *effectivité* relativement aux pratiques usuelles.

Ainsi conçu, le concept d'opération précède chronologiquement les rôles de 'générateur' ou 'd'examen' qu'on lui confère ensuite, *sous réserve que l'on réussisse effectivement à construire une description*. Sa formalisation s'impose préalablement à celle de ces autres concepts. La distinction introduite par SR suggère aussi qu'il est concevable qu'une unique 'opération' puisse jouer des rôles épistémiques *distincts* dans différents cadres descriptifs.

Exemple : l'opération d'examen d'un lingot d'alliage métallique qui consiste à le chauffer progressivement pour mesurer sa température de fusion - qualification de cet alliage - peut simultanément être appréhendée dans un autre cadre descriptif comme le générateur d'une nouvelle entité physique « métal en fusion » que l'on peut qualifier relativement à une vue de « viscosité » ou encore de « conduction électrique ».

4) L'effet et la trace qualifiante

La genèse de toute description implique qu'une 'valeur' soit recueillie lors de chaque accomplissement d'un enchaînement *[G,V]*, *préalablement* à l'émergence de la description qui naît du constat de la convergence de ces valeurs relativement à des critères que l'on se donne.

Or, toute information produite par un dispositif que l'on se donne comme moyen est d'abord une *description* de ce dernier (*du dispositif, non de l'entité-à-décrire*). Elle ne nous *informe* sur *l'entité-à-décrire* que dans la mesure où elle est intersubjectivement appréhendée comme la '*trace' d'un 'effet-type' de l'entité-à-décrire sur ce dispositif*. Par exemple, une loi physique prend la forme d'une corrélation entre la hauteur d'une colonne de mercure et une certaine pression atmosphérique supposée exercée sur cette colonne, ou encore des archétypes comportementaux peuvent être révélateurs de situations type préalablement conceptualisées.

Une valeur n'est *significative* que dans la mesure où *on a modélisé au préalable la façon dont le dispositif mis en œuvre est transformé par son interaction avec l'entité-à-décrire*. Sans cette *transformation perçue*, il ne pourrait y avoir conceptualisation sous forme de 'valeurs' significatives. Une telle valeur est en effet une *qualification du dispositif associée à une 'loi'* qu'incarne le dispositif et qui confère à cette valeur la signification particulière de *trace témoin* d'un 'effet type' de l'entité-à-décrire sur ce dispositif. Les dimensions sémantiques que l'on se donne - des forces en Newtons, des tensions électriques en volts, mais aussi, pourquoi pas, des échelles qualitatives de nature esthétique - et que l'on organise en espaces

de représentation, définissent autant de structures d'accueil conceptuelles pour qualifier. Et ce sont ces relations de causalité *préfabriquées* entre 'effet' et 'valeur' qui permettent *d'inférer* intersubjectivement une qualification de l'entité-à-décrire d'une valeur ainsi fabriquée. Le constat de mêmes changements de valeur, lorsque le dispositif est mis en interaction avec le domaine-de-Réel-physique objet d'étude, est appréhendé comme la conséquence *d'un même effet, conforme à ces lois, de ce domaine sur le dispositif utilisé pour produire une valeur.* Ainsi se construit une connaissance de l'entité-à-décrire qui s'intègre dans le corpus de l'acquis.

C'est au prix de ce *retournement causal*, parce nous conceptualisons intersubjectivement une trace comme la manifestation d'une 'propriété' du moyen adopté, que nous pouvons l'appréhender comme la traduction d'une *in-formation*[62] *de ce moyen par* l'entité-à-décrire (exemple : calibration d'un appareil de mesure qui est ensuite appréhendé comme producteur d'information sur ce avec quoi il interagit).

De cette approche, il découle qu'une qualification d'entité-à-décrire est formalisée dans SR par une 'trace' postulée manifester un 'effet' localisé, *causé* par l'opération 'd'examen' de l'entité-à-décrire. La 'vue' sur l'entité-à-décrire acquiert le statut de produit de tels *mêmes* enchaînements.

5) Ordre logique de formalisation des rôles descriptionnels

La conjonction du triangle générateur et du triangle qualificateur à la lumière des concepts introduits aboutit à la figure ci-après.

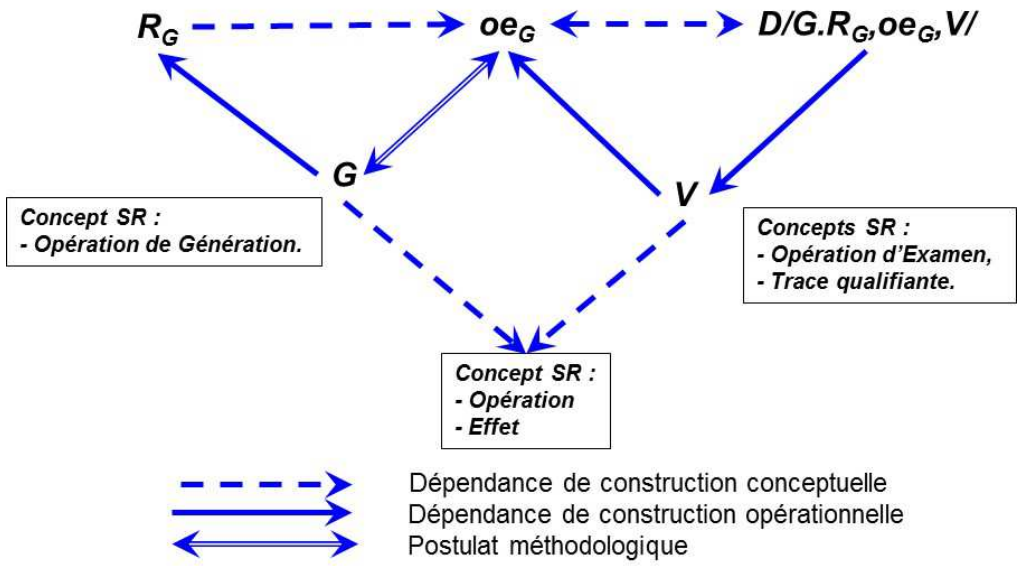

Figure 7 : *Conjonction du triangle Générateur et du triangle Qualificateur*

62 Information : au sens étymologique, *informare* ce qui *transforme*, ce qui *influe sur* et donc de façon tout à fait générale, ce qui importe et conditionne l'action du récepteur relativement aux finalités poursuivies. Informe donc tout effet perçu en réponse à une attente qui témoigne, de par son existence même, de l'engagement psychique du 'Fonctionnement-Conscience' de « l'informé » dans la poursuite d'une certaine finalité. Dans cette optique, l'insertion d'un moyen physico-conceptuel tel qu'un dispositif de mesure ou la considération d'un élément d'environnement « naturel », est un moyen de médiatisation de la relation à l'entité décrite, qui rend possible la fabrication d'une intersubjectivité en même temps qu'elle permet d'accéder à des dimensions du Réel inaccessible à nos perceptions biopsychiques.

Cette figure met en évidence un processus psychophysique figuré par le chaînage des dépendances opérationnelles ordonnancées autour du postulat d'existence d'une entité physique, qui émerge lui-même de la répétition d'enchaînements *[G,V]* convergeant statistiquement en valeurs.

Les dépendances conceptuelles et les dépendances opérationnelles nous guident pour déterminer l'ordre dans lequel nous allons maintenant formaliser les concepts dynamiques introduits sous formes 'd'inférences constructives simples' :

- 'opération' ;
- 'opération de génération' ;
- 'opération d'examen' ;
- 'effet' ;
- 'trace qualifiante'.

Conformément à la logique de la progression formelle, il nous reviendra alors de déterminer les compositions d'inférences qu'il est possible de définir et d'examiner le *sens* qu'il est possible de leur conférer. Cela constituera un premier test de robustesse.

Alors sera-t-il possible d'envisager sur cette base les modalités de formalisation du concept MCR de description d'entité physique.

La génétique ainsi conçue des concepts MCR met en exergue le paradigme que nous plaçons au cœur de la tentative entreprise de formalisation du concept de description relativisée motivée par une finalité.

C'est de la connaissance relativisée préalablement construite des dispositifs physiques que l'on adopte comme moyen pour opérer et de ce sur quoi ils agissent que l'on peut inférer la façon, l'endroit et le moment où ces dispositifs vont interagir avec un certain domaine-de-Réel-physique objet d'étude et nous permettre ainsi de détourer une 'entité' du Réel physique et de la qualifier. On ne peut concevoir l'inconnu et imaginer l'avenir qu'au travers du prisme du relativement déjà-connu.

III.2 Formalisation des rôles descriptionnels

Si l'on s'abstrait du formalisme, les concepts évoqués ci-après, considérés *séparément*, vont nous apparaître bien connus, voire d'une grande banalité. Mais ceci n'en fait que mieux ressortir le but de la méthode : garantir formellement la cohérence d'ensemble des paradigmes de pensée qui peuplent notre univers mental et les transformer en outils *scientifique efficients*, de portée tout à fait générale.

III.2.1 Inférences constructives simples

1) D1-sr : Opération

Une 'opération' formalise l'inférence intersubjective d'une *action localisée dans le temps et dans l'espace sur le domaine-de-Réel-physique* qui procède de la connaissance du moyen physique que l'on conçoit comme la *cause* de cette action et du terrain de Réel physique sur lequel il agit (les *données*).

Exemple : on voit un marteau (le moyen préalablement conceptualisé) s'abattre sur un clou (endroit de Réel préalablement conceptualisé). On en *infère* (opération) de cette perception la production d'une force mécanique en un endroit qui varie (le clou s'enfonce) pendant un certain temps (action localisée *inférée* de la perception).

Transformation du moyen physico-conceptuel adopté comme source d'inférence constructive : le concept d'opération émerge des considérations précédentes comme *l'inférence* d'une action sur un certain domaine-de-Réel-physique localisé dans le temps et dans l'espace, réalisée à partir de la perception de la *transformation* voulue ou simplement constatée du moyen *connu* que l'on conçoit comme la *cause* de cet effet. Une telle transformation peut consister, par exemple en la mise en œuvre d'un dispositif selon son mode d'emploi, en la figuration du bras que l'on tend pour atteindre un objet ou de la foudre que l'on voit tomber sur quelque chose.

Nous formalisons cette *transformation* du moyen adopté sous la forme d'une 'transition' d'une situation initiale à une situation finale, concevable à partir de l'acquis. Ces situations sont *reconnues* au travers d'une conjonction de valeurs d'aspects localisées qui réfèrent intersubjectivement à des modèles qui font partie de l'acquis partagé.

Exemple : dans l'exemple précédent, la situation initiale correspond à la perception du marteau tenu en main, avant la frappe et la situation finale correspond à la perception du marteau tenu en main, à l'issue de la frappe.

Formellement, ces situations ont le statut MCR de 'méta-modèles intrinsèques'[63] et nous appréhendons leur « reconnaissance » comme la réalisation d'une 'description dégénérée'[64] implicitement réalisée, externe au cadre descriptif actif.

Soit :

- $(M_{op})_{qi}$ - *M* : moyen, *op* : opération, *qi* : **q**ualification **i**nitiale – le modèle de la situation initiale où *qi* est l'indice qui en marque le début.
- $(M_{op})_{qf}$ - *qf* : **q**ualification **f**inale - le modèle de la situation finale où *qf* est l'indice qui marque la fin de 'l'opération'.

63 Mugur-Schächter, M. (2006). *Sur le Tissage des connaissances, D22 p122*. Hermès Sciences – Lavoisier : la construction d'un méta-modèle intrinsèque formalise d'un point de vue méthodologique, le passage d'une description d'entité physique au sens MCR, au concept d'entité dotée de propriétés.

64 Mugur-Schächter, M. (2006). *Sur le Tissage des connaissances, D12.3.2 p88*. Hermès Sciences – Lavoisier dans une description dégénérée, l'entité est conceptualisée comme 'étant là' à partir de la perception de la conjonction de valeurs d'aspects localisées qui nous la font reconnaître. Génération et qualification sont deux rôles descriptionnels qui se superposent alors sur une même action.

$(M_{op})_{qi}$, $(M_{op})_{qf} \in Elt(S_{cpt})$ -'Elément du Site Epistémique S_{cpt} .

Nous donnons à la transformation du moyen adopté dont on infère une action sur le Réel physique objet d'étude, la forme d'une 'Transition' $Tr_{op}\rightarrow$ - *op : opération* - :

$$Tr_{op}\rightarrow \in Arc(S_{cpt})^{65}, \text{ avec } s(Tr_{op}\rightarrow) = (M_{op})_{qi} \text{ et } t(Tr_{op}\rightarrow) = (M_{op})_{qf}$$

Indexation temporelle de l'endroit du domaine-de-Réel-Physique : soit t_i - *i* : **i**nitial - l'index temporel dans S_{loc} du début de l'accomplissement de l'action inférée et t_f l'index temporel de sa fin.

Le 'Réel physique' avec lequel interagit le moyen considéré, au début de l'opération, est indexé par t_i, mais dès que l'opération débute, dès que $t > t_i$, ce 'Réel physique' change car toute interaction implique une *influence mutuelle*, un entremêlement du domaine-de-Réel-Physique avec le moyen physico-conceptuel adopté pour opérer en ce domaine, qui ne préjuge pas du fait que l'on puisse ensuite *démêler* ce Réel physique *autre* du moyen mis en œuvre, comme c'est le cas en physique classique. Après avoir frappé le clou, on le distingue sans difficulté du marteau. t_f indexe ce *démêlement*.

On doit considérer que le 'Réel physique' indexé par t_i n'est plus accessible dès que l'opération débute. Et suivant ce même raisonnement, l'achèvement de la réplique de cette opération nous rend accessible *immédiatement après* un autre endroit de 'Réel physique' avec lequel on peut interagir à son tour.

Action localisée sur le domaine-de-Réel-Physique : soit l_i la localisation spatiale dans S_{loc} de l'endroit du domaine-de-Réel-Physique avec lequel interagit le moyen physique considéré au début de l'opération. l_i localise intersubjectivement le Réel physique intersubjectivement existant relativement aux dimensions sémantiques de l'action, à l'instant indexé temporellement par t_i. Sur cette cellule spatiale vient donc se greffer les dimensions sémantiques relativement auxquelles il est possible d'exprimer l'action (une force en Newton par exemple). Ainsi construit-on un espace local de représentation de l'effet relativement au temps et à l'espace. La localisation spatiale tout comme les caractéristiques de l'action exercée peuvent évoluer au cours de l'opération. Le temps indexe ces évolutions.

Soit l_f la localisation spatiale de l'endroit du domaine-de-Réel-Physique avec lequel le moyen considéré cesse d'interagir à la fin de 'l'opération'. l_f est indexé temporellement par t_f. $l_i = l_f$ constitue de ce point de vue un cas particulier : la localisation spatiale de ce avec quoi la référence interagit demeure la même du début à la fin de 'l'opération'.

Le raisonnement adopté relativement à l'indexation temporelle peut donc être étendu à la localisation spatiale. La localisation spatiale des interactions avec le domaine-de-Réel-Physique intersubjectivement associé à un accomplissement de 'l'opération' est assimilée à une enveloppe spatiale dont on connaît au moins deux bornes : les localisations l_i et l_f .

---

65 *Arc(C)* est la notation utilisée en Théorie de Catégories pour désigner l'ensemble des 'flèches' d'une catégorie *C* donnée. Nous la réutilisons pour désigner l'ensemble des 'transitions' d'un 'site épistémique' afin d'identifier sans ambiguïté les concepts dynamiques dans la construction formelle.

Localisation spatio-temporelle de l'action : sur le fondement de ce qui précède, la localisation spatio-temporelle de 'l'effet' lors d'une opération prend la forme d'une ''transition' $Cl_{op}\rightarrow$ - *Cl* : changement de la localisation spatio-temporelle où s'exerce l'effet - *op* fait référence à 'l'opération' dont elle exprime la conséquence *localisée*, relativement à un espace sémantique donné.

$$Cl_{op}\rightarrow \in Arc(S_{loc}) \text{ avec :}$$

- $s(Cl_{op}\rightarrow) = (t_i, l_i)$, avec $(t_i, l_i) \in Ob(S_{loc})$[66]
- $t(Cl_{op}\rightarrow) = (t_f, l_f)$, avec $(t_f, l_f) \in Ob(S_{loc})$

L'Opération : je formalise une 'opération' sous la forme d'une 'inférence constructive' $Op\uparrow$ qui a pour source la 'transition' dans S_{cpt} qui figure la transformation du moyen d'action dont on infère une action, et pour image l'action inférée, localisée dans S_{loc}. Une 'opération' manifeste ***l'existence physique*** *intersubjectivement postulée* d'un certain endroit de Réel physique relativement à une opération conçue sur le fondement de la conceptualisation préalable du moyen que l'on se donne et du terrain de Réel physique sur lequel il agit (fût-ce sous la forme de la désignation vague d'un certain domaine d'espace-temps).

$$Op\uparrow : \quad S_{cpt} \longrightarrow S_{loc},$$
$$(Tr_{op}\rightarrow) \longmapsto (Cl_{op}\rightarrow)$$

Dès lors, je peux associer à la transition $Cl_{op}\rightarrow$ une étendue spatio-temporelle $](t_i,l_i),(t_f, l_f)[$, projection sur le seul référentiel spatio-temporel de l'action conceptualisée. ***Cette étendue localise le Réel physique postulé exister relativement à l'opération, telle qu'elle est conceptualisée, lors d'un accomplissement que formalise*** $Op\uparrow$***. Cette projection, en gommant les dimensions sémantiques de l'action, tend intersubjectivement à conférer à cette existence relative un caractère absolu. Elle demeure ici toutefois sous le strict contrôle de la construction méthodologique qui prévient ces sortes de glissements incontrôlés à connotation ontologique.***

Soulignons que $](t_i,l_i),(t_f, l_f)[$ ne localise pas l'entier domaine-de-Réel-Physique' associé intersubjectivement au cadre descriptif, mais seulement l'endroit (de ce domaine) avec lequel les *FC* considèrent, de façon *convenue*, que le moyen mobilisé interagit *physiquement* lors d'un accomplissement de l'opération.

---

66 *Ob(C)* est la notation utilisée en Théorie de Catégories pour désigner l'ensemble des 'objets' d'une catégorie *C* donnée. Nous la réutilisons pour désigner l'ensemble des 'éléments' d'un 'site épistémique' afin d'identifier sans ambiguïté les concepts statiques de la construction formelle.

Exemple : pour diriger une *voiture* (domaine-de-Réel-physique objet d'étude), on agit sur le *volant* (localisation de l'action du conducteur sur la voiture).

Une telle localisation ne préjuge donc pas de l'extension spatio-temporelle que l'on confère intersubjectivement aux conséquences d'une telle 'opération' sur le domaine-de-Réel-physique relativement au cadre descriptif, c'est-à-dire de la façon dont on conçoit que ce domaine est transformé ou de la façon dont une valeur réputée qualifiant l'entité-à-décrire est produite.

Distinguer formellement la conceptualisation d'une 'opération' de son rôle épistémique dans un certain cadre descriptif donné, suggère qu'il est possible de conférer à une même *opération* d'autres rôles épistémiques, dans d'autres cadres descriptifs simultanément actifs, tel que, par exemple, celui 'd'opération de génération'. On voit là s'entrouvrir la possibilité de *superposer* la construction de différentes descriptions pour peu que l'on puisse déterminer rigoureusement les conditions de validité de telles superpositions.

Synoptique

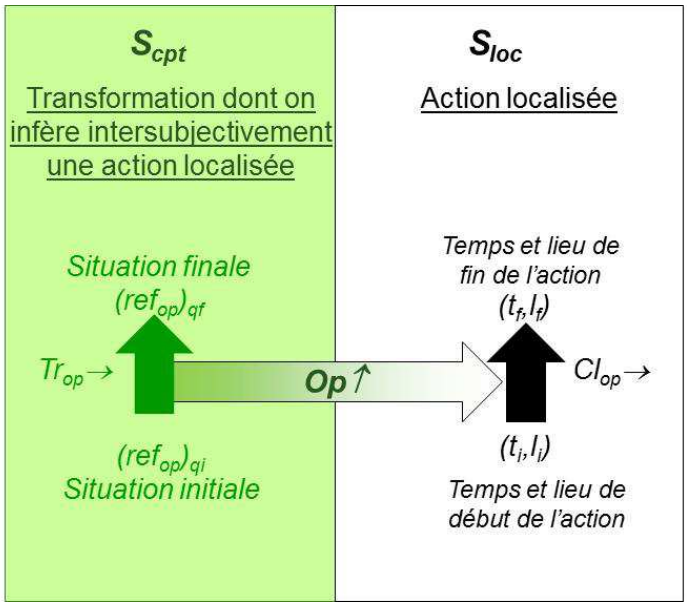

Figure 8 : *Accomplissement d'une Opération*

2) D2-sr : Opération de génération

Un 'générateur' agit, par définition, en un « endroit de Réel » R_G que l'on sait se donner intersubjectivement. Nous lui associons 'l'élément[67]' e_0 dans S_{carto}.

[67]Par convention, un 'élément' dans S_{carto} est l'étiquette d'un certain constituant du domaine-de-Réel-physique associé au cadre descriptif, que l'on distingue conceptuellement du substrat évolutif indifférencié, sans pour autant lui associer une localisation spatio-temporelle d'existence bien délimitée. Afin rester tout à fait neutre relativement au concept de localisation

Par définition, une 'opération' qui joue le rôle de 'générateur' est bijectivement associée à *l'entité* oe_G[68] qu'elle génère. Nous lui associons un deuxième 'élément' e_1 dans S_{carto}.

On infère alors d'un accomplissement de l'opération $Op\uparrow$ qui vaut générateur, le *passage* de e_0 en e_1, étiquette de l'élément de Réel physiquement accessible par interaction.

Nous conférons à ce changement la forme d'une 'Transition' $Cer_{op}\rightarrow$ - *Cer :* Changement 'd'élément' de Réel *inféré* d'une opération (de génération), de source e_0 et de cible e_1.

Poser e_0 et e_1, c'est postuler que l'on sait conceptuellement séparer ces deux éléments du domaine-Réel-physique des moyens physico-conceptuels que l'on se donne pour interagir avec ce dernier, afin de le décrire intersubjectivement. Tout au long de l'interaction entre ces moyens et le domaine-de-Réel-physique associé au cadre descriptif, ces derniers sont inextricablement mêlés. Par contraste e_0 et e_1 constituent des points de « démêlement » qui bornent ce domaine. Seul le fait de parvenir effectivement à construire une description relativement aux critères de convergence statistique que l'on adopte, légitime *a posteriori* cette prise de repères, alors réutilisables.

$$Cer_{op}\rightarrow \in Arc(S_{carto}) \text{ avec :}$$

$$s(Cer_{op}\rightarrow) = e_0 \text{ et } t(Cer_{op}\rightarrow) = e_1 \text{ et } e_0, e_1 \in Ob(S_{carto})$$

où e_0 est 'l'élément' qui étiquette le substrat de Réel physique préalablement conceptualisé, support du rôle épistémique d'élément de Réel physique sur lequel agit le 'générateur' (R_G) et e_1 est 'l'élément' qui étiquette le substrat de Réel physique, support du rôle épistémique d'entité générée oe_G.

Muni de ces conventions, nous notons $OpGen\uparrow$ - pour 'Opération de Génération' d'une entité physique - l'opération qui consiste à *infèrer* la génération d'une entité physique d'une interaction localisée le domaine-de-Réel-physique associé au cadre descriptif, elle-même inférée de l'accomplissement d'une opération[69].

---

spatiale, nous emploieront désormais le terme 'd'élément' de Réel au lieu et place de la dénomination MCR « d'endroit de Réel ».

68 Générateur et entité générée : Mugur-Schächter, M. (2006). *Sur le Tissage des connaissances*, *D4 p 61*. Hermès Sciences - Lavoisier

69 Nous verrons plus loin (Conjonction descriptionnelle ; D19-sr), que de façon plus générale, $OpGen\uparrow$ peut avoir pour 'transition' source un enchaînement d'actions continues relativement au référentiel temporel. Le cas introduit ici doit être appréhendé comme un cas particulier : celui où une action unique se voit conférer à elle seule le rôle épistémique 'd'opération de génération'.

$$OpGen\uparrow: \quad S_{loc} \longrightarrow S_{carto},$$
$$(Cl_{op}\rightarrow) \longmapsto (Cer_{op}\rightarrow)$$

J'associe à $Cer_{op}\rightarrow$ le parcours d'une certaine *étendue* du domaine-de-Réel-physique $]e_0, e_1[$, *non séparable* du moyen physico-conceptuel adopté pour opérer, et donc non connaissable dans le cadre descriptif actif.

$]e_0, e_1[$ est *inférée* de l'étendue spatio-temporelle $](t_i,l_i),(t_f, l_f)[$, qui indexe le Réel physique existant relativement à l'action localisée qui joue le rôle épistémique d'opération de génération.

La 'transition' $Cer_{op}\rightarrow$ donne *l'ordre* dans lequel les FC conviennent qu'il est possible d'accéder à un certain 'élément' de Réel physique depuis un point de départ que l'on se donne.

Synoptique

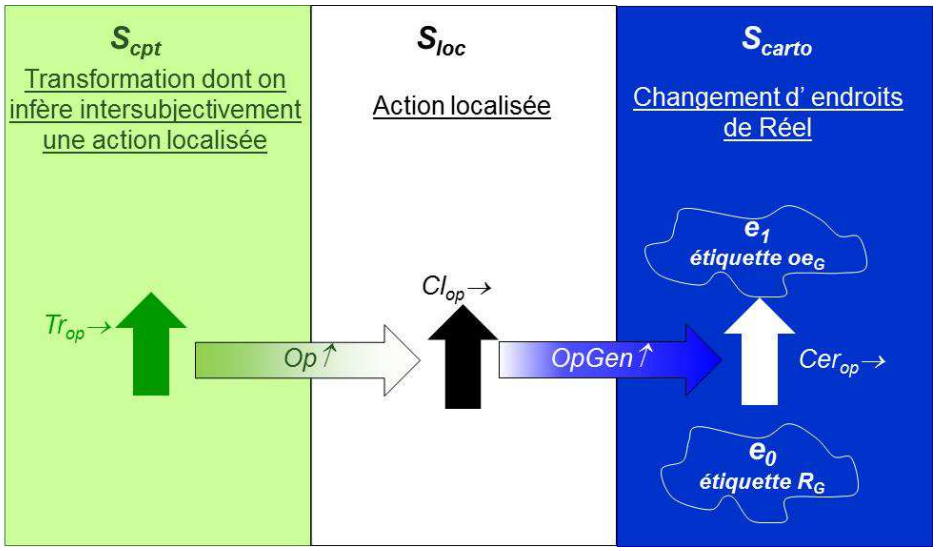

Figure 9 : *Opération de génération*

3) D3-sr : Opération d'examen

Lorsque l'accomplissement d'une opération $Op\uparrow$ se voit conférer le rôle épistémique 'd'opération d'examen' d'une entité-à-décrire oe_G, 'l'opération agit' sur un certain 'élément' de Réel physique associé au rôle épistémique *d'entité à qualifier*. Cet accomplissement *change* 'l'élément' de Réel physique accessible par interaction.

Nous retrouvons là une logique d'inférence similaire à celle exposée dans le cas d'une 'opération de génération', à la différence toutefois que 'l'élément' de Réel physique auquel on aboutit à l'issue d'une 'opération' qui vaut 'examen' reste radicalement inconnu dans le cadre descriptif actif. Il ne correspond ni à un élément de Réel physique préalablement conceptualisé à l'instar de R_G, ni à l'entité-à-décrire que l'on cherche à qualifier. On l'étiquette pour marquer intersubjectivement la fin de l'entremêlement induit par une 'opération' entre le moyen adopté pour décrire et le Réel physique objet d'étude. Le poser

comme repère formalise une existence potentielle, indépendante du cadre descriptif dans lequel on se situe, mais qui pourrait éventuellement émerger dans d'autres cadres descriptifs. En ceci, ce simple fait de le poser comme 'élément' dans S_{carto} est une invitation à construire une nouvelle connaissance ou à poursuivre le travail prospectif d'anticipation.

Soit $Cer_{op}\rightarrow$ la 'transition' d'un 'élé1ment' de Réel physique à un autre, inférée de 'l'opération d'examen' d'une entité à qualifier oe_G.

Nous associons oe_G à un 'élément' e_2 dans S_{carto}, ceci afin de ne pas assimiler indûment le concept d'entité qualifiée à celui d'entité générée, car rien, formellement, ne nous y autorise à ce stade de la construction.

Nous associons un 'élément' e_3 à la fin de l'interaction entre le moyen adopté et le domaine-de-Réel-physique associé au cadre descriptif, à l'issue de l'opération.

$$Cer_{op}\rightarrow \in Arc(S_{carto}) \text{ avec :}$$

$$s(Cer_{op}\rightarrow) = e_2 \text{ et } t(Cer_{op}\rightarrow) = e_3 \text{ où } e_2, e_3 \in Ob(S_{carto})$$

où e_2 est 'l'élément' qui étiquette le substrat de Réel physique, support du rôle épistémique d'entité qualifiée et e_3 est 'l'élément' qui marque symboliquement la fin de l'interaction qui vaut 'opération d'examen' entre le moyen adopté pour examiner et le domaine-de-Réel-physique associé au cadre descriptif : le point de *démêlement*.

Nous notons $OpExam\uparrow$ - pour 'Opération d'Examen' d'une entité physique - l'opération qui consiste à *inférer* l'examen de 'l'élément' de Réel associé au concept d'entité physique à qualifier, à partir d'une 'action' localisée dans S_{loc}.

$$OpExam\uparrow : S_{loc} \longrightarrow S_{carto}$$
$$(Cl_{op}\rightarrow) \longmapsto (Cer_{op}\rightarrow)$$

Nous associons à $Cer_{op}\rightarrow$ le parcours d'une certaine *étendue* du domaine-de-Réel-physique associé au cadre descriptif, $]e_2, e_3[$, non séparable du moyen physico-conceptuel adopté pour agir et donc non connaissable dans le cadre descriptif actif.

$]e_2, e_3[$ est *inféré* de l'étendue spatio-temporelle $](t_i,l_i),(t_f, l_f)[$, qui indexe l'action localisée qui joue le rôle épistémique d'opération d'examen.

Synoptique

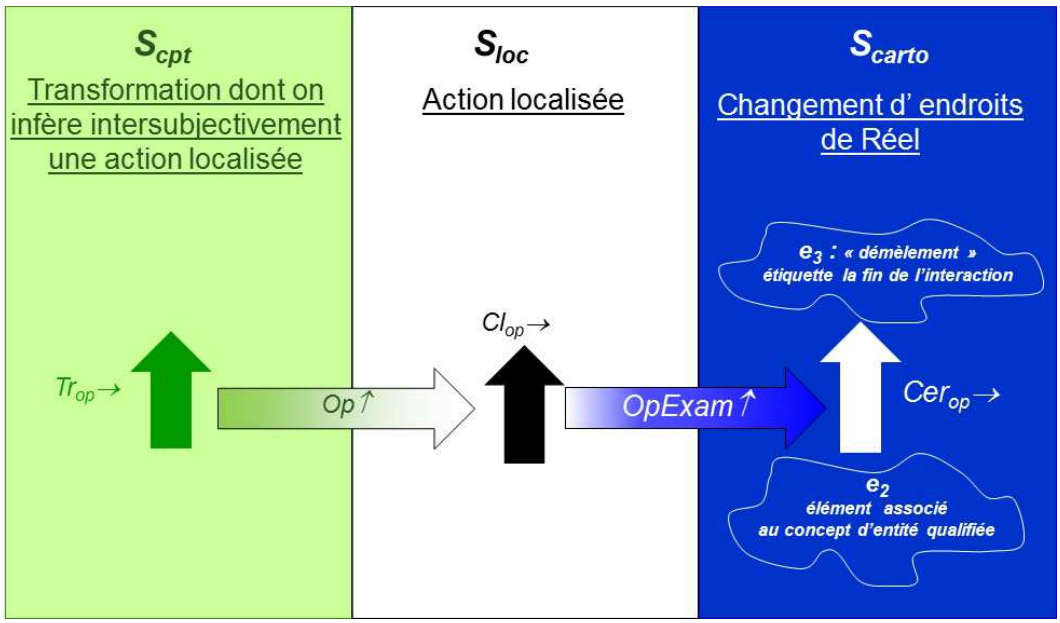

Figure 10 : *Opération d'examen*

4) D4-sr : Effet

Attribuer le rôle 'd'opération d'examen' à une 'opération', implique l'attente 'd'effets' qui qualifient ce sur quoi agit cette opération.

Un 'effet' formalise le sens de *source de connaissance* sur l'entité à qualifier que revêt intersubjectivement une *action* du domaine-de-Réel-physique associé au cadre descriptif *sur* le moyen physico-conceptuel que l'on se donne pour qualifier.

Ce sens émerge dans la mesure où :

- le moyen adopté pour capturer physiquement et conférer du sens à cet 'effet' est *transformé* par l'action qu'il subit ;
- cet 'effet' est appréhendé comme *une conséquence* de *'l'opération d'examen'*.

L'action sur le dispositif de mesure est imputée à une 'transition' $Cer_{op}\rightarrow$ dans S_{carto} qui figure le changement intervenu dans le domaine-de-Réel-physique associé au cadre descriptif, *conséquence postulée* de l'opération d'examen.

$$Cer_{op}\rightarrow \in Arc(S_{carto}) \text{ avec}$$

$$s(Cer_{op}\rightarrow) = e_2 \text{ et } t(Cer_{op}\rightarrow) = e_3 \text{ et } e_2, e_3 \in Ob(S_{carto})$$

où e_2 est 'l'élément' qui étiquette le substrat de Réel physique, support du rôle épistémique d'entité qualifiée et e_3 est l'entité qui marque symboliquement la fin de l'interaction qui vaut 'examen' entre le moyen adopté pour accomplir l'opération d'examen et le substrat de Réel physique objet d'étude.

Nous conceptualisons l'action sur le dispositif de mesure inféré de ce changement postulé selon les mêmes conventions que celles adoptées pour une 'opération'. Les dimensions sémantiques associées au référentiel spatio-temporel et relativement auxquelles sont exprimées cette 'action', sont déduites de la conceptualisation qu'en réalise le dispositif de mesure sous le forme de 'traces'.

exemple : on déduit de la lecture d'un ampérage sur le cadran d'un ampèremètre *l'existence* d'un 'effet' sur cet ampèremètre du courant électrique, qui conceptualise le changement continu du support (le câble électrique) constaté entre le début et la fin de la mesure – de 'l'opération d'examen'.

Soit $Cl_{eff}\rightarrow$ la transition dans S_{loc} qui figure cette action du domaine-de-Réel-physique associé au cadre descriptif sur le dispositif de mesure.

$$Cl_{eff}\rightarrow \in Arc(S_{loc}) \text{ avec :}$$

– $s(Cl_{eff}\rightarrow) = (t_{i_{eff}}, l_{i_{eff}})$ et $t_{i_{eff}}, l_{i_{eff}} \in Ob(S_{loc})$

– $t(Cl_{eff}\rightarrow) = (t_{f_{eff}}, l_{f_{eff}})$, et $t_{f_{eff}}, l_{f_{eff}} \in Ob(S_{loc})$

où $(t_{i_{eff}}, l_{i_{eff}})$ et $(t_{f_{eff}}, l_{f_{eff}})$ indexent respectivement le début et la fin de l'action qui *informe* le moyen physico-conceptuel adopté pour qualifier.

Notons $\boldsymbol{Eff\uparrow}$ l'inférence constructive qui formalise le caractère de conséquence d'une 'opération d'examen' que l'on impute à une action du domaine-de-Réel-physique associé au cadre descriptif sur le dispositif de mesure.

$$Eff\uparrow : S_{carto} \longrightarrow S_{loc}$$
$$(Cer_{op}\rightarrow) \longmapsto (Cl_{eff}\rightarrow)$$

Conceptualiser un 'effet' comme une conséquence implique d'envisager qu'une même 'opération d'examen' puisse donner lieu à plusieurs 'effets'. La localisation spatio-temporelle de ces manifestations peut prendre une forme non connexe : les différentes actions associées sur un ou plusieurs dispositifs de mesure peuvent être localisées en des endroits et en des moments différents.

Il n'existe intrinsèquement aucune contrainte quant à la localisation spatio-temporelle convenue de la manifestation d'un '*effet'*, si ce n'est que cette manifestation débute au plus tôt au début de 'l'opération d'examen', ceci afin de conserver un principe de causalité intersubjective entre 'l'effet' et 'l'examen' qui est conceptualisé comme sa *cause*.

Quand la localisation spatio-temporelle de l'action qui *informe* le dispositif de mesure et la localisation spatio-temporelle de l'action qui 'examine' le Réel physique objet d'étude sont non connexes, cette séparation témoigne d'une conceptualisation du domaine d'existence de l'entité-à-décrire sous la forme d'une certaine étendue spatiale et/ou d'une certaine persistance temporelle.

'L'opération d'examen' est en effet supposée interagir avec l'entité-à-décrire en un certain endroit, à un certain moment. Les traces appréhendées comme 'l'effet' de cet examen sont conceptualisées comme le produit d'un ensemble d'interactions avec cette même entité, mais ces interactions peuvent être localisées en un autre endroit, à un autre moment.

Considérons trois exemples.

1) En soulevant une valise par sa poignée, - opération d'examen - on évalue simultanément son poids : la localisation spatio-temporelle de ce avec quoi on interagit pour 'examiner' (la poignée), et la localisation de la manifestation de 'l'effet' (la main qui tient la poignée) sont connexes.

2) On génère une particule puis, pour évaluer sa charge, on la soumet à un champ magnétique d'intensité choisie - *opération d'examen* - pour voir ensuite en quel point elle impacte un écran photosensible – *localisation de 'l'effet'* . Une telle description implique une conceptualisation préalable de ce qui est généré sous la forme d'un corpuscule persistant qui suit une certaine trajectoire.

3) On commence à appuyer avec une force constante sur le « frein » - endroit où s'exerce l'action 'd'examen' - d'un véhicule au moment où le véhicule franchit une certaine ligne - pour évaluer la distance de freinage de ce véhicule - *entité préalablement conceptualisée*, objet d'étude - et on évalue la distance de freinage en notant le repère devant lequel il s'immobilise. Le pare-chocs avant sert de référence. Une telle description implique une conceptualisation préalable de l'entité physique « véhicule », sous la forme d'une structure matérielle dotée d'un volume constant.

Pour rester à un niveau maximal de généralité, nous adoptons une convention minimaliste en introduisant pour seule contrainte le fait que le début de la manifestation d'un 'effet' doit être postérieur au début de 'l'opération d'examen' conceptualisé comme sa *cause*. Cette contrainte est destinée à préserver le principe de causalité en l'absence duquel le concept même de mesure perdrait tout sens.

Contrainte temporelle impliquée par le concept de causalité

Si $\exists Cer_{op}\rightarrow \in Arc(S_{carto})$ tel que

$OpExam\uparrow(Cl_{op}\rightarrow) = Cer_{op}\rightarrow$ et $Eff\uparrow(Cer_{op}\rightarrow) = Cl_{eff}\rightarrow$

alors, nous imposons : $t_{ieff} \geq t_{iop}$

où t_{iop} indexe s($Cl_{op}\rightarrow$) et t_{ieff} indexe s($Cl_{eff}\rightarrow$) dans S_{loc}.

Notons que l'expression « $OpExam\uparrow(Cl_{op}\rightarrow) = Cer_{op}\rightarrow$ et $Eff\uparrow(Cer_{op}\rightarrow) = Cl_{eff}\rightarrow$ » formalise une relation de *causalité intersubjective convenue, formalisée par le fait de poser* la 'Transition' $Cer_{op}\rightarrow$ comme image de $OpExam\uparrow$ et source de $Eff\uparrow$. Elle ne fait aucune référence au cadre spatio-temporel mais se construit autour de la cartographie relativisée du Réel physique construite intersubjectivement.

La contrainte temporelle introduite entre le début de 'l'examen' et le début de perception de son 'effet' est une *convention surajoutée* destinée à préserver la façon classique de raisonner qui permet l'intersubjectivité.

Synoptique

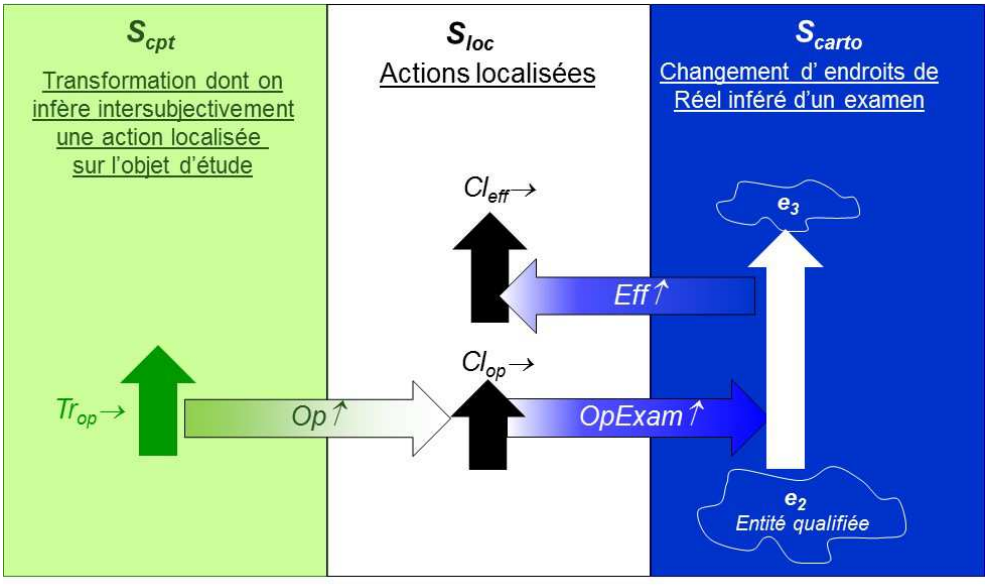

Figure 11 : *Effet*

Notons un paradoxe : à ce stade de notre progression, l'action exercée sur le dispositif n'est pas encore publique, car, pour cela il faudra la conceptualiser, et ceci ne peut être accompli que par le dispositif de mesure. Pourtant, seule cette conceptualisation donne corps au concept d'action et permet *à rebours* de l'exprimer dans un certain espace sémantique couplé au référentiel spatio-temporel, indépendamment de la manifestation qui l'implique intersubjectivement. C'est de la stabilisation de l'aiguille du voltmètre face à une certaine gradation que nous postulons la tension du courant électrique que l'on cherche à qualifier.

C'est la conceptualisation de la sensation de froid ou de chaud qui nous permet de déclarer qu'il fait froid ou chaud.

Cette séparation convenue entre un 'effet' et la 'trace' publique qui le manifeste pourrait paraître superfétatoire. Elle procure pourtant des avantages décisifs, conceptuels et pratiques. Elle met en évidence qu'une action ne peut être conceptualisée que relativement au modèle préalablement construit des moyens que nous mettons en œuvre, qu'il s'agisse du fonctionnement d'un voltmètre ou de la façon dont nous vivons notre corps, telle qu'elle s'est constituée à force d'expériences, depuis notre conception. Elle fait de 'l'effet' la classe d'équivalence de toutes les manifestations perçues que l'on estime porteuses d'une même information sur l'objet d'étude et qu'il est donc envisageable de transposer d'un espace de représentation dans un autre : on peut exprimer une température en degré Celsius ou Fahrenheit. Ces considérations nous conduisent à introduire le concept complémentaire de 'trace qualifiante'.

5) D5-sr : Trace qualifiante

Une interaction localisée conçue comme 'l'effet' d'un 'examen' qui *informe* sur l'objet d'étude est une construction conceptuelle intersubjective fondée sur la perception de 'traces' statistiquement stables, corrélées à de mêmes circonstance : les *mêmes* accomplissements de 'l'opération d'examen'. Irrésistiblement, cette conceptualisation spontanée nous fait appréhender cet 'effet' comme *la cause* de l'émergence d'une trace signifiante.

De telles traces émergent intersubjectivement du modèle préalablement construit du dispositif physique que l'on se donne pour qualifier. Et c'est ce modèle intériorisé qui détermine les aspects de ce dispositif que l'on sélectionne dans l'attente de manifestations de la classe d'interactions entre l'objet d'étude et ce dispositif. Selon ce modèle, la conceptualisation qu'on lui délègue, ces traces peuvent aussi bien prendre l'aspect d'une valeur affichée que l'on guette sur un écran, d'une courbe exprimée dans un référentiel spatio-temporel, d'une déformation mécanique du dispositif.

Seul *un certain sous ensemble* des valeurs d'aspect du moyen physico-conceptuel adopté pour mesurer sont donc appréhendées comme les manifestations d'un certain 'effet'. La forme, la couleur, d'un voltmètre nous indiffèrent, car seule la position de l'aiguille face à une certaine graduation est perçue comme une *information* sur le circuit électrique qualifié. La position de l'aiguille manifeste une certaine propriété du voltmètre *connectée* dans notre esprit au type d'interaction attendue entre ce dispositif et l'objet d'étude, appréhendé comme *cause* : la capacité à mesurer une tension électrique. Et les *FC* négligent ***a priori*** les aspects qu'ils estiment étrangers au type d'interaction qu'ils visent[70].

Ces constructions intériorisées font que le moyen disparaît du paysage psychique : les valeurs d'aspects du dispositif qui nous importent transmutent en qualification de la seule entité physique objet d'étude et avec laquelle il est réputé interagir. Ceci nous conduit irrésistiblement à absolutiser les qualifications ainsi réalisées. Notre esprit confère à ces qualifications, exprimées dans un espace de représentation créé de toute pièce, le statut de « propriétés » de l'objet d'étude.

---

[70] Cette conception de la trace qualifiante comme d'une donnée intersubjective, relative à une finalité active et au modèle du dispositif physico-conceptuel qui sert d'étalon, évoque la définition diaphorique *de signo* d'une « donnée », telle qu'enoncée par Floridi, L. (2005), *Semantic Conceptions of Information.* Standford Encyclopedia of Philosophy (http://plato.stanford.edu/entries/information-semantic/).

Nous voyons que cette pomme est rouge donc cette pomme est rouge et c'est pour cela que nous la voyons rouge. Ce voltmètre nous dit que la tension électrique est de 220 Volts, donc la tension du courant électrique est de 220 volts et c'est pour cela que nous mesurons cette tension à 220 volts.

Echappent donc à la conscience intersubjective :

- le mécanisme psychique spontané qui nous fait reconnaitre un certain support physique en tant qu'exemplaire d'une entité connue possédant des propriétés : le moyen physique que l'on se donne comme dispositif de mesure ;
- le *caractère construit de la valeur d'aspect* qui manifeste publiquement *l'information*[71] du dispositif par l'entité décrite au travers d'un 'effet', ici formalisé comme le produit d'un enchaînement d'inférences : 'examen', 'effet', 'conceptualisation de l'effet via une référence physique incarnant des lois, la *valeur de la trace* - .

L'attente de 'l'effet', intersubjectivement associé à une 'opération d'examen', tout à la fois :

- ***'génère-sélectionne' le moyen adopter pour mesurer dans S_{cpt} ;***
- ***confère à certaines des 'valeurs d'aspects' de ce moyen, le statut d'information sur 'l'entité physique' objet d'étude, en vertu des modèles préalablement construits qui norment les interactions entre ce moyen et son extériorité physique.***

Cette logique peut être symétrisée. On peut se donner comme entité-à-décrire le dispositif de mesure et adopter ce qu'il est conçu pour qualifier, comme moyen pour *le* qualifier.

Typiquement, dans le cas d'une opération de calibrage d'un dispositif de mesure, c'est la génération d'un phénomène *connu* dont on sait pour cette raison la valeur que sa qualification *doit* prendre *relativement* à ce dispositif, qui vaut 'examen' du dispositif à calibrer. Et c'est ce dernier qui est réglé si la valeur produite n'est pas conforme à 'l'anticipation'. L'entité décrite a transmuté dans le *FC* en un outil physico-conceptuel pour sonder le Réel. Et cela vaut aussi pour les mécanismes cognitifs humains où l'être humain, de sujet percevant et conceptualisant, source de toute légitimité, se dédouble en devenant *aussi* une entité-à-décrire.

Notons $Cl_{eff}\longrightarrow$ - *eff pour 'effet'* - la 'transition' dans S_{loc} qui formalise l'action localisée postulée exercée par le domaine-de-Réel-physique associé au cadre descriptif sur le moyen de mesure adopté, en conséquence d'une 'opération d'examen'.

$$Cl_{eff}\longrightarrow \in Arc(S_{loc}) \text{ avec :}$$

- $s(Cl_{eff}\longrightarrow) = (t_{i_{eff}}, l_{i_{eff}})$, et $t_{i_{eff}}, l_{i_{eff}} \in Ob(S_{loc})$
- $t(Cl_{eff}\longrightarrow) = (t_{f_{eff}}, l_{f_{eff}})$, et $t_{f_{eff}}, l_{f_{eff}} \in Ob(S_{loc})$

où $(t_{i_{eff}}, l_{d_{eff}})$ et $(t_{f_{eff}}, l_{f_{eff}})$ indexent respectivement le début et la fin de l'action localisée du domaine-de-Réel-physique sur le moyen physico-conceptuel mis en œuvre pour cartographier ce dernier.

---

71 Au sens étymologique *informare*, qui transforme et donc *change* ce qui est « informé de ».

Notons $V_{tr}\rightarrow$ -*V* pour *Valeur*, *tr* pour « trace » - la 'transition' dans S_{cpt} qui formalise la trace codifiée produite par le moyen physico-conceptuel adopté pour qualifier, et intersubjectivement appréhendée comme une qualification de l'entité objet d'étude.

$V_{tr}\rightarrow \in Arc(S_{cpt})$, avec

- $s(V_{tr}\rightarrow) = (Mm)_{qi}$ - état du moyen de mesure au début de la mesure -

$t(V_{tr}\rightarrow) = (Mm)_{qf}$ - état du moyen de mesure à la fin de la mesure –

où :

– $(M_m)_{qi}$ - M pour Moyen, m pour mesure, *qi* pour qualification initiale - symbolise la description initiale du moyen physico-conceptuel adopté, du point de vue retenu pour *qualifier* l'entité-à-décrire (on regarde la position de l'aiguille du voltmètre, pas sa couleur, avant de procéder à la capture de l'effet).

– $(M_m)_{qi}$ - *qf* pour qualification finale - symbolise la description du moyen physico-conceptuel adopté, du point de vue retenu pour *qualifier* l'entité-à-décrire, à l'issue de la capture de l'effet qualifiant.

Notons *TQ* $\uparrow$ 'l'inférence constructive' Trace Qualifiante' qui formalise le caractère de *conséquence* d'un 'effet' qualifiant l'objet d'étude que l'on confère intersubjectivement à une manifestation observable.

$$TQ\uparrow: \; S_{loc} \longrightarrow S_{cpt}$$
$$(Cl_{eff}\rightarrow) \longmapsto (V_{tr}\rightarrow)$$

où :

– $Cl_{eff}\rightarrow$ formalise l'action de l'objet d'étude sur le moyen de mesure, conceptualisé intersubjectivement comme la conséquence d'une opération d'examen ;

– $V_{tr}\rightarrow$ formalise la trace laissée sur le moyen physico-conceptuel adopté pour qualifier, qui manifeste intersubjectivement cette action.

Remarquons que la 'trace codée' produite par un examen peut prendre la forme d'une suite de marques discrètes ou la forme d'un certain segment d'une fonction continue. Mais seule la considération *conjointe* de ces différentes marques vaut 'trace' qualifiant l'entité-à-décrire.

Synoptique

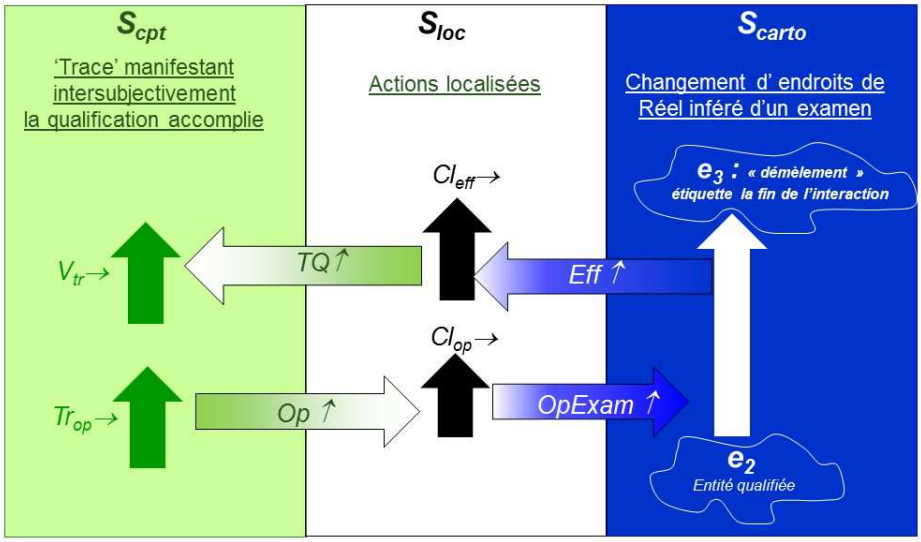

Figure 12 : *Trace qualifiante*

III.2.2 Inférences constructives composées

Il est *formellement* nécessaire de définir l'ensemble des *compositions* directement ou indirectement constructibles à partir des inférences ci-avant définies. Mais c'est dans la mesure où nous sommes capables de conférer une *sémantique* à ces compositions, relativement au but méthodologique poursuivi que nous pouvons avoir confiance en la robustesse de la construction entamée.

1) D6-sr : Générateur

Si l'on considère les inférences constructives dans l'ordre où elles ont été introduites, la première composition envisageable est celle d'une 'opération' *Op* ↑ avec une 'opération de génération' *OpGen* ↑.

(OpGen ↑*)∘(Op* ↑*) infère* d'une 'transition' dans S_{cpt} qui vaut intersubjectivement accomplissement d'une 'opération', une 'transition' dans S_{carto} qui figure la génération de l'entité à décrire.

Cette inférence composée formalise le rôle descriptionnel de 'générateur' de l'entité-à-qualifier que l'on confère intersubjectivement à une 'opération' conçue à partir de l'acquis dans le cadre descriptif considéré. Cette composition *gomme* la conceptualisation d'une action localisée du moyen adopté sur le domaine-de-Réel-physique objet d'étude.

Exemple : on appuie sur un interrupteur, donc on crée un courant électrique.

On crée ainsi explicitement la classe d'équivalence des 'opérations', qui, toutes, sont réputées constituer la répétition d'une *même* 'opération de génération'. Les 'actions' de ces

différentes opérations peuvent comporter des fluctuations. Considérer équivalentes ces différentes 'opérations' revient à juger ces fluctuations négligeables relativement à la conceptualisation de 'l'opération'. On explicite ainsi le niveau de *précision* requis relativement aux actions localisées dans le temps et dans l'espace.

Soit :

- $Tr_{op}\rightarrow \in Arc(S_{cpt})$ - la 'transition' dont on infère l'accomplissement d'une 'opération' ;
- $Cer_{op}\rightarrow \in Arc(S_{carto})$ - la 'transition' qui figure la génération d'un exemplaire de l'entité-à-décrire - ;
- $cl[Cl_{op}]_{D}$ - la classe d'équivalence des 'actions' localisées dans S_{loc} qui fonde le critère de « même » 'opération' sur le domaine-de-Réel-physique objet d'étude, où l'indice « *D* » exprime la relativité de cette définition au cadre descriptif considéré.

Notons $Gen\uparrow$ 'l'inférence constructive' qui formalise le rôle de 'générateur' d'une entité objet d'étude que l'on confère à une transformation conceptualisée de moyens connus.

$$Gen\uparrow : \; S_{cpt} \rightarrow S_{carto},$$
$$(Tr_{op}\rightarrow) \longmapsto (Cer_{op}\rightarrow)$$

$Gen\uparrow$ émerge comme la classe d'équivalence des inférences composées $(OpGen\uparrow \circ Op\uparrow)_i$ telles que :

$Op\uparrow(Tr_{op}\rightarrow) = Cl_{op}\rightarrow_i$ *et* $OpGen\uparrow(Cl_{op}\rightarrow_i) = Cer_{op}\rightarrow$ avec $Cl_{op}\rightarrow_i \in cl[Cl_{op}]_{D}$

La classe d'équivalence des inférences composées $OpGen\uparrow \circ Op\uparrow$ *d'où émerge un Générateur, formalise le passage d'un point de vue expérimental, constitué de multiples 'faits' mémorisés ou imaginés à un point de vue virtuel*[72]*, qui transmute ces 'faits' en un principe abstrait, en ce sens qu'il est indépendant de toute actualisation localisée dans le temps et dans l'espace.*

La définition formelle adoptée met en évidence l'indépendance de la trajectoire relativisée dans la cartographie relativisée du Réel physique vis-à-vis du rôle épistémique de 'générateur' ou 'd'examen'. Elle suggère formellement la possibilité de conférer différents rôles épistémiques à une *même* opération dans un cadre descriptif donné.

---

72 Granger, G.-G (1995). *Le probable, le possible et le virtuel*. Odile Jacob.

Synoptique

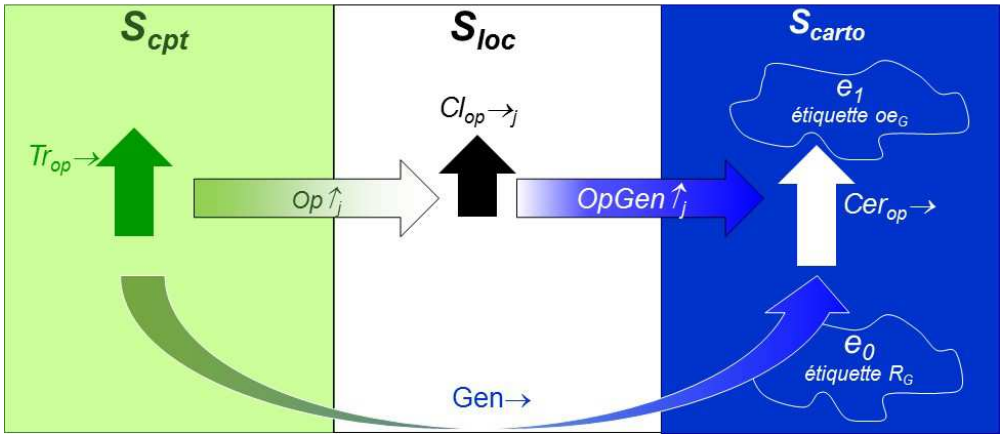

Figure 13 : *Le générateur*

2) D7-sr : Examen

De façon similaire, la composition d'une 'opération' $Op\rightarrow$ avec une 'opération d'examen', $OpExam\rightarrow$ nous conduit à définir une inférence 'Examen'. Ce qui a été dit pour le 'générateur' vaut aussi pour 'l'examen'. La seule différence est inhérente aux attentes que suggèrent les dénominations employées. Un 'générateur' appelle un 'examen' et un 'examen' appelle une valeur qualifiant ce sur quoi il porte.

Soit :

- $Tr_{op}\rightarrow \in Arc(S_{cpt})$ - la 'transition' dont on infère l'accomplissement d'une 'opération' ;
- $Cer_{op}\rightarrow \in Arc(S_{carto})$ - la 'transition' qui figure l'examen d'un exemplaire de l'entité-à-décrire - ;
- $cl[Cl_{op}]_D$ la classe d'équivalence des 'transitions' dans S_{loc} qui figurent de *mêmes* actions localisées dans le temps et dans l'espace et définit ainsi le critère de *même* 'opération' sur le domaine-de-Réel-physique associé au cadre descriptif.

Notons $Exam\uparrow$ 'l'inférence constructive' qui formalise le rôle 'd'examen' d'une entité objet d'étude que l'on confère d'une transformation préalablement conceptualisée de moyens connus.

$$Exam\uparrow : \ S_{cpt} \ \rightarrow \ S_{carto},$$
$$(Tr_{op}\rightarrow) \longmapsto \ (Cer_{op}\rightarrow)$$

Exam$\uparrow$ émerge comme la classe d'équivalence des inférences composées (*OpExam*$\uparrow \circ$ *Op*$\uparrow)_i$ telles que :

$Op\uparrow(Tr_{op}\rightarrow) = Cl_{op}\rightarrow_i$ *et* $OpExam\uparrow(Cl_{op}\rightarrow_i) = Cer_{op}\rightarrow$ avec $Cl_{op}\rightarrow_i \in cl[Cl_{op}]_D$

Synoptique

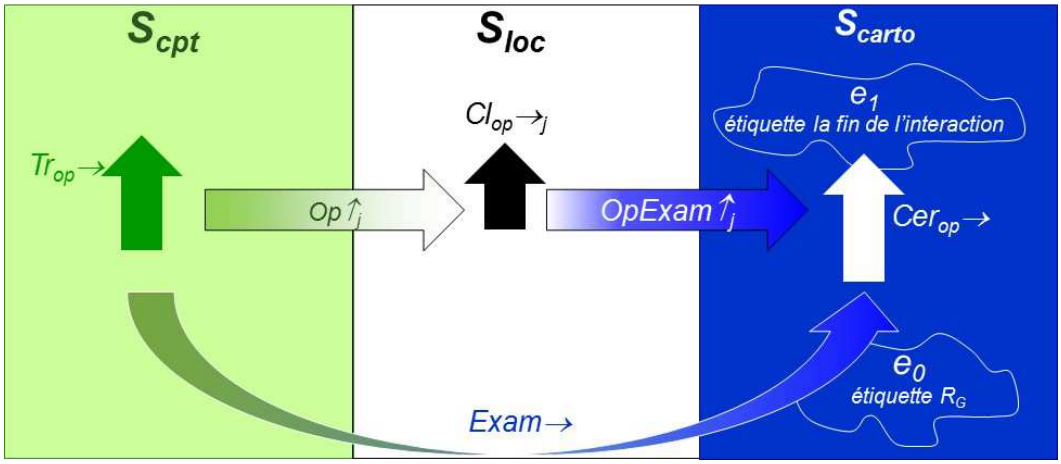

Figure 14 : *L'examen*

3) D8-sr : Résultat

La composition d'un 'effet' et de la 'trace qualifiante', appréhendée comme sa conséquence, introduit le concept de 'résultat'. Un 'résultat' formalise la relation rationnellement ou spontanément construite par le FC entre une 'trace' conceptualisée relativement au moyen physico-conceptuel que l'on se donne et une transformation-type du domaine-de-Réel-physique associé au cadre descriptif, postulée être sa cause[73]. Cette composition $TQ\uparrow \circ Eff\uparrow$ gomme l'expression localisée de l'action de l'objet d'étude sur le dispositif de mesure, que l'on postule inconsciemment du modèle intériorisé de ce dispositif. Cet effacement dont nous avons souligné les risques, reste ici toutefois strictement sous contrôle.

[73] Le concept de 'résultat' auquel nous aboutissons fait écho à l'acception qu'à G. Bateson du concept d'information, comme d'« une distinction qui fait une différence ». Bateson, G (1972), *Steps to an Ecology of Mind* ou encore d'une "différence qui produit une autre difference" dans Leleu-Merviel S. (2008). *Quelques révisions du concept d'information, (p 41),* dans F. Papy (Ed), Problématiques émergentes dans les sciences de l'information (pp.25-56). Londres/Paris: Hermès/Lavoisier

Cependant, cette composition gomme la localisation spatio-temporelle identificatrice de la capture d'un effet individualisé, à l'occasion d'un accomplissement de l'opération d'examen. Il est donc nécessaire de substituer cette indexation spatio-temporelle identificatrice d'une expérience *en particulier*, une valeur d'index qui distingue cet accomplissement de tous les autres. Car seul l'ensemble des valeurs statistiquement stables, qui *génère une* description peut être formellement appréhendé comme *la* qualification de l'entité-à-décrire relativement à la vue impliquée.

La composition $TQ\uparrow \circ Eff\uparrow$ peut toutefois être appréhendée comme le résultat d'une telle qualification dans deux cas de figure :

- lorsque la description est une *description-témoignage* : un seul accomplissement des opérations de génération et d'examen vaut description ;
- si les valeurs produites sont N-stables : c'est toujours la même 'trace' qui est produite, auquel cas un accomplissement donné est représentatif de l'ensemble.

La sémantique recherchée, qui est ici le *résultat de l'examen d'une entité physique*, nous pousse à généraliser. Nous sommes ainsi amenés à définir le concept de 'résultat' comme la mise en relation de l'*unique trajectoire* dans S_{carto}, qui vaut pour n'importe quel accomplissement de la *même* opération d'examen avec l'ensemble des 'traces' que ces répétitions sont réputées produire dans S_{cpt} et qui, conjointement considérées, valent qualification de l'entité objet d'étude. Les éventualités ci-avant envisagées apparaissent alors comme des cas particuliers de cette forme plus générale.

Notons :

- $Cer_{op}\rightarrow \in Arc(S_{carto})$ *l'unique* 'trajectoire' dans la cartographie relativisée du Réel physique réputée parcourue lors de *chaque* accomplissement de la *même* opération d'examen.
- $Vq = \{V_{tr}\rightarrow_1 , V_{tr}\rightarrow_2 , \ldots, V_{tr}\rightarrow_n\}$ avec $V_{tr}\rightarrow i \in Arc(S_{cpt})$ – $\boldsymbol{q}$ pour **q**ualification - l'ensemble des 'traces' statistiquement convergentes (voire N-stables) imputables aux répétitions d'une *unique* propriété de l'entité-à-décrire relativement aux modalités de son examen et considérées conjointement comme *la* qualification de l'entité objet d'étude.
- $Res\uparrow$ l'inférence constructive qui formalise la conceptualisation intersubjective de ces traces comme des *conséquences* de la répétition d'un *même* changement du domaine-de-Réel-physique associé au cadre descriptif, inféré de la répétition d'une *même* opération d'examen.

$$Res\uparrow : \quad S_{carto} \quad \rightarrow \quad S_{cpt},$$
$$(Cer_{op}\rightarrow) \quad \mapsto \quad V_q$$

Synoptique

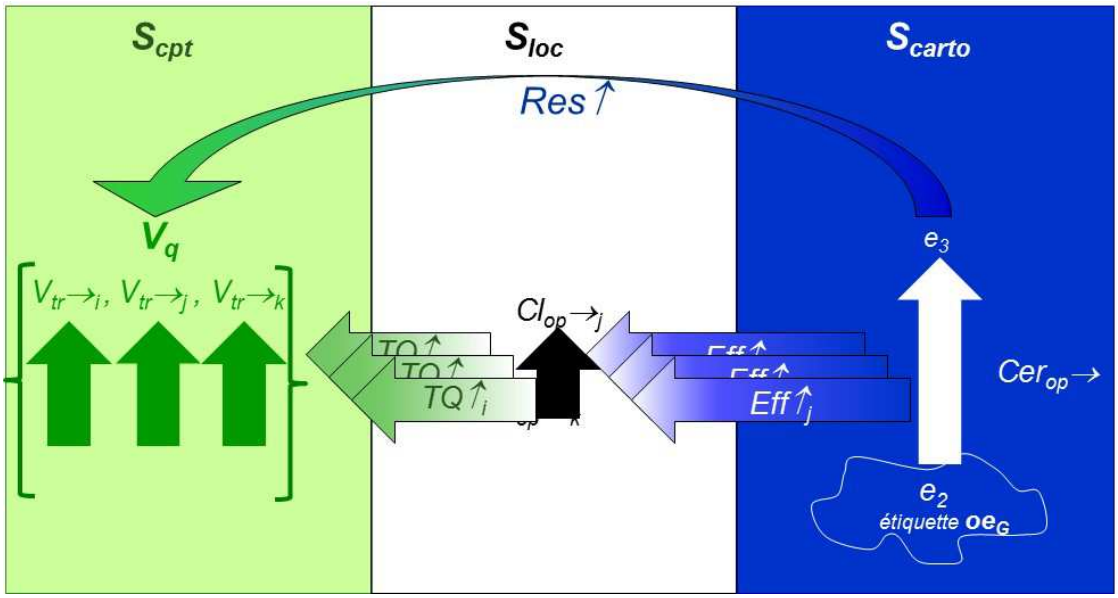

Figure 15 : *Le résultat d'un examen*

4) D9-sr : Relation Qualifiante ou qualification

La composition d'un 'résultat' et d'un 'examen' associe à la conceptualisation de l'opération d'examen, relative au modèle du dispositif que l'on se donne, l'ensemble des valeurs produites qui valent qualification d'une entité objet d'étude.

Cette association fait passer dans l'implicite toute référence au modèle préalablement construit du dispositif que l'on se donne pour opérer et capturer des traces, mais aussi toute référence à 'l'élément' dans S_{carto} qui figure l'entité physique ainsi qualifiée. Ce à quoi s'applique l'examen et d'où émerge les valeurs n'est plus figuré : l'espace de représentation S_{carto} est *gommé* par la composition.

Ce faisant, la définition d'une telle inférence composée équivaut à définir une relation d'équivalence entre les entités physiques, en nombre *a priori* non déterminé, qui sont identiquement qualifiées relativement à 'l'examen' considéré. Nous dénommerons en conséquence 'Relation Qualifiante' l'inférence composée qui engendre une telle classe.

Notons :

- $Tr_{op}\to \in Arc(S_{cpt})$ - la 'transition' dont on infère l'accomplissement d'une 'opération' ;
- $Vq = \{V_{tr}\to_1 , V_{tr}\to_2 , \ldots, V_{tr}\to_n\}$ avec $V_{tr}\to i \in Arc(S_{cpt})$ – ***q*** pour **q**ualification - l'ensemble des 'traces' statistiquement convergentes (voire N-stables) qui manifestent conjointement *une* caractéristique de l'entité-à-décrire relativement aux modalités d'examen.
- $RQ\uparrow$ l'inférence constructive qui formalise l'appréhension intersubjective de l'ensemble de ces traces comme *une conséquence* de la répétition de la *même* opération, conceptualisée relativement au modèle du dispositif considéré.

$$RQ\uparrow: \quad S_{cpt} \rightarrow S_{cpt},$$
$$(Tr_{op}\rightarrow) \mapsto V_q$$

La classe d'équivalence définie par une telle 'inférence' revêt classiquement la forme d'un prédicat : « ce qui est rouge », « ce qui est noir ». Mais rien dans cette forme classique ne vient *a priori* limiter l'application d'un prédicat à une entité quelconque ni préciser le *donné* relativement auquel on conceptualise. Inévitablement, cela débouche sur des paradoxes et des confusions. La 'relation qualifiante' s'impose comme un substitut méthodologique qui légitime une telle forme d'énoncé tout en éliminant *par construction* toute ambiguïté :

- les entités physiques doivent *exister* relativement à la 'vue', sans quoi un prédicat perd tout sens intersubjectif - par exemple, l'odeur de la musique (même si personnellement, cette analogie peut pointer vers une certaine sensation psychique individuelle) - ;
- les différents aspects qui sont éventuellement conjoints dans un prédicat doivent être compatibles.

Si l'on considère un ensemble *E* d'entités connues qui existent relativement à 'l'examen' considéré $Exam\rightarrow$, $RQ\rightarrow$ permet alors de partitionner *E* en sous-ensembles d'entités qui sont décrites par le même ensemble de valeurs d'aspect relativement à $Exam\rightarrow$. Chaque entité d'un sous ensemble donné de E / $RQ\rightarrow$ *(ensemble quotient)* peut être indifféremment considéré pour se donner un 'élément' de réel physique qui présente la propriété considérée.

La façon dont nous posons les V_q, critères de la définition de telles classes est révélatrice du degré de *précision*[74] de la qualification accomplie. Il n'est en effet possible de conceptualiser différentes « causes » - les différentes façons de générer et d'examiner - à différents 'effets' - les valeurs statistiquement stables-, que dans la mesure où on sait corréler les différences entre valeurs perçues à des variations dans les façons de générer et d'examiner l'entité-à-décrire - signifiées par des transitions $Tr_{op}\rightarrow$ dans *Scpt* .

Parvenir à construire une bijection entre la conceptualisation des 'opérations' et une valeur N-stable témoigne de l'atteinte d'une précision *optimale relativement aux buts* qui s'incarnent dans le 'référentiel épistémique' adopté. Faute de parvenir à une telle bijection, les variations dans les valeurs d'aspect constatées, si on estime intersubjectivement qu'elles convergent suffisamment pour différencier une entité objet du substrat de Réel physique, sont appréhendées comme autant de *variations dans les manifestations d'une seule et même propriété* d'une *seule et même* entité, que figurent d'uniques transitions $Cer_{op}\rightarrow$ dans S_{carto}.

---

[74] Au sens de K. Popper, (1935) (2002). *The Logic of Scientific Discovery, p96 -108*. Routledge Classics.

Synoptique

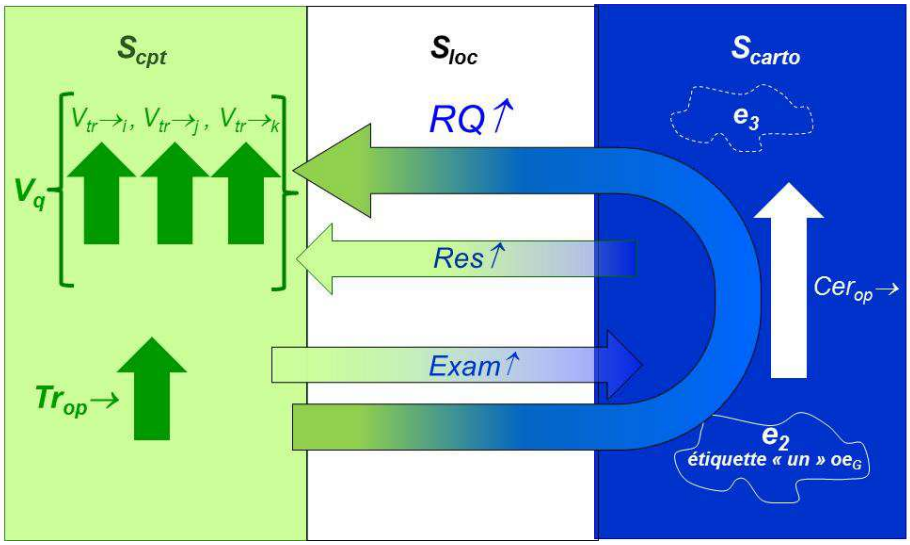

Figure 16 : *Relation Qualifiante*

III.2.3 Notation simplifiée.

Ce qui suit résulte du besoin de développer une notation de synthèse qui a émergé des développements qui suivent. Il s'agit de conventions notationnelles que nous demandons pour le moment d'admettre, mais dont l'utilité apparaîtra pleinement dans la suite.

1) Synthèse des définitions formelles SR relativement aux définitions MCR

Le but de SR est de capturer les concepts fondamentaux de MCR afin de développer des applications scientifiques et techniques outillées de la Méthode, à partir d'un noyau formel qui permette l'informatisation. Ce but nous a conduit à expliciter la façon dont on se donne des moyens *physico-conceptuels* intersubjectifs pour *opérer* et *qualifier*. Maintenant que les concepts SR fondamentaux sont posés, il est éclairant de les positionner relativement aux définitions MCR sur le fondement desquelles nous les avons conçus.

Concepts MCR	**Concepts SR**
G : générateur	*Gen→* **:** générateur
*[**G**,V]*[75] opération de génération, indissociablement associée à une opération de qualification dans l'enchaînement qui contribue à construire la description.	*(OpGen→$_i$)○(Op→$_i$)* : un accomplissement d'une opération localisée, appréhendée comme opération de génération.

[75]Conformément à la notation MCR les crochets « *[..]* » désignent un accomplissement ou une classe de mêmes accomplissements. *[G]* désigne ainsi l'accomplissement localisé dans le temps et dans l'espace d'une opération de génération alors que *G* désigne le concept de générateur, indépendamment de tout accomplissement.

Concepts MCR	**Concepts SR**
*[G,**V**]*: opération de qualification, indissociablement associée à une opération de génération dans l'enchaînement qui contribue à construire la description.	$(OpExam \rightarrow_i) \circ (Op \rightarrow_i)$: un accomplissement d'une opération localisée, appréhendée comme une opération d'examen. $(TQ \rightarrow_i) \circ (Eff \rightarrow_i)$: la capture d'une trace, appréhendée comme l'*effet* d'un examen de l'entité-à-décrire sur le dispositif de mesure adopté.
V : Vue Opération de qualification et grille de qualification associée, structure d'accueil conceptuelle des valeurs de traces. Ensemble des valeurs produites qui qualifie l'entité-à-décrire.	$Exam \rightarrow$: examen $Res \rightarrow$: résultat d'un examen $RQ \rightarrow$: une des qualifications d'entité physique que peut produire une opération d'examen. L'ensemble de ces concepts incluent explicitement la modélisation des dispositifs adoptés comme moyen d'action et comme structure d'accueil des effets qualifiants.
D : description Valeurs vers lesquelles convergent statistiquement un ensemble d'enchaînements *[G,V]* : sa 'classe génétique'. Inclut la référence explicite au référentiel épistémique *(G,V)* que l'on se donne *a priori*.	A ce stade, la génétique d'une description n'a pas encore été formalisée.

Figure 17 : *Mise en correspondance MCR - SR*

2) Notation simplifiée des concepts

Dans le tableau ci-après, j'introduis en colonne de gauche une notation synthétique pour désigner des concepts qui se projettent, via les 'inférences constructives' figurées par les flèches horizontales, dans les 3 sites épistémiques qui définissent l'espace de représentation SR.

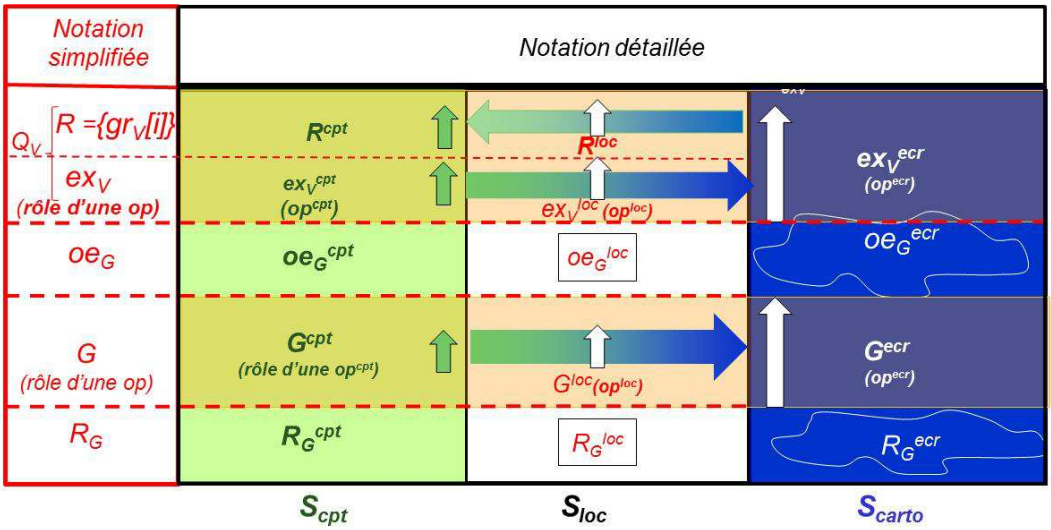

Figure 18 : *Notations SR*

Dans la colonne de gauche figurent les notations de synthèse des concepts formalisés en regard au travers de constructions développées dans les trois sous-sites du Réel intersubjectif.

Si « *x* » représente un tel concept, les composants de sa formalisation détaillée sont notés de la façon suivante :

– x^{cpt} - cpt : *concept* – expression du concept construite à partir de l'acquis : transformation - transition - ou concept d'entité - élément.

> ***Exemples*** **:** G^{cpt} désigne le concept d'opération qui joue le rôle de générateur, R_G^{cpt} désigne le concept d'élément de Réel sur lequel agit ce dernier. oe_G^{cpt} peut simplement consister à poser que l'entité-à-décrire *existe* comme produit de l'opération de génération

– x^{loc} - loc : localisation spatio-temporelle de l'action : une 'transition' - ou de l'entité : un 'élément' ;

> ***Exemples*** **:** G^{loc} désigne l'action localisée inférée d'un accomplissement d'une opération de génération, oe_G^{loc} désigne la localisation spatio-temporelle convenue ou l'entité-à-décrire, là où elle est posée *exister relativement à la vue.*

– x^{ecr} - ecr : 'élément' ou 'transition' *de la Cartographie Relativisée* du réel physique -, étiquette convenue d'un élément de réel physique ou d'un changement entre deux tels éléments.

> ***Exemples*** **:** G^{ecr} désigne la trajectoire abstraite qui figure le passage d'un 'élément' de Réel à un autre, inférée d'un accomplissement de l'opération de génération, oe_G^{ecr} désigne 'l'élément' qui pointe vers le substrat non connaissable en soi de Réel physique associé au concept d'entité-à-décrire.

Nous emploierons les notations suivantes de façon complémentaire :

– 'op' pour désigner une opération indépendamment des rôles de 'générateur' ou 'd'examen' qu'elle est susceptible de jouer selon le cadre descriptif considéré.

– $gr_V[x]$ pour désigner le codage, dans la grille de qualification associée au dispositif de mesure adopté, d'une 'valeur de trace' particulière ($V_{tr}\rightarrow$).

- R - Résultat - pour désigner l'ensemble des valeurs de traces qui, conjointement considérées, constituent une qualification.
- Q_v - Qualification relative à la vue V- pour désigner une relation qualifiante, y inclus sa genèse. L'utilisation de la notation 'Q_V' marque la distinction formelle introduite entre la conceptualisation intersubjective du cadre de l'action descriptive (conceptualisation de la façon d'examiner et de la structure d'accueil physico conceptuelle de recueil de la qualification, désignée par V) et l'accomplissement de cette action descriptive, qui aboutit à la qualification de l'entité décrite, symbolisée par Q.

Nous utiliserons cette notation simplifiée autant que possible par souci de simplification. Chaque fois que nous estimerons nécessaire de détailler les concepts ou de lever des ambiguïtés, nous utiliserons concurremment la notation détaillée.

3) Opérateurs sur la notation simplifiée

De façon complémentaire, nous définissons maintenant des opérateurs sur les termes simplifiés ci-avant introduits.

- $oe_{G_0} \overset{V}{\Leftrightarrow} oe_{G_1}$: entités équivalentes relativement à leur 'qualification' par une vue V :

Définition

$oe_{G_0} \overset{V}{\Leftrightarrow} oe_{G_1}$:

$\exists D_0/G_0.R_{G_0}, oe_{G_0}, V/, D_1/G_1.R_{G_1}, oe_{G_1}, V/,$ deux 'descriptions', $RQ\rightarrow \in Hom(S_{cpt}, S_{cpt})$,

tel que :

$(Res\rightarrow_0)°(Exam\rightarrow_0) = (Res\rightarrow_1)°(Exam\rightarrow_1) = RQ\rightarrow$.

- « . » - *agit sur* ou *transforme* : généralisation de la notation MCR « $G.R_G$ » : $op.oe_\alpha \leftrightarrow oe_\beta$,

Définition

L'interaction physique étiquetée par l'opération physique *op*, génère une nouvelle entité oe_β en agissant sur oe_α.

« ↔ » est le symbole MCR de la relation bijective entre une entité et son 'référentiel épistémique' dans une 'description' et *op* désigne une opération qui joue indifféremment le rôle de 'générateur' G ou 'd'examen' ex_V.

La projection de cette opération dans S_{cpt}, donne :

$\exists op^{ecr} \in Arc(S_{carto})$ tels que $s(op^{ecr}) = oe_\alpha^{ecr}$ et $t(op^{ecr}) = oe_\beta^{ecr}$.

Nous adoptons une notation simplifiée pour représenter un enchaînement d'opérations.

Soit op_1 et op_2 deux opérations, oe_α et oe_β deux entités physiques. Nous posons :

« $op_2.op_1.oe_\alpha \leftrightarrow oe_\lambda$» $\Leftrightarrow$ « $op_2.(op_1.oe_\alpha \leftrightarrow oe_\beta) \leftrightarrow oe_\lambda$».

Cette règle s'étend à la composition d'un nombre quelconque d'opérations. Nous notons « $\Pi_{i=0}^{n}\ op_i.oe_\alpha$ » l'enchaînement de $n+1$ opérations dont la première porte sur l'entité oe_α.

– $ex_V.oe_\alpha = gr_V[i]$: qualification d'une entité physique, codée dans la grille de qualification propre à une vue V.

Définition

$ex_V.oe_\alpha = gr_V[i]$:

$\exists\, oe_\alpha^{cpt}$ tel que $TQ \rightarrow (Eff \rightarrow (OpExam \rightarrow (Op \rightarrow (oe_\alpha^{cpt})))) = gr_V[i]$.

Pour signifier que 2 'éléments' e_1 et e_2 de S_{carto} sont postulés pointer vers le même substrat de Réel physique, nous posons :

$e_1 \equiv e_2$

Par extension :

– si 2 entités-à-décrire sont telles que $oe_{G_1}^{ecr} \equiv oe_{G_2}^{ecr}$, nous posons $oe_{G_1} \equiv oe_{G_2}$;

– si 2 'éléments' de Réel sur lesquels agissent des générateurs G_1 et G_2 sont tels que $R_{G_1}^{ecr} \equiv R_{G_2}^{ecr}$, nous posons $R_{G_1} \equiv R_{G_2}$.

III.3 Formalisation du concept MCR de description d'une entité physique

Le cadre descriptif constitué par la base formelle adoptée est épuisé. Toutes les compositions possibles ont été construites ci-avant. Le concept MCR de 'description' en est absent.

Pour peu que l'on fasse l'effort de rejeter *a priori* les pseudos évidences, si prégnantes, que génèrent en nous les synthèses spontanées que nous réalisons inconsciemment à partir de nos sens biologiques, trois coupures logiques font obstacles à la formalisation du concept MCR de description dans le cadre SR :

– la différence introduite dans la formalisation des opérations de génération et d'examen - une représentation pour toutes *les mêmes* opérations - et la formalisation de la qualification, - un *ensemble* de valeurs de traces - ;

– l'identification de ce qui est qualifié à ce qui est généré ;

– l'absence de précision quant aux façons dont il est légitime de se donner intersubjectivement R_G, élément de Réel physique où agit le générateur de l'entité-à-décrire.

a) La première coupure logique est relative au paradigme fondateur du concept de description, à savoir qu'une description naît de la répétition de *mêmes* opérations de génération et de qualification qui produisent des valeurs *N-stables ou statistiquement convergentes*. Pourquoi serait-il illégitime de formaliser des variations perçues dans les façons

de générer et de qualifier alors que d'autre part, les différentes valeurs produites, constitutives d'une description, doivent *toutes* être consignées ?

MCR a déjà établi cette nécessité incontournable dans le cadre de la construction de connaissance. Il me paraît toutefois utile de la reformuler sur le fondement des concepts introduits et d'élargir l'argumentation afin qu'elle soit aussi applicable à la conception et à l'évaluation d'artefacts physiques. Il faut *convenir* de la façon dont les définitions formelles introduites s'articulent relativement à la genèse d'une description qui implique ou non, selon le cas de figure, de multiples répétitions.

b) La seconde rupture logique porte sur la légitimité de conférer à une même entité simultanément le rôle *d'entité générée* et *d'entité qualifiée*. L'*existence* de l'entité-à-décrire est inférée de l'émergence effective d'une *description*. Cette entité est le repère convenu qui médiatise la *dépendance* de la 'vue' qui qualifie vis-à-vis du 'générateur' du support de qualification. Et pourtant, cette entité ne *préexiste pas* à la construction de la description qui la génère. Sur quel fondement est-il alors légitime de considérer, *a priori*, que ce qui est généré *est* ce qui est qualifié, lors de chaque enchaînement [G,V] ?

Nous ne pouvons déduire formellement cette prise de position de la construction accomplie. Il n'existe pas en effet, dans le cadre formel que nous avons établi, de composition 'd'inférences' qui nous permette de formaliser le principe d'identité entre « ce qui est généré » et « ce qui est qualifié ». La cible d'un 'générateur' *Gen*↑ est une 'transition' dans S_{carto} alors que la source d'un 'examen' *Exam*↑ est une 'transition ' dans S_{cpt}.

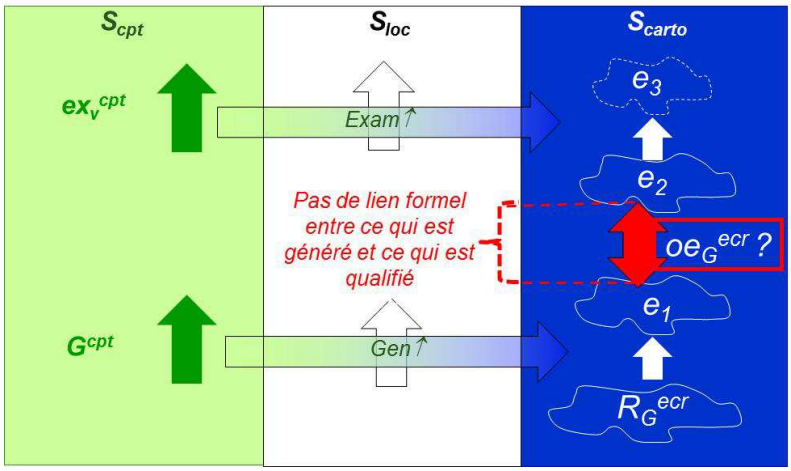

Figure 19 : *Entité générée - une « coupure » formelle*

Face à cette coupure logique, il faut *convenir* que là où l'opération d'examen interagit avec le domaine-de-Réel-physique associé au cadre descriptif, elle interagit avec le substrat physique de l'entité-à-décrire. Le tout est alors de définir les conditions qui légitiment une telle convention relativement au référentiel spatio-temporel que nous nous posons comme source de toute intersubjectivité.

c) La troisième coupure logique est relative à la légitimation de la façon dont on se *donne* intersubjectivement R_G, l'élément de Réel physique où est réputé agir le 'générateur' G. R_G n'est pas conceptualisé dans S_{cpt} ni localisé dans $S_{loc,}$. Il est simplement posé dans S_{carto} comme borne symbolique du domaine-de-Réel-physique associé à l'opération de génération, comme le point de départ de la trajectoire qui conduit à l'élément qui pointe vers le substrat physique de l'entité-à-décrire. Le *principe* MCR *de séparation* des cadres descriptifs ne permet pas de décrire R_G là où il est référencé.

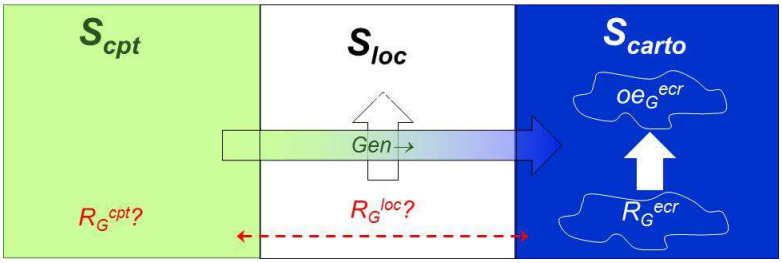

Figure 20 : *Se donner intersubjectivement* R_G

Pour dépasser cet obstacle, il faut s'interroger sur les moyens de caractériser la relation qui existe entre le concept d'entité-à-décrire dans un certain cadre descriptif et le concept d'élément de Réel physique préalablement conceptualisé sur lequel agit un 'générateur', dans un autre cadre descriptif.

C1-sr Généralité du concept d'opération et spécificité des valeurs qualifiantes

Le concept MCR de *même* opération suggère le raisonnement suivant. Chaque réalisation d'une opération est méthodologiquement exigée *la même* que toute les autres réalisations de cette opération. J'en déduis que les ***descriptions témoignages*** de ces différentes réalisations doivent être nécessairement *de même valeur* relativement à la grille de qualification adoptée. On sait pourtant bien qu'en augmentant le degré de précision d'une vue, on peut toujours parvenir à constater des variations d'un accomplissement relativement à un autre. Mais en fait, le référentiel relativement auquel on qualifie ces réalisations vient avec la conceptualisation de cette opération sous la forme d'un modèle qui est porteur du niveau d'exigence requis pour évaluer cette similitude. Tout référentiel plus précis que ce qui est requis par le modèle serait superfétatoire et les variations constatées dénuées de signification relativement à ce niveau d'exigence, alors que tout référentiel moins précis que ce qui est requis par le modèle ne serait pas suffisamment discriminant pour que l'on puisse poser que l'on a effectivement réalisé la *même* opération. La grille de qualification relativement à laquelle on juge qu'un accomplissement est celui d'une certaine opération trouve son origine dans le concept d'opération lui-même.

Pour cette raison, la formalisation d'un rôle dépendant du concept d'opération est, par construction, représentative de n'importe laquelle des réalisations particulières de cette opération qui sont intersubjectivement appréhendées comme la répétition de cette *même* opération. Si une réalisation donnée était perçue comme présentant une différence, alors cette réalisation serait exclue de la 'classe génétique' de la description, car seules ces réalisations-là font sens relativement à une description en cours de construction.

La stabilité des valeurs constatées tire, elle, son sens profond du *rapport qu'elle instaure* entre la conceptualisation d'une certaine 'trace' codée et la conceptualisation des opérations de génération et de qualification qui sont considérées comme sa cause. La grille de qualification adoptée pour coder trouve son origine dans *l'attente* de quelque chose qui permette de *distinguer intersubjectivement* du reste ce qui est généré et qualifié. Le rapport entre le degré de stabilité des valeurs et le niveau de conceptualisation relativement auquel des opérations sont jugées *les mêmes* révèle une *tension* entre ces deux pôles autours desquels se construit l'intersubjectivité. Que l'on puisse affirmer que les *mêmes* opérations produisent *toujours* la même valeur ou simplement des valeurs statistiquement convergentes est en effet révélateur du degré de connaissance d'un certain phénomène ou du niveau de précision dont on se satisfait face aux buts.

Ces considérations conduisent à conclure qu'il est formellement nécessaire d'identifier les valeurs individuellement produites, car elles conceptualisent autant de manifestations que l'on impute à une même *cause* : le *même* enchaînement d'une opération de génération et d'une opération d'examen. A partir du moment où ces manifestations sont suffisamment stables, nous les conceptualisons, conjointement considérées, comme *la* description de l'entité-à-décrire. La réduction du degré de dispersion statique des valeurs produites obtenue par raffinement des modèles de génération et d'examen relativement à une même vue, est alors révélatrice des progrès réalisés dans notre description de l'entité-à-décrire. Un optimum relatif au 'référentiel épistémique' est atteint quand nous parvenons à construire des description N-stables (toujours la même valeur).

***Convention C1-sr** : la modélisation, dans un cadre descriptif donné, des opérations qui jouent, a posteriori, les rôles descriptionnels de 'générateur' ou 'd'examen' est réputée valoir pour n'importe quel accomplissement de ces opérations qui entre dans la définition de la 'classe génétique' de la description en construction, alors que la formalisation d'un 'effet' et d'une 'trace qualifiante', est spécifique à chacun de ces accomplissements en particulier*.

C2-sr Convenir que ce qui est qualifié est ce qui généré

Principe

Une description d'entité physique émerge de la répétition de *mêmes* enchaînements d'opérations de génération et d'examen qui génèrent des valeurs de traces statistiquement convergentes : la formalisation du concept d'entité physique doit être conçue sur ce fondement.

On remarque alors que les 'transitions' dans S_{carto} inférées des opérations qui valent 'génération' et 'examen' s'inscrivent dans des intervalles ouverts, respectivement $]e_0, e_1[$ et $]e_2, e_3[$ (voir D2-sr, p87 et D1-sr, p83) où e_1 est 'l'élément' qui pointe vers le substrat de Réel physique intersubjectivement associé au concept d'entité générée et e_2 est 'l'élément' qui pointe vers le substrat de Réel physique intersubjectivement associé au concept d'entité qualifiée. Le principe d'identité entre ce qui est généré et ce qui est qualifié se traduit formellement dans S_{carto} par la nécessité de poser $e_1 \equiv e_2$.

Il faut alors déterminer les conditions qui légitiment *l'inférence* intersubjective d'une telle identité. Procédons méthodologiquement, par élimination, en faisant l'effort de n'utiliser que les définitions introduites.

Les 'transitions' dans S_{carto} sont *inférées* des opérations et de leurs effets localisés dans S_{loc}. Ces actions localisées sont conceptualisées relativement à des dimensions sémantiques qui viennent se greffer sur les cellules spatio-temporelles qui indexent soit l'élément de Réel physique sur lequel on postule que ces actions s'exercent, soit l'élément de Réel physique dont on postule qu'il exerce un 'effet' sur le dispositif de mesure qui produit une valeur. C'est donc à partir de ces constructions qu'il convient de répondre à la question soulevée.

La dimension sémantique de ces actions peut être d'emblée exclue. L'existence d'une entité n'est pas soumise dans MCR à une condition *a priori*, qui contraindrait l'une relativement à l'autre, la façon dont on se donne un 'générateur' et la façon dont on se donne

une ‘vue’. La seule condition exigée est la convergence statistique des valeurs produites, par *répétition* des *mêmes* enchaînement *[G,V]*.

Toutefois, pour que cette *mêmeté* soit intersubjectivement attestée, il est incontournable que les localisations spatio-temporelles de ce sur quoi on agit et de ce qui génère une valeur de trace, soient intersubjectivement corrélées de façon stable.

On remarque alors que si on élimine toute description biopsychique spontanée, les localisations spatiales de ce avec quoi interagit le dispositif adopté comme moyen sont fondamentalement relatives à la *modélisation* préalable de ce dispositif et à la conceptualisation de l’élément de Réel sur lequel il opère (R_G). Et il est tout à fait concevable, comme nous l’avons évoqué en (D4-sr, p91), que le dispositif de génération et le dispositif d’examen soient réputés opérer en des localisations spatiales différentes, tout en étant postulés interagir avec la *même entité.* Il n’est donc pas envisageable d’introduire un critère spatial de portée méthodologique, indépendant de la conceptualisation *a priori,* spécifique au cadre descriptif, du terrain de Réel physique sur lequel on opère.

Reste un dernier critère, le temps. Et celui-ci est à tout fait particulier en ce sens qu’il est *inféré* de *successions* de repères qui délimitent des rôles descriptionnels, non à la conceptualisation des événements spécifiques qui viennent s’inscrire dans ces structures méthodologiques pré-positionnées : début de l’opération de génération, fin de l’opération de génération, début de l’opération d’examen, etc.

S’il s’avère possible de poser un critère méthodologique de portée générale face au postulat qui pose que « ce qui est généré » est « ce qui est qualifié », ce ne peut donc être que relativement à l’instant t_1 qui marque la fin de l’opération de génération et l’instant t_2 qui marque le début de l’opération d’examen. Et de façon évidente, nous pouvons déjà poser que $t_1 \leq t_2$.

Reste alors à déterminer si nous pouvons, lors d’un accomplissement d’un enchaînement $[G,Q_v]$, introduire ou non une durée entre opération de génération et opération d’examen. A y regarder de plus près, 2 arguments s’y opposent, l’un d’ordre méthodologique, l’autre d’ordre logique.

D’un point de vue méthodologique, MCR ne positionne pas de rôle descriptionnel comme structure d’accueil de telle durée. Seuls existe des enchaînements *[G,V]* dans lesquels l’opération d’examen succède immédiatement à l’opération de génération. Bien sûr l’appréciation de tels enchaînements est relative au référentiel que l’on se donne dans le cadre descriptif : si l’on raisonne en année, c’est l’année qui constitue un ‘instant’, si l’on raisonne en milliseconde, c’est une milliseconde qui vaut un instant. Ce référentiel explicite nous préserve du risque d’absolutiser le concept de ‘durée’.

D’un point de vue logique, nous pouvons déjà remarquer la nécessité de borner de telles durées. Il suffit de goûter un produit périmé pour s’en convaincre. De façon plus construite, nous avons établi que la conceptualisation de toute interaction qui suppose une *durée,* est relative aux moyens physico-conceptuels que l’on se donne pour décrire. Il en découle logiquement que toute ‘inaction’ est aussi relative à ces moyens. Dire que « rien ne se passe » signifie simplement que ces moyens ne sont pas réputés interagir avec le domaine de Réel physique associé au cadre descriptif pendant une certaine durée, non que ce substrat demeure « figé » comme nous pousserait à le concevoir une approche absolutisante du Réel physique. L’inaction ainsi relativisée au même titre que l’action, devient d’un point de vue méthodologique le produit intersubjectif d’une certaine pré-conceptualisation du Réel physique que l’on se donne comme moyen de décrire ou élément de Réel sur lequel on opère,

non un principe ontologique de « non changement », pendant une durée déterminée[76], du domaine de Réel physique intersubjectivement associé au cadre descriptif.

Face au but de donner un infra-cadre méthodologique à l'affirmation que « ce qui est généré » *est* « ce qui est qualifié », ces considérations nous conduisent à poser comme seul critère de portée générale - mais non suffisant relativement aux spécificités de chaque cadre descriptif - :

$$\boldsymbol{e_1 \equiv e_2 \Rightarrow t_1 = t_2}$$

- où t_1 est l'instant qui indexe la fin de l'opération de génération et t_2 est l'instant qui indexe le début de l'opération d'examen de l'entité-à-décrire.

Dès lors, ce qui est conceptualisé comme une 'durée d'inaction', entre 'génération' et 'examen', doit être méthodologiquement intégré au choix, soit dans la définition du 'générateur', soit dans celle de 'l'examen'. L'entité générée oe_G émerge de cette convention dans S_{carto} comme une entité inférée de la classe d'équivalence des instants-repères qui indexent la séparation convenue entre 'opération de génération' et 'opération d'examen' lors de la répétition de *mêmes* continuums opératoires.

---

76 Ce concept d'absence d'action peut être rapprochée du concept de *secondary data* selon la *General Definition of Information.* Voir Floridi, L. (2005), *Semantic Conceptions of Information.* Standford Encyclopedia of Philosophy (http://plato.stanford.edu/entries/information-semantic/)

Convention C2-sr :

Dans une 'description' d'entité physique, la localisation temporelle d'une instance oe_G^{loc} de l'entité physique à décrire oe_G^{ecr}, lors d'un enchaînement $[G.R_G,Q_V]$ est indexée relativement au référentiel temporel dans S_{loc} par un *instant*, le fermé $[t_1]$ qui indexe à la fois :

- la fin de 'l'opération de génération' ;
- le début de 'l'opération d'examen' ;

Je formalise cette convention méthodologique sous la forme d'une implication.

Soit :

– $OpGen\uparrow$ - l'opération de génération d'une entité physique, telle que :

- $OpGen\uparrow(Cl_{OpGen}\rightarrow) = Cer_{OpGen}\rightarrow$ - *où* $Cl_{OpGen}\rightarrow \in Arc(S_{loc})$ est une action de génération localisée et $Cer_{OpGen}\rightarrow \in Arc(S_{carto})$ est un changement d'élément de Réel physique, inféré de cette action .

– $OpExam\uparrow$ -opération d'examen- telle que :

$OpExam\uparrow(Cl_{OpExam}\rightarrow) = Cer_{OpExam}\rightarrow$ - *où* $Cl_{OpExam}\rightarrow \in Arc(S_{loc})$ est une action d'examen localisée et $Cer_{OpGen}\rightarrow \in Arc(S_{carto})$ est un changement d'élément de Réel physique, inféré de cette action localisée qui produit un 'résultat'.

avec :

- $t(Cl_{OpGen}\rightarrow) = (t_{fGen}, l_{fGen})$ - localisation de la fin de l'opération de génération - ;
- $s(Cl_{OpExam}\rightarrow) = (t_{iExam}, l_{iExam})$ - localisation du début de l'opération d'examen .

Alors :

$$\boldsymbol{t(Cer_{OpGen}\rightarrow) = s(Cer_{OpExam}\rightarrow) \Rightarrow t_{fGen} = t_{iExam}}$$

- Si l'entité générée *est* intersubjectivement l'entité qualifiée, alors nécessairement, d'un point de vue méthodologique, l'index temporel de la fin de l'action de génération *est* l'index temporel du début de l'opération d'examen.

Synoptique

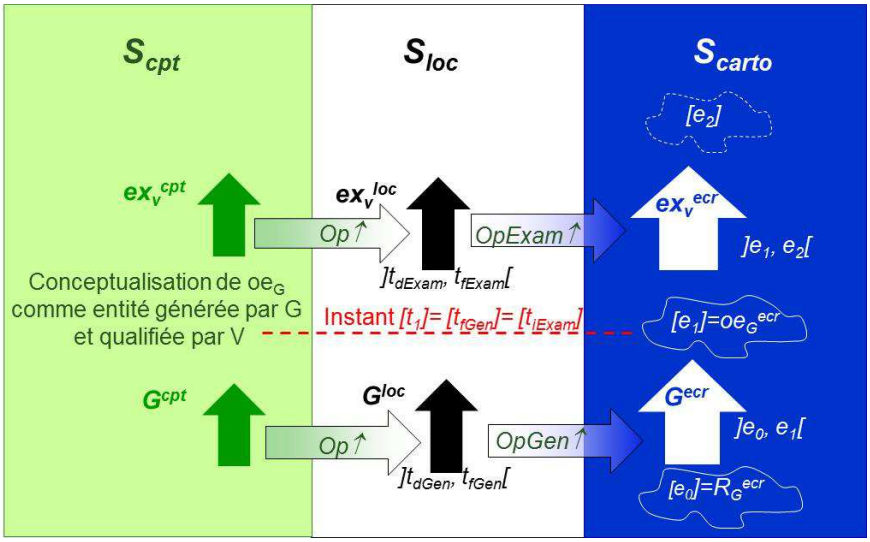

Figure 21 : oe_G - *entité à décrire*

Commentaires

Remarque 1

$[e_1]$ coupe, là où on en ***décide***, le continuum opératoire figuré dans S_{carto} par les ouverts *non séparables* $]e_0\ e_1[$ *et* $]e_1\ e_2[$: ils partagent en effet e_1 comme point frontière commun. Cette géométrisation confère une expression formelle au concept MCR de *mêmes* enchaînements $[G,Q_V]$.

Et décider d'un tel repère dans le processus qui conduit à la production d'une valeur, c'est désigner le support autour duquel vont se construire nos buts, nos hypothèses, nos connaissances. Car on distingue ainsi symboliquement dans ce continuum « ce qui génère » ce support de « ce qui produit une valeur » qui le qualifie. On introduit la possibilité de concevoir de multiples façons de qualifier pour une même façon de générer.

Là où la coupure est décidée dans ce continuum - et il faut prendre une décision -, là se tient le support conceptuel de toutes les qualifications qui transmutent dans l'esprit en valeurs de propriété de l'entité conçue, et lui confèrent dans les *FC* une dimension ontologique.

Remarque 2

Nulle part dans cette construction n'intervient de référence à une localisation spatiale de l'entité à décrire. Car cette localisation, et donc le « volume » d'une entité, est le produit d'une conceptualisation préalable, construite à force d'expériences.

Ce sont de multiples 'examens' d'une même entité, localisés différemment dans l'espace relativement au même référentiel spatio-temporel adopté, que vont pouvoir émerger dans S_{loc}, par mémorisation de ces positionnements et interpolation, une géométrisation spatiale du domaine d'existence d'une entité à décrire, sous la forme de limites, de formes et de volume. Il suffit, pour s'en donner une idée, de penser à un aveugle qui procède par tâtonnements pour construire une structure de son environnement qui lui permette d'agir.

Et soulignons que cette géométrisation du domaine spatial d'existence d'une entité à décrire n'est pas absolue, mais *relative à une vue* ou à un ensemble de vues, relativement auxquelles l'entité générée existe de la *même façon.* Et on comprend alors que cette construction géométrique va guider la conceptualisation des référentiels épistémiques de

nouvelles descriptions qui se donnent pour but d'accroître la connaissance d'une même entité-à-décrire.

Même si les modalités de cette géométrisation dans S_{loc} ne sont pas approfondies dans cette thèse, les fondements méthodologiques en sont clairement posés.

Ce faisant, la formalisation adoptée introduit une distinction tout à fait fondamentale entre, d'une part, la figuration psychologique d'une « entité », le sentiment d'unité, de l'existence d'un tout, qu'étiquette un 'élément' dans S_{carto}, et, d'autre part, la configuration spatiale dans S_{loc} que l'on en conçoit à force de descriptions relativement à une vue. On rend ainsi formellement possible qu'au terme d'un processus de conceptualisation qui implique de multiples descriptions, un tel « tout » - un unique 'élément', dans S_{carto} - puisse, être *inféré* d'une localisation spatiale dans S_{loc} qui prenne éventuellement la forme d'un ensemble d'« objets matériels » distincts, non connexes.

On peut entrevoir ici la puissance dont cette distinction est porteuse et qui apparaîtra pleinement dans la suite. Elle ouvre la voie à une définition formelle des concepts de « système » et de « complexité » qui demeurent jusqu'à présent purement qualitatifs ou spécifiques à des domaines particuliers.

C3-sr Se donner intersubjectivement R_G

Principe

Dans sa définition, le concept MCR de 'générateur' *G* inclut la mention explicite de « l'élément de Réel physique » R_G où *G* agit. Et d'évidence, on peut se donner R_G en montrant du doigt, en s'emparant d'un objet familier, en mettant en place un dispositif expérimental qui délimite un certain espace où agir, en reconstituant une certaine situation, en rassemblant les ressources qui vont entrer dans la composition d'un produit, etc. Mais, construire ensemble et sans ambiguïté, requiert de conférer une existence méthodologique explicite à R_G, qui soit garante de l'intersubjectivité de ce qu'il désigne. Or, pour ce faire, nous ne disposons que du seul concept MCR 'd'entité générée', immédiatement « consommée » par l'opération qui la qualifie. Ce constat constitue notre point de départ. C'est en le manipulant au travers des définitions formelles déjà introduites, que nous pouvons espérer donner une assise méthodologique à ce qui nous apparaît pourtant spontanément comme une évidence.

Dans les définitions précédentes, nous avons posé R_G^{ecr} comme un 'élément' de la Cartographie Relativisée du Réel qui pointe vers un certain substrat de Réel physique, mais sans nous interroger sur la façon dont ce substrat avait pu être conceptualisé au préalable et ses instances localisées dans l'espace et dans le temps. Ce sont pourtant là les seuls moyens d'assurer l'intersubjectivité.

Dépasser méthodologiquement cet obstacle formel implique :

- de faire explicitement référence à un autre cadre descriptif, dans lequel serait décrite une entité « correspondante » à ce R_G, disons $oe_{G_{base}}$;
- de se poser la question de la relation qu'il est possible de concevoir entre une instance de cette entité physique-là, générée et qualifiée dans une 'description' $D_{base}/G_{base}.R_{G_{base}}, oe_{G_{base}}, V_{base}/$, et une instance de ce R_G, dans une description $D/G.R_G$, oe_G, $V/$.

Réduire toutefois R_G au statut d'étiquette d'une entité générée qui n'existerait donc que comme le produit convenu, ponctuel, d'une opération de génération explicite, aboutirait, de proche en proche, à l'impossibilité de séparer dans le temps les enchaînements opératoires,

qui, depuis les 'descriptions primordiales', (voir ci-après) nous propulsent vers de plus hauts niveaux de conceptualisation.

Les descriptions « primordiales » : pour borner la régression à l'infini entrevue, envisageons tout d'abord une situation extrême de total dénuement conceptuel. En l'absence de toute conceptualisation préalable d'un point de départ où agir, il n'existe pas de description D_{base} à laquelle il soit possible de se référer pour se donner intersubjectivement une instance de ce qui est étiqueté R_G.

Il est toutefois possible de faire un pari : le pari qu'en interagissant avec le Réel physique - radicalement inconnu -, au travers du dispositif physique que l'on met en œuvre pour opérer, en un certain endroit et à un certain moment choisis « au hasard », alors on arrivera à converger en valeurs. La 'description' ainsi construite légitimera *a posteriori* cette façon de procéder. Seul un pari ainsi gagné, permet de concevoir, *a posteriori*, que l'on a opéré en un certain R_G, en ce sens que G a bien interagi avec une *même* chose et de la *même* façon. Et faute de toute autre possibilité, nous ne pouvons conceptualiser R_G que comme le *même* élément de Réel physique, radicalement inconnu, mais extérieur aux moyens physico-conceptuels que l'on donne intersubjectivement pour générer et qualifier, fussent ces moyens le corps propre. Reste qu'il est difficile de concevoir une construction intersubjective « au hasard ». C'est un peu comme jeter un filet pour attraper un poisson, sans même savoir si l'on est en mer ou en haut d'une montagne.

Un tel cas de figure semble plutôt relever des gestes du nouveau-né, qui agite les bras pour concevoir ses propres limites physiques au travers des sensations non conceptualisées qu'il éprouve, et qui structure ainsi mentalement, spontanément, un extérieur qui lui résiste au travers des régularités qu'il expérimente. Il faut postuler une certaine façon de vivre le monde pour concevoir, sur ce fondement, l'émergence d'une conscience intersubjective au travers de la construction d'embryons de modèles, produits d'échanges interindividuels, qui conduisent, de façon répétée et stable, à des coopérations réussies. Nous dénommerons '***descriptions primordiales'*** de telles descriptions. Mais l'objet n'est pas ici de développer ce sujet, seulement de poser le principe d'une *limite*, qui borne méthodologiquement une régression à l'infini. Elle nous autorise à considérer désormais que la construction intersubjective d'une 'description' nécessite un modèle préalablement construit, aussi vague, aussi minimaliste soit-il, de ce qu'étiquette R_G.

R_G comme entité générée : le concept de 'générateur' d'une entité physique ne fait sens que si l'opération qui en joue le rôle est immédiatement suivie d'une 'opération d'examen' et sous réserve que la répétition de ces enchaînements converge en valeurs. C'est à ces seules conditions qu'une entité physique $oe_G \leftrightarrow G.R_G$ *existe relativement* à V - sa seule façon d'exister -, et cela vaut donc *aussi* pour R_G puisque l'on doit postuler son *existence* physique.

Plaçons-nous tout d'abord dans le cas tout à fait singulier où il est méthodologiquement concevable de construire simultanément la description de $R_G \leftrightarrow oe_{G_{base}}$, $D_{base}/G_{base}.R_{G_{base}}$, $oe_{G_{base}}$, $V_{base}/$, et la description $D/G.R_G$, oe_G, $V/$. *Ceci revient à conférer simultanément, à une unique instance d'élément, les deux rôles épistémiques d'entité-à-décrire $oe_{G_{base}}$ dans un enchaînement $[G_{base}.R_{G_{base}}, Q_{V_{base}}]$ et « d'élément de Réel R_G » où agit le 'générateur', dans un enchaînement $[G.R_G, Q_V]$. Une telle posture requiert de mettre en compatibilité V_{base} et $[G.R_G, Q_V]$ sur un même support d'espace-temps.*

Une première possibilité consiste à conférer simultanément le rôle 'd'opération d'examen' de l'entité $oe_{G_{base}}$, et 'd'opération de génération' de l'entité oe_G à un unique accomplissement 'd'opération' dans les deux cadres descriptifs respectifs.

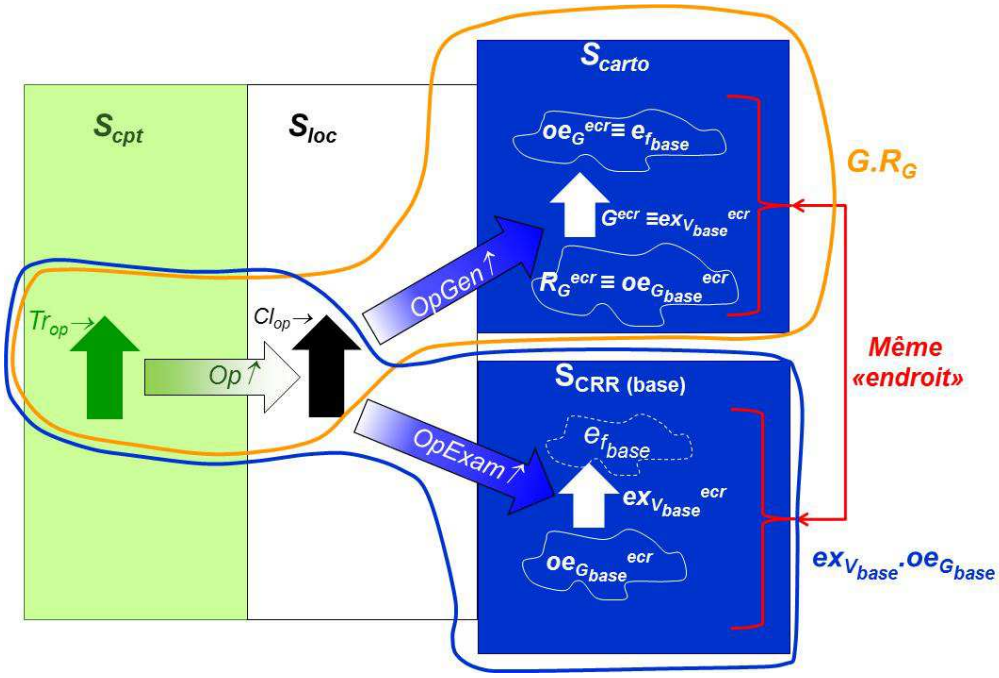

Figure 22 : *Superposition de deux cadres descriptifs*

Cette construction simultanée implique :

- qu'il ne puisse y avoir d'exécution intersubjectivement constatée de 'l'opération' qui joue le rôle 'd'opération de génération' de l'entité oe_G, sans qu'elle soit immédiatement précédée d'une exécution de 'l'opération' qui joue le rôle 'd'opération de génération' de l'entité $oe_{G_{base}}$;
- que tout accomplissement de 'l'opération' qui joue le rôle 'd'opération d'examen' de l'entité $oe_{G_{base}}$ soit simultanément interprétée comme 'l'opération de génération' de l'entité oe_G ;
- qu'il ne puisse y avoir construction de D sans construction simultanée de D_{base} - $D \Rightarrow D_{base}$,- car sinon, R_G demeurerait non conceptualisé, faute à $oe_{G_{base}}$ d'acquérir intersubjectivement le statut d'entité *existante* relativement à V_{base}.

Soulignons la portée de cette implication. Pour conclure à l'existence d'une description D, il est nécessaire de conclure à l'existence d'une description D_{base}. Or cette légitimation méthodologique intervient *a posteriori*, elle implique donc une double *anticipation*, lors de chaque reconstruction de la 'description' D :

- l'anticipation que D_{base} sera effectivement construite (ou reconstruite), et donc que $oe_{G_{base}}$ existe bien relativement à V_{base}. Cette anticipation repose soit sur une *expérience*, c'est-à-dire sur les constructions préalablement accomplies de D_{base}, soit sur des *inférences* ou des *déductions logiques* établies sur le fondement des théories communément admises.
- l'anticipation que si $oe_{G_{base}}$ existe relativement à V_{base}, alors, l'entité $oe_G \leftrightarrow G.\ R_G$ - où $R_G \equiv oe_{G_{base}}$ - existe *aussi* relativement à V.

Cette double anticipation met en exergue la *relativité* de la valeur d'une connaissance établie, la description de R_G, par rapport à une nouvelle construction dans laquelle on se la donne comme point de départ *acquis*.

Demeurée jusqu'à présent implicite, cette relativité est de portée tout à fait générale et vaut pour tout ce qui suit.

R_G comme entité dont la description est anticipée mais non accomplie : considérons maintenant le cas où 'l'opération d'examen' de $oe_{G_{base}}$ et 'l'opération de génération' de oe_G sont inférées de deux 'opérations' *différentes*. Alors ces opérations sont *incompatibles* en vertu du principe d'exclusion mutuelle d'espace-temps.

$ex_{V_{base}}{}^{ecr}$ et G^{ecr} transposent donc en deux 'éléments' de Réel physique différents, étiquetés respectivement oe_G et $oe_{f_{base}}$ - *f* pour « fin » - où $oe_{f_{base}}$ borne symboliquement le domaine de Réel physique postulé interagir avec les moyens physico-conceptuel adoptés pour qualifier, lors de l'opération d'examen.

Puisqu'il n'est plus possible de légitimer *a posteriori*, l'*a priori* que D_{base}, pourra effectivement être simultanément reconstruite, cette anticipation' ne peut être confirmée dans les faits. Elle revient alors à énoncer que, pourvu que l'on réalise correctement $G_{base}.R_{G_{base}}$, alors, *si on réalisait* $ex_{V_{base}}$ au lieu de l'enchaînement $[G.R_G, ex_V]$, on pourrait effectivement reconstruire la description D_{base}.

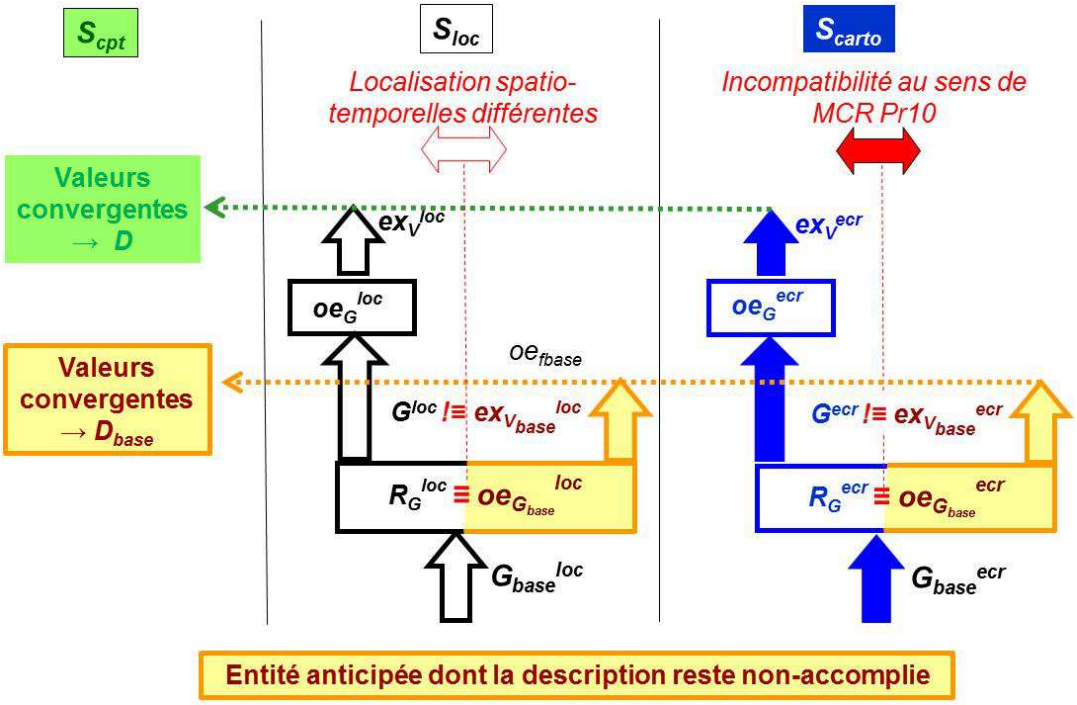

Figure 23 : *R_G comme produit d'une description anticipée, mais non accomplie*

Plus généralement, qu'il s'agisse d'éviter une régression à l'infini, car ce qui vaut pour R_G vaut aussi pour $R_{G_{base}}$, ou de prévenir l'incompatibilité des opérations de qualification à l'origine de la connaissance que nous avons constituée d'un certain substrat de Réel physique, il n'est généralement pas possible de reconstruire simultanément les descriptions qui valident la connaissance que l'on a du point de départ que l'on se donne, et la construction d'une nouvelle description.

Ceci admis, on peut aussi concevoir que ce que l'on étiquette R_G n'ait fait l'objet d'aucune *description* préalable, et que les *anticipations* réalisées de ce que pourraient être ses

descriptions, soient inférées de constructions théoriques, reposant sur des lois communément admises, qui leur confèrent intersubjectivement et rationnellement la force d'une évidence. Après tout, quand on conçoit le processus d'intégration d'un artefact physique en phase d'étude, chaque étape de cette intégration repose sur l'hypothèse d'un certain stade d'avancement dont on détermine les caractéristiques sans jamais l'avoir décrit, puisqu'il n'a jamais été préalablement réalisé. La construction méthodologique réalisée se doit de pouvoir rendre compte des pratiques les plus communes.

Nous sommes amenés à conclure que, sauf exception, l'élément de Réel physique qu'étiquette R_G, sert de support à tout un ensemble *d'anticipations intersubjectives de descriptions non accomplies,* mais qu'il ne peut être assimilé à *une* entité physiquement décrite, au sens de MCR. Il convient donc de lui conférer un statut méthodologique propre.

R_G comme classe d'équivalence d'entités physiques relativement à des qualifications anticipées : la possibilité désormais ouverte qu'un R_G n'ait jamais fait l'objet d'une description préalable nous permet d'apporter une solution méthodologique à la nécessaire *persistance* de R_G, dont nous avons identifié qu'elle posait problème face à (C2-sr). Car nous pouvons désormais satisfaire *méthodologiquement* l'intuition commune, à savoir, la possibilité d'insérer une durée entre le moment où l'on considère que les conditions d'une description sont réunies et le moment où l'on commence à faire.

Nous pouvons en effet adopter la posture suivante.

1) Les différentes durées qui séparent la mise à disposition de R_G d'un accomplissement de l'action descriptionnelle font que l'élément de Réel sur lequel opère G est bien chaque fois différent.

2) Toutefois, ces différents éléments sont postulés *équivalents* relativement à la description à construire, tant que l'on demeure dans certaines limites : on suppute typiquement qu'un produit donné présente, entre sa date de fabrication et sa date de péremption, des caractéristiques globalement stables, pourvu qu'il soit stocké dans certaines conditions. Et il nous est à tout moment possible de le vérifier.

C'est alors le cadre de la description à construire, $D/G.R_G, oe_G, V/$, porteur d'une certaine finalité, qui détermine les caractéristiques intersubjectivement signifiantes relativement auxquelles nous pouvons considérer que différentes entités réalisent des instances d'un *même* R_G.

Exemple :

« Pour tester la lessive x, prenez un linge blanc en coton taché avec de l'huile d'olive…. ».

Par rapport à la *connaissance maximale* que l'on peut avoir d'un linge et de l'huile au sein d'un 'groupe de consensus', on voit bien ici que seuls certains aspects sont jugés pertinents pour assurer la reproductibilité de l'expérience…. et aussi qu'au-delà d'un certain temps, si le linge n'a pas été nettoyé, la tache sera trop incrustée pour que la lessive puisse agir… ce qui reviendra à dire que ce linge taché ne constitue plus un R_G valable.

Formalisons maintenant, dans le cadre méthodologique élaboré, les caractéristiques que l'on attribue au R_G que l'on se donne, sous la forme d'un ensemble fini de 'relations qualifiantes' (D9-sr, p 103) $\{RQ\rightarrow_1, RQ\rightarrow_2, \ldots, RQ\rightarrow_i, \ldots, RQ\rightarrow_n\}$, dans lequel chacune de ces relations est relative à un certain sous-ensemble de vue-aspects compatibles, de l'ensemble des caractéristiques jugées pertinentes relativement à la description à construire.

Ce n'est donc pas *une* entité physique préalablement conceptualisée qui tient lieu de R_G, mais tout un ensemble d'entités physiques *postulées* équivalentes, relativement à un ensemble de points de vue. Il est alors méthodologiquement légitime de poser que la 'génération' de n'importe laquelle de ces entités vaut intersubjectivement *don* d'un *même* R_G à partir duquel il est possible de réaliser un enchaînement $[G.R_G, Q_V]$ constitutif de la 'classe génétique' de la description à construire.

Convention C3-sr

Soit $D/G.R_G, oe_G, V/$ la description d'une entité physique.

Soit $Q_{R_G}=\{RQ\rightarrow_1, RQ\rightarrow_2, \ldots, RQ\rightarrow_i, \ldots, RQ\rightarrow_n\}$ - Q_{R_G} : Qualifications attendues des entités valant R_G - l'ensemble des 'relations qualifiantes' qui formalise les qualifications attendues, mais non accomplies, du substrat de Réel physique vers lequel pointe R_G, relativement à la description à construire.

Nous définissons R_G comme la classe d'équivalence des entités physiques en nombre *a priori* non déterminés $\{oe_{G_1}, oe_{G_2}, \ldots, oe_{G_i}, \ldots, oe_{G_n}\}$.

Telles que :

$oe_{G_x} \in R_G$ si et seulement si, $\forall RQ\rightarrow_i, \in Q_{R_G}$ on *anticipe* que :

$\exists(Res\rightarrow, Exam\rightarrow)$ avec $Exam\rightarrow(Tr_{op}\rightarrow) = Cer_{op}\rightarrow$ *et* $s(Cer_{op}\rightarrow) = oe_{G_x}^{ecr}$ - entité postulée valant R_G -

tel que :

$$(Res\rightarrow)\circ(Exam\rightarrow) = RQ\rightarrow_i$$

- Quelle que soit la relation qualifiante considérée, l'examen associé, quand il est appliqué à l'entité oe_{G_x}, produit un 'résultat' conforme à l'attente exprimée par cette 'relation qualifiante'.

Remarque : le concept 'd'anticipation', ici utilisé dans son acception commune, sera pleinement intégré dans la construction méthodologique à l'issue du chapitre suivant.

R_G comme conjonction d'entités physiques non connexes relativement au référentiel spatio-temporel.

Nous avons évoqué en (II., p273) le cas de figure où on se donne R_G sous la forme d'une conjonction d'entités matérielles non connexes relativement à leurs localisations spatio-temporelles, tel que, par exemple, dans le cas du processus d'intégration d'un artefact comme une voiture ou un avion.

Dans un tel cas de figure, quand on considère globalement ces différents éléments, le concept de tout, figuré par *un* 'élément' R_G^{ecr} dans S_{carto}, transcende les spécificités des localisations spatio-temporelles. Mais la description D_{base}, d'un tel 'tout', comme prémisse de la description à construire -« l'assemblage de la voiture ou de l'avion » -, ne ferait alors que sélectionner et décrire les différents constituants, selon l'articulation spatio-temporelle définie

par *G – « la vis ici, à ce moment-là, l'écrou là, à ce moment-ci »*. Elle se bornerait à énumérer des descriptions séparément construites.

Par souci de simplification, afin d'éviter d'imposer une telle méta-description sans valeur ajoutée discernable, nous admettons dans ce cas de figure de poser R_G implicitement sous la forme d'une conjonction d'entités physiques en laissant le soin à *G* de préciser où, quand et comment ces entités interviennent dans la génération de l'entité-à-décrire visée. R_G n'apparaît donc pas en tant que tel dans S_{carto}, seulement les entités qu'il méta-décrit.

Dans un tel cas de figure, l'ensemble fini des relations d'équivalences constitutives de la définition de *même* R_G, prend la forme d'une conjonction de sous-ensembles de telles relations, relatifs chacun à une entité-constituante de l'ensemble des entités physiques définissant R_G - *acceptabilité de la vis, acceptabilité de l'écrou, etc.* .

Une telle simplification repose toutefois une hypothèse forte : la compatibilité des processus de génération de ces différentes entités physiques, telle que *G* localise ces opérations dans le temps et dans l'espace, - autrement dit, l'absence d'effets de bord entre ces différents processus de génération relativement à la 'vue' qui les qualifie individuellement et à la conceptualisation de l'opération de génération du tout qu'elles constituent. S'il semble aller de soi que la fabrication d'une vis, et sa mise en place dans une chaîne d'assemblage, n'a que peu d'influence sur l'écrou, il n'en est pas de même de composants électroniques qui, au cours de leur fabrication, seraient exposés à la poussière dégagée par la découpe d'un boîtier, l'ensemble étant destiné à constituer un calculateur embarqué.

La simplification adoptée conduit à des aménagements dans la formalisation de l'action de 'génération' dans S_{loc} et de la 'transition' inférée dans S_{carto}. Nous en admettons, par exception les formes suivantes :

$Cl_{op}\rightarrow \in Hom(S_{LOC}{}^{p},S_{LOC})$ - action localisée de génération de l'entité – avec :

– $s(Cl_{op}\rightarrow) = (e_0{}^{loc}, e_1{}^{loc}, ..., e_p{}^{loc})$ - p-uplet correspondant aux différentes instances d'entités localisées, dont la conjonction est constitutive de $R_G{}^{loc}$ (non représenté).

– $t(Cl_{op}\rightarrow) = oe_G{}^{loc}$ – localisation spatio-temporelle de l'entité générée ;

$OpGen\,\hat{I}(\ Cl_{op}\rightarrow) = Cer_{op}\rightarrow i$ - transition inférée dans la cartographie relativisée du Réel physique, avec $Cer_{op}\rightarrow \in Hom(S_{carto}{}^{p},S_{carto})$, telle que :

- $s(Cer_{op}\rightarrow) = (e_0{}^{ecr}, e_1{}^{ecr}, ..., e_p{}^{ecr})$ - p-uplet étiquetant dans S_{carto} les différentes 'éléments' à partir desquelles l'entité est générée - ;
- $t(Cer_{op}\rightarrow) = oe_G{}^{ecr}$ - 'élément' associé à l'entité générée.
-

Commentaires

Dès lors que l'on confère à une réplique de R_G une certaine persistance temporelle, l'ensemble des instances d'entités physiques anticipées équivalentes ne peut être défini *en extension* - c'est-à-dire en énumérant « toutes » les entités équivalentes, « une par instant ».

Cela va de soi dès que l'on se souvient que, par convention, toute réplique d'entité-à-décrire n'a qu'une existence ponctuelle - un instant - relativement au référentiel temporel que l'on se donne.

De façon tout à fait commune, on recourt à des lois pour prendre en compte les évolutions présumées de ce que l'on a généré *relativement aux aspects qui importent*, que ce soit sous forme de trajectoires ou de lois de vieillissement, ou encore pour affirmer que « rien ne change ».

Exemple :

Si on considère un objet classique tel qu'une table, à l'issue de sa fabrication, on peut imaginer la déplacer vers un autre élément avant d'en faire l'objet de différentes expériences (sélection comme R_G), pour mesurer par exemple la densité (une 'vue') du plateau ($\underline{oe}_G$) et procéder à une analyse de sa surface (autre 'vue').

La table est *la même*, car ni ce déplacement, ni la durée intervenue entre la fin de la fabrication et sa sélection comme élément de Réel physique, point de départ de différentes expériences, ne modifient les relations topologiques entre les différentes qualifications qui nous la font connaître en tant que *la même* table (l'emplacement relatif des pieds par rapport au plateau, la couleur, …) du point de vue des expériences que l'on conduit. L'entité que l'on teste est donc bien *la même* que l'entité que l'on connaît, *relativement* à la vue au travers de laquelle on qualifie.

Mais, quand on ne dispose pas d'une entité accessible à nos sens biologiques dont les valeurs d'aspect sous-tendent l'identification, telle que par exemple un « électron », seule la référence à une succession de 'descriptions' réalisées en des localisations spatio-temporelles différentes permet de définir formellement un équivalent, sous la forme d'une trajectoire hypothétique dans le référentiel spatio-temporel, par interpolation. Il est alors possible de parier sur la référence que l'on se donne ainsi pour sélectionner au travers d'une localisation spatio-temporelle, l'élément de Réel physique, objet d'une expérience.

On sent intuitivement que plus une nouvelle expérience innove dans la façon de qualifier, plus le paradigme sous-jacent est novateur relativement à la façon dont on se donne un point de départ *connu*, et plus fragile est cette référence.

S'il s'avère impossible, sauf à violer le principe MCR de séparation des cadres descriptifs, de remettre en cause ce caractère *donné* du point de départ, il est cependant nécessaire, face au but que l'on s'est fixé, de souligner le doute intrinsèque à la mise en situation de connaissances acquises dans une nouvelle construction.

L'affirmation de principe de ce doute donne une place conceptuelle au mécanisme de va-et-vient entre des connaissances dépendantes, en particulier dans les projets radicalement novateurs. Le donné sur lequel s'établit une hypothèse se construit concurremment avec cette même hypothèse qui le prend pour appui, dans un autre cadre descriptif, jusqu'à ce que le réseau des constructions dépendantes converge de façon satisfaisante pour constituer un tout cohérent.

Là s'opère un renversement de perspective, puisque c'est la réussite de ces constructions qui consacre, *a posteriori*, la portée, la généralité et somme toute l'intérêt d'une connaissance préalablement construite sur laquelle on s'appuie. Mais, pour formaliser ce point de départ, il faut rendre explicite le caractère *anticipateur*, attaché à la sélection d'une entité connue comme R_G. Inversement, un échec génère une dissonance et le sentiment d'une connaissance incomplète du Réel physique que l'on se donne comme point de départ, tel qu'on le conceptualise.

D10-sr Référentiel épistémique, classe génétique et description d'une entité physique

Introduction

Maintenant que nous avons formalisé les concepts d'entité-à-décrire et 'd'élément' de Réel physique où agit un générateur, nous pouvons introduire dans le cadre SR les concepts MCR de 'référentiel épistémique', de 'classe génétique' et de 'description d'entité physique', génétiquement liés.

Dans le cadre SR, le concept de 'référentiel épistémique' émerge comme le fait d'attribuer *a posteriori* à des 'opérations' préalablement conceptualisées, le rôle 'd'opération de génération' et 'd'opération d'examen' parce qu'une description a pu être effectivement construite par répétition d'enchaînements qui sont intersubjectivement appréhendés comme autant de répliques de ces mêmes 'opérations'.

Les dépendances génétiques de ces trois concepts méthodologiques clé, 'référentiel épistémique', 'classe génétique', 'description relativisée', peuvent être avantageusement formalisées sous la forme d'une chaîne d'implications. Ainsi ne donne-t-on pas l'illusion d'un ordre dans les façons de faire, mais indique-t-on sans ambiguïté les dépendances incontournables entre les niveaux de maturités de ces trois concepts, dans une construction d'ensemble, itérative et tâtonnante. On ne peut intersubjectivement reconnaître que ce que l'on a conceptualisé, et on ne peut synthétiser l'expérience acquise qu'au travers de la façon dont on la décrit.

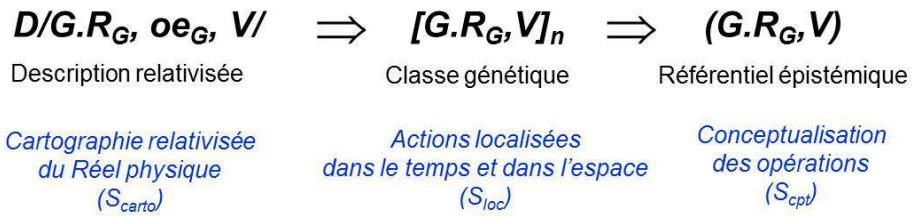

Figure 24 : *Référentiel épistémique, classe génétique et description relativisée : genèse*[77]

Les dépendances génétiques méthodologiquement identifiées entre les concepts de 'référentiel épistémique', de 'classe génétique' et de 'description relativisée d'une entité physique' me conduisent à les formaliser dans une même définition.

Définition

Soit :

[77] La relation d'implication doit ici être au sens mathématique, A $\Rightarrow$ B : (non A) ou B. Les crochets « $[....]_n$ » indiquent n accomplissements d'un même enchaînement d'opération (cf note 75, p 82)

– deux opérations *(Opt $\uparrow_G$, Opt $\uparrow_{ex_v}$)* intersubjectivement conceptualisées, candidates aux rôles respectifs de 'générateur' et 'd'examen' d'une entité-physique-à-décrire ;

– la conceptualisation d'une structure d'accueil des qualifications réalisées: $(M_m)_{qi}$ (voir D5-sr, p95D5-sr) - où $(M_m)_{qi}$ est la situation de référence du dispositif adopté pour qualifier l'entité-à-décrire .

Alors :

– le 'référentiel épistémique' d'une description relativisée d'une entité physique prend la forme :

$$(Op \uparrow_G , Op \uparrow_{ex_v}, M_m)$$

- où *Mm* désigne le modèle moyen physico-conceptuel adopté pour produire une valeur qualifiante .

– la 'classe génétique' associée :

$$cl[Op \uparrow_G, Op \uparrow_{ex_v}, V_{tr} \rightarrow]_n$$

- où *n* est ici le nombre fini, mais non *a priori* déterminé de répétitions des mêmes enchaînements réalisés pour construire la description - ;

– et la description générée :

$$D/G.R_G,oe_G,Q_v/$$

- voir notation simplifiée, (III.2.3, p105) - ;

tout ceci, si et seulement si il existe un ensemble de *n* enchaînements :

$\{[Op \uparrow_{G,} Op \uparrow_{ex_v}, TQ \uparrow]_1, [Op \uparrow_{G,} Opt \uparrow_{ex_v}, TQ \uparrow]_2, \ldots, \{[Op \uparrow_{G,} Op \uparrow_{ex_v}, TQ \uparrow]_n\}$ (voir 1) D6-sr et D9-sr) avec n, nombre fini mais *a priori* non déterminé, de répétitions du *même* enchaînement.

tel que, $\forall x$, *avec* $0 < x \leq n$:

– $\exists!$ *OpGen* $\uparrow$ tel que, $\forall x$, $Gen \rightarrow = OpGen \rightarrow o\ [Opt \rightarrow_G]_x$ - la *même* opération de génération est intersubjectivement réalisée lors de chaque enchaînement (D2-sr et 1) D6-sr*)* - *;*

– $\exists!$ *OpExam* $\uparrow$ tel que, $\forall x$, $Exam \uparrow = OpExam \uparrow o\ [Opt \uparrow_{ex_v}]_x$ – la *même* opération d'examen est intersubjectivement réalisée lors de chaque enchaînement (D1-sr, p83) -;

– $\exists!$ $RQ \uparrow$ tel que $RQ \uparrow = Res \uparrow o\ Exam \uparrow$ avec $Res \uparrow = (V_q)_n$ avec $(V_q)_n = \{V_{tr} \rightarrow_1 , V_{tr} \rightarrow_2 , \ldots, V_{tr} \rightarrow_n\}$.

- On s'accorde sur la convergence en valeurs des effets intersubjectivement attribués à la même opération d'examen .

<u>D11-sr Description dégénérée d'une entité physique</u>

Introduction

La définition MCR d'une description dégénérée[78] conceptualise un cas tout à fait particulier sur le plan méthodologique et extrêmement commun sur le plan du vécu. Celui où

[78] Mugur-Schächter M. (2006). *Sur le tissage des connaissances, Définition D14.3.1, commentaires*, Paris. Hermès Science - Lavoisier.

une instance d'entité-à-décrire, localisée dans le temps et dans l'espace, est spontanément *reconnue*, à partir de la perception d'une certaine configuration de 'valeurs d'aspects'.

Les interactions physiques qui génèrent des 'effets' connus, imposent dans le *FC* l'idée de l'entité comme étant là, à ce moment-là, car la reconstruction mentale qu'il opère en focalisant son attention, intentionnellement ou spontanément, en un certain endroit et pendant un certain temps, correspond à des patterns d'interactions préalablement intériorisés.

Exemple

Si nous laissons voguer notre regard sur l'horizon, nous percevons tout un ensemble de sensations visuelles. Mais ce n'est que si nous focalisons notre attention, qu'un « arbre » apparaît et se détache comme entité, du fond dont il était jusque-là absent en tant qu'entité individualisée.

Nous pouvons formaliser l'émergence du concept d'instance d'une entité connue comme le produit d'une inférence constructive, réalisée à partir d'interactions physiques que l'attention délimite dans le temps et dans l'espace, et qui nous la font intersubjectivement reconnaître au travers de valeurs d'aspects à partir d'une certaine situation initiale d'où elle est relativement absente. L'idée que cette entité est « déjà là » s'impose intersubjectivement dès lors que notre conceptualisation de la situation ne fait jouer qu'un rôle passif aux moyens physico-conceptuels que nous mettons en œuvre pour « détourer » cette entité du Réel.

Exemple

Le seul fait de focaliser son attention sur un endroit à un moment, ou de débuter un enregistrement au travers d'un équipement dédié, ne fait intersubjectivement que délimiter dans le temps et dans l'espace des interactions physiques qui, toutes, sont appréhendées comme des 'effets' du domaine de Réel sur lequel on se focalise sur les moyens mis en œuvre (un certain dispositif ou des récepteurs biopsychiques).

Le 'rôle d'opération de génération' est alors attribuable au seul fait de 'rendre disponible pour interaction' pendant un certain temps et en un certain endroit les moyens que l'on met en œuvre. Mais c'est là aussi ce qui provoque l'interaction qui sans cela, n'existerait relativement à aucun cadre et il serait donc impossible de lui conférer un rôle.

Nous formalisons ce processus de reconnaissance dans S_{loc} comme une 'transition' ayant pour 'source' la localisation spatio-temporelle associée au début des opérations physico-conceptuelles de reconnaissance, et pour cible la localisation spatio-temporelle de l'entité générée et qualifiée qui émerge de ce processus.

D'un point de vue méthodologique, même si cette émergence prend la forme d'une constatation : « il y a un arbre, il y a ceci ou cela », cette entité-à-décrire conceptuellement différenciée du substrat, ne préexiste relativement à *aucune 'vue'* avant que sa *reconnaissance* ne soit effective.

Définition

Une description dégénérée d'entité physique est une description dans laquelle :

$\exists!\ Op\uparrow :\ S_{cpt} \mapsto S_{loc}$, tel que :

$$OpGen\uparrow(Op \rightarrow (Tr_{op} \rightarrow)) = OpExam\uparrow(Op\uparrow(Tr_{op} \rightarrow)) = Cer \rightarrow_{op}$$

- une unique opération joue simultanément les rôles respectifs 'd'opération de génération' et 'd'opération d'examen' de l'entité décrite -

La description dégénéré sera notée :

$$D/G.(Q_V).R_G,\ oe_G,\ Q_V/$$

Synoptique

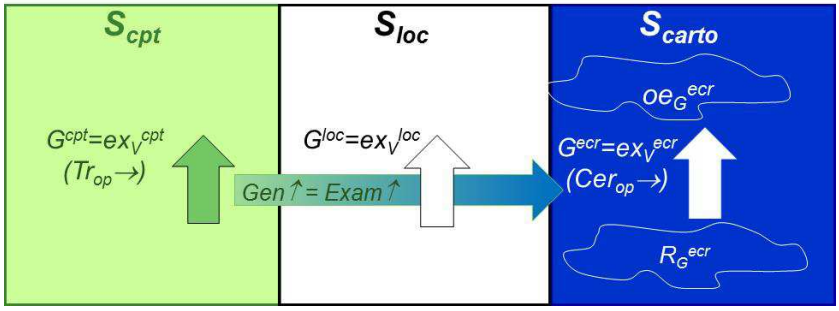

Figure 25 : *Description dégénérée*

Chapitre IV

L'anticipation et les concepts liés

La convention (C2-sr, p112) introduit, au cœur même de la formalisation d'une 'description' le principe d'une 'anticipation' et la question de l'évaluation d'une telle 'anticipation' relativement à ce qui peut être ensuite physiquement décrit.

La formalisation du concept 'd'anticipation' devient dès lors incontournable, puisque ce dernier se retrouve inscrit au cœur d'une convention, qui paradoxalement, est justifiée par la nécessité de rendre compte non de ce qui *sera*, mais de ce qui intersubjectivement « est » ou « a été ». La logique même de la construction formelle entreprise aboutit à mettre en lumière un engagement intersubjectif *a priori*, impliqué par toute description.

Mais au-delà du processus psychophysique de construction d'une description, la prééminence de 'l'anticipation' est évidente dans toutes les démarches qui impliquent la construction intersubjective d'hypothèses, l'énoncé de prévisions, l'élaboration de projets. Dans le domaine industriel par exemple, on spécifie ce que l'on attend et on conçoit la solution - on conceptualise la façon de générer un support physique qui réponde à ces attentes - avant de passer à la 'réalisation' et aux tests de conformité du réalisé relativement à l'attendu.

Les considérations relatives aux entités dites « artificielles » ou « naturelles » (voir I.5.3, p 34)) confèrent au concept 'd'anticipation' une portée tout à fait générale. Elles nous conduisent, dans cette perspective élargie, à distinguer schématiquement trois statuts psychologiques possibles pour une 'anticipation' *:*

- celui d'une *extrapolation*, qui consiste à considérer que ce qui a été constaté va se reproduire dans des constances similaires ;
- celui d'une *hypothèse : inférence* de descriptions non encore accomplies à partir de constructions théoriques enracinées dans les connaissances acquises ;
- celui d'un *projet* : manifestation d'un souhait de changer une situation, de créer du nouveau.

Voyons maintenant comment, d'un point de vue méthodologique, insérer ce concept et ses dépendances dans la construction en cours.

Tout d'abord, une 'anticipation' n'est pas la description d'une entité physique mais la description d'une entité *psychique,* et qui néanmoins, doit être intersubjective. Il faut donc, avant toute autre considération, définir le concept de description intersubjective d'une entité psychique.

Ceci entendu, une 'anticipation' intersubjective ne peut se concevoir que si elle est fondée sur une 'finalité' partagée. Cette 'finalité' consensuelle détermine le regard porté sur l'acquis intersubjectif à la recherche de points d'appuis pour concevoir quelque chose de nouveau, prévoir ou formuler une hypothèse. Il faut donc aussi préciser les limites de ce partage, de cette communauté, définir le groupe de consensus relativement auquel ces mots, « acquis », « intersubjectif » ou « consensuel », font sens.

Ensuite, une ‘anticipation’ appelle la *description* physique de ce qui va se passer lorsque les conditions définies dans ‘l’anticipation’ seront réunies, suivie de la mise en rapport de ce qui a été anticipé avec ce qui est physiquement décrit (accompli), selon des modalités propres aux trois points de vue envisagés ci-avant. Il faut donc introduire un concept ‘d’évaluation’ qui formalise cette mise en rapport intersubjective d’une ‘anticipation’ avec une description accomplie.

Les dépendances conceptuelles identifiées dans ces considérations suggèrent un ordre dans l’introduction des définitions :

- description d’une entité psychique ;
- finalité ;
- groupe de consensus ;
- anticipation ;
- réalisation ;
- évaluation.

D12-sr Description d’une entité psychique

Les différents concepts qui viennent d’être évoqués ne sont pas des descriptions d’entités physiques. Il ne s’agit pas de générer une entité physique sur un certain support d’espace-temps pour la qualifier ensuite relativement à telle ou telle vue-aspect. Ces concepts n’en constituent pas moins des *entités décrites* dans la mesure où, *pratiquement,* elles doivent être construites et qualifiées intersubjectivement relativement à différents aspects, pour transmuter en des principes régulateurs et coordinateurs des comportements individuels. Il suffit pour s’en convaincre d’évoquer la conception d’un avion, depuis l’avant-projet jusqu’au dossier de fabrication, qui n’est pas un avion physique, mais l’idée de ce qui est impliqué par le projet de le *décrire*, c'est-à-dire de fabriquer une entité physique, de telle façon qu’elle soit conforme aux différentes valeurs d’aspects qui nous font la vouloir en tant « qu’avion ».

Les ‘référentiels épistémiques’ de ces entités présentent la particularité de ne pointer vers aucune *interaction* entre une référence physique - le corps, un appareil de mesure et un domaine de Réel physique inféré des localisations spatio-temporelles de ces interactions. On n’attrape pas une ‘finalité’ pour la mettre sur une table, on ne la mesure pas avec une règle. Pourtant, les expressions communes rendent compte de processus psychiques analogues : on met « carte sur table » et on « négocie », on « arbitre ». La pratique suggère donc que l’on peut valablement décrire intersubjectivement de telles entités psychiques en l’absence de tout référentiel spatio-temporel objectivant.

Dès lors, même si MCR a *d’abord* été conçue pour traiter du Réel physique, le paradigme fondamental sur lequel repose la Méthode - à savoir la nécessité de *se donner* une entité pour la *qualifier* de façon stable relativement à une certaine grille de valeurs d’aspects - me paraît de portée suffisamment générale pour qu’il puisse être étendu *aux descriptions d’entités psychiques,* et ce, d’autant plus que cette extension a été explicitement prévue par l’auteur.

Modalités d’extension du concept MCR de description d’une entité physique à la description d’une entité psychique : je conçois le générateur G_ψ d’une entité psychique comme un opérateur psychique qui agit à l’intérieur du *Fonctionnement Conscience,* sur ce que nous dénommerons un ‘élément’ de réel psychique accessible R_{G_ψ}, avec $R_{G_\psi} \subset FC$.

J'appréhende $R_{G\psi}$ comme un ensemble de traces mémorisées dans le *FC* au moment où agit G_{ψ} et à partir desquelles il peut construire.

Cet opérateur génère une certaine entité psychique $oe_{G\psi}$, qui est saisie par la conscience réflexive pour être qualifiée. Quelle est la manière d'exister de cette entité qui, dans le psychisme du concepteur, fait sa spécificité en la séparant ainsi du reste de son univers intérieur ? On considère ici que cette manière d'existence est définie par la finalité qui motive le concepteur, sans qu'elle soit nécessairement connue par ce concepteur-même, bien qu'il la porte dans son esprit.

La vue V_{ψ} qui qualifie $oe_{G\psi}$ est un opérateur psychique, qui lui confère la forme d'une construction conceptuelle exprimable au travers d'un langage. V_{ψ} est une vue-aspect psychique qui introduit comme grille de qualification l'acquis intersubjectif intériorisé en chaque individu du groupe de consensus.

Considérons maintenant la question suivante. Selon *MCR*, le concept de description implique une condition de stabilité[79]. Cette condition peut-elle être remplie dans le cas d'une description d'entité psychique $D_{\psi}/G_{\psi}.R_{G\psi}, oe_{G\psi}, V_{\psi}/$? Je considère que la réponse est positive et que la stabilité exigée se réalise *couramment*. En effet je sais par expérience que je peux ressusciter en moi-même certaines sensations déjà éprouvées, les contempler de l'intérieur, et les conceptualiser sous une forme exprimable jusqu'à ce qu'un accord stable se forme en moi-même entre ce que je ressens et l'expression communicable que je lui confère. La rédaction de ce texte et les tâtonnements laborieux qui y ont abouti en témoignent ! Je postule que je constitue un échantillon « normal » d'humanité, et sur cette base j'affirme que cette expérience qui est répétable par moi-même l'est également par d'autres individus.

Cependant, le référentiel épistémique d'une description d'entité psychique ne peut être intersubjectivement exprimé puisqu'il consiste en opérateurs qui, eux-mêmes, échappent à la conscience réflexive. Pourtant, le quotidien nous enseigne que l'on est manifestement capable de susciter de telles constructions dans l'esprit d'autrui, puisque l'on est capable de discuter de 'finalités' et de converger dans la construction d'un 'projet'.

Je fais donc l'hypothèse que la communication des seules valeurs d'aspect qui qualifient cette entité psychique, et ce, quel que soit le media physique de cette communication, est susceptible de provoquer la génération et la qualification - en chacun des *FC* des membres du groupe de consensus - de cette même entité psychique. Autrement dit, je confère à toute description d'entité psychique le statut MCR d'une 'description dégénérée psychique' de référentiel épistémique $(G_{\psi}(V_{\psi}).\ R_{G\psi}, V_{\psi})$.

L'expression en termes communicables d'une entité perçue dans mon univers intérieur, est certes forcément généralisante face à l'irréductible singularité du fait psychique individuel que je saisis, comme d'ailleurs l'est aussi l'expression communicable de la perception par mes sens biologiques d'une entité extraite de l'Univers extérieur. Mais c'est un *fait* que l'expression communicable d'une entité psychique intérieure, peut induire en d'autres *FC*, des perceptions intérieures coalescentes : c'est là le miracle de la communication. J'estime que les régulations interindividuelles rendues possibles par l'échange d'expressions ainsi construites attestent que je peux valablement supposer que c'est le *même* référentiel épistémique psychique qui opère dans chaque *FC*.

---

[79] Mugur-Schächter M. (2006). *Sur le tissage des connaissances,* π12, π13, Paris. Hermès Science - Lavoisier.

Il existe de plus une analogie remarquable entre la description $D_{\psi}/G_{\psi}(V_{\psi}).R_{G\psi}, oe_{G\psi}, V_{\psi}/$ de l'entité psychique $oe_{G\psi}$, excavée d'un réel psychique individuel, et d'autre part le concept *MCR* fondamental de *description transférée*[80].

- Une 'description transférée primordiale', désigne des manifestations publiquement observables, produites par des interactions entre, d'une part un fragment extrait du Réel physique inconnu, encore a-conceptuel, et, d'autre part, des moyens physico-conceptuels préalablement conceptualisés. Les manifestations publiquement observables produites par ces interactions sur un « enregistreur » public, sont le germe de constatations consensuelles, de nouvelles connaissances, socialement disponibles.
- Une description d'une entité psychique $D_{\psi}/G_{\psi}(V_{\psi}).R_{G\psi}, oe_{G\psi}, V_{\psi}/$ désigne, elle, la conceptualisation communicable d'une entité psychique $oe_{G\psi}$ extraite par un Fonctionnement-Conscience de son propre réel intérieur individuel, via une opération de génération subjective G_{ψ} voulue. Cette entité psychique, soumise à l'*attention* via un « appareil » psychique subjectif, la conscience réflexive, conduit, via l'enregistreur public dénommé « acquis conceptuel intersubjectif », à une expression perceptible publiquement. Le codage de cet enregistrement dans une forme ou une autre de langage est apte à induire chez d'autres, la possibilité de reconstruire l'entité psychique subjective dont il s'agit. Ainsi se constitue une description communicable de ce qui est au départ enraciné dans un Réel psychique individuel, et qui, via du langage, peut s'enregistrer ensuite dans d'autres réels psychiques individuels, devenant ainsi intersubjective.

Si je m'attache maintenant à définir un infra-cadre formel capable de servir de structure d'accueil conceptuelle aux descriptions d'entités psychiques, il est manifeste que celui adopté pour les descriptions d'entités physiques, ne convient pas. Il est en effet rigoureusement impossible de conceptualiser les opérateurs psychiques qui agissent mais dont les ressorts échappent à la propre conscience de celui qui les accomplit. Il n'existe donc pas non plus de référentiel relativement auquel on puisse intersubjectivement localiser les interactions entre la conscience réflexive et le réel psychique sur lequel elle opère, car il faudrait pour cela pouvoir les séparer de façon convenue au sein du *FC*, et, pour cela, avoir préalablement géométrisé intersubjectivement ce qu'est la *conscience* de façon tout à fait générale.

Je fais donc le choix d'affirmer, d'un point de vue méthodologique, l'existence de principe d'une forme canonique $D_{\psi}/G_{\psi}(V_{\psi}).R_{G\psi}, oe_{G\psi}, V_{\psi}/$ de telles constructions, réalisées dans le 'Réel psychique individuel', indépendamment de toute localisation spatio-temporelle qui leur conférerait un domaine d'existence physique. Je me dote ainsi d'un outil méthodologique pour structurer les définitions ci-après introduites et mettre en évidence les relations de dépendances qui les lient.

D13-sr Finalité

Soit R_{Gf} - f : finalité - un *élément du réel psychique* d'un individu donné, auquel le fonctionnement-conscience *FC* de cet individu peut volontairement accéder.

Soit *Gf* le générateur qui agit sur $R_{Gf} \subset FC$ et y singularise une aspiration générique, un désir non encore conceptualisé par le *FC* même qui le génère, afin de rendre cette aspiration disponible à la *Conscience réflexive*. Un tel désir, encore dépourvu de toute structure qui

---

80 Mugur-Schächter M. (2006). *Sur le tissage des connaissances,* D14.3.1, Paris. Hermès Science.

autoriserait sa formulation intersubjective, sera dénommée *finalité subjective* (en bref : finalité) et sera dénotée *f*.

Soit V_f une vue qui introduit une seule dimension sémantique : 'la conceptualisation de la finalité', dont les "valeurs" *ck* consistent en une construction conceptuelle intersubjectivement exprimable de la finalité *f*, dans le langage - verbal, gestuel, graphique, etc., que le *FC* se donne. Cette expression construite à partir de concepts intersubjectivement acquis doit permettre à ses interlocuteurs de reconstruire en eux-mêmes le ressenti correspondant à la 'finalité', d'une façon que le *FC* juge comme étant équivalente, relativement à ce qu'il perçoit de ses interlocuteurs. Typiquement, une telle expression peut prendre une forme verbale : « je voudrais pouvoir parcourir vite et en sécurité de grandes distances », « je voudrais pouvoir être informé rapidement de tels ou tels événements », etc.

Soit *(Gf, V_f)* le référentiel épistémique constitué par les opérateurs épistémiques G_f et V_f définis plus haut. Le résultat global obtenu par des répétitions de la suite d'opérations épistémiques *[Gf(Vf).* R_{Gf}*]* – s'il est doté de stabilité - sera dénommé *description d'une finalité* et sera dénotée *Df/Gf(*V_f*).*R_{Gf}*,* oe_{G_f}*,* V_f */.*

D14-sr Groupe de consensus et finalité consensuelle.

La définition

Soit une finalité *f* au sens de (D13-sr) et soit un groupe d'individus qui adhèrent à cette finalité, c'est-à-dire un groupe dans lequel chaque individu estime que les membres de ce groupe sont en mesure de réguler leurs activités respectives afin de satisfaire collectivement à cette finalité, telle qu'il appréhende individuellement cette dernière sur le fondement de l'expression intelligible pour tous que le groupe a adoptée.

En ce cas nous dirons que nous sommes en présence d'*une finalité fc consensuelle relative.* Nous la dénoterons *fc* et Gr_{fc} le groupe de consensus dont l'action collective est motivé par la volonté d'y répondre.

Commentaires

Les concepts et notamment les *objets*, au sens conceptuel de Husserl, se construisent comme l'effet global d'un vagabondage qui, à force d'explorations, d'allers et retours, finit par imposer dans l'esprit l'idée d'un tout cohérent et stable. Dans les esprits individuels, ce processus de génération d'*objets* se réalise massivement d'une manière quasi réflexe, au cours de la première enfance. Mais pour qu'émerge un équivalent social et délibéré de ce même type de processus, il faut qu'il y ait échange, étude collective, consensus. Il faut qu'il se constitue un cadre évolutif déclaré d'une construction commune au cours de laquelle l'adhésion de chacun soit constamment vérifiable. Ce sont les *langages* qui rendent cela

possible, les langages usuels et les langages spécialisés. Par l'association d'une finalité à une expression dans un langage objectivant, peuvent s'établir des intersubjectivités consensuelles.

La relativisation du concept de 'finalité consensuelle' (D12-sr) à un groupe d'humains donné, le 'groupe de consensus', place explicitement cette dernière à la frontière entre l'individuel et le social, en-deçà de laquelle toute intersubjectivité construite de façon contrôlée est radicalement impossible.

D15-sr Anticipation

Introduction

Qu'il s'agisse de formuler une hypothèse, de prévoir, ou d'innover, ces différentes finalités motivent des démarches qui ont pour point commun *d'anticiper* une description souhaitée ou redoutée à partir d'une situation donnée, telle qu'il est possible de l'imaginer intersubjectivement.

L'anticipation consciente - projet industriel, hypothèse scientifique - ou inconsciente - acte réflexe, sensibilisation, conditionnement, habituation -, est indissociable de l'action. Y compris quand il s'agit de décrire « ce qui est » comme nous l'avons établi au travers de la convention C2-sr, p112, un préconcept guide l'action cognitive.

Cela peut certes rester implicite, mais dès lors que la construction revêt une dimension sociale, cette 'anticipation', pour être, doit être publique, comme en témoigne, en ingénierie, l'organisation systématique et normée de cette construction dans un *projet* qui encadre une action collective fondamentalement créatrice, ou, en science, la conception d'expériences qui impliquent des moyens considérables, pour valider des hypothèses, comme un cyclotron.

Car l'anticipation, une fois consensuellement construite, transmute en un guide de l'action collective et en la référence relativement à laquelle on évalue ce qui a été *physiquement* accompli.

La définition

Soit R_{Ga} - a : anticipation - l'acquis intersubjectif d'un groupe d'individus Gr_{fc} (D14-sr, p 135) motivé par une même finalité *fc*, tel que cet acquis est intériorisé par un individu donné de ce groupe : le concepteur *Ci* - i désigne un concepteur particulier de Gr_{fc} ={ C_1, C_2, …, C_i ,…, C_n } .

R_{Ga} pointe symboliquement vers un élément de Réel psychique sur lequel agit le *FC* (D12-sr, p132).

Soit G_a le générateur d'une 'anticipation', qui agit sur R_{Ga}. G_a est une opération psychique qui consiste, pour le concepteur C_i considéré, à imaginer l'entière action de *décrire une entité physique A* qui satisfasse à la finalité *fc*, c'est-à-dire une façon de la générer, de la qualifier, et les valeurs d'aspects qu'elle doit présenter relativement à ces façons.

Soit oe_{Ga} l'entité psychique, « entité physique oe_G imaginée ».

Soit V_a la vue sur oe_{Ga} qui consiste pour le concepteur *Ci* en l'examen de l'entité psychique formée en son esprit - oe_{G_A} -, afin de la qualifier en termes communicables. Elle assure le passage de l'univers intérieur de *Ci* vers l'univers intersubjectif du groupe Gr_{fc} par le média du langage. Cette qualification peut être exprimée de quelque façon que ce soit, mathématisée

ou non, langage spécialisé ou courant, etc., du moment qu'elle est intelligible par les autres membres du Gr_{fc}.

V_a introduit comme dimensions deux vues-aspects qui correspondent aux deux grands principes méthodologiques que MCR place à l'origine de toute description : une façon de générer une entité physique et une façon de la qualifier dans la perspective de produire certaines valeurs d'aspects *voulues ou prévues*. Je dénomme *conception* l'expression du générateur physique imaginé et *spécification* l'expression, tout à la fois, de la façon imaginée de qualifier l'entité ainsi conçue et des résultats attendus face à cette façon.

Soit C_a la vue-aspect de conception. Elle est munie d'un ensemble de valeurs gr_j - *g* : générateur, *r* : 'élément' de Réel où agit ce générateur - où *gr* fonctionne comme un indice unique de valeur d'aspect, et j'indice une valeur particulière de cet aspect. gr_j consiste en l'expression construite par *Ci* de la manière dont *Ci* imagine de générer l'entité physique oe_G, en agissant sur un élément de Réel physique localisé R_G, à l'aide d'un certain dispositif humain et/ou matériel (D2-sr, p 87).

Soit S_a la vue-aspect de spécification. S_a est munie d'un ensemble de valeurs $e\rho_k$ où $e\rho$ - *e :* examen, ρ *: résultat* - fonctionne comme un indice unique de valeur d'aspect et *k* indice une valeur particulière de cet aspect. $e\rho_k$ consiste en l'expression construite par *Ci* de la façon dont le *FC* imagine l'examen de l'entité générée (C2-sr, p112) et le résultat de la description (D5-sr, 3) D8-sr).

Ces deux composantes, bien qu'elles soient produites conjointement, peuvent être conceptuellement dissociées, en vue de l'évaluation de l'accompli relativement à cette anticipation, car cette évaluation se doit de séparer la façon dont on procède, du résultat que l'on obtient, par répétition des *mêmes* enchaînements d'opérations. Dans la perspective de la définition du concept 'd'évaluation', je distingue donc dans $e\rho_k$:

- la formulation e_k de la manière dont le FC imagine d'examiner l'entité physique : représentation intersubjective du même 'examen' accompli lors de chaque répétition de l'enchaînement $[Opt\uparrow_G, Opt\uparrow_{ex_V}]$;
- la formulation ρ_k du 'résultat' attendu, relativement à cette façon (3) D8-sr), que ce résultat prenne la forme d'une valeur N-stable, d'une distribution statistique de valeurs, d'intervalles de valeurs relativement à la grille de qualification, etc.

Soit $(G_a.R_{Ga},V_a)$ le référentiel épistémique constitué par les opérations épistémiques ci-avant définies.

La description d'entité psychique $D_a/G_a.R_{Ga}, oe_{Ga}, Q_{Va}/$ est dénommée 'anticipation'. Elle consiste en un binôme particulier de valeurs d'aspects $(gr_j, e\rho_k)$ - où *j, k* désignent deux valeurs déterminées, respectivement la conception et la spécification de l'entité physique imaginée, dont la structure est définie par les règles adoptées dans les définitions *SR*.

Commentaires

Une description psychique transférée : une description physiquement accomplie décrit *ce qui est* alors qu'une *anticipation* imagine la description *de ce qui sera*. Mais comme toute description, il faut que la répétition de l'acte d'imagination se stabilise et converge intersubjectivement vers une certaine valeur, la conceptualisation de la 'description' imaginée,

pour qu'une 'anticipation' émerge. Ce retournement du rapport au Réel physique induit une réorganisation des concepts.

Car la conceptualisation d'une description physiquement accomplie est le produit de ce qui est intersubjectivement appréhendé comme un ensemble d'interactions avec le domaine de Réel physique associé au cadre descriptif, alors que la formalisation d'une 'anticipation' est, elle, le produit d'interactions entre une conscience et le Réel psychique dans lequel elle opère. L'accord intersubjectif est supposé réalisé, à partir du moment où il y a accord sur l'anticipation, c'est-à-dire sur la qualification de ces entités psychiques individuelles qui, dès lors, sont posées comme étant *les mêmes* dans chaque *FC*.

La différence entre une 'anticipation' et la conceptualisation d'une 'description d'entité physique' - et cette différence est cruciale- est *collectivement* subjective. Dans une description accomplie, les interactions physiques localisées dans l'espace et dans le temps, sont vécues par l'ensemble des acteurs/observateurs comme les reflets d'interactions avec quelque chose d'extérieur à leur propre réalité physique et aux moyens qu'ils se donnent et qui les prolongent. Dans une 'anticipation', ces mêmes interactions sont intersubjectivement appréhendées comme le fruit d'un processus de saisie par la conscience d'une réalité psychique strictement individuelle. C'est là, certes, une différence fragile – pensons à ce qui est appréhendé comme une hallucination, un mirage – *mais c'est le seul fondement sur lequel on puisse collectivement s'appuyer pour statuer intersubjectivement que telle 'description' est imaginée, anticipée, alors que telle autre est physiquement accomplie*.

D16-sr Description guidée par l' anticipation : réalisation matérielle

Introduction

Quand on anticipe, le passage à l'acte et la conceptualisation que l'on en fait sont psychiquement contraints par l'expression du *référentiel épistémique* prévu pour faire. Mais il convient de distinguer ce qui relève du caractère inépuisable de la réalité physique de l'action, de ce qui relève de la *conceptualisation* intersubjective que l'on en construit. Le concept de 'réalisation' pointe du doigt la façon dont nous injectons un sens intersubjectif dans nos interactions avec le Réel physique objet d'étude, à partir d'un projet consensuel, tel qu'il est formulé dans une 'anticipation'. Je limite l'utilisation, dans le cadre SR, du terme 'réalisation' au cas où 'l'anticipation' a été intersubjectivement conceptualisée préalablement à tout accomplissement.

Anticiper une description n'implique pas qu'une description émerge de l'interprétation en actions de ce qui a été imaginé. Si une conceptualisation de l'accompli ne s'avère pas possible, soit parce qu'il n'est pas possible de constater intersubjectivement un 'résultat', soit parce que l'on ne s'accorde pas sur le fait que les opérations accomplies ont bien été *les mêmes* lors de différentes répétitions, alors la 'réalisation' est inexistante.

Mais si la description d'un accompli peut effectivement être construite, rien ne garantit qu'elle se conforme au cadre spécifié par l'anticipation. Pour autant, une telle construction constitue bien une 'réalisation' de l'anticipation en ce sens que cette dernière motive l'accomplissement et que la dépendance entre le voulu et l'accompli est consensuelle : c'est bien d'après *cela* que l'on a accompli. Le fait d'avoir préalablement *anticipé* impose aux *FC* d'un 'groupe de consensus' une sorte de guidage psychique que je place au cœur du concept de 'réalisation'.

La définition

Soit R_{Gr} *-r* : réalisation- l'entité psychique constituée par une 'anticipation' D_a intersubjectivement construite et intériorisée par tout individu du 'groupe de consensus'.

Soit G_r le générateur qui consiste en une *interprétation en actions* par un individu quelconque de ce groupe, de ce qui est anticipé. G_r dénote l'opération subjective du *FC* sur cette entité psychique, qui provoque un passage à l'acte. Le produit de G_r se manifeste sous la forme d'une localisation dans le temps et dans l'espace de *1* à *n* accomplissements d'un certain ensemble d'interactions physiques que l'observateur/acteur appréhende comme une tentative de concrétisation de ce qui a été préalablement conceptualisé dans 'l'anticipation'.

Soit oe_{Gr} l'entité psychique générée en l'esprit par les répétitions de ces enchaînements, que je dénomme « une réalisation de l'anticipation D_a ».

Soit V_r la vue sur oe_{Gr} qui introduit un espace de représentation défini en fonction du référentiel adopté pour formuler l'anticipation - par exemple, si l'on formule une prévision de valeurs en mètres, on va adopter une référence en centimètres . V_r consiste en la mise en expression communicable de ce vers quoi l'entité psychique oe_{Gr} pointe en l'esprit.

La 'réalisation' $D_r/G_r.R_{Gr},oe_{Gr},Q_{Vr}/$ consiste en la conceptualisation de l'entité psychique oe_{Gr} « ce qui a été accompli », et en sa mise sous la forme communicable d'une description d'entité physique : D_r = « $D/G.R_G,oe_G, Q_V/$ ».

Commentaires

Le terme *interprétation en actions* marque la frontière, en langage courant, entre ce dont il est possible de rendre compte dans le langage et ce vers quoi on ne peut que symboliquement pointer : le « faire ». L'expression communicable d'un *référentiel épistémique* conceptualise la façon dont le FC délimite des interactions physiques signifiantes et y injecte intersubjectivement du sens relativement aux concepts préalablement construits qu'il y « reconnaît ». Ce sens ne peut être consensuel que par la référence que font les *FC* en situation au projet qui les guide et à l'acquis qu'ils partagent.

La conceptualisation *a priori* d'une certaine façon de *générer* et de *qualifier* laisse psychiquement plus ou moins de latitude aux opérateurs. Parfois, elle ne leur laisse que des détails : on *produit* de façon standard. Ceci revient à énoncer que le niveau de conceptualisation de l'anticipation est isomorphe au niveau de conceptualisation que font les observateurs/acteurs de l'action 'descriptive'.

D'autre fois, 'l'anticipation' ne détermine conceptuellement qu'un cadre très vague. La valeur ajoutée réside dans le savoir-faire, dans l'intuition de l'artisan ou de l'artiste qui réalise l'œuvre unique ou de l'expérimentateur scientifique qui découvre. 'L'anticipation' consiste par exemple alors simplement à avancer qu'il faut réaliser un tableau sur tel ou tel thème ou qu'il doit y avoir quelque trace produite de façon stable relativement à une structure d'accueil réduite à sa plus simple expression - une trace localisée relativement au référentiel spatio-temporel.

Dans le guidage plus ou moins serré qu'une 'anticipation' intersubjectivement construite et formalisée impose psychiquement à l'observateur/acteur qui 'décrit', c'est-à-dire qui 'réalise'

ou qui ‘expérimente’, s’évalue l’autonomie de la ‘réalisation’ relativement à ‘l’anticipation’ - *prévision, hypothèse* ou *but*.

D17-sr Evaluation intersubjective d’une description anticipée

Introduction

Evaluer nous projette à un méta-niveau de conceptualisation où la ‘réalisation’ accomplie, intersubjectivement conceptualisée, est l’entité à comparer relativement à ‘l’anticipation’ qui a guidé sa genèse.

Evaluer intersubjectivement ne se résume pas à la seule comparaison du ‘résultat’ constaté relativement au ‘résultat’ anticipé (ρ_k) (D15-sr). Cette opération engerbe toutes les composantes d’une ‘réalisation’, à savoir, toute la génétique de la description accomplie. On évalue aussi les ressources mises en œuvre (R_G), la façon dont on s’accorde intersubjectivement à dire que l’on a ‘généré’ et que l’on a ‘qualifié’ l’entité physique relativement au ‘référentiel épistémique’ préalablement conçu.

L’idéal de rigueur scientifique impose la construction préalable du ‘référentiel épistémique’ d’une évaluation. Car si l’on veut prévenir la tendance si humaine, à voir dans les faits ce que l’on y recherche, par désir ou par crainte, les critères d’évaluation doivent être établis préalablement pour que l’évaluation du ‘réalisé’, aussi désirable ou redoutable qu’il puisse s’avérer, puisse être consensuelle.

Ces critères d’évaluation sont le reflet du niveau de *précision*[81] avec lequel on souhaite que l’anticipation’ guide les accomplissements, tels que les ‘réalisations’ peuvent en témoigner intersubjectivement. L’évaluation organise la confrontation entre ‘l’anticipation’ et le compte rendu intersubjectif, conforme aux consignes ou usages de l’accompli physiquement. Plus précis sont les critères ‘d’évaluation’, relativement au niveau de conceptualisation de la ‘réalisation’, moins large est le spectre des ‘réalisations’ conformes au cadre défini par ‘l’anticipation’. Réciproquement moins précis sont les critères ‘d’évaluation’, relativement au niveau de conceptualisation de la ‘réalisation’, plus est large le spectre des ‘réalisations’ conformes au cadre défini par ‘l’anticipation’ et plus est potentiellement importante la quantité d’information ajoutée par une ‘réalisation’ donnée. Cela vaut en particulier dans les démarches exploratoires où un simple préconcept guide l’action.

Je formalise une ‘évaluation’ sous la forme d’une méta-description de comparaison entre une ‘réalisation’ et ‘l’anticipation’ qui la motive, sans préjuger de laquelle de ces deux entités les *FC* adoptent comme référence pour formuler un jugement. On peut juger d’une ‘réalisation’ relativement à une ‘anticipation’ - conformité d’un produit à ses spécifications -, ou d’une ‘anticipation’ relativement à une ‘réalisation’ - justesse d’une hypothèse .

---

81 Au sens de K. Popper, (1935) (2002). *The Logic of Scientific Discovery, p96 -108*. Routledge Classics.

La définition

Soit R_{Gev} - *ev* : évaluation - l'élément de Réel psychique constitué au sein d'un groupe Gr_{fc} - par un ensemble de *n+1* 'réalisations' $\{D_{r0}, ,\ldots, D_{rn}\}$ d'une même 'anticipation' $D_a/G_a.R_{Ga},oe_{Ga},V_a/ = (gr_j, e\rho_k)$ (D15-sr).

Soit G_{ev} le générateur qui *sélectionne* dans R_{Gev}, comme entité à évaluer, une certaine 'réalisation' $D_{rx} = « D_x/G_x.R_{Gx}, oe_{Gx}, Q_{Vx}/ »$ - conceptualisation d'une description acccomplie - et 'l'anticipation' intersubjectivement associée.

Soit oe_{Gev} l'entité psychique ainsi générée, avec $oe_{Gev} = (D_{rx}, D_a)$

Soit V_{ev} la méta vue d'évaluation qui consiste à comparer D_{rx} et D_a.

V_{ev} introduit trois vues-propositions logiques qui portent sur chacune des trois composantes méthodologiques de toute description SR. Chacune de ces vues-aspects de comparaison introduit les deux seules valeurs « conforme » ou « non conforme » :

- Ev_{gr} - *Ev* : évaluation, *gr* : référence à $G.R_G$ - : vue-aspect d'évaluation des modalités de génération de l'entité physique. Ev_{gr} compare la conceptualisation « $G_x.R_{G_x}$ » de l'opération de génération accomplie, avec l'expression gr_j de l'opération de génération imaginée ;
- Ev_{ex} - *ex:* référence à ex_V - : vue-aspect d'évaluation des modalités de l'opération d'examen. Ev_{ex} compare l'expression « ex_{Vx} » de la conceptualisation de l'examen accompli, avec l'expression e_k de l'opération d'examen anticipée ;
- Ev_ρ - ρ: référence au résultat - : vue-aspect d'évaluation du résultat de la description accomplie. Ev_ρ compare « R_x », ensemble de valeurs qui conceptualise le 'résultat' de la description accomplie, avec l'expression ρ_k du résultat de la description anticipée ;

Soit $(G_{ev}.R_{Gev}, V_{ev})$ le référentiel épistémique constitué par les opérations épistémiques ci-avant définies.

La méta-description d'évaluation d'une 'réalisation' relativement à son 'anticipation' $D_{ev}/G_{ev}.R_{Gev}$, oe_{Gev}, $V_{ev}/$, où $oe_{Gev} = (D_{rx}, D_a)$, prend pour valeur un triplet $(ev_{gr\alpha}, ev_{ex\beta}, ev_{\rho\gamma})$ - où « ev_x » fait référence à la grille de qualification associée à la vue-aspect « Ev_x» et où les indices α, β *et* γ indexent une valeur particulière prise relativement à cette grille : soit « conforme », soit « non conforme », pour chacune des trois vues-aspects introduites.

Commentaires

Remarque 1

La méta-description d'évaluation d'une 'réalisation' est conçue pour faire abstraction des finalités qui animent une démarche particulière et qui modifient radicalement le sens conféré à la « conformité » d'une 'réalisation' relativement à une 'anticipation'.

Le sens d'une évaluation, ce que l'on adopte comme référence, dépendent fondamentalement de la posture psychique qui sous-tend l'entière démarche : contrôle qualité dans le cadre de la production standardisée, étude de faisabilité d'une innovation, expérience dont on attend la confirmation d'une hypothèse théorique.

Si l'enjeu d'une évaluation est la confirmation d'une prévision, l'évaluation doit permettre de reconnaître dans la conceptualisation de l'accompli, le 'référentiel épistémique' anticipé et les valeurs d'aspects prévues. La dissonance survient si les trois vues-aspects ne produisent pas la même valeur. Typiquement, si « générateur » et « examen » sont « conformes » alors que le résultat ne converge pas vers ce qui est anticipé, la prévision est un échec : la genèse de ce qui est qualifié n'a pas été correctement conceptualisée relativement aux vues-aspects que l'on se donne pour qualifier : on attendait de la pluie, il fait soleil.

Si on conçoit un nouveau produit dans un contexte industriel, l'enjeu de 'l'évaluation' est la conformité du 'résultat' relativement aux buts. On considère que la construction du 'référentiel épistémique' de ce *but* repose sur un acquis maîtrisé : la 'conception', qui spécifie une façon de 'générer' l'entité physique *a priori* robuste relativement à la 'spécification', qui, elle, précise les valeurs attendues relativement aux examens pertinents. Autrement dit l'expérience, le savoir et la maîtrise dans l'exécution confèrent *a priori* un caractère prévisible aux valeurs d'aspects qui doivent qualifier l'entité physique « réalisée ». On considère comme acquis qu'en générant d'une certaine façon, alors on *doit* obtenir des valeurs spécifiques si on qualifie d'une certaine façon. Une 'description' non conforme apparaît comme la conséquence logique d'une opération de génération imparfaitement accomplie et/ou d'un examen biaisé. En cas de non-conformité, c'est la genèse de la 'description' physiquement accomplie qui est remise en cause, non la *conception* et la *spécification* du *but* que l'on se donne comme atteignable relativement à l'état de l'art.

S'il s'agit de valider une *hypothèse*, l'enjeu est d'estimer le degré de confiance que l'on peut accorder à 'l'anticipation' face à des accomplissements physiques. On cherche à valider soit une construction inférée d'un cadre théorique, soit le caractère général et stable de leçons tirées de l'expérience. La conformité de la 'réalisation' légitime ou réfute la façon dont on a 'anticipé'. Les évaluations de la conformité du 'générateur', et des modalités de 'l'examen', n'interviennent que secondairement, comme condition de validité des expériences réalisées pour vérifier ou réfuter *l'hypothèse.* En cas de réfutation, ce sont les modalités de conceptualisation du 'référentiel épistémique' de l'entité anticipée qui sont mises en cause - la fabrication -, non la description physique accomplie.

Si l'on *cherche*, la valeur ajoutée vient toute entière de la 'réalisation'. 'L'anticipation' n'est là que pour définir le cadre dans lequel on pense trouver quelque chose. Le seul fait que l'on puisse *construire* une 'description' dans le cadre défini est un succès et vaut conformité relativement au préconcept qui a guidé la recherche. L'axe de recherche qui aboutit à 'l'anticipation' est remis en cause si l'on ne parvient pas à construire une 'description', soit que les valeurs d'aspects ne convergent pas suffisamment, soit que ce qui est généré demeure inexistant relativement aux vues-aspects que l'on se donne pour qualifier.

Remarque 2

Evaluation, généralité et précision : il m'apparaît que la forme conférée à **'**l'évaluation', doublement relativisée par ce qui est 'anticipé' et par ce qui est 'réalisé', éclaire d'un jour nouveau les concepts clé de *généralité* et de *précision*[82] au cœur de la démarche d'ingénierie système et de la modélisation.

(82) Notre interprétation du sens que confère K. Popper aux concepts de généralité et de précision nous conduit aux considérations suivantes. 1) Le concept de *généralité* est relatif au 'générateur' d'une entité : une ellipse (2 degrés de liberté) est un concept plus général que celui de cercle (1 degré de liberté). 2) La *précision* caractérise, quant à elle, la grille de qualification de la vue relativement à laquelle on qualifie cette entité (évaluer une longueur en millimètres est plus discriminant qu'évaluer en mètres).

La valeur d'une 'anticipation' non réfutée semble *a priori* proportionnelle à la généralité de la façon de conceptualiser le 'générateur' et à la précision de la 'description anticipée', qui atteint un maximum dans le cas d'une n-stabilité des valeurs d'aspects : une loi applicable à tout corps flottant dans l'espace, est plus générale qu'une loi applicable aux seules planètes et a d'autant plus de valeur que ses prévisions sont précises relativement à ce que l'on sait mesurer.

Mais ce principe, poussé à son extrême, confine à l'absurde. Une 'réalisation' conforme optimale reposerait sur une 'anticipation' qui autorise n'importe quelle génération d'entité physique tout en étant extrêmement précise quant aux qualifications du « n'importe quoi » généré.

Il me paraît plus judicieux d'avancer qu'une 'anticipation' est « optimale » lorsque :

– elle satisfait intersubjectivement la finalité posée ;

– elle anticipe des 'résultats' n-stables qui sont intersubjectivement impliqués par la conceptualisation du 'référentiel épistémique'.

– elle est légitimée par un grand nombre, *a priori* non limité, de 'réalisations conformes' ;

Un tel aboutissement est le signe d'une parfaite maîtrise de la genèse d'une entité physique relativement aux buts et aux vues adoptés.

A partir d'un tel optimal, les évolutions des composants du référentiel épistémique que l'on se donne ne procurent de valeur ajoutée que dans la mesure où elles répondent à l'évolution des buts et que ces évolutions sont envisagées globalement.

Une augmentation de la résolution de la grille de qualification n'ajoute par exemple à la *précision*, que si, face aux dispersions des valeurs qui en résulte éventuellement, on sait *aussi* faire évoluer le générateur, de façon à retrouver une relation bijective entre la conceptualisation du 'référentiel épistémique' et les résultats obtenus : un nouvel optimal. Dans le cas contraire, l'augmentation de la résolution de la grille de qualification débouche sur une dispersion statistique des valeurs d'aspects que l'on ne sait pas réduire rationnellement au statut de 'conséquence' d'une façon donnée de générer et de qualifier.

On peut aussi chercher à étendre le domaine de validité de l'anticipation en *généralisant*- en augmentant les degrés de libertés du 'générateur'. Mais cette généralisation ne vaut que si la dispersion dans les valeurs d'aspects qui en résulte généralement - du fait des nouveaux cas de figure introduits - reste dans des limites qui font sens face aux buts, apporte quelque chose en termes de connaissance.

Ce modèle organisé autour de deux pôles d'attraction psychique me semble pertinent pour caractériser ce qui distingue la démarche scientifique de la démarche industrielle.

La démarche scientifique a pour finalité de *connaître* : elle crée volontairement un déséquilibre psychique en multipliant les vues-aspects et en augmentant la résolution des mesures au maximum des possibilités dont elle dispose. Elle se donne alors pour but de combler le déséquilibre conceptuel qu'elle instaure entre la conceptualisation des 'référentiels épistémiques' et de leurs 'effets', de façon à retrouver une relation d'implication, ou tout au moins une corrélation statistique acceptable, entre les 'résultats' et la conceptualisation de la façon de les obtenir. Corrélativement, elle généralise au maximum afin de définir des lois qui tendent à l'universalité. Ce déséquilibre créé volontairement *motive* pour aller chercher *plus loin.* Le but, toujours renouvelé, est que tout résultat apparaisse comme la conséquence intersubjectivement inéluctable de la façon de *générer* et de *qualifier*. Lorsque seule une convergence statistique peut être observée face au niveau de maîtrise qu'exprime la conceptualisation des opérations cognitives, on est poussé à constituer de nouvelles

connaissances afin de construire des *référentiels épistémiques* précis, donc aussi des *anticipations* plus facilement réfutables face aux faits, tels qu'ils sont codés. Et les connaissances ainsi construites se voient conférer d'autant plus de valeur que les concepts qu'ils font intervenir sont en rupture avec les paradigmes en vigueur.

La démarche industrielle a, elle, pour objet de réaliser des artefacts utilitaires. Elle se fixe des *buts* atteignables relativement à l'état de l'art et tout raffinement conceptuel au-delà des critères qui déterminent l'acceptabilité du *réalisé* face au *but* est appréhendé comme un luxe inutile. Et c'est quand elle ne dispose pas dans l'acquis des moyens d'obtenir de façon techniquement et économiquement viable certains « effets » voulus, qu'elle se tourne alors vers la science.

Chapitre V

Continuité physique : les conjonctions descriptionnelles

L'algorithme MCR de construction d'une description fait de l'entité physique décrite un pur concept. Elle émerge de la répétition de mêmes enchaînements d'opérations qui produisent des valeurs convergentes. Elle sépare de façon convenue opération de génération et opération de qualification. L'algorithme MCR porte la marque du domaine originel d'où il a émergé, un monde dans lequel les opérations qui décrivent, « consomment » toute « l'énergie » support de l'entité à décrire - par exemple, un photon qui heurte un écran photosensible : il ne reste rien à observer à l'issue. Et si *quelque chose* subsiste relativement à une vue, ce n'est pas l'entité décrite, mais *une autre entité.* L'attention se focalise sur les modalités de telles disparitions, sur les traces qu'elles laissent. De telles entités n'existent que l'espace d'un instant (C1-sr, p111) et leurs étendues spatiales mêmes ne sont pas nécessairement délimitées. Un tel concept d'entité physique est assurément très éloigné de l'idée d'objet matériel auquel nous serions tentés de l'assimiler spontanément.

Rien de tout cela dans la vision « classique » du monde que nous synthétisons à partir de nos perceptions biopsychiques. Les naissances et les disparitions d'entités sont les événements catastrophiques qui délimitent une durée d'existence plus ou moins longue. Les entités à décrire, « naturelles » - une montagne, une bactérie - ou « artificielles » - une voiture, un ordinateur – *existent* intersubjectivement de toute évidence. Leurs identités ne sont pas sujettes à débat, elles durent et sont spatialement délimitées. Les études focalisent sur les évolutions et les interactions de ces entités entre les deux bornes qui délimitent leurs domaines d'existence. Mais cette façon de penser, comme nous l'avons évoqué, a montré ses limites, et ce sont ces limites que nous nous attachons à dépasser.

L'enjeu est désormais de définir, dans le cadre formel que nous nous sommes donné, des règles qui légitiment l'émergence d'une conceptualisation « classique » du Réel physique sur le fondement des conventions et postulats adoptés afin de dépasser les obstacles évoqués. Il nous faut pour cela nous donner les moyens de penser l'articulation de différentes 'descriptions de base', de façon à définir pour commencer un concept de persistance et de continuité physique. Si, de façon imagée, nous assimilons chaque entité physique décrite dans une description de base à un point, le but est de déterminer *explicitement* les règles à respecter pour, par exemple, qu'un ensemble de tels points puisse être légitimement conceptualisé comme la trajectoire d'une *seule et même entité.*

Pour ce faire, plaçons-nous dans le cadre méthodologique élaboré afin de nous prémunir contre toute tentation de céder aux facilités des pseudos évidences. Le seul point de départ dont nous disposions alors pour articuler différentes 'descriptions de base' est le fruit de notre questionnement sur le statut méthodologique qu'il convenait d'octroyer au substrat de Réel physique désigné par R_G sur lequel agit un 'générateur'. Car seule la convention (C3-sr, p.117) dépasse le cadre strict *d'une* description de base afin de conceptualiser le principe MCR de 'donation' intersubjective du R_G sur lequel agit un 'générateur'. La généralisation de cette convention va nous permettre de mettre en lumière un principe général de 'dépendance' génétique entre *entités décrites*, de caractère tout à fait général.

Ainsi va pouvoir émerger des contraintes méthodologiques propres aux descriptions, un infra-cadre à la construction des structures qui émergent en contre-point de la dynamique descriptive, et qui sont ensuite perçues comme l'ossature des organisations du Réel physique que nous sommes conduits à concevoir.

Pour initier cette construction, envisageons le cas particulier où deux 'descriptions' peuvent être simultanément construites, par l'octroi simultané, dans deux cadres descriptifs distincts, du rôle 'd'opération d'examen' et 'd'opération de génération', à une même 'opération'. Il en ressort en effet que *l'existence relative* de l'une des deux entités décrites est subordonnée à *l'existence relative* de l'autre entité, qui joue le rôle de R_G dans son 'référentiel épistémique'. On passe ainsi subrepticement d'une logique centrée sur les conditions de construction descriptionnelle, à une logique centrée sur des conditions d'existence d'entités physiques. Et quand on envisage non plus seulement deux descriptions, mais un nombre fini de *n* descriptions, la construction de ces *n* descriptions par la répétition d'un unique enchaînement d'opérations, induit l'ordre dans lequel émerge une structure relativisée du Réel physique et les relations de dépendances qui existent entre les 'éléments' qui en constituent les nœuds.

Ce point de départ va nous permettre d'introduire méthodologiquement un premier concept de 'continuité' physique, qui transcende les repères ponctuels que constituent les entités-à-décrire successivement générées. De là pourront alors émerger les concepts de 'scénarios', de 'description séquentielle' et 'd'évolution'.

D18-sr Dépendance génétique entre entités décrites

Introduction

La convention (**C2-sr**) nous place à un niveau méta-descriptif. Le substrat de Réel physique sur lequel est postulé agir un 'générateur' est désormais appréhendé comme une *entité physique dont la qualification est anticipée mais non accomplie*. Cette 'anticipation' formalise l'hypothèse, enracinée dans l'expérience et/ou les théories établies, non seulement que l'on *pourrait qualifier* cette entité, telle qu'elle est connue, mais aussi qu'elle est un bon point de départ pour une construction nouvelle. Chaque telle nouvelle construction est une façon de se projeter intersubjectivement dans le futur au travers d'un regard relativisé porté sur l'acquis, et ce regard a été formalisé sous la forme de relations d'équivalence. Cette articulation suggère un principe général de *dépendance génétique relativisée* entre entités-à-décrire, inférée des contraintes descriptionnelles, dont je fais la pierre angulaire de tout ce qui suit.

La définition

Soit R_{Gd} - d : dépendance – le substrat de Réel psychique constitué par un ensemble fini de 'réalisations' intériorisées, qui définissent la *connaissance maximale* partagée par un groupe de consensus Gr_{fc}, *l'acquis* qu'il peut intersubjectivement mobiliser.

Soit G_d le générateur qui consiste à sélectionner dans R_{Gd} les entités décrites dans deux descriptions, dont on présuppose qu'elles sont *génétiquement* liées, ne serait-ce que par le constat de corrélations de valeurs d'aspects, dans les successions réalisées. Soit $\{D_\alpha, D_\beta\}$ ces descriptions et $\{oe_{G_\alpha}, oe_{G_\beta}\}$ les deux entités-à-décrire correspondantes.

Soit oe_{Gd} l'ensemble constitué par les deux entités sélectionnées. $oe_{Gd} = \{oe_{G_\alpha}, oe_{G_\beta}\}$.

Soit V_d la *vue* qui introduit trois valeurs :

- $oe_{G\alpha} \Rightarrow oe_{G\beta}$: l'entité $oe_{G\alpha}$ est *génétiquement dépendante* de l'entité $oe_{G\beta}$;
- $oe_{G\beta} \Rightarrow oe_{G\alpha}$: l'entité $oe_{G\beta}$ est *génétiquement dépendante* de l'entité $oe_{G\alpha}$;
- $oe_{G\alpha} >< oe_{G\beta}$: les entités $oe_{G\alpha}$ et $oe_{G\beta}$ sont *génétiquement indépendantes*.

Soit $D_d/G_d.R_{Gd},oe_{Gd},V_d/$ la *description* construite à partir du *référentiel épistémique* ($G_d.R_{Gd}$, V_d) ci-dessus énoncé.

La description D_d prendra pour valeur :

« $oe_{G\alpha} \Rightarrow oe_{G\beta}$ » si et seulement si :

$$D_\alpha \equiv D_\beta$$

Deux 'éléments' de S_{carto} étiquettent ce qui est conceptualisé comme un même substrat de Réel physique.

ou

« $oe_{G\beta} \in R_{G\alpha}$ » (C2-sr)

$oe_{G\beta}$ est une entité préalablement conceptualisée, qui vaut comme élément de Réel physique $R_{G\alpha}$ sur lequel opère G_α pour générer $oe_{G\alpha}$ dans la construction de D_α.

ou

$$\exists\, oe_{G\gamma} \in R_{G\alpha} / oe_{G\gamma} \Rightarrow oe_{G\beta}$$

« $oe_{G\beta} \Rightarrow oe_{G\alpha}$» si et seulement si :

$$D_\alpha \equiv D_\beta$$

ou

$$oe_{G\alpha} \in R_{G\beta}$$

ou

$$\exists\, oe_{G\gamma} \in R_{G\beta} / oe_{G\gamma} \Rightarrow oe_{G\alpha}$$

« $oe_{G\alpha} >< oe_{G\beta}$» si et seulement si :

$$oe_{G\alpha} \not\Rightarrow oe_{G\beta}$$

et

$$oe_{G\beta} \not\Rightarrow oe_{G\alpha}$$

Commentaires

Si l'on se place du point de vue de la construction de connaissances, la relation ' $\Rightarrow$' définit une relation d'ordre partielle sur le processus de conceptualisation des entités physiques.

– Elle est réflexive :

$oe_{G\alpha} \Rightarrow oe_{G\alpha}$ car $D_\alpha \equiv D_\alpha$.

– Elle est antisymétrique :

si $oe_{G\alpha} \not\equiv oe_{G\beta}$ et $oe_{G\alpha} \Rightarrow oe_{G\beta}$ alors $oe_{G\beta} \not\Rightarrow oe_{G\alpha}$ (ce qui équivaut à énoncer que, si ($oe_{G\alpha} \Rightarrow oe_{G\beta}$) et si ($oe_{G\beta} \Rightarrow oe_{G\alpha}$), *alors* $oe_{G\alpha} \equiv oe_{G\beta}$).

Si, pour concevoir une nouvelle entité $oe_{G\beta}$, on doit se donner $R_{G\beta}$ en générant $oe_{G\alpha}$ pour construire la description D_β, alors il n'est pas, au préalable, possible de concevoir l'entité $oe_{G\alpha}$ au travers d'une description D_α que l'on construirait en se donnant $R_{G\alpha}$ sous la forme de $oe_{G\beta}$, puisque cette dernière entité, par hypothèse, n'a pas encore été conceptualisée et n'est donc pas intersubjectivement disponible.

– Elle est transitive :

si $oe_{G\alpha} \Rightarrow oe_{G\beta}$ et $oe_{G\beta} \Rightarrow oe_{G\gamma}$ alors $oe_{G\alpha} \Rightarrow oe_{G\gamma}$

Cela va de soi, du fait de la récursivité de la définition adoptée. Si la connaissance d'une entité $oe_{G\alpha}$, nécessite la connaissance préalable d'une entité $oe_{G\beta}$, qui, elle-même nécessite la connaissance préalable de l'entité $oe_{G\gamma}$, alors la connaissance de l'entité $oe_{G\alpha}$ nécessite la connaissance préalable de l'entité $oe_{G\gamma}$.

Notons toutefois que cette relation d'ordre ne peut être généralisée. Nous avons en effet défini R_G comme une classe d'équivalence. Rien ne s'oppose donc *a priori*, à ce que cette classe d'équivalence incorpore *a posteriori* dans sa définition, une des entités dont la conceptualisation a été rendue possible par cette description même. Cette possibilité sera largement utilisée dans la suite. Et une fois ce type de circularité réalisée, les concepts s'affinent à force d'itérations motivées par des buts de plus en plus circonstanciés. Face à ce constat, le but est ici de mettre en évidence un ordre dans les genèses, afin qu'il puisse servir d'outil méthodologique pour conserver sous contrôle intersubjectif ce type de processus.

Pour, par exemple, générer et qualifier une « porte ouverte », je peux partir d'une « porte fermée » et réciproquement : il y a là manifestement une circularité. Mais pour que cette circularité soit possible, il a fallu un point de départ autre, tel que par exemple la conception d'un panneau pour obstruer une ouverture, et la motivation de pouvoir rendre le passage libre et ensuite de pouvoir le refermer, ce qui a généré le concept de « porte fermée », et, de là, le concept de « porte ouverte ».

Une entité conceptualisée peut être prise comme point de départ dans différentes constructions. Elle étiquette un élément de Réel décrit ou imaginé qu'il est potentiellement possible de se donner. Si j'adopte une entité comme point de départ de toutes sortes de constructions, alors, de proche en proche, je vois se développer différentes suites de descriptions qui génèrent autant de concepts d'entités dont les dépendances prennent la forme de ramifications à partir du nœud que constitue la première construction.

Chaque ramification a la forme d'une suite de *n+1* entités *(oe_{G0}, oe_{G1},…, oe_{Gn})* telle que $oe_{Gn} \Rightarrow oe_{Gn-1} \Rightarrow \ldots \Rightarrow oe_{G1} \Rightarrow oe_{G0}$.

Je dénomme 'chaîne génétique' une telle suite de *n+1* entités dont les conceptualisations sont génétiquement dépendantes.

Synoptique

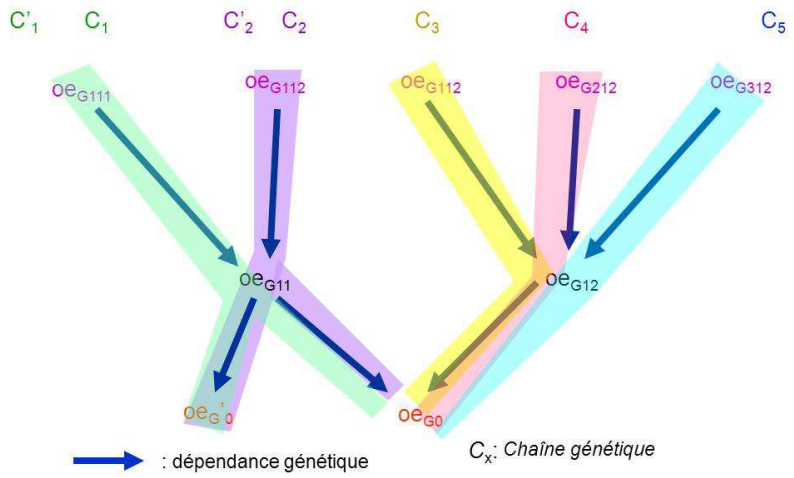

Figure 26 : *Dépendance génétique et relations d'ordre induites*

D19-sr Conjonction descriptionnelle

Introduction

Je dénomme '***conjonction descriptionnelle***' la genèse de différentes 'descriptions' à partir de la répétition d'un même enchaînement d'opérations.

Une telle 'conjonction' n'est pas une simple opération syntaxique. Elle constitue une description physique particulière. Une telle description n'est pas en effet le résultat d'une méta-description de descriptions préalablement accomplies. Elle requiert un *accomplissement physique*. Elle n'est pas non plus la description *d'une* entité, puisque différentes entités-à-décrire émergent solidairement de la répétition d'un même enchaînement d'opérations.

Tout comme une description MCR, une 'conjonction descriptionnelle' est motivée par un projet, car concevoir intersubjectivement l'articulation de la construction de différentes descriptions dans un même continuum et l'accomplir physiquement, relève d'une démarche motivée, non du hasard. Ce n'est donc pas là une opération algébrique que nous introduisons, mais une *opération psycho-physique, qui construit à la fois des descriptions et leur conjonction comme entité-à-décrire.*

Pour fonder sa définition, nous aurons recours aux outils méthodologiques ci-après :

- le principe MCR d'exclusion mutuelle d'espace-temps entre deux opérations qui ne sont pas localisées sur le même support d'espace-temps[83] ;
- la distinction méthodologique introduite entre le concept 'd'opération' (D1-sr) d'une part, et le rôle épistémique qu'on lui confère d'autre part, rôle 'd'opération de génération' (D2-sr) ou rôle 'd'opération d'examen'.

---

[83] Mugur-Schächter M. (2006). *Sur le tissage des connaissances,* Pr10, Paris. Hermès Science.

- la convention (**C2-sr**) qui pose que ‘opération de génération’ et ‘opération d’examen’ d’une entité physique, sont des concepts dont les répliques sont *non séparables* relativement au référentiel temporel, et dont on infère de l’enchaînement, une trajectoire continue dans la cartographie relativisée du Réel physique. L’entité générée et qualifiée n’intervient que comme un repère qui délimite conventionnellement les interactions physiques auxquelles on confère le rôle de ‘générateur’ et les interactions physiques auxquelles on confère le rôle ‘d’examen’ ;
- la convention (**C2-sr**) qui formalise les articulations possibles entre le concept d’entité-à-décrire oe_G dans une ‘description’ et le concept « d’élément » de Réel physique R_G où agit le générateur d’une autre description.

Pour approcher le concept de ‘conjonction descriptionnelle’ dans la première perspective évoquée, figurons-nous maintenant une description d’entité physique $D/G.R_G,oe_G,Q_V/$, telle qu’elle est conceptualisée dans l’espace de représentation SR.

A tout enchaînement $[G.R_G, Q_V]$ est associé dans S_{carto} un même ‘parcours’ d’un domaine-de-Réel-physique $]R_G^{ecr}, e_{ex_V}^{ecr}[$ où $e_{ex_V}^{ecr}$ (voir Figure 18) est l’étiquette dans S_{carto} du substrat de Réel physique radicalement inconnu, bijectivement associé à l’achèvement de ‘l’opération d’examen’.

Nous pouvons *a priori* insérer dans $]R_G^{ecr}, e_{ex_V}^{ecr}[$ (dans S_{carto}) autant ‘d’éléments’ que nous voulons, images ‘d’instants’ localisés dans S_{loc}.

Ce processus de segmentation est méthodologiquement doublement conditionné :

- par l’unité de mesure propre au référentiel temporel adopté qui détermine l’intervalle minimum concevable ;
- par le fait que, pour chaque intervalle temporel ainsi défini, on puisse conceptualiser une ‘opération’ dont on infère une ‘action’ localisée en cet intervalle. Un enchaînement $[G.R_G, Q_V]$ prend alors intersubjectivement la forme d’un enchaînement ‘d’opérations’ et les ‘actions’ localisées, inférées de ces ‘opérations’, définissent une partition dans S_{loc} de l’action globalement associée à l’entier enchaînement $[G.R_G, Q_V]$. Notons au passage que, conformément à C2-sr, tout ou partie d’un tel processus peut inclure des intervalles d’*inaction* relativement aux moyens physico-conceptuels que l’on considère.

Peut-on pour autant inférer l’existence relative d’une entité-à-décrire, indexée par chaque *instant t* qui borne ces actions localisées ? Méthodologiquement, on ne peut considérer que les opérations qui précèdent un tel instant *t* jouent le rôle ‘d’opération de génération’ que si l’enchaînement constitué par tout ou partie des opérations qui le suivent, joue le rôle ‘d’opération d’examen’. Or nous savons que l’enchaînement $[G.R_G, Q_V]$ converge en valeur, puisque, par hypothèse, ses répétitions produisent une description. On pourrait donc avancer que la condition mentionnée est *toujours* respectée, pour n’importe quel instant *t* inséré, si l’on considère comme ‘opération d’examen’, le processus constitué par l’enchaînement des opérations qui débute en *t* et s’achève avec $[G.R_G, Q_V]$. Si l’on considère maintenant l’ensemble des instants *t* introduits, cela a pour conséquence que les différentes entités inférées de ces instants *t*, seraient simultanément qualifiées par une même valeur, relativement à différents examens.

La convention introduite en (D4-sr) pour préserver le principe de causalité classique marque cependant une limite qui introduit des distinctions : le recueil d’un ‘effet’ ne peut être conceptualisé comme qualification de l’entité-à-décrire que dans la mesure où il débute au plus tôt avec l’opération d’examen. Ceci délimite ce que l’on est en mesure d’appréhender

comme 'effet' qualifiant une entité et donc comme 'valeur de trace' pour apprécier une convergence statistique en valeurs, lors de différentes répétitions.

Exemple

Considérons comme 'générateur' ***G*** d'une description $D/G.R_G,oe_G,ex_V/$ une opération qui consiste à exposer successivement à la pluie puis au soleil une tablette en bois aggloméré. Cette tablette en bois, prélevée en bout de chaîne de fabrication, constitue notre R_G.

Une fois exposée successivement à la pluie puis au soleil pendant des durées déterminées, elle est devenue notre entité-à-décrire, disons oe_G. Pour qualifier cette entité, on réalise à l'issue des tests mécaniques destructifs, qui produisent par exemple comme valeur la force exprimée en Newtons qu'il a fallu exercer en une extrémité de la tablette pour provoquer sa rupture. Faisons l'hypothèse que cette expérience converge statistiquement en valeurs et que l'on ait ainsi construit une 'description relativisée' de notre entité oe_G « tablette détrempée puis séchée au soleil ».

Maintenant, projetons dans S_{carto} l'instant correspondant à la fin de la durée d'exposition à la pluie. Inférons *a priori* de cet instant l'existence relative dans S_{carto} d'une entité oe_{G_1} « tablette détrempée ». Pour construire une description qui légitime cet *a priori*, considérons comme 'examen' de cette entité l'enchaînement des opérations constitué par l'exposition au soleil de cette « tablette détrempée » puis par l'accomplissement des tests mécaniques évoqués.

Par construction, il est évident que l'on obtiendra comme valeurs de rupture mécanique, exprimées en Newtons, pour qualifier cette « tablette détrempée » relativement à l'examen « exposition au soleil puis tests mécaniques », les mêmes que pour l'entité « tablette détrempée puis séchée », relativement à l'examen « tests mécaniques », puisqu'il s'agit là de conférer une *signification alternative* à la répétition d'un même continuum opératoire qui converge en valeurs. La contrainte temporelle destinée à préserver le principe de causalité (D4-sr), qui veut que les 'effets' d'un examen ne soient perceptibles, au plus tôt, qu'après le début de l'opération d'examen, est ici respectée.

Représentons la genèse simultanée de ces deux descriptions en baptisant oe_{G_1} l'entité « tablette détrempée » générée et qualifiée dans la description D_1 et oe_{G_2} « tablette détrempée puis séchée », l'entité générée et qualifiée dans la description D_2. On obtient :

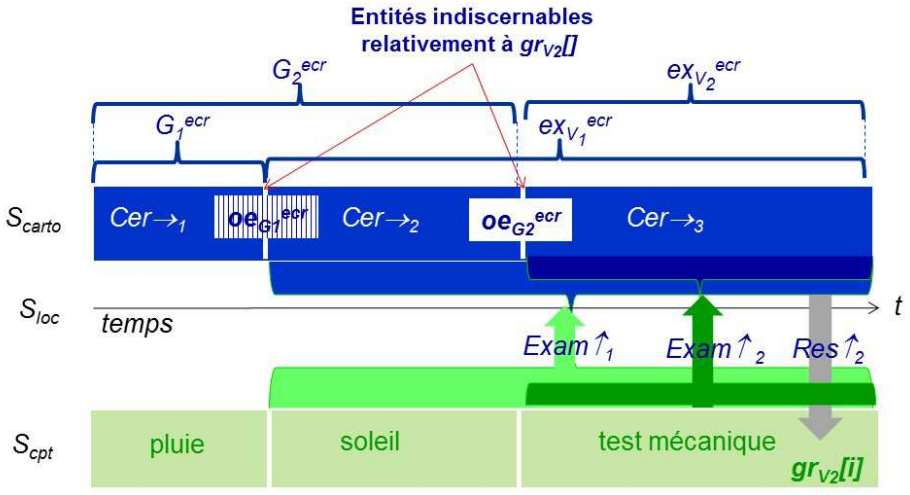

Figure 27 : *Segmentation d'un générateur*
(Les générateurs Gen↑1 et Gen↑2 n'ont pas été représentés par soucis de lisibilité)

Formellement la segmentation du processus réalisée par le biais de la conceptualisation d'une nouvelle entité-à-décrire à partir de l'introduction d'un instant repère nous conduit, sur le plan méthodologique, à poser :

$\exists (D_1/G_1.R_{G_1}, oe_{G_1}, Q_{V_1}/, D_2/G_2.R_{G_2}, oe_{G_2}, Q_{V_2}/)$ deux descriptions

$\exists (Cer\rightarrow_1, Cer\rightarrow_2, Cer\rightarrow_3) \in S_{carto}^{\ 3}$;

tel que :

- $Gen\uparrow_1(Tr_{op}\rightarrow_1) = Cer\rightarrow_1$;
- $Exam\uparrow_1(Tr_{op}\rightarrow_3 o\ Tr_{op}\rightarrow_2) = Cer\rightarrow_3\ o\ Cer\rightarrow_2$;
- $Gen\uparrow_2(Tr_{op}\rightarrow_2 o\ Tr_{op}\rightarrow_1) = Cer\rightarrow_2 o\ Cer\rightarrow_1$;
- $Exam\uparrow_2(Tr_{op}\rightarrow_3) = Cer\rightarrow_3$.

oe_{G_1} vient comme un repère intermédiaire, inféré de la façon de conceptualiser 'l'opération' qui joue le rôle 'd'opération de génération' de oe_{G_2}. Elle n'est le support d'aucune connaissance nouvelle dans la mesure où elle est *équivalente* à oe_{G_2} relativement à la grille de qualification commune aux deux 'vues' V_1 et V_2. Il s'agit pourtant de deux descriptions distinctes construites sur le fondement d'un unique enchaînement d'opérations.

Poser une entité oe_{G_1} *distincte de* oe_{G_2}, du seul fait de la conceptualisation des opérations, invite toutefois à la différencier de cette dernière. Une telle différentiation ne peut évidemment être accomplie que relativement à une autre 'vue'. La façon de conceptualiser le 'référentiel épistémique' donne ainsi des repères autour desquels peut se déployer la construction de connaissances ou le projet.

Dans l'exemple évoqué, on peut remarquer que soumettre une tablette en bois à la pluie puis au soleil génère des déformations observables. Le fait « d'exposer au soleil » peut alors valablement être interprété comme une opération d'examen de l'entité « tablette détrempée par la pluie » qui génère ses propres 'effets' : des déformations qui sont ou non statistiquement stables et donc génèrent ou non une nouvelle description.

En imaginant maintenant que les valeurs codant ces déformations convergent suffisamment pour qu'émerge intersubjectivement le concept d'une nouvelle description et que l'on s'amuse à faire varier le temps d'exposition à la pluie - constructions de nouvelles descriptions -, si l'on constate une corrélation entre les dispersions statistiques propres aux deux classes des descriptions construites - plus la tablette est déformée, moins elle est résistante mécaniquement -, alors on s'est typiquement doté d'un « signal » précurseur de la rupture mécanique.

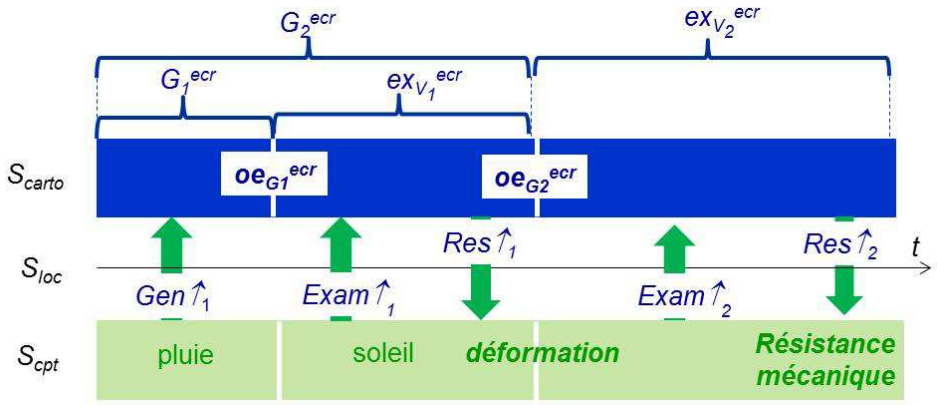

Figure 28 : *Conjonction de deux descriptions*

Il faut souligner que les résultats des 'effets' associés à ces différents 'examens' doivent être discernables et reproductibles indépendamment, pour que l'on puisse intersubjectivement les conceptualiser comme le résultat d'un examen donné. Sans entrer plus avant dans la caractérisation de ces conditions, je poserai simplement qu'à partir du moment où une opération se voit intersubjectivement attribué le rôle 'd'opération d'examen', c'est que cette condition est satisfaite.

Si maintenant nous généralisons, il résulte de notre analyse qu'un enchaînement 'd'opérations' peut se voir globalement conféré le rôle 'opération de génération' ou 'd'opération d'examen' d'une entité physique.

Un tel enchaînement génère intersubjectivement le concept de *processus opératoire* continu relativement au référentiel temporel. Formellement, on représentera un tel enchaînement sous la forme d'une suite $(Op\uparrow_1, Op\uparrow_2,\ldots, Op\uparrow_n)$ ou $[Op\uparrow_{(i)}]_{i<n\in\mathbb{N}^*}$.

On convient d'exprimer le sens conféré à un tel enchaînement selon le cas de figure, sous les formes respectives suivantes :

– $OpGen\uparrow((Op\uparrow_1, Op\uparrow_2,\ldots, Op\uparrow_n)) = Cer\rightarrow_{op_{Gen}}$ ou encore $OpGen\uparrow([Op\uparrow_{(i)}]_{i<n\in\mathbb{N}^*}) = Cer\rightarrow_{op_{Gen}}$ - dans le cas d'un 'générateur' .

– $OpExam\uparrow((Op\uparrow_1, Op\uparrow_2,\ldots, Op\uparrow_n)) = Cer\rightarrow_{op_{Exam}}$ ou encore $OpExam\uparrow([Op\uparrow_{(i)}]_{i<n\in\mathbb{N}^*}) = Cer\rightarrow_{op_{Exam}}$ – dans le cas d'un 'examen' .

Ceci nous ouvre la voie à la définition formelle d'un opérateur de 'conjonction decriptionnelle'.

La définition

Nous définissons l'opérateur de 'conjonction descriptionnelle' comme une description d'entité psychique.

L'entité psychique 'conjonction d'un ensemble fini de *n* descriptions d'entités physiques' $\{D_0, D_1, \ldots, D_{n-1}\}$, est généré par la construction (ou la reconstruction) de ces n descriptions à partir de la répétition d'un même enchaînement d'un nombre fini de *z* opérations $[Op\rightarrow_{(z-1)}]_{z\leq n\in\mathbb{N}^*}$.

Notons $\bigcap_{i=0}^{n-1} D_i$ cette entité psychique 'conjonction' où la valeur de *i* identifie une description en particulier.

Soit :

- un enchaînement fini de *z* opérations $[Op\uparrow_{(z-1)}]_{z\in\mathbb{N}}$;
- $E_{Dc}=\{D_0, D_1, .., D_{n-1}\}$ n descriptions - E_{Dc} : ensemble des descriptions (re)construites ;
- $OpGen\uparrow_{D_i}$ 'l'opération de génération' (D2-sr) et $OpExam\uparrow_{D_i}$ 'l'opération d'examen' (D1-sr, p83) d'une description quelconque $D_i/G_i.R_{G_i}$, oe_{G_i}, $Q_{V_i}/$ de E_{Dc}.

La répétition d'un nombre fini d'enchaînements $[Op\uparrow_{(z)}]_{z\leq n\in\mathbb{N}}$ 'génère' l'entité psychique 'conjonction' $\bigcap_{i=0}^{n-1} D_i$ des descriptions de E_{Dc} (c'est-à-dire, les conjoint, en les construisant ou en les reconstruisant simultanément) si et seulement si :

1) $\forall\ D_i \in E_{Dc}$, $\exists!\ (r,s,t,z) \in N$ avec $0<r<s<t<z$, on puisse poser :

- $OpGen\uparrow_{D_i}([Op\uparrow_{(x)}]_{r\leq x\leq s}) = Cer_{opGen_Di}\rightarrow$ - on assigne à l'enchaînement des opérations de rang *r* à *s* de $[Op\uparrow_{(z)}]$ le rôle 'd'opération de génération' de oe_{G_i} .

avec :

- $s(Cer_{opGen_Di}\rightarrow) = R_{Gi}^{ecr}$ avec $OpGen\uparrow([Op\uparrow_{(x)}]_{O<x\leq r}) \in R_{G_i}^{ecr}$ – l'enchaînement des opérations de rang *1* à *r* génère une entité qui vaut « donation » de R_{G_i} où agir G_i
- $t(Cer_{opGen_Di}\rightarrow) = oe_{G_i}^{ecr}$ avec $OpGen\uparrow([Op\uparrow_{(x)}]_{r<x\leq r})$ l'enchaînement des opérations de rang *r+1* à *s* joue le rôle 'd'opération de génération' de l'entité oe_{G_i} (voir D2-sr, p87) ;

- $Res\uparrow(OpExam\uparrow_{D_i}([Op\uparrow_{(x)}]_{s<x\leq t})) = V_{q_{Di}}$ – l'enchaînement des opérations de rang *s+1* à *t* de $[Op\uparrow_{(z)}]$ joue le rôle 'd'opération d'examen' de oe_{G_i}.- (voir D1-sr, p83)

avec :

- $V_{q_{Di}}$: ensemble des 'valeurs de trace' convergentes dont on impute l'émergence à la répétition de la même 'opération d'examen' et qui valent, globalement considérée, qualification de oe_{G_i}.

2) Tout terme $Op\uparrow_i$ de l'enchaînement $[Op\uparrow_{(z-1)}]$ est inclus dans la définition du 'référentiel épistémique' (D11-sr) d'au moins une description de E_{Dc}.

L'entité psychique 'conjonction descriptionnelle' est qualifiée par une vue-aspect de conceptualisation du domaine de Réel physique intersubjectivement associé à la construction réalisée.

La qualification de cette conjonction prend la forme d'une trajectoire donnée dans S_{carto} sur laquelle viennent se positionner les ouverts inférés de la construction simultanée des différentes descriptions conjointes.

Si les conditions précédentes sont réunies, c'est-à-dire s'il existe un enchaînement concevable 'd'opérations' dont la répétition reconstruise simultanément les différentes descriptions, alors, la conjonction ainsi réalisée est qualifiée par *l'unique* cartographie

relativisée du Réel physique *inférée* de l'émergence conjointe des différentes descriptions. La conjonction prend, par construction, la forme d'une *trajectoire* qui parcourt un 'continu physique', $]R_{G_0}^{ecr}, e_{op_{z-1}}^{ecr}[$ dans $S_{carto,}$ où :

- $R_{G_0}^{ecr}$ est inférée dans S_{carto} de la conceptualisation préalable de « l'élément de Réel » sur lequel agit la première opération de la suite $[Op \uparrow_{(z-1)}]_{z \in N}$.
- $e_{op_{z-1}}^{ecr}$ - e pour 'élément' - est inféré dans S_{carto} de la localisation spatio-temporelle qui borne l'action localisée, image dans S_{loc} de l'accomplissement de la dernière opération de la suite $[Op \uparrow_{(z-1)}]_{z \in N}$.

Commentaires

La définition tout à fait générale d'une conjonction descriptionnelle n'impose rien quant au positionnement relatif dans S_{carto}, les uns par rapport aux autres, des segments de la même trajectoire, qui, chacun, sont inférés de la construction de l'une des descriptions conjointes. Une description peut se voir encapsulée dans une autre - segment inclus - d'autres peuvent voir leur genèse partiellement superposées – segments communs.

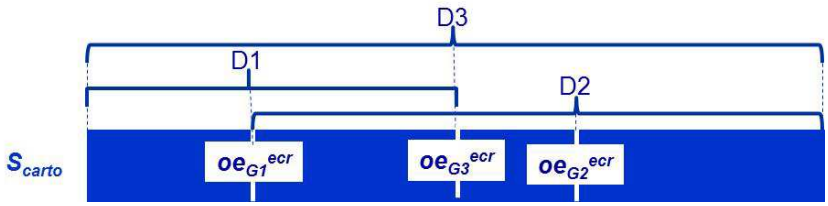

Figure 29 : *Exemple d'une conjonction de trois descriptions*

Construire conjointement $\{D_0, D_1, \ldots, D_{n-1}\}$ n'implique pas que ces descriptions soient construites indépendamment, *préalablement* à leur reconstruction conjointe. Elle signifie que chacune de ces descriptions doit pouvoir l'être, peu importe le cadre dans lequel elle a *d'abord* émergé. Une construction d'emblée conjointe vaut tant pour une « branche » de connaissance qui progresse pas à pas, linéairement à partir d'un point de départ que pour un projet dans lequel on explore des successions de 'faits' voulus (ou redoutés) : il doit se passer ceci, puis cela... Inversement, les descriptions peuvent avoir été d'abord construites individuellement puis reconstruites conjointement pour mettre en évidence une continuité que l'on pressent.

D20-sr Scénario

Introduction

La convention C3-sr, en interrogeant le statut formel du concept ‘d’élément’ de Réel physique sur lequel agit le ‘générateur’ d’une description, a mis en évidence un cas tout à fait particulier de ‘conjonction’ : celui dans lequel une ‘opération’ se voit octroyer le statut ‘d’examen’ dans une description et de ‘générateur’ dans une autre.

Chauffer un métal nous permet de le caractériser en termes de température de fusion, mais l’entité ainsi générée, « métal en fusion », peut être à son tour qualifiée en termes par exemple de viscosité ou de propriétés électromagnétiques. On voit bien là que l’opération qui consiste à chauffer le métal a, dans un tel enchaînement, tout à la fois le rôle ‘d’examen’ et de ‘générateur’ d’une entité nouvelle.

Cette conjonction particulière de deux descriptions peut être étendue à une suite quelconque de descriptions d’entités ‘génétiquement dépendantes’ (D18-sr p148) dans laquelle tout couple de descriptions successives de rang *x* et *x+1* relativement à la ‘relation de dépendance génétique’, se voient physiquement entremêlées par le fait que l’entité décrite dans une description de rang *x*, se voit conférer le rôle ‘d’élément de Réel’ où agit le ‘générateur’ d’une description de rang *x+1*. Il en résulte, sauf dans le cas de ‘descriptions dégénérées’ (D11-sr p126) , que les opérations qui jouent le rôle descriptionnel ‘d’opération d’examen’ dans la description de rang *x*, conceptualisent tout ou partie de ‘l’opération de génération’ dans la description de rang *x+1*.

Par commodité, je dénomme :

- ‘description locale’ de rang *x* une description $D_x/G_x.R_{Gx}$, oe_{Gx}, Q_{Vx}/ où *x* est le rang de la description dans la suite des descriptions d’entités ‘génétiquement dépendantes’ dont le ‘scénario’ constitue la ‘conjonction’ ;
- ‘entité racine’ l’entité physique générée par la ‘description locale’ de rang *0*, oe_{G0}, aussi dénommée ‘description racine’.

On peut se reporter pour exemple à l’introduction faite au concept de ‘conjonction descriptionnelle’ (cf. p153). Un enchaînement de quatre opérations dont deux jouent simultanément le rôle ‘d’opération d’examen’ et ‘d’opération de génération’, génère par exemple une conjonction descriptionnelle sous la forme d’un ‘scénario’ intriquant 3 ‘descriptions locales’ :

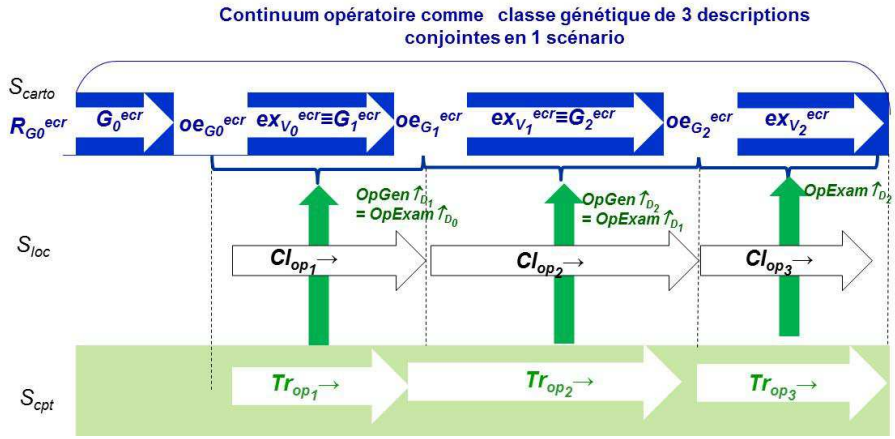

Figure 30 : *Scénario avec superposition de rôles descriptionnels sur de mêmes opérations*

Un scénario peut consister en un enchaînement de ‘descriptions dégénérées’.

Exemple

Je vois une forme ovale alvéolée posée, je pressens qu’il s’agit d’une éponge - première description dégénérée : l’éponge pressentie -, je m’en empare alors avec la main pour en apprécier la texture, ce qui me confirme qu’il s’agit bien d’une éponge - deuxième description dégénérée : l’éponge . Je verse alors de l’eau dessus pour évaluer le volume de l’éponge saturée d’eau - troisième description dégénérée : l’éponge remplie d’eau. L’opération de génération-examen de chacune de ces descriptions dégénérées (à l’exception de la première), est bien réputée agir sur ‘l’élément de Réel’ généré et qualifié par la description précédente.

Ce type d’enchaînement serait typiquement formalisé de la façon schématisée ci-après.

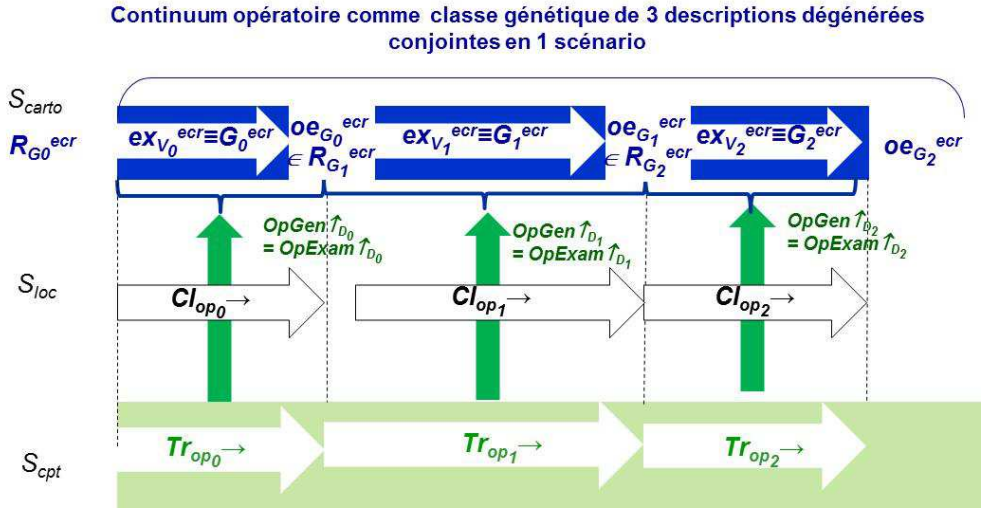

Figure 31 : *Scénario de 3 descriptions dégénérées*

La définition

La ‘conjonction’ (D19-sr), de n descriptions $\bigcap_{i=0}^{n-1} D_i$, est un scénario si et seulement si :

– les n entités $\{oe_{G_0}, oe_{G_2}, \ldots, oe_{G_{n-1}}\}$ décrites dans les descriptions locales sont totalement ordonnées par la relation de dépendance génétique (**C2-sr**, p112) relativement à cette conjonction :

$\forall (oe_{G_i}, oe_{G_j}) \in \{oe_{G_0}, oe_{G_2}, \ldots, oe_{G_{n-1}}\}$, soit $oe_{G_i} \Rightarrow oe_{G_j}$, soit $oe_{G_j} \Rightarrow oe_{G_i}$.

– $\forall (D_x, D_y) \in E_{Dc}{}^2$ – ensemble des descriptions conjointes -, si les entités correspondantes, respectivement oe_{G_x} et oe_{G_y}, sont de rang successif relativement à la relation d’ordre de dépendance génétique, alors $oe_{G_x} \in R_{G_y}$, classe d’équivalence des entités physiques sur lesquelles agit indifféremment le ‘générateur’ G_y pour reconstruire D_y.

Je note $\boldsymbol{Sc_{i=0}^{n-1}}$ la conjonction de *n* descriptions conjointes en un scénario.

Commentaires

Pour construire un scénario, il faut se donner consensuellement un point de départ et un point d’arrêt, il faut déterminer les enchaînements parmi tous ceux *possibles*[84]. Ces choix ne sauraient être réduits aux finalités spécifiques aux descriptions locales générées, ils relèvent du point de vue global adopté. Et physiquement, lorsqu’il s’agit d’accomplir, il ne s’agit pas de reconstruire telle ou telle description considérée isolément, mais de répéter le continuum opératoire formé par l’entier enchaînement des ‘opérations’ successives, afin que l’ensemble des ‘descriptions locales’ qui génèrent le scénario, émergent conjointement de la convergence des valeurs d’aspect qui leur sont propres.

Un scénario se construit typiquement de façon incrémentale. Classiquement, en phase de découverte, ces constructions permettent de partager intersubjectivement la prise de connaissance d’une certaine réalité que l’on cherche à cerner en conceptualisant sa dynamique.

En phase de construction de projets, ils permettent de partager les tâtonnements d’où émergent les buts, au travers desquels on décline la finalité, à préciser les rôles dévolus aux ressources mobilisées pour concevoir quelque chose de nouveau qui évolue dans un contexte mouvant.

---

84 Je dénomme « possibles » les ‘opérations’ sur l’entité objet d’étude, non contradictoires (compatibles) avec la connaissance et l’expérience que l’on a du contexte que l’on se donne comme moyen pour la décrire dans le cadre descriptif considéré.
Cette définition est conforme au concept Poppérien de description empirique, Karl Popper "(1935) (2002). *The Logic of Scientific Discovery*, *p16.* Routledge Classics : "We may distinguish three requirements which our empirical theoretical system must meet: - First, it must be synthetic (non contradictory) so that it may represent a *possible world*, secondly (…) it must represent a world of *possible experience* – Thirdly, (…) it must represent *our* world of experience.
Selon les cas de figure, ces possibles peuvent avoir la connotation de « vraisemblables », lorsque le moyen adopté pour décrire est un environnement dont la détermination échappe à celui qui décrit (le temps qu’il fait), soit faire référence aux différentes alternatives envisageables dans un projet donné, lorsque le moyen pour décrire consiste typiquement en un dispositif de test piloté dont on maîtrise la mise en œuvre.

On peut ordonner les ‘valeurs de trace’ produites dans un ‘scénario’ en fonction de l’ordre dans lequel les opérations réputées les produire interviennent : l’opération de rang *g+1* produit la valeur *g+1*, l’opération de rang *g+2* produit la valeur *g+2*, etc. Cet ordonnancement est déterminé par la relation de causalité construite entre ‘l’effet’ que conceptualise une valeur et 'l’opération d’examen’ réputée le produire. Conformément à la posture adoptée pour conceptualiser le concept ‘d’effet’ (D4-sr), cet ordonnancement des valeurs n’est pas déterminé par la localisation spatio-temporelle des endroits où l’on recueille les ‘effets’ (D4-sr) : on peut par exemple percevoir ‘l’effet’ conceptualisé par la valeur 1, produit par l’opération 1 *après* ‘l’effet’ conceptualisé par la valeur 2, réputé produit par l’opération 2. Que l’ordre d’accomplissement des examens et l’ordre de recueil de leurs effets coïncident est un cas particulier, même s’il correspond à l’approche intuitive que nous pouvons spontanément en avoir. De façon générale, les associations entre ‘causes’ et ‘effets’ sont le fruit de la conceptualisation préalable des opérations (on s’attend à …), et des confirmations ou des réfutations induites par le constat ou l’absence de corrélations spatio-temporelles stables entre ces opérations et les effets dont ils sont supposés être la cause. On pressent tout à la fois les degrés de liberté clairement identifiés et les « mises en ordre » des significations qu’autorise un tel infra-cadre d’analyse.

Cette définition n’a pas pour but de rendre compte de toutes les situations. Elle se borne à énoncer les conditions formelles qui, *a posteriori*, doivent être respectées pour qu’un scénario émerge intersubjectivement comme concept. Et c’est cette généralité et cette précision qui en font un outil précieux lorsqu’il s’agit d’outiller une méthode.

D21-sr Description séquentielle et persistance d’une entité physique

Introduction

Si l’on considère une entité locale particulière dans un scénario, elle subdivise l’enchaînement opératoire qui conjoint les descriptions constituant ce scénario en deux segments : les opérations qui précèdent la génération de cette entité et les opérations qui la suivent.

Considérons un scénario généré par la répétition d’un enchaînement $[Op\uparrow_{(i)}]_{i\leq n\in\mathbb{N}^*}$ d’opérations. Considérons, dans ce scénario, l’entité oe_{Gg} générée au rang *g*, $g < n$.

oe_{Gg} subdivise $[Op\rightarrow_{(z-1)}]_{z\in N}$ en deux sous-enchaînements :

- $[Op\uparrow_{(x)}]_{0<x\leq g}$: enchaînement d’opérations qui précèdent la génération de oe_{Gg}. On peut lui conférer le rôle ‘d’opération de génération’ de l’entité oe_{Gg} ;
- $[Op\uparrow_{(y)}]_{g<y<n}$: enchaînement d’opérations qui suivent la génération de oe_{Gg} ;

Intéressons-nous alors à la façon dont oe_{Gg} ‘existe’ relativement à l’enchaînement $[Op\uparrow_{(y)}]_{g<y<n}$. Faisons l’hypothèse que nous avons choisi *g* de façon à ce que cet enchaînement comporte plusieurs opérations pour nous placer dans un cas général.

L’opération de rang *g+2* suit immédiatement l’opération d’examen, de rang *g+1*, de l’entité oe_{Gg}, localement décrite dans $D_g/G_g.R_{Gg}, oe_{Gg}, Q_{Vg}/$. Cette opération de rang *g+2* produit par hypothèse, puisqu’elle correspond à l’opération d’examen dans la description locale $D_{g+1}/G_{g+1}.R_{Gg+1}, oe_{Gg+1}, Q_{Vg+1}/$, une valeur qui converge lors des répétitions de l’enchaînement $[Op\uparrow_{(i)}]_{i\leq n\in N^*}$.

Maintenant, si nous considérons globalement l'enchaînement extrait $[Op\uparrow_{(y)}]_{g<y\leq g+2}$ de $[Op\uparrow_{(y)}]_{g<y<z}$., nous pouvons lui conférer la *signification* d'opération d'examen de l'entité oe_{Gg} et considérer que cet examen produit deux 'effets', conceptualisés par 2 'valeurs de traces', qui convergent toutes deux, par hypothèse, lors de la répétition de l'enchaînement $[Op\rightarrow_{(z)}]_{z\leq n\in N^*}$ puisqu'elles correspondent à la construction des descriptions locales des entités oe_{G_g} *et* $oe_{G_{g+1}}$.

Cette signification conduit à concevoir une nouvelle description, conjointe avec les descriptions locales évoquées, puisque reconstructible simultanément, dans laquelle l'entité locale oe_{Gg} est qualifiée par une vue qui introduit deux vues-aspects, respectivement associées à deux 'effets', pourtant imputés à une seule et même origine : 'l'opération d'examen' de l'élément de Réel associé à l'entité-physique-à-décrire oe_{Gg}, inférée de l'enchaînement $[Op\rightarrow_{(y)}]_{g<y\leq g+2}$.

Exemple

L'exemple introduit en (D19-sr, Figure 27) illustre ce type de conjonction. On peut en effet considérer que la « tablette détrempée » est qualifiée relativement à une vue dont 'l'opération d'examen' consiste en une « exposition au soleil suivie de tests mécaniques ». Cette dernière produit deux 'effets' différemment localisés relativement au référentiel spatio-temporel : une « déformation », et une « rupture mécanique ».

Cette vue est globalisante relativement aux descriptions locales des entités oe_{Gg} et oe_{Gg+1} plus analytiques. Dans chacune de ces deux descriptions locales, les mêmes 'effets' sont ramenés à des causes plus précises : la déformation constatée à la seule 'opération d'examen' qui consiste à exposer au soleil une « tablette détrempée », et la rupture mécanique, à l'opération qui consiste à réaliser des tests mécaniques sur la tablette ainsi déformée. Ainsi, le « parcours » du domaine-de-Réel-physique associé à l'enchaînement de ces deux opérations, conjointement considérées, se trouve-t-il segmenté par les descriptions locales. Et ce sont les corrélations spatio-temporelles stables entre la localisation des 'opérations' et la localisation de leurs 'effets' qui fondent l'intersubjectivité de cette segmentation du sens conféré aux interactions physiques.

En poursuivant le raisonnement, oe_G 'existe' aussi relativement à une 'vue' moins analytique, dont l'opération d'examen consiste en l'enchaînement $[Op\uparrow_{(i)}]_{g<i<n}$ qui converge vers une certaine suite de valeurs pour chacun des différents aspects considérés.

Dénommons donc *'description séquentielle' toute description qui peut être conjointe avec un scénario qui conjoint lui-même un ensemble de 'descriptions locales', et 'vue séquentielle' la vue associée à une telle 'description séquentielle'***.**

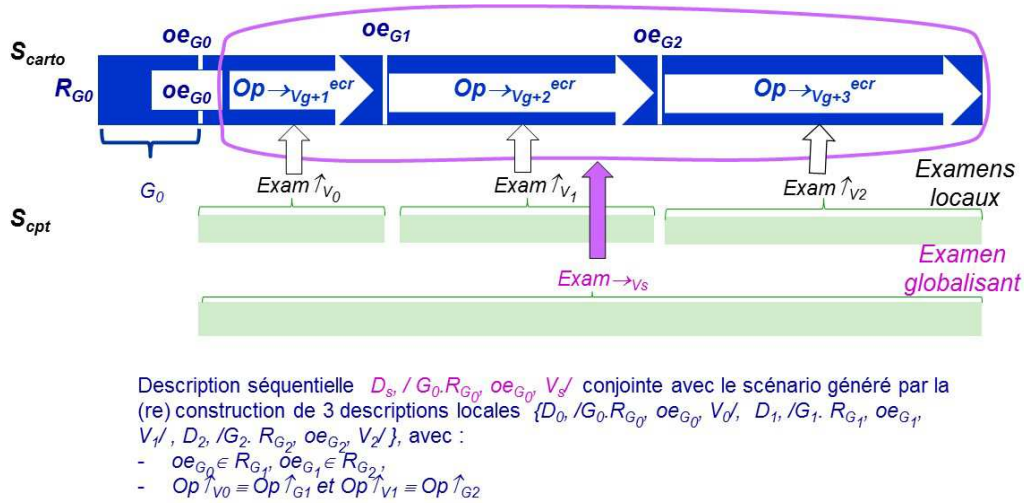

Figure 32 : *Une description séquentielle dont la vue introduit trois vues-aspects*

Une telle construction est concevable pour n'importe quelle entité générée par l'une quelconque des 'descriptions locales' d'un scénario. D'un point de vue méthodologique, il suffit de définir l'enchaînement des 'opérations' qui précèdent comme son 'opération de génération', et l'enchaînement de l'ensemble des 'opérations' qui suivent comme son 'opération d'examen', pour construire une 'description séquentielle' de cette entité en particulier. L*a signification intersubjectivement projetée sur l'accompli guide la conceptualisation des descriptions.*

Nous aboutissons à une situation dans laquelle un enchainement d'opérations nous conduit à postuler l'existence de toute une série d'entités physiques génétiquement dépendantes et conjointement décrites, mais dont les qualifications, globalement considérées, peuvent être simultanément conceptualisées comme les manifestations des différents 'effets', distribués dans le temps et dans l'espace, de 'l'opération d'examen' d'une seule et même entité. Chacune des valeurs d'aspects produites peut être conceptualisée comme une qualification de cette entité mais aussi comme la qualification d'une entité localement générée, génétiquement dépendante de l'entité dont on construit la description séquentielle. Nous sommes conduits à considérer que chacune des entités localement générées étiquette une certaine « modalité d'être » de l'entité décrite séquentiellement ou encore que cette dernière est *persistante*.

La définition

Description séquentielle

Soit $[Op\uparrow_{(z)}]_{z\leq n\in \mathbb{N}^*}$ l'enchaînement des opérations dont la répétition conjoint en un 'scénario' un ensemble de descriptions $E_{Sc} = \{ D_0, .., D_{n-1}\}$.

On appellera '***description séquentielle de l'entité de rang g : oe_G***' avec $0 \leq g < n$ la description $D_{seq}/G_{seq}.R_{G_{seq}}$, $oe_{G_{seq}}$, V_{seq}/ *construite* telle que :

- $Op\uparrow_{G_{seq}} = [Op\uparrow_{(i)}]_{0\leq i\leq g}$ - 'l'opération' qui joue le rôle 'd'opération de génération' de l'entité $oe_{G_{seq}}$ est conceptualisée comme l'enchaînement des 'opérations' de rang 0 à g - ;
- $Op\uparrow_{V_{seq}} = [Op\uparrow_{(i)}]_{g<i\leq n}$ - 'l'opération' qui joue le rôle d'opération d'examen de $oe_{G_{seq}}$ est conceptualisée comme l'enchaînement des opérations de rand $g+1$ à n .

Commentaires

Si je me regarde prendre connaissance d'un radicalement inconnu ou imaginer du radicalement nouveau, je constate que l'image d'une entité globalement stable face au temps et à l'espace - objet matériel, situation, organisation -, émerge de séquences opératoires productrices d'effets observables, accomplies ou imaginées, et qui font référence en mon esprit à une même entité à décrire ou à imaginer.

Au travers de ces enchaînements, je cherche dans le foisonnement des faits ou de mon imagination les stabilités et les cycles qui me conduisent à *distinguer* mon objet d'étude du substrat de Réel dans lequel je le localise. Je décris l'évolution de l'entité relativement à une situation évolutive, comment elle se transforme, comment elle interagit avec les moyens que je considère, avec l'environnement dans lequel je la projette.

D22-sr Continuité physique

Introduction

A partir du moment où *n* descriptions peuvent être conjointes, en un 'scénario' qui ordonne les entités-à-décrire les unes relativement aux autres en fonction de la relation de dépendance génétique (D18-sr, p 148), il est de même possible de conceptualiser à partir du même enchaînement d'opérations autant de 'descriptions séquentielles' qu'il y a d'entités. Seulement, ceci ne constitue que des *potentialités* qui ne se concrétisent intersubjectivement que si une finalité active nous y pousse.

Si cela survient, les entités localement générées émergent comme autant de repères dans la 'transition' qui conceptualise, dans S_{carto}, l'accomplissement de l'opération d'examen comme parcours continu d'un certain domaine de Réel représenté par un 'ouvert' du point de vue topologique (D3-sr , p 89). Chacune des entités locales positionnées dans ce domaine de Réel

est alors postulée réifier une certaine modalité d'être connaissable de ce *même* continuum physique, relativement délimité par la conjonction des descriptions réalisées.

Ceci nous amène à définir le concept de *continuité physique* comme le produit de la considération conjointe de ces différentes constructions, c'est-à-dire comme la *méta-description* de ces différentes descriptions construites sur un même substrat.

La définition

Un ensemble de *n* entités-à-décrire $\{oe_{G_0}, oe_{G_2}, \ldots, oe_{G_{n-1}}\}$ sont postulées appartenir à un même 'domaine de Réel physique', inféré d'un enchaînement de *n+1* opérations $[Op\uparrow_{(i)}]_{0\leq i\leq n}$ réputé *continu* en chacun des 'éléments' de Réel inférés de ces entités, si et seulement si :

– $\exists\, Sc = \bigcap_{i=0}^{n-1} D_i$, - il existe un scénario qui conjoint un ensemble $D_{Sc}=\{D_0, .., D_{n-1}\}$ de *n* descriptions de ces *n* entités respectives et dont les 'opérations' de génération' et les 'opérations d'examen' sont inférées d'enchaînements extraits de $[Op\uparrow_{(i)}]_{0\leq i\leq n}$.

– $\forall oe_{G_i} \in D_{Sc}, \exists D_{seq}/G_{seq}.R_{G_{seq}}, oe_{G_i}, V_{seq}/$ avec $Op\uparrow_{G_{seq}} = [Op\uparrow_{(i)}]_{0\leq i<n}$ et $Op\uparrow_{v_{seq}} = [Op\uparrow_{(j)}]_{i<j\leq n}$ - Chaque entité-à-décrire oe_{G_i} de rang *i* fait *aussi* l'objet d'une description séquentielle dans laquelle 'l'opération de génération' de l'entité est conceptualisée comme l'enchaînement des 'opérations' de rang *0* à *i* et 'l'opération d'examen' est conceptualisée comme l'enchaînement des 'opérations' de rang *i +1* à *n* –

Commentaires

Ce concept de 'domaine continu de Réel' ne repose pas sur le caractère « discret » ou « continu » des 'valeurs de traces' ni sur des ruptures dans les évolutions de ces valeurs relativement aux modèles 'd'opérations' qui sont postulées les déterminer. Il émerge de la conceptualisation en 'opérations' d'une unité d'action, librement délimitée, et transcende les localisations spatio-temporelles dont il est pourtant inféré. En cela, le concept de continuité physique que nous introduisons consacre la prépondérance de la *signification* dans la genèse intersubjective des structures que nous prêtons au substrat de Réel physique.

Le continuum physique ainsi postulé est parsemé de repères inférés de la segmentation conceptuelle de ce qui survient : les 'entités physiques localement générées'. Chacune de ces entités apparaît comme une certaine modalité d'être connaissable du domaine de Réel que l'on parcourt continûment au travers de l'enchaînement des opérations.

Chapitre VI

Stabilité physique et clôture des domaines d'existence relative : les disjonctions descriptionnelles

---

Nous nous sommes désormais dotés des moyens méthodologiques de raconter ou imaginer l'histoire *d'un exemplaire* d'entité persistante, de décrire un destin particulier. Mais il est bien connu que les concepts « classiques » d'entités que nous intériorisons, tel qu'une table, ne se réduisent pas à décrire l'histoire de cette table-là. Comment pourrions-nous d'ailleurs synthétiser un tel concept en nous limitant à une succession d'observations, d'expériences ponctuelles, qui, chacune, ne nous en révèle qu'un aspect particulier ? Comment voir simultanément une table de dessus, de dessous, de côté ? Et pourtant cette table-là, au moment où nous l'envisageons, s'impose à notre esprit, dotée simultanément de tout un potentiel de modalités d'être que nous ne pouvons pas simultanément envisager.

Ce lieu commun n'est évoqué que pour pointer du doigt que le concept de persistance que nous avons introduit n'est pas suffisant pour servir de structure d'accueil à la genèse contrôlée de telles constructions, support de tout un ensemble 'd'anticipations' parmi lesquelles seules certaines sont effectivement 'réalisées' dans un ordre déterminé : nous choisissons de d'abord voir la table de dessus *ou* de côté. Nous l'adoptons comme table de salon *ou* nous la remisons dans la cave. La conceptualisation d'une telle entité, une fois accomplie, transcende toutes les expériences singulières que nous pouvons en faire. Mais ces expériences qui nourrissent cette construction, elles, prennent toujours la forme d'enchaînements de « faits » localisés dans le temps et dans l'espace, exclusifs les uns des autres. Pour passer de ces successions au concept d'entité « classique », il nous faut, sur le plan méthodologique, introduire la *mémoire* et les constructions intersubjectives que nous pouvons réaliser à partir de là, support d'un ensemble *a priori* non défini 'd'anticipations'.

Fidèle à nos principes, nous nous astreignons à progresser dans la perspective évoquée à partir des seules ressources méthodologiques acquises à ce stade d'avancement. Pour initier cette progression, remarquons d'abord que le concept de 'conjonction descriptionnelle' nous suggère que si différents 'scénarios', bâtis à partir d'une même 'entité racine', conduisent à générer des 'entités locales' *équivalentes* relativement aux différentes 'qualifications' (D9-sr, p103) que nous pouvons en concevoir, alors ces différentes entités pointent en notre esprit vers un même 'élément' de Réel physique. Et les cheminements qui génèrent ces différents 'éléments' nous apparaissent alors comme autant de moyens différents d'accéder à ce *même* 'élément' de Réel, à cette même modalité d'être du domaine de Réel continu que nous cherchons à délimiter.

Pour nous en convaincre, envisageons un exemple simpliste. Si nous nous trouvons devant une porte fermée, que nous l'ouvrons, puis que nous la fermons, il nous semble aller de soi que nous avons généré au travers de l'enchaînement *[ouverture, fermeture]* une 'situation' tout à fait équivalente à la situation initiale : une porte fermée. Et cela vaut aussi pour un enchaînement *[ouverture, fermeture, ouverture, fermeture]*. Nous nous sommes donné une structure d'accueil méthodologique pour formaliser de telles équivalences relativement à une

qualification, au travers de la convention (C3-sr). Nous appelons donc « porte fermée » non seulement l'élément de Réel physique que nous nous donnons initialement, mais aussi l'entité générée par l'enchaînement *[ouverture, fermeture]* appliqué à cet élément. Si tout ce qui nous intéresse dans une porte, est le fait de pouvoir ou non pénétrer dans la pièce voisine, alors les deux situations ainsi générées « porte ouverte » et « porte fermée » saturent, relativement à notre finalité, le domaine d'existence d'une « porte ».

Remarquons toutefois, qu'au terme d'années de bons et loyaux services, nous pouvons nous trouver dans une situation inédite, parce que la poignée nous reste dans les mains, parce qu'un gond se rompt et que la porte nous tombe dessus. La clôture réalisée du mode d'existence de la porte est rompue, le *même* support conceptualisé de nos actions disparaît. Cela suffit à suggérer que ces 'mises en équivalence' construites, constituent tout à la fois le produit d'une expérience relative à certaines finalités et un *pari* sur l'avenir - une *anticipation* - qui s'inscrit dans un cadre spatio-temporel *fini,* même s'il est *a priori* non déterminé (exemple : la *stabilité* du système solaire). Et si nous nous plaçons maintenant non plus dans une perspective de construction de connaissances, mais dans une perspective d'innovation, la *maîtrise* spatio-temporelle de cette *clôture voulue* du mode d'existence de *l'entité-physique-support-du-projet relativement* aux usages, est au cœur de la démarche d'ingénierie : il faut que le fonctionnement opérationnel soit « nominal » au moins pendant la période de garantie du produit! L'enjeu est de stabiliser le couple *[buts spécifiés, conception]* dans un compromis jugé acceptable. Là interviennent en particulier les analyses de danger et la sûreté de fonctionnement.

Faisons maintenant l'hypothèse que nous décrivions une entité donnée, oe_{G_0}, dite 'entité racine', relativement à différentes 'vues séquentielles' (D21-sr, p161). Nous obtenons alors un nombre fini de 'qualifications' (D9-sr, p103) différentes de la même entité qui prennent chacune la forme d'une suite de valeurs. Par définition, chaque enchaînement 'd'opérations' conceptualisé comme 'l'opération d'examen' propre à une vue séquentielle donnée peut être simultanément appréhendé comme la conjonction en un 'scénario' d'un ensemble de 'descriptions locales'.

Considérons maintenant les différentes entités locales, ainsi générées. Imaginons maintenant que nous puissions construire de nouvelles descriptions pour chacune de ces entités locales en les qualifiant relativement aux mêmes vues séquentielles que celles adoptées pour décrire 'l'entité racine' que nous nous sommes donnés initialement. Répétons à nouveau l'entier processus pour chacune des nouvelles entités ainsi introduites. Faisons l'hypothèse, qu'au bout d'un certain nombre d'itérations d'un tel algorithme, le nombre de qualifications *différentes* obtenues *n'augmente plus*. Ceci revient à dire que les 'qualifications' des nouvelles entités introduites sont *les mêmes* que celles d'entités préalablement décrites ou que ces différentes entités sont toutes *équivalentes* à certaines de ces entités relativement aux mêmes 'vues séquentielles'.

Si, en réitérant ce processus un certain nombre de fois, nous constatons une telle convergence des nouvelles descriptions vers un ensemble fini de 'qualifications', nous finirons par en *inférer* que toutes les entités que nous sommes à même de générer selon ce processus, peuvent être ramenées à un nombre fini de classes d'équivalences relativement à la vue séquentielle adoptée.

Si maintenant on fait l'hypothèse que les différentes 'opérations d'examens' sont inférées d'enchainement 'd'opérations' qui partagent des « branches communes » - ce qui est le cas dès que l'on étudie des alternatives à différents stades d'un scénario -, et que l'on veut représenter les 'transitions' dans S_{carto} inférées de ces examens, en leur associant les valeurs produites, on aboutit au type de schéma ci-après.

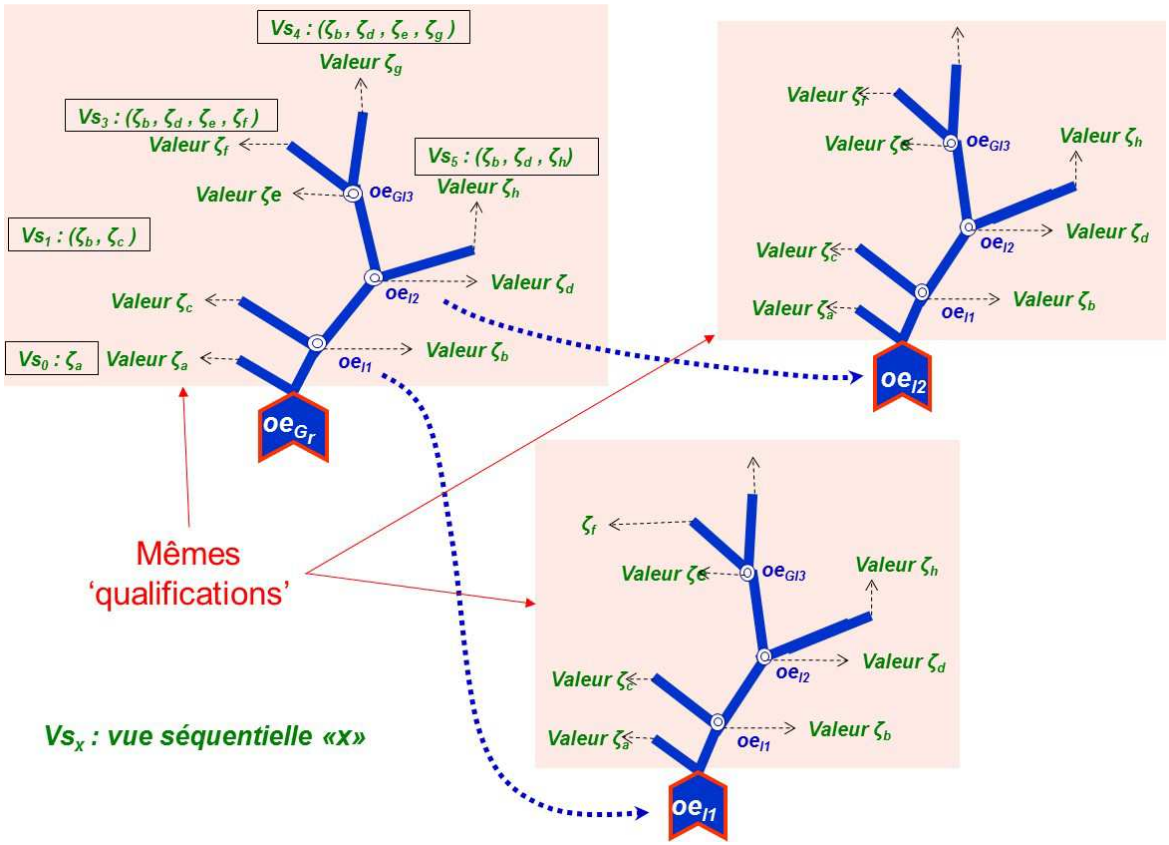

Figure 33 : *Exemple de développements séquentiels*

La figure ci avant ressemble à une cartographie relativisée du Réel physique qui articulerait différentes alternatives incompatibles - au sens de MCR – mais qui partagent certains « segments ». D'un point de vue méthodologique, un tel schéma reste purement intuitif, formellement illégitime. Il est nécessaire pour répondre au besoin qu'il met en évidence de déterminer les conditions qui autorisent l'élaboration de telles cartographies relativisées du Réel à partir de descriptions dont les constructions sont incompatibles relativement au référentiel spatio-temporel. Ce point conduit au concept de 'disjonction descriptionnelle'.

Remarquons maintenant que lorsqu'il s'agit de décrire *physiquement*, les 'opérations' conceptualisées et les 'aspects' relativement auxquels nous qualifions sont forcément en nombre *fini*. Qui plus est, puisque toute description est motivée par une finalité, cette focalisation limite contextuellement le champ des concepts que nous mobilisons pour décrire et anticiper.

Toutefois, à partir de ces moyens finis, nous conceptualisons quotidiennement des généralités ou des anticipations, qui valent pour des descriptions *pratiquement non dénombrables* d'entités physiques. Il suffit, pour s'en persuader, d'évoquer un faux absolu tel que *tout* ce qui peut survenir à un artefact, tel un avion ou une voiture au cours de sa durée de vie opérationnelle. Et pourtant face à cet inconnu, face au foisonnement des destins individuels et des '*possibles*' envisagés, il faut pouvoir s'engager sur la tenue de caractéristiques opérationnelles stables, sur la conception d'artefacts sûrs de fonctionnement pendant leur durée de vie opérationnelle. Il faut pour cela :

– Pouvoir conceptualiser les destins alternatifs imaginables sous la forme d'enchainements construit à partir d'un même ensemble fini d'opérations ;

– pouvoir ‘évaluer’ (D17-sr, p 140) la conformité d’un accomplissement en particulier, relativement aux règles qui déterminent intersubjectivement les enchaînements d’opérations concevables.

Dans une telle situation, il n’est pas possible de décrire ou d’anticiper *en extension*, c’est-à-dire de construire au cas par cas, les différentes descriptions d’entités physiques envisageables. Il devient incontournable de raisonner *en compréhension*, sur le fondement méta-vues de qualification des ‘référentiels épistémiques’, qui déterminent *a priori* les classes d’équivalence auxquelles appartiennent les descriptions potentielles relativement à la vue considérée.

‘Clôturer’ domaine d’existence d’une entité persistante en ramenant toutes les modalités d’être de cette entité à un nombre fini de classes d’équivalences relativement à la vue adoptée constitue un pari : le pari que la vue de qualification des ‘générateurs’ d’entités locales est nécessaire et suffisante face au but de constituer ces classes d’équivalence.

Si la généralité de ce pari peut toujours être réfutée par un cas particulier, ce qu’il énonce ne peut pas non plus être exclu des possibles. Il ne peut être en effet évalué que relativement à un nombre *fini* de descriptions *au voisinage* de l’entité racine que l’on se donne, alors que le domaine d’existence d’une entité physique persistante relativement aux enchaînement d’opérations’ concevables ne peut être épuisé.

D23-sr Disjonction descriptionnelle

Introduction

Pour élaborer une vision intersubjective, organisatrice d’un certain domaine-de-Réel-physique, à partir de descriptions séparément construites, il est nécessaire de construire une cartographie relativisée du Réel physique dans laquelle on puisse positionner, les unes relativement aux autres, les trajectoires inférées des constructions séparées de ces descriptions dans S_{carto}, (voir D2-sr et D1-sr, p83) .

Je dénomme ‘*disjonction descriptionnelle’ la construction d’une cartographie relativisée d’un domaine-de-Réel-physique à partir de descriptions générées par la répétition d’enchaînements opératoires disjoints relativement au référentiel spatio-temporel*.

Dans quelle mesure une telle entité psychique ‘disjonction de descriptions’, peut-elle intersubjectivement *exister* ? Autrement dit, sur quel fondement méthodologique est-il possible de concevoir une organisation relativisée, consensuelle et unifiante du Réel physique, à partir de faits dispersés dans le temps et dans l’espace ? Pour répondre à cette question, procédons progressivement, en considérant comme objet d’étude, l’entité psychique définie par la considération conjointe de deux descriptions d’entités physiques, $D_a/G_a.R_{G_a},oe_{G_a},Q_{v_a}/$ et $D_b/G_b.R_{G_b},oe_{G_b},Q_{v_b}/$, supposées séparément construites. Je note « $D_a \cup D_b$ » cette entité psychique ‘disjonction’ des descriptions D_a et D_b.

Descriptions incompatibles[85] : considérons pour commencer, le cas où 2 vues incompatibles portent sur une même entité physique. Dans une telle configuration, les deux descriptions D_a et D_b sont réputées qualifier un *même* élément de Réel physique, étiqueté par

85 Des descriptions incompatibles sont des descriptions qui ne peuvent être conjointes, c'est-à-dire construites ou reconstruites par la répétition d’un même continuum opératoire.

une *même* entité oe_G. Ce critère légitime la construction d'une cartographie consolidée dans laquelle figurent ces deux entités.

Exemple

Nous pouvons penser à un prélèvement sanguin, à partir duquel on peut évaluer soit un taux de sucre dans le sang, soit un taux d'hémoglobine, mais pas les deux en même temps (d'où la nécessité de prélever plusieurs *mêmes* échantillons chez le *même* individu).

La disjonction de ces deux descriptions produit alors une cartographie du type illustré ci-après.

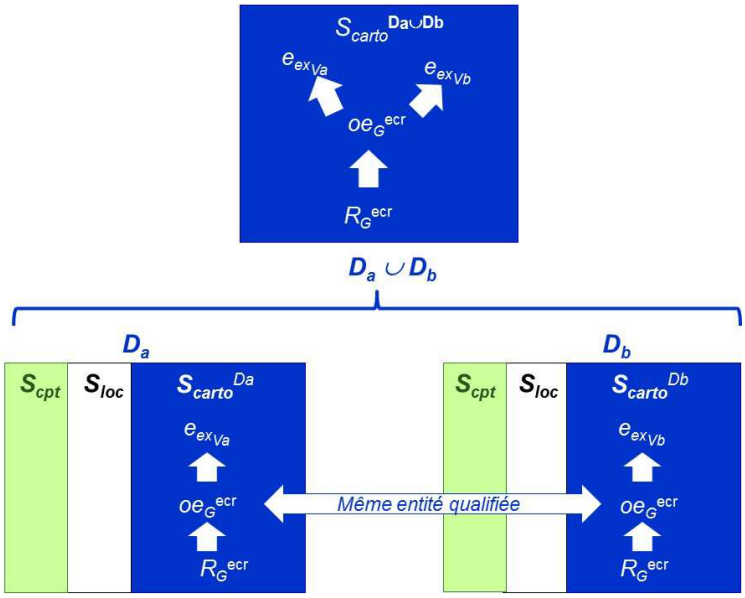

Figure 34 : *Disjonction de deux descriptions à vues incompatibles d'une même entité physique*

Supposons maintenant que l'ensemble des 'opérations' qui concourent à la construction des descriptions D_a et D_b soit incompatible, autrement dit, que les accomplissements des enchaînements $[Op \uparrow_{G_a}, Op \uparrow_{ex_{va}}]$ et $[Op \uparrow_{G_b}, Op \uparrow_{ex_{vb}}]$ soient incompatibles, mais que $R_{G_a} \cap R_{G_b} \neq \varnothing$. On se donne R_{G_a} et R_{G_b} relativement à leurs relations d'équivalence respectives, et il est en effet possible que certaines entités physiques, telles qu'on les connaît, satisfassent aux deux ensembles de critères qui définissent respectivement R_{G_a} et R_{G_b} (C3-sr). L'ensemble formé par de telles entités définit alors $R_{G_a} \cap R_{G_b}$. $R_{G_a} \cap R_{G_b}$ étiquette l'élément de Réel physique d'où il est possible de construire *indifféremment, soit* D_a, *soit* D_b. $R_{G_a} \cap R_{G_b}$ est un élément de Réel dont les entités oe_{G_a} et oe_{G_b} sont simultanément 'génétiquement dépendantes'. Il en découle que cet élément est simultanément *inclus* dans l'élément de Réel physique qu'étiquette R_{G_a} et dans l'élément de Réel physique qu'étiquette R_{G_b}. Le cas où $R_{G_a} = R_{G_b}$, constitue, de ce point de vue, un cas de figure particulier.

Nous pouvons positionner relativement l'une à l'autre les trajectoires dans S_{carto} associées à la disjonction « construction de D_a *ou* construction de D_b » en remarquant alors que R_{G_a} et R_{G_b} constituent 2 voisinages de $R_{G_a} \cap R_{G_b}$.

Exemple

Nous pouvons penser à l'extraction et à la qualification de deux types différents de composants chimiques - composants organiques et composants minéraux - d'un même matériau qui joue le rôle de R_G dans ces deux descriptions.

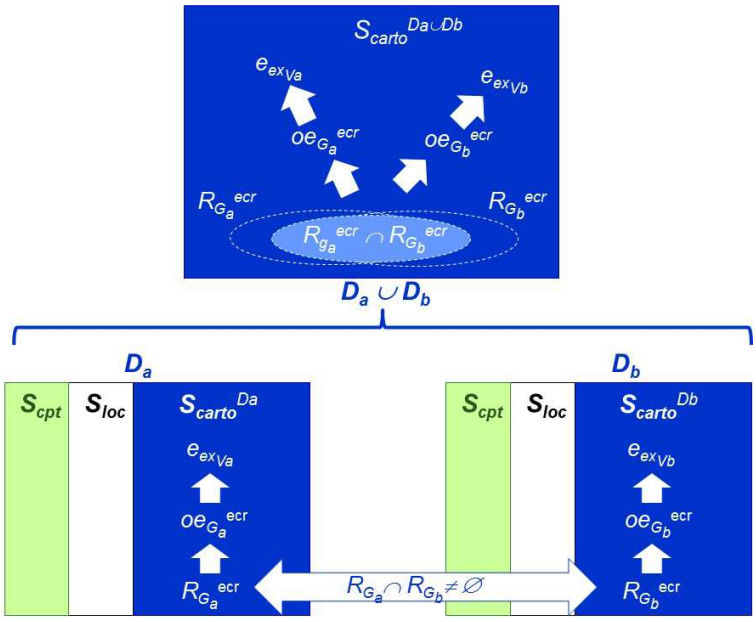

Figure 35 : *Disjonction de deux descriptions incompatibles de même R_G*

L'examen des associations qu'il est possible de construire autour des rôles épistémiques conférés aux éléments de Réel, nous conduit à envisager aussi le cas où oe_{G_a} appartient à la classe d'équivalence des entités physiques qui définit l'élément de Réel physique R_{G_b}, où agit le générateur de D_b (ou réciproquement).

R_{G_b} est défini comme 'l'élément' de Réel qu'il est possible de se donner au travers d'entités physiques équivalentes relativement à la construction de D_b. La relation d'équivalence spécifique à R_{G_b} peut être sans rapport avec D_a. Elle peut faire intervenir d'autres vues sur oe_{G_a} que les vues-aspects intervenant dans D_a, et donc d'autres descriptions de la même entité oe_{G_a}, qui restent ici non représentées. Il peut également exister d'autres façons de se donner R_{G_b} qu'au travers de l'opération $G_a.R_{G_a}$. Que $G_a.R_{G_a}$ soit une façon valable de se donner intersubjectivement R_{G_b} suffit cependant à positionner D_a et D_b l'une par rapport à l'autre. Il en découle, par définition, (D18-sr, p148), que tant oe_{G_a} que oe_{G_b} sont 'génétiquement' dépendantes de l'ensemble des entités physiques qui appartiennent à R_{G_a}.

Exemple

Nous pouvons rechercher le point de rupture à la pression d'un réservoir de carburant. A cette fin, nous nous constituons des échantillons représentatifs des lots de fabrication avant de soumettre les réservoirs sélectionnés à une montée en pression jusqu'à fissuration ou éclatement (tests destructifs). Mais, pour évaluer la durabilité de ce type de réservoir, nous en prélevons certains parmi ceux échantillonnés, afin de les soumettre préalablement à des cycles de vieillissement accéléré (transitions thermiques, vibrations).

La conjonction de ces deux descriptions, produit une cartographie du type ci-après, dans laquelle D_a conceptualise le processus de fabrication et de test à la pression des réservoirs, et D_b, l'échantillonnage et le processus de vieillissement que l'on fait subir à certains réservoirs avant de les soumettre aux tests en pression. En ce cas de figure, les deux examens associés à V_a et V_b sont les mêmes, mais les valeurs produites sont vraisemblablement différentes.

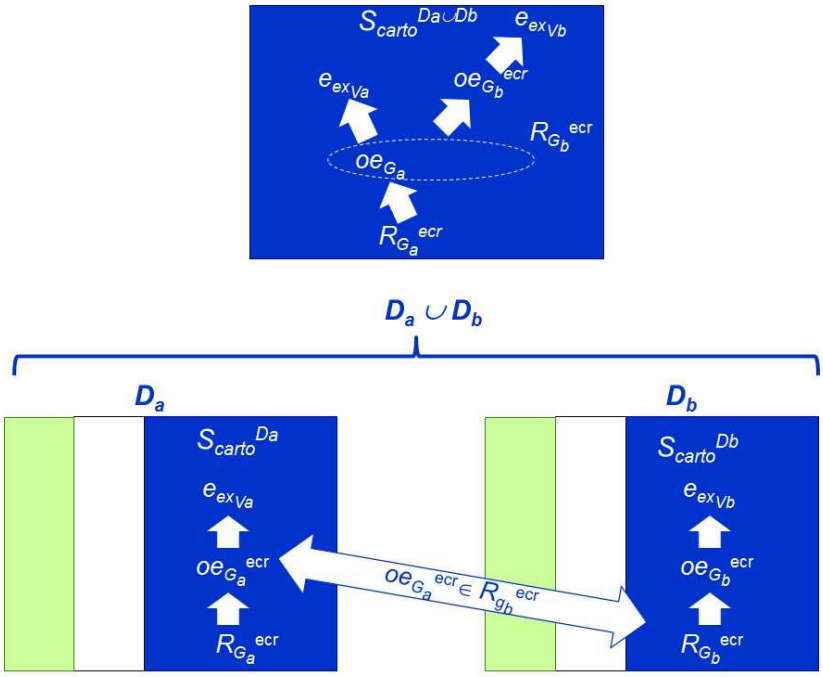

Figure 36 : *Disjonction de deux descriptions où l'entité décrite de l'une vaut élément de Réel où agit le générateur de l'autre.*

***Descriptions compatibles*[86] :** si D_a et D_b peuvent être 'conjointes' (D18-sr), il existe d'ores et déjà une cartographie relativisée du Réel physique où figurent ces deux descriptions : celle produite justement par leur disjonction.

Quelle que soit la structure particulière de cette 'conjonction', elle implique que les entités oe_{G_a} et oe_{G_b} soient 'génétiquement' dépendantes de l'élément de Réel physique où agit la première 'opération' de l'enchaînement, dont la répétition génère simultanément les deux

86 Des descriptions compatibles sont des descriptions qui peuvent être conjointes, c'est-à-dire construites ou reconstruites par la répétition d'un même continuum opératoire.

descriptions D_a et D_b. Selon le cas, cet élément peut être R_{G_a}, R_{G_b} ou encore $R_{G_a} \cap R_{G_b}$, avec, comme cas particulier $R_{G_a} = R_{G_b}$.

Puisque D_a et D_b peuvent aussi être reconstruites séparément, les entités oe_{G_a} et oe_{G_b} peuvent aussi être 'génétiquement dépendantes' d'entités qui ne figurent pas explicitement dans la cartographie inférée de la 'conjonction' de ces deux descriptions. On peut typiquement inférer que $oe_{G_a} \in R_{G_b}$ avec $R_{G_b} \neq \{ oe_{G_a} \}$ comme illustré ci-après. Mais en ce cas de figure la 'disjonction' *implique* intersubjectivement la possibilité de la 'conjonction', même si cette dernière n'a pas été accomplie.

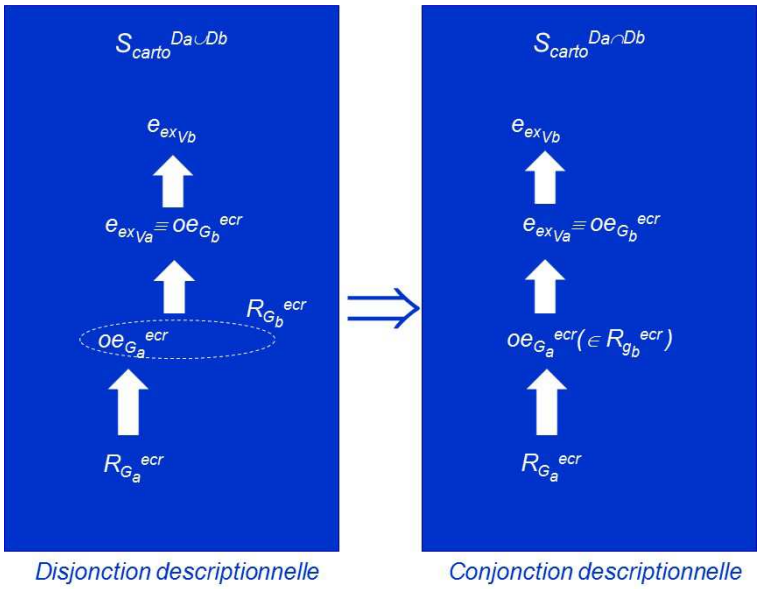

Figure 37 : *Disjonction de deux descriptions qui implique leur conjonction en un scénario.*

Il n'est pas possible de *déduire* la 'disjonction' d'un ensemble de descriptions de leur 'conjonction', mais l'existence de cette dernière suggère l'exploration des différentes modalités selon lesquelles les descriptions ainsi conjointes peuvent être séparément reconstruites. On retrouve là l'incitation, déjà évoquée, à l'approfondissement des connaissances ou à l'exploration de nouvelles alternatives, que suscite notre façon de conceptualiser le rapport à l'objet d'étude de la référence physique que l'on adopte.

Ceci conduit à poser :

Si $(D_a \cap D_b)$ *existe,* alors $D_a \cap D_b \subseteq D_a \cup D_b$

Cette relation entre deux représentations relativisées concerne deux produits de constructions de nature différente. Une 'conjonction' est le produit de la conceptualisation d'une *construction de descriptions d'entités physiques*, obtenue par répétition d'un même enchaînement d'opérations, qui conjoint les significations relatives à chaque cadre descriptif, alors qu'une 'disjonction' est une construction psychique, la *méta-description* de descriptions d'entités physiques séparément construites. La possibilité d'une telle mise en relation souligne

l'omniprésence incontournable des *modèles*, qu'il s'agisse de partager intersubjectivement le '*faire*' ou d'organiser les concepts qu'il génère en notre esprit.

Exemple

Il semble aller de soi que si nous sélectionnons un objet quelconque, telle qu'une table, que nous regardions sa couleur puis que nous mesurions la longueur de cette table-d'une-certaine-couleur, ou que nous la sélectionnons pour regarder sa couleur et que plus tard, nous re-sélectionnons cette *même* table pour mesurer la longueur, *ou inversement*, nous aboutissons dans tous les cas de figure à un concept de table d'une longueur et d'une couleur déterminées. Car les modalités selon lesquelles nous injectons du sens dans nos actions, leur positionnement relatif dans le référentiel spatio-temporel, et le travail de synthèse que nous réalisons à partir de constructions mémorisées, n'ont pas d'impact décelable sur la conceptualisation finale à laquelle on aboutit. Mais l'évidence de ces équivalences s'évanouit, dès lors que ce que nous décrivons échappe à nos conceptualisations biopsychiques spontanées (tels les microétats), et que les symétries qui nous paraissent aller de soi entre les différentes façons de procéder, ne sont plus vérifiées.

Définition

Les situations-type ci-avant évoquées synthétisent l'ensemble des cas de figure dans lesquels il nous est possible de *disjoindre* des descriptions :

- descriptions issues de vues incompatibles portées sur une *même* entité ;
- descriptions incompatibles pouvant être construites à partir de générateurs opérant sur un *même* élément de Réel physique ;
- description dont l'entité générée vaut élément de Réel physique où agit le générateur d'une autre description incompatible ;
- descriptions compatibles, c'est-à-dire qui peuvent être 'conjointes'.

Si on y regarde de plus près, ces 4 possibilités se ramènent en fait à une seule condition.

Des descriptions peuvent être 'disjointes' si et seulement si, pour toute description considérée, il existe au moins une autre description de cet ensemble tel que ces deux descriptions soient 'génétiquement dépendantes' d'une classe d'entités physiques équivalentes, relativement aux critères de construction de ces différentes descriptions, considérées séparément.

Si tel n'est pas le cas, faute de repère conceptuel partagé entre les différents cadres descriptifs, auquel on puisse intersubjectivement se référer, il n'est pas concevable de construire une cartographie relativisée du Réel physique dans laquelle on puisse positionner des descriptions, les unes relativement aux autres. En ce cas la 'disjonction' des descriptions considérées *n'existe pas* relativement à la conceptualisation intersubjective du Réel physique que nous nous donnons pour objectif de construire.

Ceci nous conduit à une définition générale d'une 'disjonction descriptionnelle'.

Une ‘disjonction descriptionnelle’ est la description d’une entité psychique intersubjective (D12-sr), $D_{\cup}/G_{\cup}.R_{G_{\cup}}$, $oe_{G_{\cup}}$, $V_{\cup}/$ dans laquelle :

- $R_{G_{\cup}}$ consiste en un ensemble de descriptions préalablement construites $\{D_1,\ldots,D_n\}$;
- $G_{\cup}$ consiste en la considération conjointe de ces descriptions, telles qu’elles ont été conceptualisées dans l’infra-cadre SR. Je note ‘$D_1 \cup D_2 \cup \ldots \cup D_n$’ ou $\bigcup_{i=1}^{n} D_i$ l’entité-psychique-à-décrire $oe_{G_{\cup}}$ ainsi générée ;
- la vue $V_{\cup}$ sur cette entité, consiste en une valeur d’aspect unique : une cartographie relativisée du Réel physique dans laquelle les trajectoires inférées de l’accomplissement des différentes descriptions sont positionnées les unes relativement aux autres.

$oe_{G_{\cup}}$ existe si et seulement si :

- $\forall D_i \in \{D_0,\ldots,D_n\}$, $\exists D_j \in \{D_0,\ldots,D_n\}$, - quelle que soit la description considérée dans $oe_{G_{\cup}}$, il existe au moins une description de cet ensemble .
- $\exists\, R_G$ avec $R_{G_j} \subseteq R_G$, - il existe un sous ensemble R_G de la classe d’équivalence R_{G_j} qui étiquette l’élément de Réel physique où agit le générateur G_j de la description D_j -

tel que :

$oe_{G_i} \Rightarrow R_G$, - l’entité décrite dans D_i est génétiquement dépendante des entités de la classe d’équivalence de ce sous-ensemble.

Cas particulier :

Les scénarios formalisent dans SR les prémisses de l’organisation du Réel que nous inférons des tâtonnements, des approfondissements et des alternatives que nous envisageons dans des processus de construction de connaissance, de formulation d’hypothèses ou d’innovations.

Chaque scénario construit induit méthodologiquement la conceptualisation d’un certain continuum de Réel physique (au sens de D21-sr). La conceptualisation en ‘opérations’ du processus descriptif induit dans ces continuums des repères, sous la forme d’entités physiques localement générées. A partir de ces repères, différentes alternatives peuvent être envisagées, d’autres descriptions construites et donc la construction d’un scénario donné peut être poursuivie de différentes façons, un scénario peut se subdiviser en un ensemble de différents scénarios.

Je dénomme ‘disjonction arborescente’ une ‘disjonction descriptionnelle’ dans laquelle les descriptions locales peuvent être conjointes en différents ‘scénarios’ construits à partir d’une même ‘description racine’.

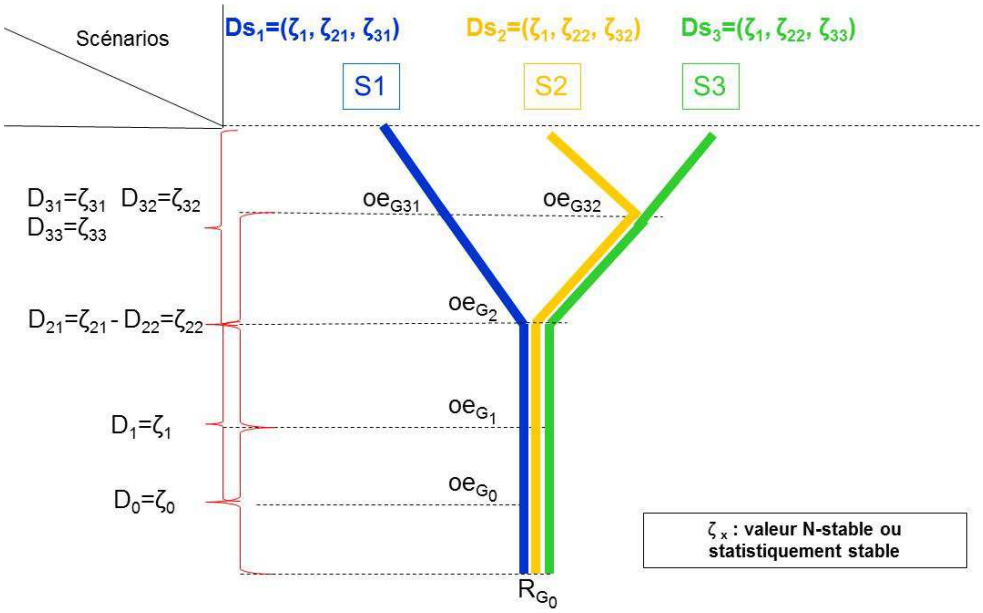

Figure 38 : *Disjonction arborescente*.

Commentaire

La construction méthodologique réalisée nous conduit à une conclusion frappante : évaluer des similarités ou des différences entre des entités physiques implique que les genèses respectives de leurs descriptions soient conceptualisées à partir de racines communes.

N'est-ce pas là le propre de la science que de ramener la genèse de tout « existant » à quelques concepts fondateurs afin de construire une vision « globale » du Réel physique ? Mais ici toute illusion d'absolu s'évanouit, car ces mises en rapport s'inscrivent explicitement dans une organisation relativisée du Réel physique, construite à partir d'un nombre *fini* de points de vue.

D24-sr Etat physique : le potentiel d'existence relative d'une entité physique

Introduction

Considérons l'exemple d'un produit manufacturé, fabriqué en série. Le générateur d'un tel artefact physique a été conçu afin de reproduire les aspects voulus dans de mêmes circonstances standardisées. Cela définit ce à quoi l'industriel s'engage. L'existence d'un exemplaire donné d'un tel artefact, relativement aux vues-aspects considérées, de sa mise en service à son retrait, prend typiquement la forme d'un scénario décrivant les différentes modalités d'être du domaine continu de Réel physique qui joue le rôle de support physique du produit.

Si l'on définit maintenant le produit comme la classe de tous les exemplaires qui en sont réalisés, l'anticipation que peut en faire l'industriel prend la forme de la conjonction d'un nombre *a priori* non déterminé de scénarios qui représentent les '*possibles*' relativement auxquels il s'engage.

Une telle synthèse ne pourrait être envisagée et un tel engagement pris si toute la diversité des utilisations *possibles* de ces artefacts ne pouvait être ramenée à un nombre fini et restreint

de situations-types relativement aux vues-aspects adoptées. Ceci n'est concevable qu'à la double condition suivante :

- que les scénarios, en nombre et de longueur *a priori* non déterminés, puissent être conceptualisés sous la forme d'enchaînements d'opérations standards, dont les arrangements *possibles* déterminent les circonstances envisageables : ***un vocabulaire physico-conceptuel fini***.
- que la multiplicité des situations particulières, étiquetées chacune par une certaine 'entité localement générée' par un enchaînement *possible* 'd'opérations', puisse être ramenée à un ***nombre fini et relativement restreint de classes d'équivalence*** relativement au point de vue adopté.

Le cas d'un artefact à buts utilitaires est représentatif de la nécessité tout à fait générale qui sous-tend la conception de tout modèle 'd'entité persistante', parce que d'évidence, c'est le modèle, expression du voulu, qui y guide la réalisation : le produit est conçu pour présenter une certaine stabilité relativement à son domaine d'utilisation.

Mais au-delà de ce cas particulier, toute modélisation d'une entité physique intersubjectivement conçue comme persistante, implique une telle conceptualisation. Qu'il s'agisse de connaître ou d'anticiper, si des entités locales générées en différents points d'une 'disjonction arborescente'- et qui donc réfèrent intersubjectivement à un même continuum physique - présentent de mêmes qualifications relativement aux 'descriptions séquentielles' *possibles* (D21-sr), nous sommes enclins à y reconnaître une *même* modalité d'être de ce domaine-de-Réel-physique objet d'étude.

Le constat de similarités nous pousse à *généraliser* : à rechercher une caractéristique commune aux différents générateurs de ces entités locales, qui soit corrélée aux valeurs d'aspects observées et qui acquiert intersubjectivement, de ce fait, le statut de *cause* des valeurs d'aspects successivement produites. On peut par exemple considérer que dans un enchaînement d'opérations valant 'générateur', seule l'occurrence de telle ou telle 'opération', ou de telle combinaison 'd'opérations' déterminent la valeur d'un aspect donné.

Exemple

De façon très simpliste, la couleur d'une voiture dépend par exemple de la seule façon dont on la peint et des peintures que l'on utilise, peu importe le reste du processus qui contribue à la générer comme entité « voiture ». La tenue de route, elle, n'a intersubjectivement rien à voir avec sa couleur. Elle est par contre conditionnée, entre autres, par la façon dont on a réalisé et entretenu ses suspensions et par la qualité des voies empruntées.

L'élaboration de règles générales à partir de la conceptualisation des 'opérations' et de leurs 'effets' nous fait passer d'une approche *en extension* - au cas par cas, par énumération - à une approche *en compréhension*, fondée sur l'élaboration de relations d'équivalence entre différentes façons de 'générer' des entités, relativement au point de vue adopté sur les *possibles*.

Ces considérations conduisent, sur le plan méthodologique, à introduire le concept 'd'Etat' comme l'étiquette d'une modalité d'être d'un domaine-de-Réel-physique, réalisable au travers d'un nombre *a priori* non déterminé 'd'entités locales', équivalentes relativement au point de vue adopté.

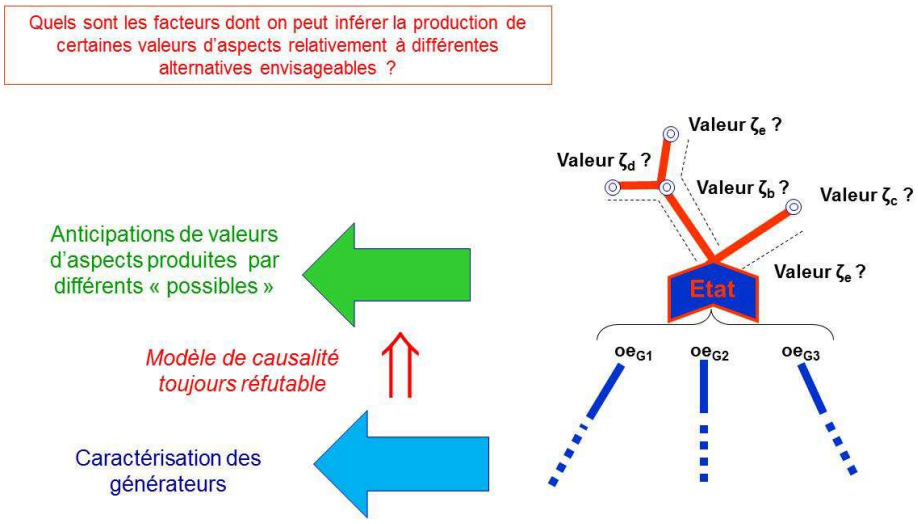

Figure 39 : *Le concept d'Etat : un pari toujours réfutable*

Le terme 'Etat' présente l'inconvénient d'être largement usité sans qu'une définition physique en existe pourtant à ma connaissance. Mais il présente l'avantage d'évoquer intersubjectivement la synthèse que nous cherchons à introduire : il pointe vers une entité persistante et évolutive qu'il n'est possible de se donner qu'en en générant une certaine modalité d'être – une 'entité locale'. Simultanément, il partage avec le concept de *microétat*, à l'origine du concept d'entité physique MCR, le fait d'étiqueter le produit convenu d'une action de génération. Toutefois, dans le cas limite où le domaine-de-Réel-physique n'existe qu'au travers d'une unique 'description locale' d'entité physique, le concept 'd'Etat physique' ainsi conçu rejoint le concept de microétat.

Un 'Etat' n'est pas lui-même bijectivement associé à *une* façon de générer, mais à un nombre *a priori* non déterminé de différentes façons de générer équivalentes, relativement au point de vue adopté pour qualifier les *possibles* : les scénarios envisageables. Dans le cas limite évoqué au paragraphe précédent, les scénarios possibles ne comportent qu'une seule 'description locale' et correspondent aux différentes qualifications *incompatibles* d'une même entité.

Tout ceci nous conduit à appréhender un 'Etat' comme l'étiquette d'un *potentiel d'existence relative*. Et dire que plusieurs entités locales réalisent un même 'Etat' c'est postuler que différents processus *génèrent* indifféremment une même façon d'exister du domaine continu de Réel cartographié. On ne peut donc évoquer un 'Etat', mais seulement 'l'Etat de quelque chose', où le 'quelque chose' désigne le domaine-de-Réel, radicalement inatteignable en lui-même, que l'on cherche à séparer du substrat.

Exemple

Pour illustrer le propos, nous pouvons évoquer un exemple très simple emprunté au domaine industriel automobile. Les automobiles assistent désormais la conduite et l'activation de ce rôle est conditionnée par la génération d'une situation « prêt à conduire ». Admettons que cette situation soit générée lors de la réalisation simultanée de deux conditions : les portes sont fermées et le moteur tourne. La situation finale relativement à ce qui se passe ensuite est indifférente à l'ordre dans lequel ces opérations sont réalisées. On identifie donc deux scénarios alternatifs (fermeture des portes, puis démarrage) ou (démarrage, puis fermeture des portes), qui génèrent indifféremment le même 'Etat'. On en infère la cartographie ci-après du domaine-de-Réel-physique.

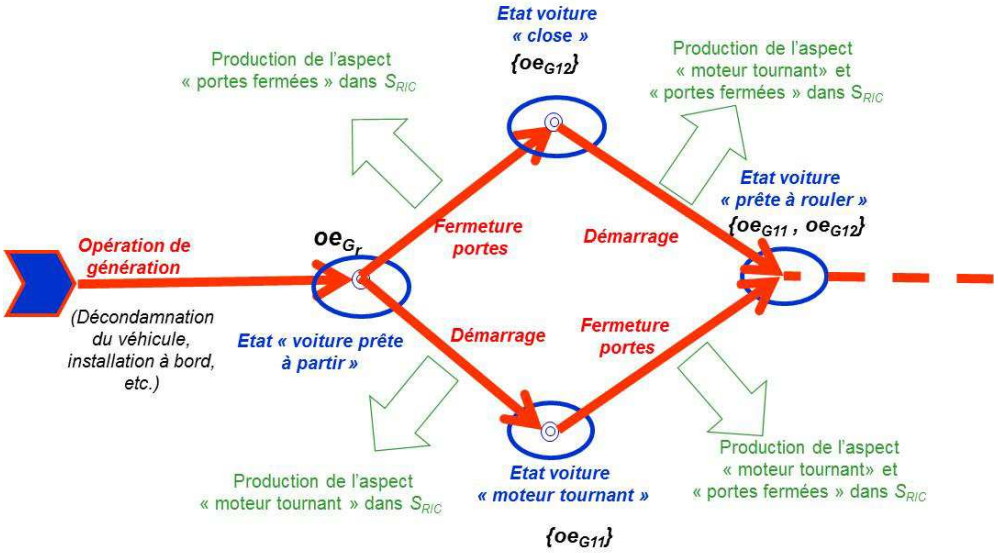

Figure 40 : *Exemple d'Etats relatifs dans S_{carto}*

Cet exemple illustre en outre un cas particulier d'application des 'descriptions dégénérées' d'entités préalablement conceptualisées (D11-sr), dans lesquelles 'l'opération' qui joue le rôle 'd'opération de génération' de l'entité est aussi 'l'opération' qui joue le rôle 'd'opération d'examen', dans la mesure où l'entité générée est « reconnue » au travers des aspects produits par cette génération.

<u>La définition</u>

Je dénomme 'Etat' la conceptualisation qui consiste à considérer que différentes entités relativement à la vue adoptée sur les possibles envisageables, pour peu que leurs générateurs, tels qu'ils sont conceptualisés, présentent des caractéristiques déterminées.

Soit $\Gamma_{op}=\{Op_\alpha\uparrow, Op_\beta\uparrow, \ldots, Op_\gamma\uparrow\}$ - Γ_{op} : vocabulaire opérationnel - l'ensemble fini des opérations qui conceptualisent intersubjectivement les opérations sur le domaine-de-Réel-physique à cartographier et à partir duquel on conçoit des enchaînements *possibles*.

Soit Dom_R le domaine-de-Réel-physique, non *a priori* connu, que l'on se donne au travers d'une disjonction arborescente construite à partir d'une certaine 'description racine' d'entité physique.

Un' 'Etat physique' est l'entité générée et qualifiée dans une description d'entité psychique $D_E / G_E.R_{G_E}, oe_{G_E}, V_E /$ telle que :

- R_{G_E} consiste en la conceptualisation, en compréhension ou en extension de l'ensemble des scénarios *possibles* à partir de 'l'entité racine' oe_{G_R}, c'est-à-dire, à partir de la façon dont on se donne physiquement un domaine-de-Réel comme objet d'étude ;
- G_E consiste à concevoir un lien de causalité stable (application surjective) entre la valeur produite par la qualification du générateur d'une 'entité locale' et les scénarios qu'il est possible de construire en adoptant cette entité comme 'entité racine'.
- oe_{G_E} consiste en une entité psychique dénommée 'Etat physique' et notée $E\varphi_{Dom_R}[i]$ – où i identifie un 'Etat' particulier de Dom_R : l'association réalisée en l'esprit entre une 'valeur d'aspect' donnée du générateur d'une 'entité locale' - appréhendée comme une modalité d'être de Dom_R - et les scénarios qu'il est *possible* de construire en adoptant cette entité comme entité racine'.
- V_E est la vue qui formalise l'association ainsi construite en l'esprit sous la forme d'une relation d'équivalence définie comme suit.

Deux entités locales $oe_{G_{l1}}$ et $oe_{G_{l2}}$ - *l* pour « locale » - réalisent le *même* 'Etat' d'un domaine continu d'existence physique Dom_R relativement à la vue V[87] adoptée si et seulement si, on **'***anticipe'* que tout enchaînement *possible* 'd'opérations', appréhendé dans le rôle épistémique 'd'opération de génération' d'une entité physique, produit, lorsqu'il agit respectivement en $oe_{G_{l1}}$ ou en $oe_{G_{l2}}$, deux entités qui existent et sont équivalentes relativement à V.

Formellement :

Soit $\Gamma_{op}=\{Op_\alpha\uparrow, Op_\beta\uparrow, \ldots, Op_\gamma\uparrow\}$ - Γ_{op} : vocabulaire opérationnel - l'ensemble fini des opérations qui conceptualisent intersubjectivement les opérations sur le domaine-de-Réel-physique à cartographier et à partir duquel on conçoit des enchaînements *possibles*.

Soit Dom_R le domaine-de-Réel-physique, non *a priori* connu, que l'on se donne au travers d'une disjonction arborescente construite à partir d'une certaine 'description racine' d'entité physique.

Soit $oe_{G_{l1}}$ et $oe_{G_{l2}}$ deux entités locales quelconques de Dom_R

Soit $\Gamma_{op}=\{Op_\alpha\uparrow, Op_\beta\uparrow, \ldots, Op_\gamma\uparrow\}$ - Γ_{op} : vocabulaire opérationnel - l'ensemble fini des opérations qui conceptualisent intersubjectivement les opérations sur le domaine-de-Réel-physique à cartographier, et à partir duquel on conçoit des enchaînements *possibles*.

Soit $oe_{G_{n1}}$ et $oe_{G_{n2}}$ les deux entités générées par un même enchaînement opératoire possible appliqué respectivement en $oe_{G_{l1}}$ et $oe_{G_{l2}}$:

- $OpGen_{oe_{G_{n1}}}\uparrow([Op\uparrow_{(i)}]_{i\leq n\in\mathbb{N}^*} = Cer_{oe_{G_{l1}}}\rightarrow$
  avec $s(Cer_{oe_{G_{l1}}}\rightarrow) = oe_{G_{l1}}{}^{ecr}$ et $t(Cer_{oe_{G_{l1}}}\rightarrow) = oe_{G_{n1}}{}^{ecr}$;
  $OpGen_{oe_{G_{n2}}}\uparrow([Op\uparrow_{(i)}]_{i\leq n\in\mathbb{N}^*}) = Cer_{oe_{G_{l2}}}\rightarrow$
  avec $s(Cer_{oe_{G_{l2}}}\rightarrow) = oe_{G_{l2}}{}^{ecr}$ et $t(Cer_{oe_{G_{l2}}}\rightarrow) = oe_{G_{n2}}{}^{ecr}$

[87] V introduit des vues- aspects compatibles ou incompatibles, elle peut être 'séquentielle' voire correspondre à une conjonction de vues séquentielles.

-

Soit V une 'vue' qui introduit une ou plusieurs 'vues-aspects' compatibles ou non, dont les 'opérations d'examen' respectives sont conceptualisées sous la forme d'enchaînements possibles 'd'opérations' choisies dans Γop.

On définit la relation d'équivalence □V relativement à V par :

$oe_{G_{l1}}\ \Re_V\ oe_{G_{l2}} \Leftrightarrow$

$\forall[Op\uparrow_{(i)}]_{i\leq n\in\mathbb{N}^*}$ possible, avec ∀i, $Op\rightarrow_i \in \Gamma_{op}$, alors : $oe_{G_{n1}} \overset{V}{\Leftrightarrow} oe_{G_{n2}}$

- les deux entités locales existent et sont équivalentes relativement aux différentes vues-aspects introduites par *V* , elles sont réputées *dans le même Etat relativement à V-*

Remarque notationnelle : par facilité, puisque toutes les entités qui réalisent un même 'Etat' sont équivalentes relativement aux opérations qu'il est possible d'exercer et à la vue adoptée pour qualifier, on admettra que générer et qualifier une de ces entités revient à générer et qualifier un certain 'Etat' d'une entité persistante.

On pourra donc utiliser les opérateurs définis par la notation simplifiée en substituant la désignation d'un 'Etat' à celle de l'une des entités qui le 'réalise'.

Commentaires

La réflexivité de la relation d'équivalence implique *ipso facto* la méta-conceptualisation d'un 'Etat' associé à cette entité. Mais à la différence de l'entité physique, pleinement accomplie dans le cadre descriptif considéré, un 'Etat' constitue une structure d'accueil conceptuelle relativement à l'ensemble des développements potentiels envisageables, à partir de la cellule descriptionnelle initiale. Certes, dans le cas d'un microétat, l'horizon d'un 'Etat' et le cadre descriptif se confondent. Mais dès lors qu'il est possible et que l'on développe des conjonctions descriptionnelles à partir de ce point de départ, les deux rôles se différencient. L'Etat est le concept pré-positionné pour formaliser la conviction qui se forme en l'esprit qu'une même modalité d'être du domaine-de-Réel-physique objet d'étude peut être accessible à la connaissance de différentes façons.

Soulignons en dernier lieu, que si un 'Etat' formalise une *classe d'anticipations rationnelles*[88] dans le domaine scientifique ou technique, ce n'est pas toujours le cas, loin s'en faut si l'on sort de ce domaine. L'extrapolation fondée sur des considérations purement statistiques (on pérennise des corrélations spatio-temporelles sans comprendre), la « sagesse populaire », sont autant de généralisations auxquelles nous adhérons quotidiennement, sans qu'aucune théorie construite ne les sous-tende.

88 Anticipation rationnelle : anticipation dans laquelle les qualifications prédites sont déduites de *lois* qui les déterminent à partir de paramètres qui conceptualisent la façon dont on se donne une situation initiale.

D25-sr Clôture du domaine d'existence relativisée d'une entité persistante : modèle à Etats finis.

Introduction

Considérons la cartographie dressée à un certain stade d'avancement d'un domaine continu (D21-sr) de Réel physique que l'on se donne comme objet d'étude. Une telle cartographie prend la forme d'une 'disjonction arborescente'. La progression de la construction s'organise à partir de repères acquis : les 'entités locales' précédemment introduites. Rien ne vient limiter *a priori* cette entreprise tant qu'il est possible d'introduire de nouvelles descriptions ou anticipations dans la continuité de l'un des scénarios dont la disjonction produit l'arborescence.

Considérons le but de donner des points d'arrêt à cette construction, de conceptualiser une frontière dans notre cartographie relativisée du Réel physique qui nous permette de *détourer* l'objet d'étude du substrat de Réel physique. Cette possibilité de conceptualiser une frontière équivaut à affirmer que toute description d'une modalité d'être de notre objet d'étude, relativement aux *possibles* concevables et au point de vue adopté, devient *calculable*.

Satisfaire un tel but équivaut à ramener l'ensemble *a priori* non déterminé des entités locales qu'il est possible de générer et de qualifier sur le fondement du vocabulaire opérationnel fini Γ_{op} que l'on se donne, à un ensemble *fini* 'd'Etats'. Alors aura-t-on construit *l'ensemble fini des points frontières* entre le domaine-de-Réel-physique objet d'étude et le substrat de Réel physique qu'il est possible de se donner. Il y a cependant *a priori* autant 'd'Etats' concevables relativement aux *possibles* envisageables qu'il y a 'd'entités locales' dans une 'disjonction arborescente'. Examinons donc maintenant à quelles conditions il nous est éventuellement possible de *clore* ainsi le domaine d'existence relative du domaine-de-Réel-physique que nous nous sommes donné comme objet d'étude.

Deux possibilités non exclusives s'offrent à nous. Soit :

a) ***impossibilité de prolonger la construction*** : toute nouvelle construction, dans la continuité de l'une des descriptions accomplies, s'avère impossible : il n'est pas possible de générer une entité qui existe relativement au point de vue adopté et dont la description puisse être conjointe avec une description préalablement conceptualisée dans l'arborescence ;

b) ***introduction de cycles*** : la nouvelle entité réalise un 'Etat' préalablement réalisé par l'une des 'entités locales' générée dans le ou les scénarios que la nouvelle description prolonge : on conçoit un *cycle*.

Voyons les implications de ces deux cas de figure.

a) Impossibilité de prolonger la construction : dans un tel cas de figure, quels que soient les Etats conceptualisés, le domaine d'existence relatif du domaine-de-Réel-physique objet d'étude se résume à l'ensemble fini des descriptions préalablement construites. La construction est achevée et comprend au maximum autant d'Etats que d'entités locales générées.

Les conjonctions concevables de ces descriptions définissent autant de différents *modes d'être relativement* d'une même entité persistante, 'l'entité racine' au travers de laquelle on s'est donné un domaine de Réel comme objet d'étude. La vie d'un exemplaire de cette entité est déterminée par l'occurrence d'un enchaînement donné 'd'opérations' parmi les différentes alternatives *possibles*, et qui génère un 'scénario'. délimité par un début et par une fin.

Illustrons ce cas de figure au travers d'un exemple extrait de l'expérience classique des fentes de Young. Dans ce cas de figure, le 'domaine-de-Réel-physique continu' étudié est dénommé « photon ». Selon le cadre théorique dans lequel on conceptualise, il est appréhendé soit comme un mobile parcourant une trajectoire, soit comme une onde, soit comme les deux à la fois. Mais contentons-nous ici de considérer que nous savons nous donner un « photon » comme objet d'étude en générant une première « entité racine » dénommée *quantum* et que c'est de la répétition des opérations de génération et de qualification de ces *quantum* qu'émerge la description statistiquement stable d'un « photon », comme classe d'équivalence de ces « quantum », une 'entité persistante' au sens SR.

Le schéma de principe de l'expérience ci-après rappelé, synthétise le cadre conceptuel et physique relativement auquel les expériences vont être interprétées. On y voit une « source » et deux dispositifs constitués par une plaque percée de 2 fentes et un écran photosensible.

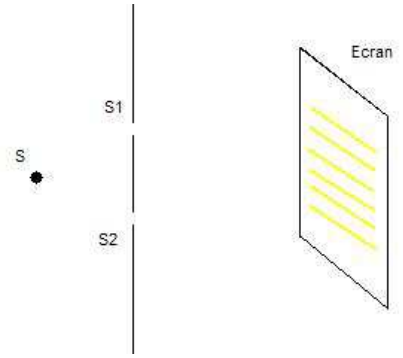

Figure 41 : *Schéma de principe de l'expérience des fentes de Young.*

De cette description de la référence physique adoptée pour décrire, on peut *inférer* dans S_{carto}, le début de la 'disjonction arborescente' à partir du concept de « source ». Ce concept suppose la possibilité de générer de façon stable la *même* 'entité racine'. L'Etat initial est réalisable par cette unique 'entité', puisqu'aucune construction concevable dans le cadre de l'expérience ne permet ensuite de s'y ramener. On convient de lui donner le même nom que le domaine-de-Réel-physique continu objet d'étude auquel il nous permet d'accéder : « photon ».

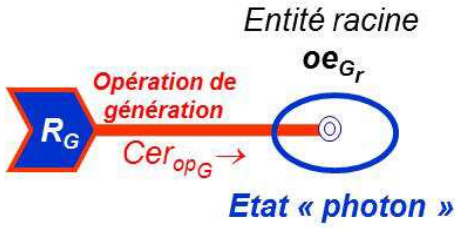

Figure 42 : *Hypothèse d'une source de « photons ».*

Bien que la nature de l'entité ainsi produite soit sujette à ambiguïtés dans le cadre des paradigmes en vigueur, le photon ainsi émis est supposé parcourir une certaine trajectoire de la source vers l'écran photosensible qui passe par la plaque percée de 2 fentes.

Le cadre expérimental offre 2 possibilités :

– on détecte une modification localisée de la résistance électrique de l'écran photosensible que l'on conceptualise comme l'*impact d'un quantum de photon* ; le nuage statistiquement

stable qui se constitue lorsque l'on répète l'expérience fait apparaître des franges d'interférences, conformes aux 'anticipations' du modèle ondulatoire. Cette distribution statistique qualifie le « photon ».

– on pose un détecteur dans l'une des fentes, on note si la fente équipée interfère avec le quantum émis, puis on procède ensuite comme dans le premier cas. On note alors, par répétition, un nuage statistiquement stable, mais qui ne présente pas cette fois de franges d'interférences, et qualifie aussi le « photon ».

Dans le cadre méthodologique adopté, l'entière opération qui consiste à attendre, une fois le « photon » émis, qu'un « impact » soit détecté sur l'écran, correspond à 'l'opération de qualification du photon'. Plus aucune opération de qualification qui porterait sur le produit de cette opération n'est ensuite concevable : le scénario ne comporte dans cette alternative qu'une seule description locale, la description du « photon ».

Dans le deuxième cas de figure, une détection préalable est réalisée au niveau d'une fente. Conformément au mécanisme exposé précédemment (D19-sr), cette structure opérationnelle nous conduit à conceptualiser deux descriptions d'entités 'conjointes' en un 'scénario' (D20-sr) : la description de « l'entité racine » « photon avant détection », relativement à la vue qui introduit comme seule dimension sémantique le fait que l'on détecte ou non quelque chose au niveau de la fente équipée, avant qu'une marque ne se forme sur l'écran, et la description de l'entité « photon après opération de détection », générée par cette même opération de détection, qui produit le nuage de points « d'impacts ». Comme dans le cas précédent, plus aucune description n'est alors concevable dans la continuité de cette expérience.

D'évidence l'entité « photon après détection » n'est pas qualifiée, dans la deuxième expérience, par les mêmes valeurs de l'aspect « lieu d'impact » que l'entité « photon » dans la première. Ces deux entités locales ne réalisent donc pas le même 'Etat' relativement au point de vue adopté. Par ailleurs, le 'scénario' produit dans la seconde expérience peut aussi être conceptualisé comme une 'description séquentielle' (D21-sr) de l'entité racine « photon » qui produit la suite de valeurs (fréquence de détection, nuage de points d'impacts). On voit donc sans ambiguïté que les qualifications de ce 'photon' sont relatives aux opérations qui conceptualisent les interactions avec le domaine-de-Réel-physique objet d'étude, mais que l'on ne saurait les appréhender comme des « propriétés » de ce dernier au sens ontologique.

La conjonction de ces deux expériences épuise le cadre descriptif. Elle produit dans S_{carto} la cartographie ci-après du domaine de Réel « photon ».

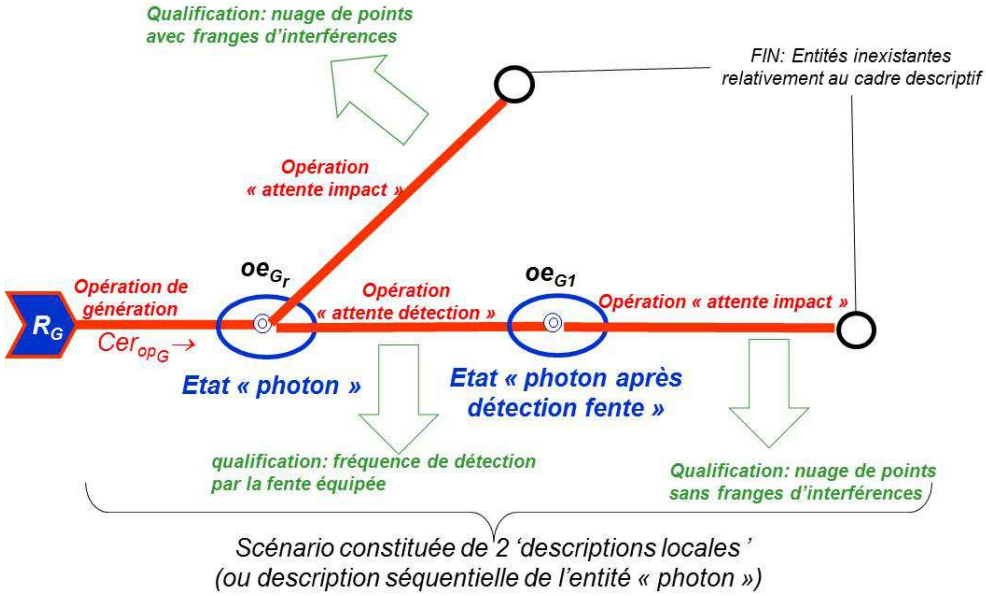

Figure 43 : *Cartographie relativisée dans S_{carto} du domaine-de-Réel-physique « photon ».*

Cette cartographie comporte en tout et pour tout deux Etats, qui relativement au cadre descriptif adopté, définissent les deux modalités d'être du « photon » qui nous sont accessibles. Le photon nous apparaît donc comme une entité *persistante*, mais dont la durée de vie est limitée relativement au cadre descriptif adopté.

b) Introduction de cycles : ce cas survient si toute nouvelle entité concevable réalise un 'Etat' précédemment réalisé par d'autres entités locales préalablement conceptualisées. Aucun nouveau « point frontière » n'est alors caractérisé, les mêmes qualifications reviennent cycliquement. Le modèle élaboré rend compte de la conceptualisation d'une stabilité de l'objet d'étude relativement aux *possibles* et au point de vue adopté.

Reprenons un exemple élémentaire, celui de la description d'une « porte » dans lequel le point de vue adopté se limite à constater si elle obstrue ou non le passage. On adopte pour qualifier les deux seules valeurs d'aspects « porte ouverte » et « porte fermée ».

On se donne comme *possibles* les enchaînements de longueur *a priori* non déterminée concevables à partir des deux seules opérations « pousser la porte » ($Op\rightarrow_1$, dont on infère $Cer\rightarrow_{Op_1}$ dans S_{carto}) et « tirer sur la poignée de la porte » ($Op\rightarrow_2$, dont on infère $Cer\rightarrow_{Op_2}$) en considérant que porte s'ouvre du côté de l'opérateur.

Ce cadre descriptif nous conduit à identifier deux 'Etats', que, pour ne pas confondre avec les valeurs d'aspects, nous dénommons respectivement « Passage obstrué » (soit E_0) et « Passage libre » (soit E_1). Ces Etats sont totalement déterminés par la dernière opération effectuée, quels que soient les enchaînements qui l'ont précédé. Ce critère définit donc la relation d'équivalence relativement à laquelle 'l'entité locale' générée par un enchaînement quelconque d'opérations réalise l'un ou l'autre de ces deux 'Etats'.

En se donnant initialement le passage comme « fermé », on obtient la cartographie ci-après du domaine-de-Réel-physique objet d'Etude dans S_{carto}

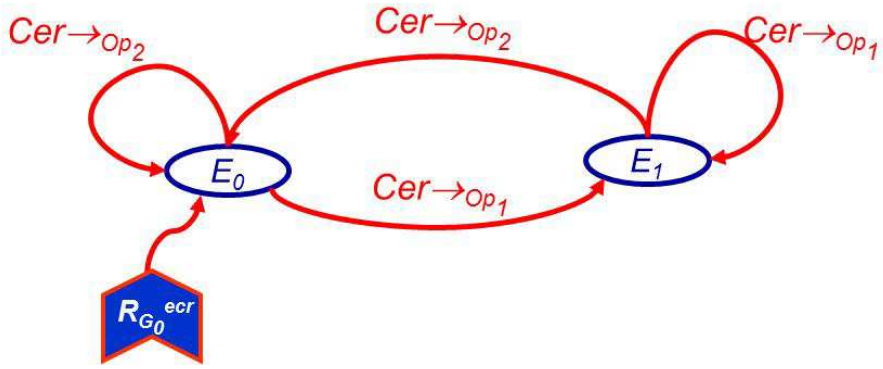

Figure 44 : *Un modèle cyclique à Etats finis*

Une telle cartographie relativisée du Réel physique équivaut à postuler, que les enchaînements (*Op* $\uparrow_1$, *Op* $\uparrow_2$), (*Op* $\uparrow_1$, *Op* $\uparrow_2$, *Op* $\uparrow_1$, *Op* $\uparrow_2$), (*Op* $\uparrow_1$, *Op* $\uparrow_2$, *Op* $\uparrow_1$, *Op* $\uparrow_2$, *Op* $\uparrow_1$, *Op* $\uparrow_2$) quand ils agissent en E_0 génèrent des entités équivalentes relativement au point de vue adopté, autrement dit, réalisent le même 'Etat' *E1*. Toutefois, la répétition d'un certain nombre de mêmes enchaînements (*Op* $\uparrow_1$, *Op* $\uparrow_2$) peut conduire à générer une entité qui ne réalise pas l'Etat E_1 relativement au point de vue adopté, voire qui n'existe pas relativement à ce point de vue. Il suffit pour s'en persuader, de considérer qu'une porte n'est pas éternelle, et que tôt ou tard, les gonds finiront par exemple par se rompre….

De façon tout à fait générale, l'introduction de cycle dans les scénarios suppose une stabilité qui ne peut se concevoir que si le domaine d'existence de l'objet d'Etude couvert par le cadre descriptif s'inscrit dans *un méta cadre-descriptif de ce même objet d'Etude*, qui précise les conditions de validité de la conceptualisation ainsi réalisée.

Comme exemple de la nécessité de préciser ces conditions dans le cadre industriel de la conception d'un artefact à buts utilitaires, il suffit d'évoquer la période de garantie d'un appareil quelconque agrémentée de conditions d'utilisation (pas trop chaud, pas trop froid, etc.). Cela correspond ni plus ni moins qu'à circonscrire le domaine d'existence relativement auquel le constructeur s'engage à ce que le fonctionnement soit nominal, c'est-à-dire modélisable sous la forme de cycles récurrents, relativement aux vues-aspects qui en conceptualisent l'utilisation prévue.

Cette délimitation peut être définie dans le méta-cadre relativement au référentiel spatio-temporel adopté, mais aussi à tout point de vue qui porte sur l'entité objet d'étude (occurrence d'un événement qui la transforme radicalement, signes de vieillissement, etc.).

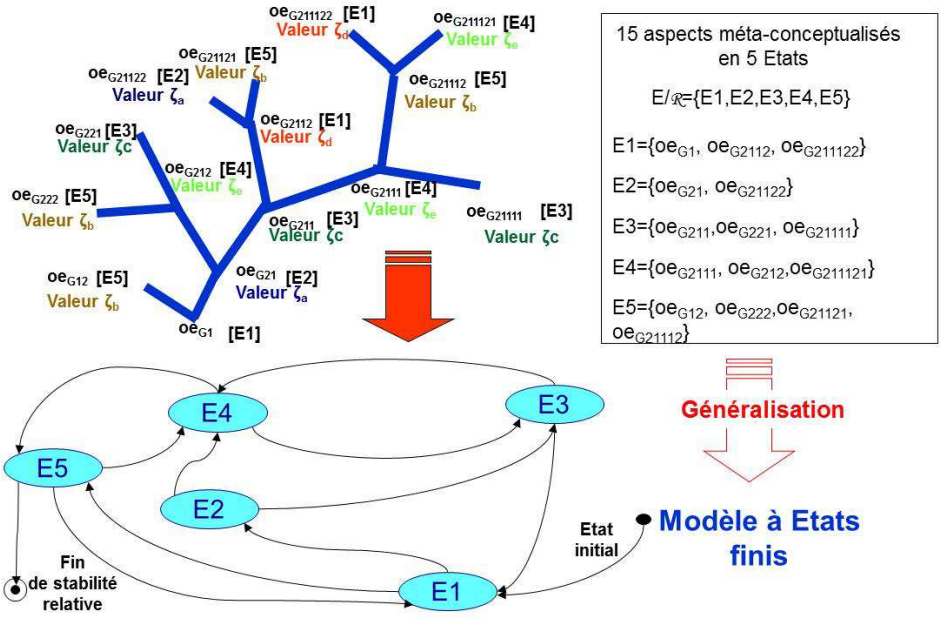

Figure 45 : *Un modèle cyclique à Etats finis*

Définition

Un domaine-de-Réel-physique est relativement clos, si toute modalité d'être de ce domaine relativement aux interactions possibles et au point de vue adopté, réalise un 'Etat' donné parmi un ensemble fini d'Etats préalablement conceptualisés. On dira alors qu'il est possible de concevoir un modèle à Etats fini de l'entité objet d'étude.

Un modèle à Etats finis d'une entité persistante est une description d'entité psychique $D_{Me}/\ G_{Me}.\ R_{G_{Me}}, oe_{G_{Me}}, V_{Me}/$ - *Me :* Modèle à 'Etats finis' - définie comme suit.

$R_{G_{Me}}$ est l'élément de Réel psychique sur lequel agit le Fonctionnement-Conscience. $R_{G_{Me}}$ consiste en :

- la connaissance d'une façon de se donner physiquement le domaine de Réel considéré comme objet d'étude : la description d'une 'entité racine' $D_r/G_r.R_{G_r}, oe_{G_r}, Q_{V_r}/$;
- un langage opérationnel fini Γop ;
- un modèle des *possibles* : ensemble des conventions qui déterminent les arrangements au sens mathématique (les enchaînements) *possibles* en oe_{G_r} d'opérations de Γ_{op} de longueur et en nombre *a priori non déterminés*. Ces conventions peuvent prendre la forme d'un enchaînement programmé d'opérations (ex : protocole de test), d'une distribution statistique exprimant le « vraisemblable » relativement à la connaissance d'un contexte, ou encore définir des classes d'enchaînements possibles (ou impossibles);
- une vue *Vp* - vue « physique » - qui conceptualise le point de vue adopté sur le domaine-de-Réel-physique objet d'étude.

G_{Me}, l'opération psychique qui agit en $R_{G_{Me}}$. G_{Me} consiste à concevoir que toute modalité d'être de l'entité persistante objet d'étude doit pouvoir être ramenée à une situation type parmi un ensemble fini de situations-types. D'un point de vue méthodologique, ceci

équivaut à poser *que toute entité générée par un enchaînement possible d'opérations choisies dans Γop et qui agit en oe_{G_r}, 'l'entité racine' au travers de laquelle on se donne un domaine de Réel comme objet d'étude, doit réaliser un 'Etat' parmi un ensemble fini 'd'Etats' conçus relativement à Vp.*

$oe_{G_{Me}}$, l'entité psychique générée, est la conviction, relativement au point de vue adopté sur l'entité physique, qu'il n'est possible de se donner l'entité physique persistante comme objet d'étude qu'au travers d'un nombre fini de modalités dont les qualifications sont réductibles à un ensemble fini de 'valeurs d'aspects'.

V_{Me} est la vue sur cette entité psychique. Elle formalise $oe_{G_{Me}}$ sous la forme de l'expression méthodologique suivante.

$\exists!\ Q_v = \{E_0, E_1, \ldots, E_n\}$, - il existe un unique ensemble *fini* d''Etats' Q_v qui formalisent les modalités d'être en nombre fini de l'entité persistante objet d'étude, que l'on conçoit relativement à une vue *Vp*,

tel que :

$\forall [Op\uparrow_{(i)}]_{i\leq n\in\mathbb{N}^*}$ *possible* en oe_{G_r}, en posant $OpGen_{oe_{G_l}}\uparrow([Op\uparrow_{(i)}]_{i\leq n\in\mathbb{N}^*}) = Cer_{oe_{G_1}}\rightarrow$, avec :

- $s(Cer_{oe_{G_l}}\rightarrow) = oe_{G_r}^{ecr}$ - entité racine au travers de laquelle on se donne physiquement l'entité persistante comme objet d'étude - ;
- $t(Cer_{oe_{G_l}}\rightarrow) = oe_{G_1}^{ecr}$- nouvelle entité locale générée par l'enchaînement d'opérations appliqué en $oe_{G_r}^{ecr}$.

- quel que soit l'enchaînement possible des opérations agissant sur l'entité persistante, telle qu'on se la donne physiquement au travers d'une entité racine, et si on considère cet enchaînement dans le rôle de générateur d'une nouvelle entité oe_{G_1} ;

alors $\exists!\ E_i \in Q_v$, tel que $oe_{G_l} \in E_i$.

- la nouvelle entité est appréhendée comme une nouvelle manière de se donner une des façons d'être, préalablement conceptualisées, de l'entité persistante.

Commentaires

La clôture du domaine d'existence d'une entité persistante est relative à une vue qui comporte un nombre *a priori* non défini de vues-aspects. Quand cette conceptualisation introduit des *cycles*, les mêmes valeurs d'aspects reviennent régulièrement dans des circonstances équivalentes. Cela confère intersubjectivement à l'entité persistante une stabilité globale. Tel est le cas de notre perception des objets utilitaires que nous utilisons couramment et de notre environnement en règle générale. On singularise ainsi un domaine d'existence relatif *clos* dans le substrat évolutif de Réel physique en le délimitant au travers d'un nombre potentiellement infini de descriptions d'entités locales, mais qui toutes réalisent de mêmes *modalités d'être relativement* et dont les qualifications sont donc *calculables*.

Mais il existe généralement d'autres vues-aspects sur la même entité, relativement auxquelles une telle stabilité ne peut être conceptualisée. Cela confère alors à l'objet d'étude un caractère évolutif qui se superpose à la stabilité perçue de certaines de ses caractéristiques. Tel peut être le cas par exemple de la perception d'un vieillissement au travers de certains

aspects, qui ne remet pas en cause d'autres caractéristiques qui nous font reconnaître l'entité comme la « même » (une peinture qui s'écaille sans remettre en cause une utilisation courante).

Nous disposons désormais des moyens conceptuels de dépasser les apories attachées au concept de « système » encore non défini. Il est désormais clair que tant les concepts d'entités persistantes que les délimitations spatio-temporelles de leur contour sont relatifs aux 'possibles' que l'on envisage et aux 'vues' qui interviennent. On pressent que plusieurs telles constructions puissent se superposer partiellement sur de mêmes supports séparément conceptualisés et que puisse concomitamment émerger un concept de complexité.

Chapitre VII

Systèmes physiques

Le concept de système physique parachève la construction du cadre méthodologique qui a conduit à introduire successivement les concepts de 'continuité physique', 'd'Etat physique' et 'd'entité persistante à Etats finis'. Ces définitions sont les moyens que nous nous sommes donnés pour surmonter les obstacles qui s'opposent à une conceptualisation intersubjective et opérationnelle d'un terme jusqu'ici rebelle à toute conceptualisation précise.

Les propriétés d'un système (voir section I.5, « Paradoxes et faux absolus de la systémique », p26) sont usuellement appréhendées comme les résultantes d'interactions entre des constituants étroitement couplés, comme le produit de chaînes de « causes à effets » dont *émergent, in fine* un concept d'entité composite dotée de caractéristiques non toujours réductibles à celles de ses constituants. Ces constituants eux-mêmes ne sont pas figés. Ils évoluent, disparaissent, émergent, dans la continuité du périmètre qu'embrasse l'approche intuitive que nous avons de la notion de « système », comme en témoigne le concept « d'écosystème ».

Ces constructions manquent dans la trajectoire jusqu'alors parcourue. Ces manques nous poussent à introduire méthodologiquement deux concepts complémentaires. Le premier concept, d'émergence par mise en organisation, se focalise sur la genèse de l'idée d'un tout à partir d'éléments préexistants et persistants. Il est indissociable du concept de chaîne causale que nous allons introduire dans un même mouvement. Le second concept, d'émergence par dissociation, traite de l'émergence de nouvelles entités dans la continuité physique du périmètre associé à un système considéré en particulier. Sans lui, nous ne saurions méthodologiquement rendre compte de concepts aussi familiers que, par exemple, une population en croissance. Ceci achevé, nous serons alors en mesure de proposer notre définition d'un « Système Physique ».

D26-sr Emergence d'une entité par mise en organisation : chaînes causales

Introduction

Par quelles voies en vient-on à considérer qu'un ensemble d'entités physiques individuellement décrites constitue néanmoins un « tout » solidaire ? Pour introduire le concept, imaginons qu'un extra-terrestre, en visite *incognito* sur terre, se retrouve confronté à ce que nous dénommons un « vélo ». Faisons l'hypothèse que s'il ignore tout de ce qu'est un vélo, les concepts de la mécanique classique lui sont tout à fait familiers (roue, engrenage, moment d'une force, développement linéaire d'un mouvement rotatif, etc.). Considérons également qu'il ne peut percevoir notre monde qu'au travers de dispositifs spécialisés qui lui permettent, très localement, de percevoir des formes et des mouvements. Ainsi est-il incapable de percevoir dans son intégralité la forme « vélo ». Considérons maintenant qu'il remarque que deux formes « pédale » et « roue » sont toujours dans la même position relative et qu'un examen plus précis l'amène alors à constater que la vitesse angulaire de ce que nous

dénommons « pédale » est corrélée à la vitesse linéaire mesurée au point de contact entre ce que nous dénommons « roue » et le sol.

Les localisations spatio-temporelles de ces deux descriptions sont non connexes mais les valeurs sont corrélées. Notre extra-terrestre constate toutefois un léger décalage temporel lorsque ces grandeurs varient. Ce décalage le conduit à soupçonner que le second phénomène est une « conséquence » du premier. Pour s'en assurer, il se donne alors pour but de conceptualiser la relation physique qu'il pressent, de telle sorte que le mouvement des pédales, relativement à la vue « vitesse angulaire », puisse être appréhendé comme une cause du deuxième, à savoir le développement linéaire de la rotation de la roue relativement au sol.

Pour vérifier son hypothèse, notre extra-terrestre se donne un moyen calibré d'exercer une force sur les pédales et de mesurer des accélérations par unité de temps, au niveau du point de contact entre la roue et le sol. En exerçant une force en un endroit identifié par le mot « pédale », notre extra-terrestre s'aperçoit que leur mouvement est solidaire d'une roue dentée entraînant une chaîne, qu'il reconnaît pour l'avoir préalablement conceptualisée comme ce qui permet de passer d'un mouvement angulaire à un mouvement linéaire. Ce premier constat l'amène à appréhender la force exercée en la pédale comme une 'opération d'examen' de ce qu'il dénomme « pédalier », et à laquelle il associe comme valeur 'd'effet' la vitesse linéaire de la « chaîne de vélo » entraînée par ce dispositif, qu'il reconnaît également spontanément. La génération/qualification du pédalier, en focalisant l'attention de notre extra-terrestre sur la 'référence physique' relativement à laquelle il peut qualifier l'efficacité motrice du « pédalier », lui fait spontanément reconnaître et individualiser l'entité 'chaîne', qu'il a préalablement conceptualisée comme un moyen de lier deux dispositifs à mouvements rotatifs. C'est donc une 'description dégénérée' (D11-sr p126) de l'entité « chaîne », qui lui permet de qualifier le « pédalier » au travers de valeurs de vitesses et d'accélérations linéaires relativement à des forces exercées sur les pédales. De la même façon, lorsque nous mesurons une tension électrique, notre regard se porte spontanément sur le voltmètre que nous reconnaissons et dont l'aiguille, en se positionnant en face d'une certaine graduation, qualifie en particulier le courant relativement à la vue « tension ».

Le but d'expliquer la chaîne de causes à effets depuis la force exercée sur la pédale jusqu'au déplacement constaté au niveau de la roue fait que cette qualification du pédalier, en focalisant l'attention de notre visiteur sur la chaîne de vélo, lui fait changer de cadre descriptif. Son modèle de ce qu'est une « chaîne » le conduit alors à s'interroger sur ce qu'elle entraîne. Il remarque alors une petite roue dentée à l'autre extrémité qu'il dénomme « pignon ». Alors, afin d'évaluer la tenue mécanique de la chaîne, son élasticité, notre extra-terrestre considère que les accélérations introduites, via le pédalier, constituent un examen valable de cette dernière et que 'l'effet' qui qualifie cette chaîne est conceptualisable au travers des variations de la vitesse angulaire du « pignon ». Le pédalier est devenu le moyen d'examen de la chaîne… et le « pignon » a pris le rôle de dispositif d'enregistrement du résultat de cet examen. Notre extra-terrestre s'aperçoit alors que ce pignon est solidaire de ce qu'il reconnaît comme une « roue » : les vitesses angulaires sont identiques mesurées au niveau des pignons ou des rayons. Cette focalisation sur la roue lui fait changer une nouvelle fois de cadre descriptif. Il considère cette fois-ci que l'entraînement de la roue, à une certaine vitesse angulaire mesurée au niveau du pignon grâce au pédalier et à la chaîne de vélo, constitue un examen de la roue relativement à l'effet qui l'intéresse : la vitesse linéaire obtenue par développement en un endroit correspondant au contact de la roue avec le sol… et cette valeur, si elle qualifie la roue, qualifie simultanément ce qu'il dénomme alors le « système de propulsion du vélo ».

D'un point de vue méthodologique, dans une configuration telle que celle évoquée, toutes les entités sont « connues », sans que le soient pour autant les relations de « causes à effets »

qui les solidarisent relativement à la vue-aspect adoptée. L'opération exercée sur chacune d'entre elles est à la fois ce qui constitue en l'esprit cette entité préalablement conceptualisée, comme *étant là* dans le rôle 'd'entité-à-décrire' - cette opération joue donc le rôle 'd'opération de génération' -, et ce qui 'examine' cette entité, puisque cette opération est intersubjectivement associée à la production d'un 'effet', conceptualisé en 'valeur' au travers d'un dispositif public d'enregistrement (la chaîne pour le pédalier, le pignon de la roue pour la chaîne). Il s'agit donc d'une suite de 'descriptions dégénérées' (D11-sr p126), mais articulées de façon tout à fait particulière : l'interaction qui tient lieu 'd'effet' (D4-sr p91) dans un cadre descriptif, tient lieu 'd'opération de génération-examen' sur la référence physique adoptée pour mesurer cet 'effet', et dont le rôle transmute du coup en 'entité-à-décrire' dans un nouveau cadre descriptif. Et cette chaîne « de cause à effet » et « d'effet à cause » ne s'arrête que lorsque la finalité qui a motivé sa conceptualisation a atteint le but recherché : conceptualiser dans le cadre des connaissances et théories établies, la relation entre les actions exercées sur les pédales et les déplacements constatés au niveau de la roue relativement au sol. Une telle construction tire sa valeur « explicative » du fait que les relations entre, d'une part, les opérations de génération-examen 'd'entités qui réalisent des Etats d'entités persistantes' (D21-sr,p161) - le pédalier, la chaîne de vélo, le pignon, la roue -, et, d'autre part, leurs 'effets', ont été modélisés sous forme de *lois* (ici, typiquement, les lois de la mécanique classique).

La formalisation méthodologique de la chaîne de cause à effet évoquée est synthétisée au travers de l'illustration ci-après.

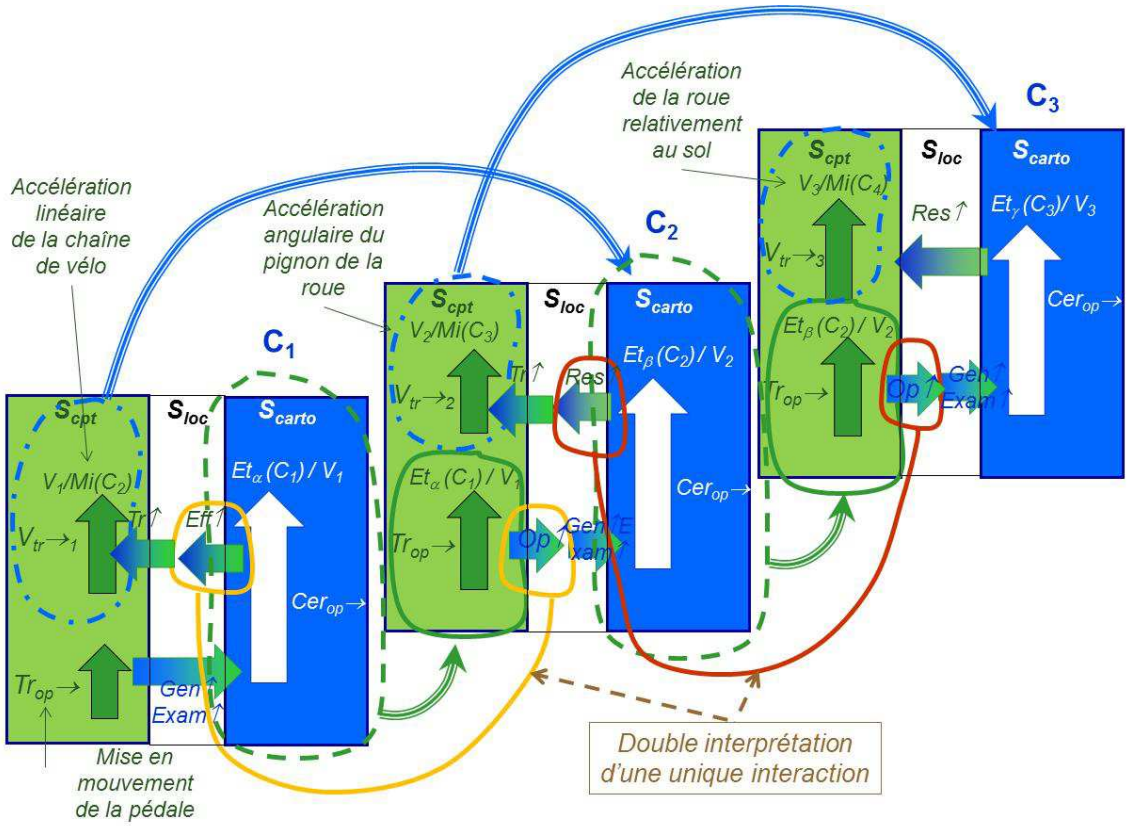

Figure 46 : *Chaîne causale*

Légende :

- $V_n/Mi(C_x)$: la qualification de l'entité-à-décrire est produite relativement au méta-modèle intrinsèque du constituant C_x, utilisé comme moyen d'enregistrement pour produire des valeurs.
- $Et_\alpha(C_x)/V_y$: 'Etat' α du constituant C_x relativement à la vue *Vy*.
- *Autres éléments : se reporter aux définitions* D1-sr *à* D5-sr *(*p.95-83).

Cette figure illustre l'expression méthodologique de l'exemple ci-avant introduit.

- L'appui sur les pédales correspond à l'opération de génération-examen d'une entité qui réalise un certain 'Etat' (Et_α) du « pédalier » *(C1)* relativement à la vue V_1 que l'on pourrait dénommer « entrainement de la chaîne ». Le « pédalier » est le *constituant* connu, qui fait le lien entre la force exercée sur les pédales et les accélérations linéaires de la chaîne (C_2).
- L'opération qui consiste à mettre en mouvement rotatif le pédalier devient alors l'opération de génération-examen d'une entité physique qui réalise un certain 'Etat' de la « chaîne de vélo » (C_2) relativement à la vue V_2 que l'on pourrait intituler « rotation du pignon de la roue ». La « chaîne» est le constituant connu qui fait le lien entre la vitesse angulaire du pédalier et la vitesse angulaire du pignon (C_3).
- L'opération qui consiste à mettre en mouvement rotatif le pignon devient à son tour l'opération de génération-examen d'une entité physique qui réalise un certain 'Etat' (E_γ) de la « roue » (C_3) relativement à la vue V_3 que l'on pourrait intituler « déplacement relativement au sol ». La « roue » est le *constituant* qui fait le lien entre la vitesse angulaire du pignon et la vitesse linéaire relativement au sol *(C4).*

Dans l'exemple ci-avant, les entités générées émergent toutes comme des *modalités d'être* d'entités persistantes préalablement conceptualisées. Ceci est un cas particulier qui présente l'avantage d'illustrer nos expériences les plus quotidiennes. Il est toutefois concevable que l'existence des entités physiques générées et décrites dans cette sorte de chaîne ait un caractère ponctuel relativement au référentiel temporel, pourvu que ces entités soient *connues* de façon à être *reconnues* au travers des valeurs - d'aspects produites.

Une seule contrainte méthodologique est donc imposée : la ou les traces produites par l'examen des entités impliquées dans une chaîne causale doivent à elles seules faire reconnaître ces entités. Sans cela, une « explication » ne saurait être produite sur le fondement d'un acquis partagé.

L'exemple ci-avant introduit aboutit à la convention méthodologique ci-après.

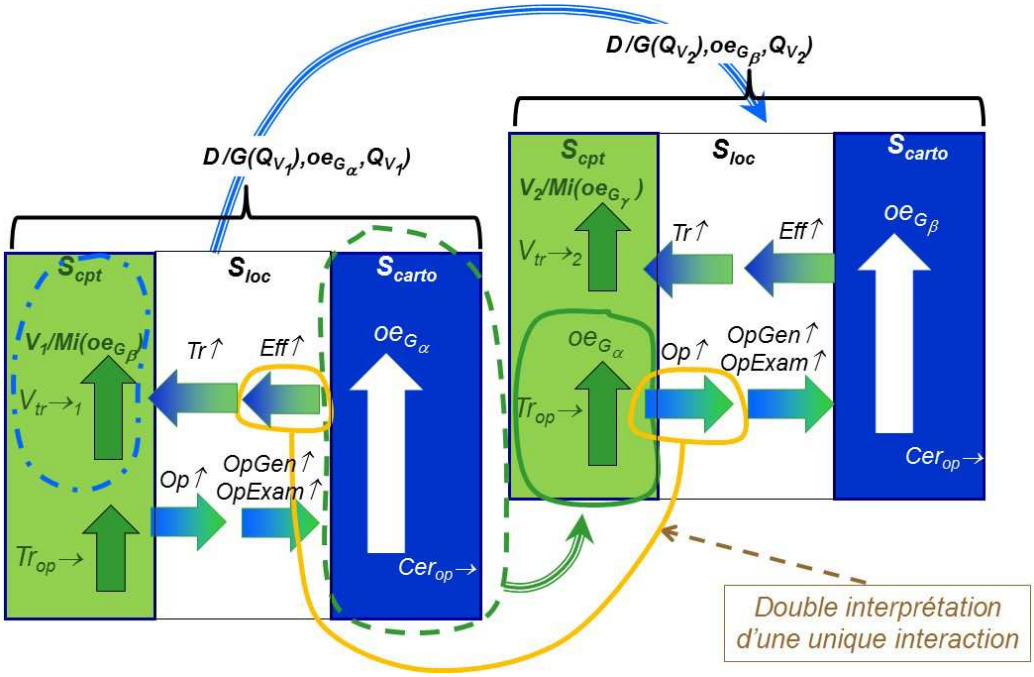

Figure 47 : *Chaîne causale*

Légende :

– $D/G(Q_{v_x})$, oe_{G_α}, Q_{v_x}/ : 'description dégénérée' de l'entité oe_{G_α} relativement à la qualification produite par la vue V_x.

Chaîne causale comme description d'une entité physique : concevoir une chaîne causale, c'est être en mesure de déduire rationnellement un « phénomène » d'une prémisse au moyen d'un enchaînement d'opérations impliquant des entités physiques connues, tel que nous l'avons illustré ci-avant. Méthodologiquement, puisque *toute connaissance est description*, ceci revient à poser que la chaîne causale élaborée doit pouvoir être conceptualisée sous la forme d'*une* description d'entité physique. Mais de quelle entité physique s'agit-il donc dans le cas d'espèce ? Comment concevoir le référentiel épistémique de la description dont il est question à partir du seul matériel conceptuel fourni par la 'chaîne causale' ?

Si nous généralisons l'exemple utilisé pour introduire le concept, la finalité d'une chaîne causale est de mobiliser les connaissances acquises afin d'expliquer le lien que l'on pressent entre deux 'descriptions' du fait de corrélations constatées relativement au référentiel spatio-temporel. Et c'est dans la mesure où cette entreprise aboutit que l'on peut intersubjectivement appréhender la « description-événement » adoptée comme point de départ comme *la cause* d'une « description-conséquence ». La chaîne causale trouve son point d'arrêt naturel dès lors que la production des traces dont on pressent qu'elles sont des *conséquences* de l'événement, ont effectivement pu être reproduites, au moins en théorie si ce n'est en pratique, au moyen de la chaîne causale conçue. De cette capacité à reproduire de mêmes traces, il découle qu'elles sont réputées les manifestations de mêmes 'effets' de l'entité-à-conceptualiser sur le référentiel physique adopté pour la qualifier.

Cette entité elle-même, alors qu'elle n'est pas *a priori* connue, émerge comme une certaine configuration spatio-temporelle d'entités *connues* en interactions physiques. Cette conceptualisation introduit une relation *d'inclusion relativisée* qui dépasse l'acception physique à laquelle on se cantonne habituellement, fondée sur des considérations spatiales qui

supposent une existence au sens ontologique, des entités dont il est question. L'entité émergente *inclut* les entités physiques impliquées dans la chaîne causale, au sens où c'est la *conjonction* des descriptions dégénérées de ces entités qui est appréhendée comme le processus de *génération* et de *qualification* de cette entité. Soulignons alors que si les entités générées et qualifiées dans les descriptions impliquées, réalisent des 'Etats' donnés (des modalités d'être relativement à des vues) d'entités physiques 'persistantes' préalablement conceptualisées, seuls ces 'Etats' sont réputés inclus dans l'entité physique considérée.

Cette formalisation a ceci de tout à fait particulier que l'entité physique émerge comme le produit d'une 'description dégénérée' alors même qu'elle n'est pas *a priori* connue. Il en découle la conviction intersubjective que ce phénomène était déjà là, qu'il « existe de façon absolue », indépendamment de la chaîne causale dont la construction l'a pourtant fait émerger du « connu ». Tel est le cas dans l'exemple introduit : l'explicitation de la relation entre la pédale et le déplacement de la roue par rapport au sol fait émerger une nouvelle entité que nous pourrions de façon symptomatique dénommer « le *système* de propulsion du vélo ».

Le R_G sur lequel opère l'opération de génération-examen de l'entité émergente, doit lui-même être appréhendé comme la conjonction des R_G à partir desquels sont générées les différentes entités qualifiées dans les 'descriptions dégénérées' impliquées dans la chaîne causale, ce qui aboutit à une situation telle qu'évoquée en C3-sr (« *RG comme conjonction d'entités physiques* » p 122).

Définition

Les considérations qui précèdent nous conduisent à la définition ci-après.

On dénomme 'chaine causale' ζ une suite de 'descriptions dégénérées' $(D_1, D_2, \ldots, D_n)$ ordonnées par la dépendance de construction « est la cause de » définie comme suit :

$D_{x+1} \Rightarrow D_x$ si et seulement si, à un niveau méta-descriptif, $Eff\uparrow_{D_x} \equiv Op\uparrow_{D_{x+1}}$ où

- $Eff\uparrow_{D_x}$ est 'l'effet' dont la conceptualisation au travers d'une valeur qualifie l'entité oe_{G_x}, bijectivement associée à une trace qualifiante ;
- $Op\uparrow_{D_{x+1}}$ est l'opération à laquelle on confère simultanément les rôles 'd'opération de génération' et 'opération d'examen' de l'entité $oe_{G_{x+1}}$;
- « ≡ » signifie que :
  - à un méta niveau descriptif, la source de ces deux 'inférences constructives' est conceptualisée comme la même dans S_{carto} : le domaine de réel à partir duquel on génère et examine l'entité oe_{G_x} dans D_x est reconnu comme 'la référence physique' relativement à laquelle on génère et examine $oe_{G_{x+1}}$ dans D_{x+1} ;
  - l'image de ces deux inférences dans S_{loc} est la même : localisation spatio-temporelle et sémantique associée identiques (D1-sr p83).

Une description $D/G(Q_v).R_G,oe_G,Q_v/$ *émerge* d'une chaîne causale $\zeta = (D_1, D_2, \ldots, D_n)$ qui l'explique si et seulement si :

- $Op\rightarrow_{G\text{-}ex_V(D)} = Op\rightarrow_{G\text{-}ex_V(D_1)}$ - l'opération de 'génération-examen' de l'entité oe_G joue simultanément le rôle épistémique d'opération de 'génération-examen' dans la première description de la chaine causale ;
- $Res\rightarrow_D \equiv Res\rightarrow_{D_n}$ - la manifestation de l'effet' qui qualifie l'entité oe_G est simultanément interprétable comme la manifestation de 'l'effet' qui qualifie l'entité oe_{G_n} dans la description dégénérée D_n.

On pose : $D/G(Q_v).R_G,oe_G,Q_v/ \Rightarrow \zeta$.

L'entité générée et qualifiée qui émerge d'une chaîne causale est conceptualisée comme une certaine configuration d'entités physiques préalablement conceptualisées et localisées relativement au référentiel spatio-temporel.

(Dans l'exemple ci-avant, la distance mesurée par unité de temps qualifie :

- la roue relativement à l'examen « mise en rotation du pignon » dans D_n ;
- l'entité-à-décrire oe_G dans D, relativement à l'examen « force exercée sur les pédales »).

Inclusion physique

Soit $\{oe_{G_1}, \ldots, oe_{G_n}\}$ l'ensemble des entités générées et qualifiées respectivement dans les différentes descriptions dégénérées de la chaîne ζ, on posera alors : $\forall\ oe_{G_x} \in \{oe_{G_1}, \ldots, oe_{G_n}\}$, $oe_{G_x} \subset oe_G$ - entité émergente .

Commentaires

Causes multiples, effets multiples, propriétés émergentes : la structure méthodologique élaborée permet de rendre compte de toute une série de cas de figure concevables à partir du concept élémentaire de 'chaîne causale' ci-avant introduit. Leur formalisation ne nécessite pas l'introduction de concepts supplémentaires, aussi sont-ils ci-après simplement évoqués à partir des trois concepts qui les rendent méthodologiquement envisageables : 'opération' (D2-sr p87), 'effet' (D4-sr p91) et 'trace' (D5-sr p95).

Rarement pouvons-nous réduire un phénomène à une unique prémisse de laquelle on puisse le déduire du connu, par une chaîne causale simple, telle que précédemment introduite. Poser que des causes sont multiples, c'est dire que plusieurs chaînes causales, initialisées par différents événements - des opérations - contribuent à générer et qualifier l'entité physique, support des valeurs d'aspects observées. Puisque ces chaînes causales contribuent solidairement à 'décrire' une certaine « situation », il est méthodologiquement nécessaire de ramener leur conjonction à *une description d'entité physique*, c'est-à-dire à concevoir son 'référentiel' épistémique à partir du matériel conceptuel que nous procurent ces différentes chaînes causales.

Cela revient à considérer que l'ensemble des opérations qui initialisent ces différentes chaînes co-définissent l'opération de 'génération-examen' de l'entité émergente. Nous avons vu lors de l'introduction du concept de conjonction descriptionnelle (D19-sr p151) qu'une opération pouvait être conceptualisée sous la forme d'un enchaînement de différentes opérations. De même, une opération peut être *aussi* conceptualisée sous la forme d'un ensemble d'opérations relativement au référentiel spatial. Il faut pour cela pouvoir découper la localisation spatiale (non forcément connexe) où l'opération est exercée (dans S_{loc}) en plusieurs sous-localisations de façon à ce que :

- chacune de ces localisations puisse être appréhendée comme le lieu d'exercice d'une 'action' particulière ;
- l'opération de génération-examen apparaisse comme la résultante des différentes opérations relativement au cadre conceptuel de référence (S_{cpt}).

Comme exemple, nous pouvons penser à l'exercice d'une force, conceptualisée par un certain vecteur appliqué en un certain point d'un solide homogène, qui peut être décomposée en forces appliquées en différents points de ce même solide, de façon à ce que leur somme restitue le vecteur initial et à ce que le barycentre de leurs points d'exercice corresponde au point d'exercice de la force ainsi décomposée. Et la réciproque est également possible.

Nous avons également vu qu'un même 'examen' pouvait donner lieu à plusieurs 'effets'. La qualification d'une certaine entité impliquée dans une chaîne causale peut donc initialiser différentes sous-chaînes, une par 'effet', si ce dernier peut être appréhendé comme une opération de génération-examen d'une autre entité physique qui joue un rôle dans la conceptualisation de la genèse de 'l'effet' visé. On se retrouve alors dans le cas ci-avant évoqué : l'existence *séparée* de différentes 'chaînes causales' susceptibles d'impliquer de mêmes 'entités persistantes'.

La combinaison de ces possibilités de conceptualisation relativement au temps et à l'espace, offre des possibilités pratiquement illimitées. Et cela entraîne que ce qui est appréhendé comme « une » opération peut être, le cas échéant, conceptualisé comme l'origine de multiples 'chaînes causales' qui produisent différents 'effets' dont l'ensemble qualifie l'entité émergente.

Ces différentes chaînes sont susceptibles de se recouper, lorsque différentes entités générées et qualifiées dans ces différentes chaînes, sont appréhendées comme des modalités d'être (des 'Etats') d'une même entité persistante, ainsi impliquée dans ces différentes chaînes causales. Et si l'on décrit cette dernière relativement au cadre défini par la construction de 'causes', sa description prend la forme d'un 'scénario' dans lequel chaque transition est la marque de l'implication de cette entité dans une chaîne causale déterminée. Il en découle que ces différents 'Etats' d'une même 'entité persistante' sont tous réputés 'inclus' dans l'entité émergente de l'analyse de 'l'effet'.

Remarquons aussi que les 'effets' de différentes chaînes causales, qui qualifient, globalement considérées, l'entité émergente, peuvent se superposer sur un même support physique. La méta-comparaison avec les descriptions générées par chacune des descriptions de rang *n* des différentes chaînes causales construites séparément, génère conceptuellement le concept « d'interférence », typique par exemple des phénomènes ondulatoires. Ce type de construction conduit alors usuellement à poser que « les propriétés de l'entité émergente » ne sont pas réductibles à celles de ses composants, considérés individuellement. Le cadre méthodologique proposé permet de rendre compte de façon contrôlée de ce type de circonstances.

Pour les motifs évoqués, nous parlerons désormais de '***réseau causal***' lorsque la conceptualisation de la relation entre un ensemble de 'descriptions-causes' et un ensemble de 'descriptions-effets' ne se réduit pas à une chaîne causale simple telle que définie.

Les concepts que nous venons d'avancer s'appliquent parfaitement à ce que l'on dénomme *conception* en milieu industriel. Le but n'est pas alors de comprendre ou d'expliquer, mais de donner naissance à une nouvelle entité physique à partir du connu, de telle façon qu'un certain nombre d'effets soient produits dans des circonstances définies : les 'possibles' déjà évoqués.

On conçoit alors que la stabilité et la persistance de tels achèvements reposent sur la capacité à ramener l'ensemble des caractéristiques voulues à différentes chaines causales impliquant de mêmes entités persistantes conceptualisables sous la forme de 'modèles à Etats finis' relativement aux vues-aspects qui interviennent. Car alors, les descriptions de l'ensemble ainsi solidairement constitué prend-il lui-même, relativement au point de vue sur les possibles, la forme d'un 'modèle à Etats finis'.

D27-sr Emergence d'entités par dissociation

Introduction

Si je prends une buche, et que je porte un coup de hache bien ajusté, j'obtiendrai d'évidence 2 morceaux de bois plus petits. Si je casse un verre, j'obtiendrai de façon analogue toute une série de fragments individualisables. Si j'augmente la quantité de nourriture que je donne à des poissons dans un lac, il est vraisemblable que la population de ces poissons augmentera, que les poissons femelles donneront naissance à toute une foule de petits poissons. Aussi banal que puissent paraître ces descriptions, le cadre méthodologique jusqu'ici élaboré ne permet pas de rendre compte de ce type de processus « catastrophiques », fondamentalement créateur qui intervient classiquement dans des concepts de système divergents ou homéostatiques, tels que les écosystèmes.

Au travers de ces exemples, s'impose un concept *d'émergence* qui s'inscrit dans la continuité d'un Réel physique préalablement conceptualisé, par-delà le principe d'identité attaché aux descriptions de telle ou telle entité persistante. Les éclats de verre ne *sont* pas le

verre, pas plus qu'un enfant *n'est* ses parents : leurs destins sont *séparables* relativement aux descriptions que l'on peut en faire. Pourtant éclats de verre et petits poissons se conçoivent intersubjectivement dans la continuité physique du terrain de Réel dont ils sont issus - le verre, les parents. Nous convenons de dénommer ce type d'émergence « catastrophique » *'Dissociation'*. Il s'agit d'un événement catastrophique au sens où, quel que soit le processus qui les génère, l'émergence de nouvelles 'entités' à partir d'un élément de Réel physique lui-même conceptualisé comme *une entité* est indexé par un *instant*, non une *durée*, quelle que soit la précision relative du référentiel temporel que l'on adopte : il y avait un, puis il y a plusieurs, sans intermédiaires concevables hors de ces deux cadres.

Dans une 'dissociation', l'évidence de l'émergence de nouvelles entités s'impose intersubjectivement du fait des localisations spatio-temporelles non connexes de groupes 'd'effets' corrélés, que notre 'Fonctionnement-Conscience' associe spontanément à la présence d'entités préalablement conceptualisées (des éclats de verre, des petits poissons, etc.). Ce sont des cas manifestes de 'descriptions dégénérées' d'un genre tout à fait particulier : elles sont « simultanément » construites, au sens où une seule 'opération de génération-examen' produit l'ensemble des effets, qui du fait de leurs localisations, manifestent intersubjectivement l'émergence de tout un ensemble d'entités distinctes.

Mais comment concilier une telle interprétation avec la relation de 1 à 1 $G.R_G \leftrightarrow oe_G$ *qui sous-tend l'entier édifice méthodologique élaboré* ? La relation $G.R_G \leftrightarrow oe_G$ est un postulat méthodologique : si l'on veut échapper aux pièges que tendent les conceptualisations spontanées, au mélange non contrôlé des cadres descriptifs, il est méthodologiquement nécessaire de fonder le concept de description sur l'émergence d'une relation de 1 à 1 entre une façon de se donner un élément de Réel physique comme un support de qualification et un ensemble 'd'effets' statistiquement convergents. Dans cette optique, les formes-de-couleur spatialement dispersées qui émergent de l'opération « briser le verre », doivent être appréhendées ; globalement considérées, comme une qualification du seul « verre ». Et d'ailleurs, si l'on veut rationnellement expliquer leur nombre et leur position statistiquement stable quand on répète la *même* opération, nous sommes amenés à faire entrer en ligne de compte des paramètres tels que la composition et l'épaisseur du verre, sa forme et sa couleur, sa position au début de l'opération, etc.

D'un point de vue méthodologique, ces 'formes-de-couleur' bien qu'elles manifestent des 'effets' localisés de façon non connexes, doivent être appréhendées comme le produit d'une seule 'opération' dont on infère une unique trajectoire dans la cartographie relativisée du Réel physique (S_{carto}).

Dans sa « *Réflexion sur le problème de la localité* »[89], M. Mugur-Schächter a clairement établi que, faute de définition générale et précise de notions dérivées des conceptualisations spontanées issues de notre vécu biopsychique du monde macroscopique, telles que 'espace', 'durée', 'objet', 'étendue d'un objet', etc., l'expérience de Bell ne permettait pas de trancher entre la conception classique d'un Réel physique structuré en objets séparables, localisés, et l'hypothèse de non localité de la physique quantique. Le fait même que les tests réalisés portent sur une ou deux entités apparait indécidable, avec tout ce que cela implique comme remise en cause des concepts les plus solidement enracinés dans l'inconscient collectif, tel que celui *d'identité* ou de *désintégration.* Il en ressort, de façon tout à fait générale, que la façon dont nous structurons le Réel physique répond à des critères de *commodité,* relativement aux conventions et outils algorithmiques que nous mettons en œuvre. Rien de surprenant alors à ce

---

89 Mioara Mugur-Schächter ,(6-9 juin 1979) dans *: Einstein, Colloque du Centenaire*, Collège de France, Editions du CNRS, pp. 249-264, 1980, (http://mugur-schachter.jimdo.com/app/download/8686455399/reflexion.pdf?t=1384113897).

qu'un système syntaxique émergeant de nos conceptualisations spontanées et adapté à l'observation du cosmos, entre en collision frontale avec la construction radicalement algorithmique et inintelligible mise en œuvre en physique quantique, au point que même les concepts les plus usuels tels qu'« objet » ou « espace » ne soient plus porteurs d'aucune sémantique partagée. Dans cette vision systématiquement relativisée, qui fait du Réel « en soi » un concept métaphysique, les modèles tirent leur légitimité non d'une conformité à un Réel physique connaissable en lui-même, mais des descriptions physiques relativisés et non réfutées que ces modèles conceptualisent, dans un cadre méthodologique unifié, garant de cohérence.

Ramené au cas qui nous préoccupe, trancher entre les deux alternatives, - à savoir, faut-il ou non considérer que les morceaux-de-forme-de-couleur constituent de 'nouvelles' entités -, ne fait pas sens si l'on se limite au cadre descriptif défini par l'opération 'briser le verre'. Le critère de *commodité* nous pousse au contraire à imaginer ce que ces deux optiques rendent possibles. Si l'on se limite à la description du verre que l'on brise, distinguer de nouvelles entités n'apporte rien en soi. Si par contre, il s'agit *d'identifier* de nouveaux éléments de Réel physique que l'on étiquette, afin d'en faire intersubjectivement l'objet de nouvelles descriptions, alors le concept d'entité prend tout son sens. Mais pour que cette 'dissociation' (qui est ici, tout comme pour la particule dans l'expérience de Bell, une *désintégration*) soit légitime, encore faut-il que l'on puisse *séparer* ces entités émergentes relativement aux opérations que l'on réalise et au point de vue que l'on adopte sur leurs 'effets'. Dans le cas du verre qui se brise, cette dissociation semble évidente. Tel n'est pas le cas pour les 'entités' appréhendées comme les produits de la désintégration d'une particule : leur valeur de spin semblent *liées* dans la mesure où il n'est pas concevable, dans le cadre théorique adopté comme référence, de concevoir une 'chaîne causale' qui « explique » la corrélation des 'effets' constatés, tel qu'on les localise relativement au référentiel spatio-temporel. Il est donc illégitime, relativement à cette vue-aspect, d'accorder aux traces qui se manifestent sur les enregistreurs le statut de manifestation d'entités *séparables*.

Reste que, même lorsque le processus de 'dissociation' est légitime, les 'descriptions dégénérées' identificatrices des entités émergentes ne doivent pas être opposées ni confondues avec le cadre descriptif de l'entité d'où elles émergent : le processus d'identification des éclats de verre issus de la désintégration du verre ne doit pas être opposé ni confondu avec la qualification du verre, accomplie au travers de cette désintégration. Les différents cadres descriptifs se superposent sur une *même* opération. C'est là un cas particulier de 'conjonction descriptionnelle', au sens où nous l'avons défini (D19-sr p151), puisqu'une unique 'opération' constitue le 'référentiel épistémique' de tout un ensemble de descriptions d'entités physiques distinctes. Ceci a pour conséquence que l'on conceptualise l'élément de Réel où nous place cette opération catastrophique comme l'ensemble des entités qui étiquettent les éléments de Réels correspondant aux différentes entités émergentes. La signification en est claire : l'opération rend chacune d'elles *séparément* disponible pour entreprendre de nouvelles constructions.

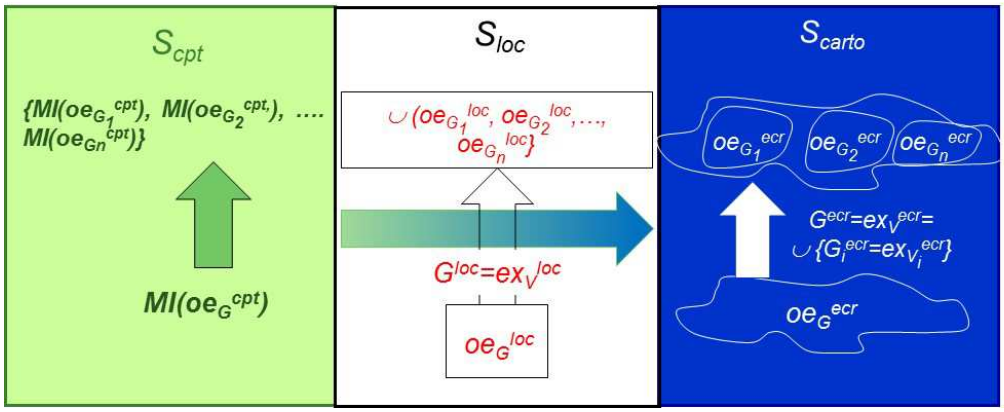

Figure 48 : *Dissociation*

Légende (pour rappel) :

MI : Méta modèle intrinsèque d'une entité physique ;

cpt : 'élément'du Réel physique conceptualisé au préalable ;

loc : 'élément'de localisation spatio-temporelle des actions ;

ecr : 'élément'de conceptualisation du Réel - étiquette d'un élément de Réel physique.

Définition

On dénomme 'dissociation' la 'conjonction' de *n* 'descriptions dégénérées' $\{D_0, D_1, \ldots, D_{n-1}\}$ dans laquelle une unique 'opération' se voit attribuer les rôles descriptionnels 'd'opération de génération-examen' des n entités $\{oe_{G_1}, oe_{G_2}, \ldots, oe_{G_n}\}$

Commentaires

La définition adoptée va nous être précieuse dans l'approche du concept de 'système'. Elle a pour conséquence que toute entité émergente d'une 'dissociation' se situe dans la 'continuité physique' (D21-sr p161), du domaine-de-Réel-physique sur lequel agit 'l'opération' : les différentes entités initialisent autant de différents 'scénarios' compatibles relativement au référentiel spatio-temporel, mais dans la continuité physique de l'élément de Réel dont elles émergent.

Une 'dissociation' peut être le support de conceptualisations très différentes construites sur le même canon méthodologique. Une 'dissociation' peut être appréhendée comme la désintégration d'une entité dont les entités émergentes constituent les produits (un verre qui se brise, une particule qui se désintègre), elle peut être au contraire appréhendée comme le « produit » d'une entité persistante qui n'en continue pas moins d'exister relativement (un poisson qui donne naissance à plein de petits poissons). Laquelle des entités, parmi celles qui résultent du processus de 'dissociation', est-elle appréhendée comme la perpétuation d'une entité persistante - une nouvelle 'modalité d'être', un nouvel 'Etat' - est affaire de *convention*. Pratiquement, cette continuité va généralement de soi : localisation spatio-temporelle et continuité sémantique des 'valeurs d'aspects' font que l'on distingue sans peine la mère de l'enfant, mais dès lors que l'on sort du domaine des pseudo-évidences, on s'aperçoit tout à la

fois de la liberté et de la rigueur que permet le cadre méthodologique élaboré : il met en évidence la nécessité d'une *décision, d'une convention intersubjective.* Les traces conceptualisées comme des valeurs de spin, produits de la « désintégration » d'une « particule » dans l'expérience de Bell, nonobstant les localisations spatio-temporelles non connexes de ces 'effets', témoignent-elles de la permanence de la particule relativement à une vue spécifique, de la création d'une entité radicalement nouvelle « bi-photon » ? de l'émergence de nouvelles entités ? Ce n'est que par *commodité,* face au cadre théorique et à des constructions complémentaires qu'il est possible d'en convenir.

Cette liberté de conceptualisation met en exergue la vision fondatrice qui sous-tend l'ensemble des travaux réalisés dans le cadre MCR et SR, à savoir que les modèles que nous élaborons tirent leur légitimité non d'une conformité à un Réel physique connaissable en lui-même, mais des descriptions physiques relativisées qu'ils conceptualisent, dans un cadre méthodologique unifié, garant de cohérence. *L'approche méthodologique se substitue à l'approche ontologique, et c'est là une révolution majeure*.

D28-sr Système physique : émergence du concept d'entité composite.

Introduction

Nous avons longuement évoqué dans le premier chapitre les multiples acceptions que revêt le concept de système. La définition ci-après proposée combine des concepts précédemment développés afin de rendre compte d'une notion usuelle et pourtant encore non rigoureusement conceptualisée. Tout ce qui précède doit être regardé comme un chemin motivé par le but d'en proposer une définition méthodologiquement acceptable.

***Un système physique est d'abord une entité physique décrite* :** une entité physique est pleinement maîtrisée conceptuellement, relativement aux vues au travers desquelles on la connaît, si on sait la « créer » matériellement de manière à ce que ses valeurs d'aspects puissent être conçues comme des conséquences de l'opération de génération qui l'a fait émerger. On sait pourquoi et comment cela 'marche'. Autrement dit, la manière de *concevoir* l'opération de génération doit être telle qu'elle permette de prévoir les valeurs d'aspect relativement aux vues adoptées pour qualifier l'entité engendrée. Ceci a été formalisé au travers du concept 'd'anticipation' (D15-sr p. 136), dite *rationnelle* (voir note 88, p.156).

La nécessité de spécifier comment on engendre peut paraître aux industriels trop banale pour être énoncée. Elle l'est moins pour les chercheurs scientifiques qui pensent ne faire que qualifier du 'déjà là', *ce qui n'est jamais strictement le cas*. Et cela conduit à des différenciations artificielles entre sciences et techniques (par exemple, l'opposition factice entre objet naturel et objet artificiel). D'un côté on *conçoit* quelque chose de nouveau, au sens où on conceptualise les conditions d'émergence d'une entité physique qui, à partir de ce que l'on connaît, satisfasse aux buts. De l'autre on *conçoit* au sens où on ramène un phénomène au statut d'effets rationnellement déductibles de prémisses, sur la base de connaissances et théories acquises. Dans les deux cas on réduit les valeurs d'aspects observées au statut de conséquences de la façon dont on conceptualise l'opération de génération et d'examen de l'entité (l'entité est faite comme cela, et donc il est *normal* qu'elle présente telle et telle caractéristique).

La particularité d'un système est qu'il émerge comme entité individualisable sous la forme d'une certaine configuration d'entités persistantes, dont la conjonction des existences selon certaines conditions, est constitutive du concept d'existence du système lui-même. C'est le cas

des systèmes dits « naturels ». Mais quand l'anticipation des qualifications voulues du 'système' préexiste relativement à la connaissance des constituants qui doivent les rendre possibles, alors ces derniers peuvent être explicitement conçus dans le but de servir de support physique à des rôles non encore réalisés. C'est typiquement la situation dans le cadre industriel, quand des constituants sont conçus spécifiquement pour remplir des *rôles* donnés dans des collaborations non encore spécifiées, afin de produire les 'effets' attendus. Mais c'est aussi plus subtilement le cas dans le domaine scientifique, quand on formule des hypothèses pour expliquer des phénomènes observés que l'on ne sait pas réduire à des interactions d'entités connues.

Même dans la pensée classique, l'existence d'un « système » ne s'impose pas comme une évidence, surtout quand il consiste en une « mise en organisation » d'objets physiques dispersés dans le temps et dans l'espace et qu'il n'existe que relativement à des qualifications propres à une finalité très spécifique (exemples : Global Positioning System, système nerveux, écosystème). Même lorsqu'un système s'impose à tous comme une évidence et semble échapper à toute finalité humaine (le système solaire), le simple fait de le singulariser manifeste la tendance de *l'homme* à découper, conceptualiser et organiser ce à quoi il est confronté, afin de mieux prévoir et maîtriser. (La volonté de se donner des repères cycliques pour optimiser les travaux agricoles n'a-t-elle pas poussé l'homme à étudier le mouvement des planètes, et, de là, à concevoir des 'systèmes' à l'origine des premiers calendriers ?). Ces particularités font que l'on conçoit usuellement un système comme *une organisation d'entités persistantes*.

Système comme organisation : concevoir une *organisation*, c'est considérer qu'un « tout » qualifiable émerge d'un ensemble d'entités dont l'existence, relativement à la façon dont on les connaît, transcende l'opération d'émergence (de génération) du système auquel elles participent. Ces entités restent conceptuellement, sinon physiquement, séparables de ce système, et le système lui-même *n'est* que dans la mesure où elles *sont*. Telle est la différence entre la mayonnaise, dans laquelle nous sommes bien incapables de reconnaître l'huile et l'œuf à partir desquels elle a été générée et le « système » de propulsion du vélo précédemment évoqué, qui émerge de la considération conjointe du pédalier, de la chaîne de vélo, et de la roue.

Appréhender un système comme une *organisation*, c'est aussi considérer que certains aspects de chacun de ses constituants peuvent être déterminés à partir de la connaissance que l'on a de certains aspects du système et aussi de certains aspects d'autres constituants du système (ex : la position d'une planète particulière dans le système solaire, ou encore, dans l'exemple du « système de propulsion du vélo », la vitesse linéaire de la chaîne connaissant la vitesse angulaire du pignon).

D'un point de vue méthodologique, l'élément R_G du réel physique où opère le générateur G du système doit donc être conceptualisé sous la forme d'une configuration spatio-temporelle donnée 'd'Etats' (D23-sr) d'entités persistantes, que l'émergence du concept de 'système' transmute en 'constituants' de ce dernier. Mais il est ensuite à tout moment possible de mettre le système généré lui-même dans le rôle descriptionnel du 'terrain de réel R_G' où agit un nouveau générateur G' d'entité-à-décrire, et d'en *extraire* un de ses constituants. Nous appréhendons l'ensemble solidaire constitué par le pédalier, la chaîne et la roue arrière comme le « système de propulsion du vélo », mais nous pouvons à tout moment singulariser l'un ou l'autre de ces constituants pour le décrire, y compris relativement à des vues qui n'entrent pas dans la genèse des qualifications du système, par exemple, la couleur de la « roue » dans le système évoqué. De même, si nous considérons le système solaire, nous pouvons singulariser une planète et y reconnaître Mars parce que nous percevons une petite boule rouge… qui est

l'un des constituants à partir desquels nous avons intersubjectivement engendré le système solaire en tant qu'entité-physique-à-décrire.

***Une entité physique persistante* :** dans *MCR*, le caractère de persistance d'une entité-à-décrire n'est pas donné *a priori*. Aussi banal que puisse paraître le concept de persistance, il a fallu conduire des développements méthodologiques conséquents, rendus possibles par l'introduction des opérateurs de 'conjonction' et de 'disjonction descriptionnelle', pour *standardiser un cadre d'émergence* de cette notion, au-delà des évidences que nous suggèrent nos sens.

La persistance d'une entité physique implique, par définition, que cette dernière est descriptible en termes de 'descriptions locales', articulées en scénarios. Cette règle méthodologique s'applique donc aussi aux 'systèmes'. On en infère que toute entité localement décrite qui contribue à la conceptualisation d'un 'système' est réputée réaliser un certain 'Etat' de ce dernier. Mais par hypothèse, une telle 'description locale' émerge d'une 'chaîne causale' qui *explique* cette description relativement aux constituants du 'système' considéré. Il faut donc, d'un point de vue méthodologique, pouvoir rendre compte de la continuité physique (D21-sr p161), caractéristique du concept d'entité persistante' au travers de descriptions qui émergent de chaînes causales.

Considérons deux entités locales générées et qualifiées dans un scénario composé de deux descriptions locales successives. Ce scénario formalise une 'continuité physique' caractéristique d'une entité physique 'persistante'. Alors par définition du concept de 'scénario' (D20-sr p158), l'entité décrite dans la première description locale est conceptualisée, relativement à la seconde description locale, comme l'élément de Réel physique R_G où agit le générateur de l'entité décrite.

Transposé dans le cas d'un système, cette logique entraîne que l'élément de Réel physique à partir duquel se construit la chaîne causale d'où émerge la seconde description locale du système, doit être conceptualisé comme la configuration des entités qui émergent des 'descriptions dégénérées' constitutives de la première chaîne causale. Or, c'est de cette première 'chaîne causale' qu'émerge la première description locale du 'système'. Chacune de ces deux entités locales au travers de laquelle on se donne le « système » est réputée réaliser un certain 'Etat' de ce dernier, et de même, chaque entité générée et qualifiée dans les descriptions des deux chaînes causales, est réputée réaliser un 'Etat' du constituant correspondant.

Cette construction méthodologique formalise une évidence intuitive : puisqu'un système est appréhendé sous la forme d'une mise en organisation de constituants, alors il est normal que chaque 'Etat de ce système' soit appréhendé comme une certaine configuration 'd'Etats' de ces constituants et donc que tout 'Etat' conceptualisable de ce système à partir d'un 'Etat' initial, puisse être conceptualisé comme le produit d'une transformation de ces mêmes constituants relativement à leurs 'Etats' initiaux. *Les 'Etats' des 'constituants' dont il s'agit ici sont conceptualisés relativement aux possibles qui découlent des différents 'réseaux causaux' concevables dans lesquels ces constituants sont impliqués, autrement dit, relativement aux différents enchaînements 'd'opérations' conceptuellement impliquées par les opérations possibles sur le système physique. Ces 'Etats' sont définis relativement aux seuls 'effets' qui interviennent dans la construction des chaînes de causes-à-effets d'où émerge la description d'une entité qui réalise un 'Etat' du système.*

Ces considérations sont schématisées dans la figure ci-après, dans le cas élémentaire d'un 'système' décrit au travers de deux 'modalités d'être' (deux 'Etats') qui émergent de deux chaînes causales impliquant deux mêmes constituants (entités persistantes).

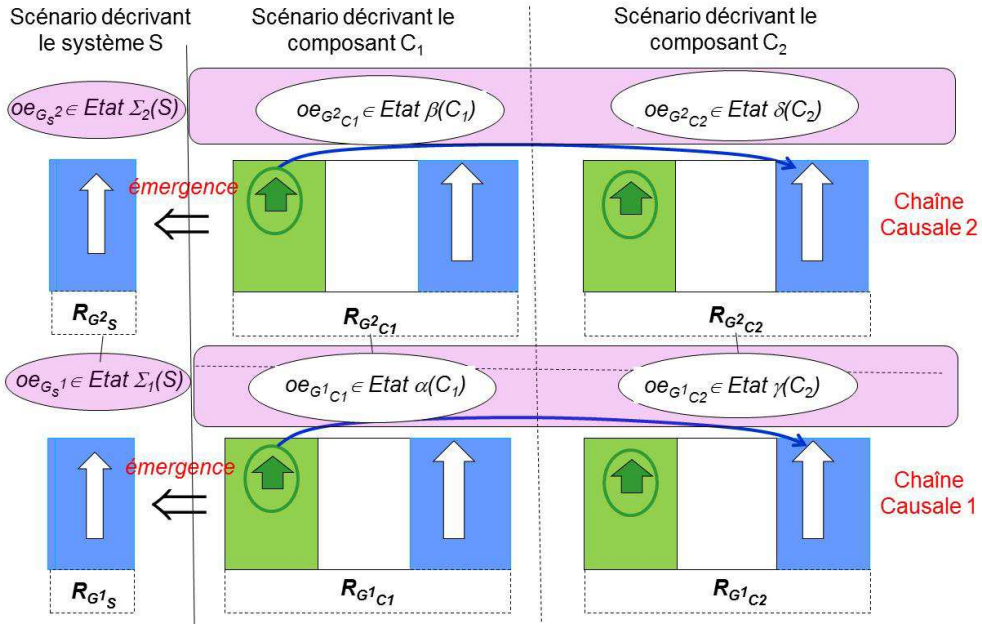

Figure 49 : *Système élémentaire à 2 constituants et 2 Etats*

- Le système S est conceptualisé comme constitué de 2 composants C_1 et C_2 -relation d'inclusion au sens introduit en (D26-sr, p193) .
- Ce système est conceptualisé en 2 'Etats' Σ_1 et Σ_2, que réalisent respectivement les entités $oe_{G_S^1}$ et $oe_{G_S^2}$.
- Les descriptions des entités $oe_{G_S^1}$ et $oe_{G_S^2}$ sont des 'descriptions dégénérées' qui émergent de deux chaînes causales.
- La deuxième chaîne causale est construite sur un élément de Réel physique conceptualisé comme la configuration de 2 Etats (*Etat* $\alpha(C_1)$, '*Etat*' $\gamma(C_2)$), de deux entités persistantes, respectivement C_1 et $C2$, produite par la première 'chaîne causale'. Cette configuration définit intersubjectivement l'*Etat* Σ_1 du 'système'.
- La deuxième chaîne causale est réputée produire une nouvelle configuration *(Etat* $\beta(C_1)$, *'Etat'* $\delta(C_2)$*)* des mêmes constituants. Cette configuration définit intersubjectivement 'l'*Etat'* Σ_2 du 'système'.

Définition

Nous pouvons synthétiser les considérations qui précèdent sous la forme suivante.

Un système physique est une entité physique décrite, perçue comme persistante relativement à la vue qui la qualifie et dont le générateur se conçoit comme une opération de mise en organisation d'un ensemble d'entités persistantes et préexistantes à la qualité de« système» (ce à quoi l'on assigne le rôle de « constituants du système »). L'existence de ces constituants – relativement aux vues par lesquelles on les connaît – transcende dans le temps l'opération de génération du système lui-même. Toute description du système peut alors être développée sous la forme d'un 'réseau causal' qui implique ces constituants initiaux ou d'autres constituants qui en émergent génétiquement. Réciproquement, toute 'description' d'un constituant d'un système peut être dérivée d'une ou plusieurs 'descriptions' de ce système.

Par définition, un constituant est le *rôle* dévolu à une entité physique persistante, relativement aux seules vues-aspects qui interviennent dans la détermination des ***aspects relativement auxquels une entité est un système***.

Dans le cadre méthodologique élaboré, nous formalisons cette définition sous la forme ci-après.

La description d'un 'système' physique est le produit de la description d'une entité psychique $D\psi/\ G_{\psi}.R_{G_{\psi}},\ oe_{G_{\psi}},\ V_{\psi}/$ dans laquelle :

- $R_{G_{\psi}}$ consiste en la conceptualisation de l'ensemble des scénarios physiques *possibles* à partir d'une 'entité racine' physique $oe_{G_{\Sigma r}}$ dont la description est conçue comme le produit de la 'mise en organisation' d'un ensemble fini 'd'entités persistantes' : ses qualifications sont réductibles à un 'réseau causal'.
- G_{ψ} est l'opération psychique qui consiste à concevoir que toute 'description locale' à un scénario conçu dans $R_{G_{\Sigma}}$, doit pouvoir être interprétée comme le produit d'interactions (réseau causal) entre des entités physiques en continuité physique (D21-sr p 161) avec les entités dont a émergé $oe_{G_{\Sigma r}}$.
- $oe_{G_{\psi}}$ est l'entité psychique générée par G_{ψ} . Elle consiste à concevoir le domaine-de-Réel-physique objet d'étude que l'on se donne au travers de $oe_{G_{\Sigma r}}$, dénommé 'système' et noté Dom_{Σ}, comme l'organisation dynamique d'un nombre fini de 'constituants'.
- V_{ψ} est la vue qui formalise dans le cadre méthodologique adopté la conception du domaine-de-Réel-physique, non *a priori* connu, que l'on se donne au travers du 'système' physique ainsi conçu sous la forme ci-après détaillée.

Soit $D_{\Sigma r}$ la 'description dégénérée' de 'l'entité physique racine' $oe_{G_{\Sigma r}}$, au travers de laquelle on se donne un domaine-de-Réel-physique Dom_{Σ} comme objet d'étude.

$D_{\Sigma r}/G_{\Sigma r}.(Q_{V_{\Sigma r}}).R_{G_{\Sigma r}},\ oe_{G_{\Sigma r}},\ Q_{V_{\Sigma r}}/ \Rightarrow \zeta_{\Sigma r}$ (Σ pour 'système', « *r* » pour « racine »), est la description qui émerge d'un ensemble de *z* descriptions dégénérées $\{D_{ra},\ D_{rb},\ldots,\ D_{rz}\}$, organisées en un réseau causal $\zeta_{\Sigma r}$.

Soit $\Gamma_{op}=\{Op_{\alpha}\rightarrow,\ Op_{\beta}\rightarrow,\ \ldots,\ Op_{\gamma}\rightarrow\}$ - Γ_{op} : vocabulaire opérationnel - l'ensemble fini des opérations qui conceptualisent intersubjectivement les 'opérations' sur le domaine-de-Réel-physique objet d'étude et à partir duquel on conçoit les enchaînements d'interactions possibles entre la référence physique que l'on adopte et Dom_{Σ}.

Dom_{Σ} constitue un 'système' Σ si et seulement si on considère intersubjectivement que :

$\forall Dl_{\Sigma i}$, description locale de rang *t* dans un scénario Sc_{Σ} 'possible' construit à partir de $oe_{G_{\Sigma r}}$

$\exists\ \zeta_{\Sigma i} = \{Dl_{(j)}\}_{j\leq n\in\mathbb{N}^*}$ tel que $Dl_{\Sigma i} \Rightarrow \zeta_{\Sigma i}$ où :

$\{Dl_j\}_{j\leq n\in\mathbb{N}^*}$ sont des descriptions 'dégénérées locales' qui, chacune, s'inscrivent dans un scénario donné $Sc_{j=0}^{p}$ (D20-sr p158), construit à partir d'une entité racine 'incluse' dans $oe_{G_{\Sigma r}}$ (au sens D26-sr, p193).

Remarque : les entités physiques générées et qualifiées dans ces scénarios peuvent être issues de 'dissociations', mais elles se situent toujours dans la continuité physique des constituants initiaux du système (de l'entité racine du système).

Commentaires

Soulignons d'abord qu'une entité physique décrite n'est 'système' que relativement aux vues qui peuvent être « expliquées » par des chaînes causales et que, relativement à d'autres vues, des qualifications de la *même* entité ne puissent être *réduites* à des réseaux causaux. Ceci apporte une clarification salutaire dans la mesure où il devient méthodologiquement *contraignant* de préciser relativement à quelles 'vues' une entité physique est conceptualisée comme un 'système'.

Le concept 'd'émergence par dissociation' permet, lui, de concevoir la continuité physique d'un système sans pour autant le considérer comme le produit d'un nombre fini de constituants défini statiquement, une fois pour toutes.

Ce dernier cas de figure, tout à fait particulier, est le propre des systèmes industriels. Et généralement ce caractère statique va de pair avec une conceptualisation de ces constituants sous la forme de 'modèles à Etats finis', relativement aux vues-aspects qui interviennent dans les descriptions dégénérées des 'chaînes causales' (exemple : le 'système' de propulsion du vélo ci-avant introduit). Il en résulte que la description du système lui-même peut alors être conceptualisée sous la forme d'un modèle à Etats finis dans lequel les Etats sont définis comme des combinaisons d'Etats de constituants stables.

La définition tout à fait générale adoptée, en intégrant les mécanismes d'émergences ci-avant introduit, permet de formaliser une conception tout à fait dynamique des systèmes, y compris sous la forme de 'systèmes physiques' inclus, conçus en fonction des finalités, à partir de sous-ensembles de constituants qui émergent, existent et disparaissent relativement aux vues adoptées pour les qualifier.

Ces possibilités permettent de penser que l'infra-cadre méthodologique ainsi conçu est apte à rendre compte de toutes sortes d'entités appréhendées comme des organisations dynamiques d'entités préexistantes : systèmes biologiques, humains, etc.

Système et complexité : puisque l'existence des entités qui constituent un système transcende l'existence du système lui-même, ces entités constituantes peuvent participer à la *génération d'autres systèmes* (l'eau intervient dans le système climatique… mais aussi dans le système de production agricole, ou dans le système touristique).

Toute 'entité physique persistante' peut être le 'constituant' d'un nombre fini mais *a priori* non limité de systèmes. Puisque toute opération sur une entité physique peut la transformer, une telle transformation affecte potentiellement plusieurs systèmes dont elle est un constituant. Le principe *MCR* de séparation des cadres descriptifs garantit le maintien sous contrôle de chacune de ces descriptions.

On peut concevoir un système d'éclairage du vélo qui inclut la roue du vélo. Et pour qualifier ce système relativement à sa propre finalité locale – éclairer – il faut alors faire tourner la roue, mais exclusivement dans le but d'entraîner la dynamo ; les pédales et la chaîne ne sont pas nécessaires face à ce but-là (exemple : le vélo en descente…). On voit comment les relativisations diverses conduisent à délimiter explicitement les façons d'opérer. Système de propulsion et système d'éclairage ne se 'connaissent' pas du point de vue descriptionnel et ils comportent des relativisations différentes. Afin de s'apercevoir qu'une même entité physique, la roue, se trouve au croisement de deux chaînes causales distinctes, il faut se hisser au niveau de la description de l'entière entité-système-physique 'vélo' considérée du point de vue à la fois de la propulsion et de la sécurité en cours de roulage (il faut voir et être vu quand on est en train de rouler à vélo).

L'essence de ce qu'on appelle 'complexité' émerge lorsqu'une description d'une entité physique unique intervient de manière différente dans la dynamique de valeurs d'aspects de systèmes distincts.

Soulignons la totale liberté laissée pour découper une même entité physique en constituants afin de maîtriser ou de créer. Il faut décider de manière consensuelle d'une façon d'organiser. Celle-ci ne découle pas de la Méthode, mais celle-ci permet d'évaluer explicitement chaque choix face aux finalités.

Les relativisations systématiquement introduites vont maintenant permettre de définir des mesures de complexité relativisée, chacune dotée d'une signification clairement définie, pour peu qu'une définition rigoureuse soit conférée au concept de loi de probabilité. Il est frappant qu'une définition *physique* du cadre mathématique existant soit encore à construire, alors même que probabilités et statistiques font d'évidence partie des pratiques les plus courantes. Ceci fait l'objet du chapitre suivant qui conclut la construction méthodologique entreprise.

Chapitre VIII

Modèle d'entité physique et staticité

D29-sr Description probabiliste

Introduction

La situation psychique : M. Mugur-Schächter a mis en évidence[90], comme Kolmogorov lui-même le soulignait[91] :

- que la définition mathématique d'une loi de probabilité ne peut pas être appréhendée comme un modèle *physique* tant que le concept de *probabilité factuelle* n'est pas défini, c'est-à-dire tant qu'une théorie générale de l'information ne permet pas de conceptualiser rigoureusement ce qu'est *physiquement* un « événement » ;
- qu'il n'est pas non plus possible de simplement *déduire l'existence* d'une loi de probabilité - *qui demeure inconnue* - de la loi des grands nombres[92] comme on s'accorde habituellement à le penser car, a) l'existence d'une loi de probabilité est postulée de la convergence à *l'infini* de distributions statistiques vers cette loi, alors que toute description physique est *finie* ; b) la circularité de la formulation mathématique de ce postulat conduit conceptuellement à une régression à l'infini, puisqu'il n'est possible de postuler l'existence d'une loi de probabilité qu'en postulant l'existence d'une méta-loi de probabilité.

Sans que les règles de construction des lois de probabilité puissent être formulées, ni même que l'existence *physique* d'une telle loi puisse être postulée, le concept de situation probabiliste a donné lieu à la définition d'un cadre mathématique de représentation, dont l'expression moderne a été formulée par Kolmogorov et qui fixe les règles que doit respecter toute *loi de probabilité*. Une loi de probabilité prend la forme d'un espace $\{ \Omega, \tau, p(\tau) \}$ où :

- $\Omega = \{e_1, e_2, \ldots, e_n\}_{n \in \mathbb{N}}$ est un univers fini « d'événements élémentaires », générés par la répétition d'une même procédure π, et chaque accomplissement d'une série de répétitions produit un ensemble 'd'événements élémentaires' de Ω, généralement différents.
- τ est une algèbre d'événements $\{evt_i\}_{i \leq n}$ définie sur Ω[93] ;

---

[90] Mugur-Shächter, Mioara (2009) : *Kolmogorov's aporia and solution by construction of a relativized and quantified concept of factual probability* (arXiv:0901.2301), voir aussi http://mugur-schachter.net/docsupload/publications/publications_doc9b.pdf

[91] Kolmogorov, N.A., (1983) "*Combinatorial foundations of information theory and the calculus of probabilities*", Russia Mathematical Surveys, 38, pp. 29-40. (Cité par M. Mugur-Schächter, note 90, p3)

[92] De façon usuelle, le postulat d'existence d'une loi de probabilité $\boldsymbol{p}$ est formulé en introduisant une méta-loi de probabilité $\boldsymbol{P}$. Cette formulation prend la forme suivante: $\forall(\varepsilon, \delta) \in]0, 1[, \exists N_0$ tel que, $\forall N \geq N_0$ alors $\boldsymbol{P}[\,|\,(n(evt_j)/N - \boldsymbol{p}(evt_j)\,|\,\leq \varepsilon\,] \geq (1 - \delta)$ où n est le nombre d'occurrences de l'événement evt_j lors de N répétitions de la procédure π.

[93] τ est un ensemble de parties de Ω, dénommées 'événements' *evt*, tels que :

- $\tau \neq \phi$, $\Omega \in \tau$ et $\phi \in \tau$;

– $p(\tau)$ est une mesure de probabilité définie sur τ qui confère à chaque événement evt_i de τ un nombre réel $p(evt_i)$, tel que $0 \leq p(evt_i) \leq 1$ et $\sum_i p(evt_i) = 1$.

La sémantique physique du concept mathématique de « probabilité » a fait l'objet d'études approfondies (voir par exemple notes 94 et 95), sans qu'elles parviennent cependant à dépasser la formulation du postulat d'existence d'une loi de probabilité, dont nous avons évoqué les insuffisances. M. Mugur-Schächter a mis en évidence que le passage d'une distribution statistique à une loi de probabilité était affaire de *convention* (note 90). Nous nous donnons ici pour but de l'expliciter et de la formaliser dans le cadre méthodologique élaboré.

L'adhésion au cadre mathématique existant et le consensus qui se forme spontanément autour des mises en œuvre du concept de *probabilité*, qu'il s'agisse de caractériser une situation donnée, d'évaluer des risques, ou de formuler des prévisions, nous conduisent à penser que notre ambition est légitime. Il serait pour le moins étonnant qu'une pratique courante, largement répandue, ne puisse *in fine* donner lieu à une conceptualisation consensuelle. Et nous considérons qu'un tel consensus peut être obtenu en plaçant la construction à réaliser dans la perspective ouverte par la posture psychologique intersubjective que Kolmogorov a décelée derrière les constructions et les mises en œuvre réalisées, par-delà les sémantiques spécifiques aux cas d'applications particuliers, à savoir que :

« *L'application d'une loi de probabilité émerge toujours d'hypothèses quant à l'impossibilité de réduire d'une façon ou d'une autre la complexité des descriptions des entités que l'on caractérise ainsi*[96]. »

Pour dépasser des points de vue qui parfois s'opposent, il convient de remarquer qu'une telle posture *métaphysique* s'applique aussi bien au processus qui consiste à généraliser une expérience de façon à la transmuter en outil prévisionnel, qu'à la construction d'hypothèses à partir de constructions théoriques conçues dans ce but. Nous ne sommes pas encore en mesure, à ce stade, de définir rigoureusement ce dont il s'agit là. Incarner cette prise de position dans une expression méthodologiquement rigoureuse est le but auquel nous nous attachons maintenant.

Afin de positionner d'emblée la construction réalisée au même niveau de généralité que l'ensemble de la construction ci-avant exposée, nous choisissons de suivre un cheminement méthodologique qui mobilise les définitions établies. En cela, nous nous différencions volontairement des approches empiriques usuelles qui suggèrent les concepts au travers d'exemples particuliers (des boules dans une urne avec tirage sans remise, puis avec remise, jets de dé, etc.). L'effort à accomplir est difficile et le processus déroutant, mais c'est là le prix à payer. Il est nécessaire de se laisser guider sur un plan logique, sans se référer aux visions intériorisées que l'on a pu se forger du concept, sans se soumettre *psychiquement* aux

---

- si $evt \in \tau$, $C_\Omega evt \in \tau$, - C_Ω : complémentaire dans Ω ;
- si $\{evt_i\} \in \tau$ avec $i \leq n \in \mathbb{N}$, alors $\cup(evt_i) \in \tau$. (*union d'un nombre fini d'événements*).

[94] Michel Bitbol (1996) *« Mécanique quantique – une introduction philosophique »*, collection Champs- Flammarion.

[95] Karl Popper (1935, 2002) « *The logic of scientific discovery »* (Routledge classic)

[96] Cité dans Mugur-Shächter, Mioara (2009), note 90 :

1) Information theory must precede probability theory and not be based on it. By the very essence of this discipline, the foundations of information theory have a finite combinatorial character.

2) The applications of probability theory can be put on a uniform basis. It is always a matter of consequences of hypotheses about the impossibility of reducing in one way or another the complexity of the descriptions of the objects in question.

contraintes des cadres établis, dans lesquels les probabilités jouent *opérationnellement* un rôle déterminant.

Loi de probabilité et statistiques nous apparaissent d'emblée comme des concepts insuffisamment différenciés face au concept fondateur de description relativisée MCR. L'expression mathématique du postulat d'existence d'une telle loi pose ce postulat comme le résultat d'un passage à la limite, accompli à partir d'une convergence en fréquence « d'événements », dont le rôle descriptionnel *physique* reste à définir. Mais nul *sens* explicite n'est conféré à ce « passage », alors même qu'il est évident que l'expression mathématique ne peut constituer un modèle *physique*, puisque toute expérience du Réel physique est toujours *finie*. Il ne peut donc s'agir là, caché dans le formalisme qui pourtant, et presque malgré lui, la révèle, que d'une *convention* intersubjective qui affirme, d'une façon qui reste à définir, une certaine *connaissance* d'un domaine-de-Réel-physique.

Irrépressiblement, cette prise de position nous renvoie aux principes fondamentaux de MCR et donc de SR, (note 44, p31) : une convergence statistique en valeurs n'est *physiquement signifiante* que dans la mesure où elle peut être appréhendée comme *une description d'entité physique* qui émerge de la répétition d'enchaînement de *mêmes* opérations, le 'référentiel épistémique' de cette description. Inférer une *connaissance* d'une distribution statistique convergente ainsi produite n'obéit pas à une règle. Elle obéit à un critère intersubjectif de *suffisance*, librement déterminé par consensus en fonction des finalités et du contexte.

Dans le processus de conceptualisation d'un certain domaine-de-Réel-physique, une distribution statistique qui ne satisfait pas ce critère apparaît ainsi comme une conceptualisation insuffisamment aboutie. On ne peut pas intersubjectivement inférer des 'valeurs' produites, l'existence relative à la vue adoptée d'un 'élément' séparable du substrat de Réel physique. Autrement dit, la distribution en fréquence des valeurs produites par la répétition d'une même 'opération' n'est pas intersubjectivement conceptualisée comme la 'classe génétique'[97] *d'une description d'entité physique*. Dans un tel cas de figure, nulle sémantique ne peut donc être surajoutée à la distribution statistique des valeurs constatées. Il est certes possible d'appréhender cette distribution comme une construction en cours, mais de telles considérations restent, d'un point de vue méthodologique, *extérieures* au concept de distribution statistique lui-même.

Dans cette optique, postuler l'existence d'une loi de probabilité physiquement signifiante ne constitue pas un passage à la limite dont les conditions semblent arbitraires. C'est un changement de sens de même nature que l'événement psycho-physique qui survient lorsque l'on est intersubjectivement conduit à conclure à l'existence d'une entité physique relativement à un nombre « suffisant » de répétitions de mêmes enchaînements d'opérations.

Les critères de convergence statistique des « événements-valeurs » vers une *loi non définie de probabilité que l'on se donne*, apparaissent comme l'expression générale du seuil au-delà duquel *un changement radical de perspective* se produit : la conceptualisation intersubjective d'un même support physique aux qualifications réalisées. Jusqu'à présent, ce sens est demeuré caché dans l'indicible, car la procédure π est usuellement conceptualisée comme un « producteur » de « valeurs-événements » evt_i, qui convergent *à l'infini* vers des fréquences supposées déterminées par une 'loi de probabilité' $p(evt_i)$, non comme une opération psycho-

---

[97] Mugur-Schächter, M. (2006). *Sur le Tissage des connaissances, DL1 p 163*, Hermès Sciences - Lavoisier

physique de construction d'un concept d'entité-à-décrire relative à une façon d'agir de qualifier.

Sans que nous sachions ici encore à quoi nous avons affaire, ces considérations nous poussent méthodologiquement à considérer la forme mathématique du postulat d'existence d'une loi de probabilité comme *l'expression tronquée d'une description d'entité physique*.

Il nous importe désormais d'en conceptualiser le sens et la genèse, à partir de ce matériel conceptuel, le seul dont nous disposions. Et cela doit nous permettre de conférer une sémantique physique opérationnelle au cadre mathématique d'expression d'une situation probabiliste, telle que l'a conçue Kolmogorov.

Disséquons donc l'expression mathématique du postulat d'existence d'une loi de probabilité rappelée ci-après, avec la volonté de lui conférer une sémantique physique au travers des concepts méthodologiques élaborés.

$\forall(\varepsilon, \delta) \in]0, 1[, \exists N_0 \in \mathbb{N}$ tel que, $\forall N \geq N_0$, alors $\mathbf{P}[\,|(n(evt_i)/N - \mathbf{p}(evt_i)| \leq \varepsilon\,] \geq (1 - \delta)$ où n est le nombre d'occurrence de l'événement evt_i lors de N répétitions de la procédure π.

Pour conférer une sémantique physique à cette expression, il est nécessaire de conférer aux paramètres ε *et* δ une valeur donnée. Sans ce préalable, il serait en effet impossible de chercher à déterminer *physiquement* la valeur de N_0. Se donner alors ε et δ revient à se donner explicitement deux critères de convergence intersubjectivement *suffisants* pour qu'une loi de probabilité soit *postulée* exister.

Le premier critère de convergence consiste à poser que les fréquences relatives de production de différents *événements*, lors d'une série de répétitions suffisamment grande de π (supérieure à N_0) convergent vers la fréquence relative déterminée pour chacun d'entre eux - on ne sait comment - par la loi de probabilité p. Ce premier critère est encapsulé dans une affirmation. Elle consiste à poser que pour un δ donné, *il existe* une méta loi de probabilité P qui confère - on ne sait comment - à l'atteinte du critère ci-avant évoqué, une valeur comprise entre *1* et *1-*δ.

Cette affirmation peut être interprétée en énonçant que la *répétition* de *série de répétitions suffisamment grandes* de la procédure π aboutit *presque* systématiquement à la même convergence des produits d'une série de répétitions de π, vers un nombre fini de fréquences déterminées par la loi de probabilité *postulée p*.

Formellement, si on désigne par X le nombre de répétitions d'une *série de N-répétitions* de π, ces séries peuvent être dénombrées selon le fait que leurs produits convergent « suffisamment » ou non vers la distribution relative de fréquences intersubjectivement révélatrice de l'existence d'une loi - *inconnue* - de probabilité p.

Soit :

- $x_s : x[(|(n(evt_i)/N - \mathbf{p}(evt_i)| \leq \varepsilon) = « vrai »]$ - s pour succès - le nombre de séries parmi X qui satisfont le critère de convergence énoncé ;
- $x_e : x[(|(n(evt_i)/N - \mathbf{p}(evt_i)| \leq \varepsilon) = « faux »]$ - e pour échec - le nombre de séries parmi X qui ne satisfont pas le critère de convergence énoncé ;

La reformulation du 'critère de vraisemblance' de l'existence d'une loi de probabilité *p*, que nous percevons derrière l'affirmation d'une méta loi de probabilité *P* conduit à l'énoncer sous la forme ;

$$\forall \delta \in]0,1[, \exists X_0 \in \mathbb{N} \text{ tel que, } \forall X > X_0 \text{ avec } X = x_s + x_e ,$$

$$x_s/X \geq (1-\delta)$$

Si nous faisons maintenant explicitement apparaître l'intrication de ces deux critères de convergence dans une seule expression, on obtient la formulation suivante relativement à des critères quelconques mais *que l'on se donne* :

$\forall(\varepsilon, \delta) \in]0, 1[, \exists(N_0, X_0) \in \mathbb{N}$ tel que, $\forall N \geq N_0$ et $\forall X \geq X_0$, alors :

$$(x[(|(n(evt_i)/N - p(evt_i)| \leq \varepsilon) = \text{« vrai »}]/ X) \geq (1-\delta)$$

Maintenant que l'expression mathématique est reformulée, elle fait apparaître distinctement les critères *que l'on doit se donner* pour postuler l'existence d'une loi de probabilité *p* : un critère de convergence statistique vers une distribution de fréquences relatives, enchâssé dans un critère de reproductibilité des expériences. *Si la distribution des fréquences vers laquelle convergent les produits de π est quelconque, puisque l'on ne connaît pas p, du moins doit-elle être toujours la même lorsque l'on répète l'entière expérience.*

Conférons maintenant une sémantique physique à ces considérations. Face à ce but, la procédure étiquetée « π » constitue l'unique concept opératoire dont nous disposons. Nous n'avons donc d'autre choix que de lui conférer *a priori* le rôle descriptionnel 'd'opération' (D1-sr, p83) et de poser, d'une façon qui reste à déterminer, que cette opération doit jouer le rôle de 'référentiel épistémique' de quelque description d'entité physique.

Pour aller plus loin, considérons tout d'abord le cas limite où l'espace τ des événements sur lequel est définie la loi de probabilité comporte un unique événement *evt*. En cette situation tout à fait particulière, par définition, *p(evt)=1*. L'expression mathématique du postulat d'existence d'une loi de probabilité donne alors :

$\forall(\varepsilon, \delta) \in]0, 1[, \exists N_0 \in \mathbb{N}$ tel que, $\forall N \geq N_0$ alors $\mathbf{P}[\,|\,(n(evt)/N - \mathbf{1}\,|\,\leq \varepsilon\,] \geq (1 - \delta)$.

Reformulée, cela donne :

$\forall(\varepsilon, \delta) \in]0, 1[, \exists(N_0, X_0) \in \mathbb{N}$ tel que, $\forall N \geq N_0$ et $\forall X \geq X_0$, alors :

$$(x[(|(n(evt)/N - \mathbf{1}| \leq \varepsilon) = \text{« vrai »}]/ X) \geq (1-\delta).$$

Ceci peut être interprété de la façon suivante.

Pratiquement toute répétition de la procédure π plus de N_0 fois doit conduire à observer quasi systématiquement *la production de l'événement unique evt.*

Dans l'optique MCR de construction d'une description d'entité physique, ceci revient à conférer aux répétitions de π le rôle descriptionnel de 'classe génétique' d'une entité physique qualifiée par une certaine valeur.

Quasiment chaque accomplissement de π est réputé produire un 'élément' de la 'classe génétique', d'où émerge cette 'entité', comme entité physique décrite, abstraction faite des

quelques cas singuliers non retenus dans la construction. Cette transposition nous conduit à appréhender l'événement *evt* comme la description d'une entité physique oe_π, réputée *a posteriori,* générée et qualifiée par *presque* chaque accomplissement de π.

Si l'on essaie maintenant de généraliser à plusieurs 'événements', on se sent pris au piège. La répétition de π ne peut plus en effet être bijectivement associée à une convergence vers *un* bassin d'attraction, constitutive de l'émergence intersubjective *d'une* entité physique oe_π, mais à un nombre *fini* de bassins d'attraction[98], qui émergent de critères de proximité appliqués aux valeurs produites par π, et dans lesquels *tombent* les 'événements-valeurs' evt_i, selon une fréquence dénotée $p(evt_i)$.

Si chacun de ces bassins d'attraction émergeant est constitutif de l'émergence intersubjective d'une entité physique *différente*, il y a là contradiction avec le principe méthodologique fondamental qui veut que les mêmes 'opérations' génèrent et qualifient la *même* entité. Il n'est donc d'autre possibilité méthodologique que d'énoncer que les répétitions de la procédure π sont bien constitutives de l'émergence *d'une seule entité* mais cela ne fait alors que retourner la question. Comment concevoir que des convergences statistiques vers différents bassins d'attraction soient constitutives de l'émergence intersubjective d'*une même* entité ? Cette question ne peut trouver de réponse au niveau d'une série de répétitions de la procédure π. Elle nous projette à un méta-niveau de conceptualisation d'où il est possible d'envisager globalement plusieurs séries de telles expériences.

Notons Π_π la procédure qui consiste à réaliser une série *suffisamment grande* de réalisations de π. Dans la perspective qui vient d'être évoquée, la convergence en fréquence vers de mêmes bassins d'attraction lors de *successions* de réalisations de Π_π est porteuse d'une double sémantique.

1) Π_π *clôt* intersubjectivement le cadre descriptif, au sens précédemment défini (D24-sr p177) : l'ensemble fini des 'descriptions-événements' $\{evt_i\}_{i \leq n \in \mathbb{N}}$ conceptualise *toutes* les qualifications possibles de ce que l'on estime pouvoir être généré par π. Lors d'un jeu de dé, les différentes descriptions N-stables qui produisent respectivement les valeurs 1, 2, 3, 4, 5 ou 6, représentent toutes les qualifications possibles du « dé après jet » relativement à la vue « nombre de points », mais dans d'autres exemples, ces descriptions peuvent seulement être statistiquement stables (par opposition à N-stables) comme par exemple la position de billes jetées sur du sable et qui « ont tendance » à tomber dans de mêmes creux, dans des positions *voisines*.

2) La convergence en fréquences relatives de production de chacun de ces événements, lors de répétitions de Π_π, est constitutive de l'émergence de la loi de probabilité elle-même : si une telle convergence n'était pas observée, on ne saurait affirmer que chaque série Π_π de répétitions de π est *la reconstruction de la même description.* On ne sait pas conceptualiser une pièce comme étant *la même,* en jouant à pile ou face, si l'on observe, lors de différentes séries de jets tantôt 50% de « face » et 50% de « pile », tantôt 10% de « piles » et 90% de « face » et tantôt 90% de « piles » et « 10% » de face.

Ces deux points conjointement considérés nous conduisent à interpréter l'ensemble fini des 'descriptions-événements' produites par π comme l'ensemble fini des descriptions de *modalité d'être* de la *même entité* chaque fois générée par π. Autrement dit, l'entité physique

---

[98] Bassin d'attraction : spécification d'un système de voisinage relativement à une topologie définie sur l'ensemble de définition des valeurs d'une vue.

générée et qualifiée par une réalisation de π doit être conceptualisée comme la réalisation d'un certain 'Etat physique' (D23-sr p170) de l'entité oe_{π}. Et dire que l'ensemble des 'événements' τ est fini revient à dire que oe_{π} n'existe relativement à la vue adoptée qu'au travers d'un nombre fini 'd'Etats' (D24-sr p177), en gardant à l'esprit que cette vue comporte un nombre fini, mais non *a priori* déterminé de vues-aspects, compatibles ou non compatibles.

Enoncer cela semble cependant contredire la définition que nous avons donnée du concept 'd'Etat' (D23-sr p170). Car un 'Etat' physique réifie une classe d'équivalence de procédures *différentes* qui, en agissant en un même élément de Réel, sont supposées générer des entités équivalentes relativement au point de vue adopté sur les *possibles* concevables. Pour dépasser cet obstacle, il faut se reporter à la position de Kolmogorov que nous avons adoptée comme cadre (voir ci-dessus, p 214) et se remémorer la Remarque 2 (D17-sr, p142) qui porte sur la relativité des niveaux de généralité et de précision des conceptualisations respectives des 'opérations' et de leurs 'effets'. Cette posture nous conduit alors à appréhender une 'loi de probabilité' comme l'expression d'un *postulat* qui infère d'une prémisse d'ordre métaphysique, l'existence *a priori* d'un nombre fini d'Etats de l'entité objet d'Etude, relativement à la vue adoptée, sans que l'on soit pour autant en mesure de différencier leurs générateurs respectifs.

La prémisse d'ordre métaphysique consiste à considérer que :

- la trop grande *généralité* du niveau de conceptualisation de la procédure π relativement au niveau de *précision* avec lequel sont conceptualisés ses 'effets' fait obstacle à la construction d'une relation injective de type causal entre des 'référentiels épistémiques', globalement subsumés par la seule procédure π, et les 'descriptions-événements' générées ;
- puisque l'on suppose que c'est la *même* façon de faire, *relativement au niveau de généralité adopté*, qui est répétée lors de chaque reconstruction Π_{π} de la loi de probabilité - sinon, la *même* entité ne serait pas générée au travers de ses différents Etats -, les *mêmes* variations infra-conceptuelles surviennent subrepticement *de façon statistiquement stable*, lors de chaque série de répétitions de π, ce qui se traduit naturellement par la convergence en fréquence des différents 'événements-valeurs' produits.

Adopter une telle posture, c'est considérer que « l'hypothèse d'irréductibilité de la complexité » qu'évoquait Kolmogorov n'est pas d'ordre ontologique, et donc ni définitive, ni absolue. C'est aussi suggérer la possibilité de principe d'un modèle *déterministe* relativisé de l'entité objet d'étude, pour peu que l'on parvienne à *spécifier* en quoi diffèrent deux accomplissements de la *même* procédure π qui produisent deux valeurs distinctes selon une fréquence stable.

De cette prémisse découle le sens profond que nous pressentons au travers de l'effet qu'induit dans les esprits le fait de postuler l'existence d'une loi de probabilité : *l'existence en puissance sinon en faits* d'un modèle déterministe sous-jacent au cadre descriptif défini par l'espace de probabilité.

***Vers la formalisation du concept* :** considérons que les 'descriptions-événements' de 'référentiel épistémique' π soient construites relativement à une vue V incluse dans la conceptualisation de π. V spécifie une 'opération' d'examen et des 'effets' physiques attendus,

conceptualisés au travers d'un ensemble fini de *k* vues-aspects compatibles $V=\{v_1, v_2, \ldots, v_k\}$(hypothèse simplificatrice.[99]).

Chaque répétition de la procédure π conduit à observer un k-uplet de valeurs, type :

$$g_y^V = (g_{y_1}^{v_1}, g_{y_2}^{v_2}, \ldots, g_{y_k}^{v_k})$$

- où g_y^V est le k-uplet des valeurs produites par un accomplissement de π, et y_i est la valeur d'index qui identifie une valeur d'aspect produite relativement à la grille de qualification associée à une vue-aspect v_i , qui entre dans la définition de *V*.

Relativement à *chaque* vue-aspect v_i, nous introduisons un critère de proximité qui partitionne l'ensemble $\{g_{y_i}^{v_i}\}_{0<x_i<n\in\mathbb{N}}$ des valeurs produites par des séries de *n* accomplissements de π en un nombre fini de z_i bassins d'attractions, $\{ba_{b_i}^{v_i}\}_{0<b_i<z_i\leq n}$ - où z_i est le nombre de 'bassins d'attraction' relativement à v_i avec $z_i \leq n$ et b_i identifie un de ces bassin en particulier.

Par hypothèse, $\forall g_{y_i}^{v_i}$ - sauf exceptions non significatives[100], $\exists !\ ba_{b_i}^{v_i}$, tel que $g_{y_i}^{v_i} \in ba_{b_i}^{v_i}$
- où b_i identifie un 'bassin d'attraction' particulier.

Ces z_i bassins d'attractions *construits selon des critères librement déterminés* conduisent intersubjectivement à *postuler* l'existence d'un nombre fini de z_i 'Etats' de oe_π bijectivement associés relativement à la vue-aspect v_i considérée. Chaque tel 'Etat' est défini comme la classe d'équivalence des entités physiques générées par un accomplissement de π relativement au point de vue incarné par v_i sur les 'possibles'. v_i conceptualise une dimension sémantique particulière d'être de l'entité générée et qualifiée par π.

Soit $ET^{v_i} = \{Et_{b_i}^{v_i}\}_{0<b_i\leq z_i}$ cet ensemble..

$$Et_{b_i}^{v_i} : \{oe_\pi : ex_V.\ oe_\pi \in ba_{b_i}^{v_i}\}$$

– où b_i identifie un bassin d'attraction particulier parmi z_i relativement à v_i -

Dès lors que cette transmutation d'une convergence statistique en valeurs en un 'élément' de structure du Réel physique est intersubjectivement acquise, et bien que l'on ne sache pas spécifier le 'générateur' d'un 'Etat' particulier, seulement le poser *en puissance* comme une certaine *spécialisation* du générateur spécifié dans π. Chaque répétition de π - hormis les exceptions jugées non significatives - est supposée générer et qualifier une entité physique qui *réalise* un 'Etat' de ET^{v_i}.

Il en découle que relativement à la vue *V* spécifiée dans π, un accomplissement de π est postulé générer et qualifier une entité qui réalise un certain 'Etat' de oe_π relativement à *V* qui

---

[99] Si *V* comportait des vues-aspect non compatibles, la procédure, π serait alors conceptualisée sous la forme d'un 'générateur' associé à différents 'examens' alternatifs. Un « tirage aléatoire » consisterait alors à réaliser l'ensemble des enchaînements $[G, ex_{Va_i}]$ pour tous les *i,* où ex_{Va_i} désigne un examen particulier, à vues-aspects compatibles, dans l'ensemble qui définit le *V* de la procédure π.

[100] Par exception "non significative", on signifie que l'accomplissement de π considéré n'est pas retenu comme 'élément' de la 'classe génétique' d'où émerge la loi de probabilité postulée.

se définit comme une 'conjonction'[101] de *k* Etats respectivement relatifs à chaque vue-aspect introduite par *V*.

$$Et_b^V = (\, Et_{b_1}^{v_1}, Et_{b_2}^{v_2}, \ldots, Et_{b_k}^{v_k}\,) = \bigcap_{x=1}^{k} Et_{b_x}^{v_x}$$

Relativement à π qui génère et qualifie tous les 'possibles', l'entité oe_π existe intersubjectivement selon un nombre fini de 'modalités d'être' ***postulées*** à partir de la convergence statistique vers un ensemble fini de combinaison de valeurs**,** relatives chacune à une vue-aspect particulière. Méthodologiquement, ces 'modalités d'être *physiquement*' de oe_π prennent la forme d'une 'disjonction' (D23-sr, p.170) de ces 'conjonctions d'Etats' définies relativement aux différentes dimensions sémantiques incluses dans π. Il s'agit de disjonctions, puisque, par construction, ces 'conjonctions' sont exclusives les unes des autres :

$$ET^V = \bigcup_{b=1}^{z} \left(\bigcap_{x}^{k} Et_{b_x}^{v_x} \right)$$

où :

- *k* est le nombre de vues-aspects v_i introduites par π ;
- *z* est le nombre fini d'Etats relativement à *V*, postulés à partir de la conjonction des k-uplets de valeurs lors de chaque réalisation de π ;
- b_i identifie un 'Etat' particulier relativement à *V* et b_x identifie sa composante relative à la vue-aspect v_x;

Soulignons le rôle conceptuel joué par ce que nous avons labellisé *V* : *V* est conceptuellement associé à l'opération *physique* d'examen de l'entité générée appréhendée comme 'la cause' de l'ensemble des 'effets' conceptualisés selon différentes dimensions sémantiques par des 'valeurs d'aspects'. En ce sens *V* étiquette une dimension *physique* d'être de l'entité oe_π qui sert de support à la conceptualisation de différents aspects. Psychiquement, *V* pointe vers une sorte d'absolu : tout aspect de l'entité générée qu'il est possible de concevoir est relatif à l'opération d'examen qui sous-tend les différentes vues-aspects, et aux 'effets' qu'il est possible d'en concevoir, donc à la conceptualisation de *V* dans π.

Si maintenant nous nous focalisons sur une valeur $g_{y_i}^{v_i}$ produite relativement à une vue-aspect v_i donnée introduite par π, cette valeur tombe, par hypothèse, dans un bassin d'attraction donné $ba_{b_i}^{v_i}$ de l'ensemble fini des z_i bassins significatifs relativement à v_i qui émerge des répétitions de π.

Des valeurs de même *sémantique* relativement à v_i sont produites par la qualification de tous les exemplaires de oe_π qui réalisent un 'Etat' relativement à *V* qui *implique* conceptuellement l'Etat $Et_{b_i}^{v_i}$. Un 'Etat' relativement à *V* implique $Et_{b_i}^{v_i}$, si $Et_{b_i}^{v_i}$ *contribue* à l'émergence intersubjective de cet Etat « physique », conjointement avec les 'Etats' conceptualisés relativement aux autres dimensions sémantiques qui entrent dans la définition de *V*.

Il existe potentiellement plusieurs 'Etats' *postulés* relativement à *V* qui sont susceptibles de remplir cette condition. On peut définir l'ensemble de ces 'Etats' sous la forme simplifiée :

---

[101] Conjonction au sens de D19-sr car la même entité générée et qualifiée est supposée réaliser simultanément tous ces 'Etats'

$\{Et_b^V\}_{0<b\leq z}$ tels que $(oe_\pi \in Et_b^V) \Rightarrow (oe_\pi \in Et_{b_i}^{v_i})$ que l'on notera de façon simplifiée

$$Et_b^V \Rightarrow Et_{b_i}^{v_i}$$

- Les entités qui 'réalisent' 'l'Etat' Et_j^V , réalisent en particulier l'Etat $Et_{b_i}^{v_i}$ relativement à la dimension sémantique v_i introduite par *V*.

Si maintenant on partitionne l'ensemble fini des z 'Etats' postulés relativement à *V*, en fonction des z_i 'Etats' qui émergent face à v_i, de série de répétitions suffisamment grandes de π, on obtient la partition suivante :

$$\{Et_b^V\}_{0<b\leq z} = \{\{Et_b^V\} / Et_b^V \Rightarrow Et_{b_i}^{v_i}\}_{0<b_i\leq z_i}$$

Il est alors possible d'associer à chaque 'Etat' sémantique $Et_{b_i}^{v_i}$ une 'proportion' sous la forme du rapport entre le nombre des 'modalité d'être physiquement' de oe_π - 'Etat' dits 'physiques', postulés relativement à *V – qui implique génétiquement* cet 'Etat' sémantique en particulier, et le nombre total des Etats physiques postulés.

La 'proportion' d'un 'Etat' $Et_{b_i}^{v_i}$ donné relativement aux Etats physiques postulés peut s'écrire sous la forme : $Pr(Et_{b_i}^{v_i}) = \left\{\frac{Card\{Et_b^V / Et_b^V \Rightarrow Et_{b_i}^{v_i}\}}{z}\right\}$.

Si l'on réalise la même opération relativement à chaque Etat sémantique conceptualisé relativement à v_i, nous obtenons globalement ce que nous dénommons la

'*signature probabiliste*'

de la dimension sémantique associée à v_i. Cette signature 'probabiliste' formalise la relation entre les fréquences de réalisation des différents Etats « physiques » - c.à.d. postulés relativement à *V* - et les fréquences de réalisation d'un 'Etat' sémantique particulier, relatif à une *dimension d'être relativement*, portée par une vue-aspect v_i.

Soit $Ps_{oe_\Pi}^{V_i}$ la 'signature probabiliste' de l'entité physique objet d'étude, relativement à la dimension sémantique portée par la vue-aspect v_i :

$$Ps_{oe_\Pi}^{V_i} = \left\{\frac{Card\{Et_b^V\}/Et_b^V \Rightarrow Et_{1_i}^{v_i}}{z}, \frac{Card\{Et_b^V\}/Et_b^V \Rightarrow Et_{2_i}^{v_i}}{z}, \ldots, \frac{Card\{Et_b^V\}/Et_b^V \Rightarrow Et_{z_i}^{v_i}}{z}\right\} = \{Pr\left(Et_{b_i}^{v_i}\right)\}_{0<i<z_{v_i}}$$

avec $\sum_{b=1}^{z_i} (Pr(Et_{b_i}^{v_i})) = 1$.

Où z_{v_i} est le nombre d'Etats sémantiques postulés relativement à la vue-aspect *vi* et *z* est le nombre d'Etats physiques postulés à partir de la conjonction de l'ensemble des valeurs d'aspects.

Notre approche confère à une loi de probabilité le sens d'une déduction qui témoigne du renversement de perspective opéré par la conceptualisation d'une entité physique support de manifestations.

La fréquence vers laquelle tend - au sens de la loi des grands nombres - la réalisation d'un certain 'Etat' sémantique, émerge conceptuellement comme la signature de l'entité objet d'étude relativement au nombre fini des modalités d'être « physiquement » de l'entité objet d'étude, générées par les 'possibles'. L'ensemble de ces modalités est globalement appréhendé comme un absolu, l'entité qui « est ». Et la force psychique de cette conceptualisation laisse dans le non-dit sa genèse, à savoir que ces 'modalités d'être' sont génétiquement le produit de la conceptualisation opérée sur le fondement de la conjonction d'un ensemble fini de vues-aspects portées sur une « même » entité.

Il devient alors possible de conférer une sémantique *physique* aux espaces de Kolmogorov :

- La procédure π est appréhendée comme le 'référentiel épistémique' de l'entité oe_π qui émerge intersubjectivement de la répétition de séries $\Pi\pi$ de répétitions suffisamment grandes de π. Ces répétitions convergent de façon statistiquement stable vers un ensemble fini de 'conjonctions' de bassins d'attraction, relatifs aux différentes vues-aspects respectivement introduites.
- L'univers des 'événements élémentaires' Ω devient l'ensemble fini des 'possibles' organisés en classe d'équivalence, descriptions globalisées des entités qui réalisent de mêmes Etats *postulés* de oe_π relativement à la conjonction des vues-aspects introduites. La conceptualisation de cet 'univers' résulte de l'hypothèse que les régularités statistiques observées dans la production des valeurs résultent de mêmes variations infra-conceptuelles qui surviennent de façon statistiquement stable dans les séries de répétitions suffisamment grandes de la procédure π ;
- Une algèbre d'événements τ est l'expression du point de vue particulier porté sur l'ensemble des 'possibles' - ensemble des classes d'équivalences d'entités physiques que constituent Ω, point de vue qui est formalisé par la dimension sémantique définie par une vue-aspect v_i spécifique.

Il convient de remarquer que la vue V toute entière définit elle-même une 'vue-aspect' sur oe_π. L'algèbre τ relative à V est alors définie sur la base d'un ensemble de singletons correspondant aux différents 'événements élémentaires' de Ω. Soulignons encore qu'une vue-aspect donnée peut être définie par la prise en compte simultanée d'un nombre quelconque de vues-aspects préalablement conceptualisées.

<u>Définition</u>

Nous sommes désormais en mesure de formaliser l'entière genèse d'une description probabiliste d'entité physique.

Si des séries de répétitions suffisamment grandes de 'l'opération' π, qui agissent en un même élément de Réel physique R_π, conduisent à distinguer intersubjectivement un nombre fini de 'bassins d'attraction' relativement à chaque vue-aspect introduite par π et dans lesquels tombent pratiquement toutes les valeurs produites selon des fréquences stables, alors cette situation psycho-physique conduit à conférer à π le rôle descriptionnel de générateur et d'examen d'une entité physique oe_π ***postulée*** *exister selon un nombre fini 'd'Etats' qui définissent l'ensemble des modalités d'être 'possibles' de l'entité physique objet d'étude relativement au cadre descriptif.*

Ces Etats sont postulés être le produit de variations infra-conceptuelles supposées survenir de façon statistiquement stable dans les accomplissements de la même procédure π. Ils sont réputés conditionner la production de l'ensemble des valeurs d'aspects au travers desquelles l'entité oe_π nous est donnée à connaître.

La loi de probabilité relative à une vue-aspect donnée émerge comme la loi qui postule :

- *de la distribution statistique convergente - au sens de la loi des grands nombres - des conjonctions de valeurs produites, l'existence d'un nombre fini d'Etats physiques 'possibles' ;*
- *de ce premier postulat, la fréquence statistique vers laquelle tend la réalisation d'Etats physiques dont la description revêt un sens déterminé relativement à une dimension sémantique considérée en particulier.*

La formalisation de cette genèse, qui permet de lui conférer un caractère intersubjectif, émerge comme le produit d'une 'description d'entité psychique' (D12-sr, p132).

Soit R_ψ le terrain de réel psychique que l'on se donne intersubjectivement au travers du projet de tester ce que produit une procédure π, conceptualisée sous la forme $(Op\rightarrow_G , Op\rightarrow_{ex_V}, (refm)_{qi})$ où $Op\rightarrow_G$ et $Op\rightarrow_{ex_V}$ désignent respectivement une 'opération de génération' et une 'opération d'examen' dont les 'effets' sont conceptualisés relativement à une référence physique $(refm)_{qi}$, sous la forme d'un ensemble fini de k vues-aspects compatibles $\{v_i\}_{i \leq k \in \mathbb{N}}$.

Soit G_ψ le générateur d'un état psychique qui agit sur R_ψ. G_ψ consiste à accomplir des séries arbitrairement grandes de répétitions de π qui conduisent à constater que les valeurs produites convergent de façon stable en fréquence vers un nombre fini de bassins d'attractions en valeurs, relativement aux différentes vues-aspects introduites par π.

Soit oe_{G_ψ} l'entité psychique générée par G_ψ. Elle consiste à imputer ces convergences statistiques à une entité physique oe_π qui existerait selon un nombre fini de 'modalités d'être', générées par l'occurrence *statistiquement stable* de mêmes variations infra-conceptuelles dans les différents accomplissements de la *même* procédure π.

Soit V_ψ la vue psychique qui extrait l'entité oe_{G_ψ} de l'univers intérieur psychique pour la rendre publique sous la forme d'une explicitation de la genèse d'une description probabiliste d'entité physique.

Prémisses : se donner des critères

Soit $(\varepsilon, \delta) \in]0, 1[$ deux critères de convergence que l'on se donne.

Si $\exists S_{\Pi_\pi} = \{\Pi_{\pi_1}, \Pi_{\pi_2}, \ldots, \Pi_{\pi_X}\}$ un ensemble de X séries de répétitions de la procédure π, tel que :

- $\forall v_i$ introduite par π, $\forall \Pi_{\pi_i} \in S_{\Pi_\pi}$, $\exists BA^{v_i} = \{ba_{1_i}^{v_i}, ba_{2_i}^{v_i}, \ldots, ba_{z_i}^{v_i}\}$ - ensemble fini de bassins d'attractions spécifique à la vue-aspect v_i et de cardinal z_i (où i fait référence à la vue considérée)- tel que :

$$\forall \text{oe}_{\pi_k}, \exists\,!\; ba_{b_i}^{v_i} \in BA^{v_i} \text{ tel que } [Op \rightarrow_G, Op \rightarrow_{ex_{vi}}]_k \in ba_{b_i}^{v_i}$$

Toute valeur produite par un *k-ième* accomplissement de π - hormis les exceptions jugées non significatives - tombe relativement à toute vue-aspect introduite par *V* dans l'un des z_i bassins d'attraction propres à cette vue-aspect et identifié par la valeur d'indice b_i ;

– $\forall \Pi_{\pi_i} \in S_{\Pi_\pi}$, série de n_i répétitions de π,
$\forall ba_{b_i}^{v_i}$, bassin d'attraction relatif à une des vues-aspects v_i introduite par π :

$$Card\{ Card\{ g_{[\pi_k]}^{v_i} \in ba_{b_i}^{v_i} \}_{0<k\leq n_i}/n_i - (1/X) \sum_{j=1}^{X} (Card\{ g_{[\pi_k]}^{v_i} \in ba_{b_i}^{v_i} \}_{0<k\leq n_j})_j/n_j \leq \varepsilon \}/X \leq \delta.$$

Le nombre de séries de répétitions de π pour lesquelles la fréquence de production de valeurs qui tombe dans un bassin d'attraction donné, s'écarte de plus de ε de la moyenne constatée pour l'ensemble des X séries accomplies, est proche de zéro (inférieur à δ).

où :

- $[\pi_k] = [Op \rightarrow_G, Op \rightarrow_{ex_{vi}}]_k$ est le k-ième accomplissement de la procédure π, et $g_{[\pi_k]}^{v_i}$ la valeur-d'aspect produite par cet accomplissement relativement à la vues-aspect v_i
- $Card\{ g_{[\pi_k]}^{v_i} \in ba_{b_i}^{v_i} \}_{0<k\leq n_i}/n_i$ est la fréquence de production de valeurs qui tombent dans un même bassin d'attraction $ba_{b_i}^{v_i}$ relatif à la vue-aspect v_i considérée,
- $(1/X) \sum_{j=1}^{X} (Card\{ g_{[\pi_k]}^{v_i} \in ba_{b_i}^{v_i} \}_{0<k\leq n_j})_j/n_j$ est la moyenne des fréquences constatées de valeurs qui tombent dans un même bassin $ba_{b_i}^{v_i}$, pour l'ensemble des *X* séries Π_π accomplies.

Alors, si ces critère sont satisfaits, on postule consensuellement que :

– Une entité oe_π existe selon un nombre fini de 'modalités d'être' relativement à π que l'on étiquette par un ensemble fini de *z* Etats relativement à *V*, bien que l'on ne soit pas en mesure de conceptualiser en quoi les 'générateurs' de ces différents Etats se différencient les uns des autres relativement à π.

– La stabilité statistique de la fréquence d'émergence des Etats postulés - des modalités d'être *possibles* relativement à π - est imputable à la survenue de *mêmes* variations infra-conceptuelles dans la *même* manière de faire, ce qui revient à dire que cette manière de faire est globalement chaque fois *la même* lors de séries Π_π de répétitions suffisamment grandes de la procédure π. Ces fréquences peuvent être approximées avec la précision souhaitée.

$\exists ET^V = \{Et^V_1, Et^V_2, \ldots, Et^V_z\}$ tel que :

$\forall\, Et^V_i \in ET^V$,

- $Et^V_i = (\bigcap_j^k Et_{b_j}^{v_j})_j$ avec $Et_{b_j}^{v_j} = \{oe_\pi / oe_\pi \in Et_{b_j}^{v_j}\}$.
- $f(Et^V_i) = 1/X \sum_{x=1}^{X} (Card\{oe_{\pi_m} / oe_{\pi_m} \in Et_i^V\}_{0<m\leq n_x} / n_x) \pm \varepsilon$

où :

- *j* identifie une conjonction donnée d'Etats $Et_{b_i}^{v_i}$ relatifs chacun à une vue-aspect v_i donnée
- *k* est le nombre de vues-aspects introduites par *V*
- *X* est le nombre de répétitions de séries Π_π
- n_x est le nombre de répétitions de la procédure π dans la réalisation d'une série Π_{π_x} particulière parmi *X*
- oe_{π_m} est l'entité physique générée et qualifiée par un accomplissement donné de la procédure π, identifié par la valeur d'indice *m*, dans une série Π_{π_x} de n_x répétitions de π
- ε : écart consensuellement admis entre la fréquence d'émergence des entités dont la qualification réalise un 'Etat' donné, lors de l'accomplissement d'une série Π_π, et la moyenne constatée de réalisation de ce même Etat, pour l'ensemble des *X* séries.

Il en résulte que, bien que l'on ne soit pas en mesure de conceptualiser ce qui conditionne l'émergence des différents bassins d'attractions, la fréquence de production de valeurs qui tombent dans un certain 'bassin' peut être approximée à partir de la fréquence de réalisation des différentes 'modalités d'être' postulées de oe_π, posée comme une limite, au sens de la loi des grands nombres.

Cette approximation est formalisée sous la forme d'une 'loi de probabilité' définie sur un espace de Kolmogorov défini comme suit.

- Procédure π : 'référentiel épistémique' d'une description d'entité physique. Ce référentiel comprend la spécification d'une vue *V*, dimension physique d'être de l'entité oe_π, qui introduit un ensemble fini de dimensions sémantiques formalisées chacune par une vue-aspect v_i.
- Univers des 'événements élémentaires' Ω : ensemble des 'Etats physiques' postulés de l'entité oe_π, relativement à *V* et dont une 'réalisation' particulière - la survenue d'un événement particulier - est inférée de la conjonction des valeurs produites par un accomplissement de π, selon les bassins d'attractions respectifs dans lesquels ces valeurs tombent, relativement aux différentes vues-aspects v_i.

$$\boxed{\Omega = \{Et_i^V\}_{0<i\leq z}}$$

Nous dénommons 'Etats physiques' l'ensemble de ces Etats.

Une algèbre des événements τ_j est définie sur Ω relativement à une dimension sémantique que l'on considère, formalisée par une vue-aspect v_j :

$$\boxed{\tau_j=\{\{\ Et_i^V\ \} / Et_i^V \Rightarrow\ Et_{b_j}^{v_j}\}_{1<b_j\leq z_j}}$$

- où z_j est le nombre d'Etats relativement à la vue-aspect v_j -

Un 'événement' est défini comme le sous-ensemble des 'Etats' postulés relativement à *V* - les événements élémentaires - qui impliquent un même 'Etat' donné relativement

à la vue-aspect considérée v_j, c'est-à-dire qui sont définis par la réalisation de conjonctions d'Etats relativement aux différentes vues-aspects, qui comprennent toutes le même état $Et_{b_j}^{v_j}$ relativement à v_j.

La probabilité d'un 'événement' $Et_{b_j}^{v_j}$ de τ_j, d'une *description* d'entité physique qui réalise cet 'Etat' relativement à la dimension sémantique formalisée par v_j, est alors exprimée sous la forme :

$$\boxed{\mathrm{p}(Et_{b_j}^{v_j}) = \sum (f(Et_i^V) / \, Et_j^V \;\Rightarrow Et_{b_j}^{v_j})}$$

- où $f(Et_i^V)$ est posée comme la limite, au sens de la loi des grands nombres, vers laquelle sont *postulées* tendre les fréquences constatées de réalisation des Etats physiques lors de tout accomplissement physique de l'expérience –

Et l'on a :

$$\boxed{\forall v_j \in \{v_1, v_2, \ldots, v_k\}, \; \sum_{b=1}^{z_j} p(Et_{b_j}^{v_j}) = 1}$$

- où z_j est le nombre d'Etats postulés relativement à une vue-aspect v_j introduite par V et j identifie une vue-aspect particulière -

Commentaire et illustration

Loi de probabilité et description *:* la définition à laquelle nous avons abouti place le concept d'Etat au centre du concept de probabilité. Dans la démarche adoptée pour introduire la définition, nous sommes placés dans la situation où ces Etats sont postulés à partir d'observations, mais ces Etats peuvent également nous être donnés par le biais d'un modèle construit d'entité persistante à Etats finis, qui définit un lien explicite entre les 'possibles' et les valeurs observées.

La définition postulée réintroduit en effet la loi des grands nombres, mais d'une façon contrôlée, comme une convention explicite, posée intersubjectivement, conséquence des observations réalisées. On remarque que ce postulat est étranger à la définition elle-même de la loi de probabilité qui exprime un rapport entre deux distributions statistiques et qui est lui-même la signature de l'entité à décrire. Ceci a une conséquence remarquable. Dès lors en effet que l'on se donne les 'possibles' sous la forme d'un vocabulaire opérationnel fini et que l'on maîtrise (on contrôle ou on connait) l'accomplissement de ces opérations, alors le modèle construit permet de prédire la fréquence d'émergence des valeurs de ou des aspects sur lesquels nous nous focalisons par calcul à partir du modèle à Etats finis, puisque les fréquences d'accomplissement des opérations sont alors *exactement* connues. Cette faculté permet d'évaluer statistiquement la conformité de l'entité physique objet d'étude relativement à son modèle, avec la précision recherchée. Cette caractéristique est en particulier utile dans le domaine des tests ou de la supervision d'équipements distants.

Le cadre auquel nous aboutissons fait d'une description d'entité physique un cas particulier de 'description probabiliste': celui dans lequel n'émerge relativement à la dimension sémantique considérée qu'un seul 'bassin d'attraction' dans lequel tombent les valeurs produites. Cette injection de sens se traduit par le basculement d'un point de vue *statistique sur les valeurs produites* en un point de vue *probabiliste* sur les *classes d'équivalences d'entités physiques, construites* à partir de ces distributions statistiques de valeurs, structurées en bassins d'attractions selon des critères *que l'on se donne*, et appréhendées comme autant 'd'Etats' d'une même entité.

Statistique et *probabilité* constituent désormais des descriptions différentes. Si les statistiques caractérisent les séries de valeurs produites par de mêmes enchaînements d'opérations constitutifs, de la 'classe génétique' d'une description, une loi de probabilité qualifie la conceptualisation de l'entité à décrire relativement aux moyens physico-conceptuels mobilisés pour la décrire. Une description N-stable ou statistiquement stable se voit ainsi indifféremment associer une loi de probabilité de type 'événement certain' à partir du moment où la conceptualisation d'un unique bassin d'attraction a conduit à postuler une seule modalité d'existence relative de l'entité à décrire, c'est-à-dire à *postuler* que cette entité ne nous est donnée qu'au travers d'un 'Etat' unique.

Disjonction de descriptions probabilistes : comme M. Mugur-Schächter l'a établi (2009 : note 90, p213), puisque la conception *physique* de lois de probabilité ne peut être accomplie que relativement à un ensemble de vues-aspects compatibles, on conçoit que d'autres ensembles de lois de probabilités puissent être construits relativement à d'autres ensembles de vues-aspects compatibles, incompatibles avec celles du premier ensemble. Ces ensembles de différentes vues-aspects correspondent à ce que nous avons dénommé des *dimensions physiques d'existence relative* d'une même entité.

Ces différentes dimensions physiques d'existence relative d'une même entité physique peuvent alors être représentées sous une forme d'une 'disjonction descriptionnelle' (D22-sr, p176) et l'ensemble des lois de probabilités relatives aux vues-aspects compatibles de l'une de ces dimensions constitue la qualification de cette entité relativement à *cette* dimension. Cette formalisation insère le concept 'd'arbre de probabilité' introduit par MMS (2009) dans le cadre formel élaboré. Elle met en évidence la genèse commune à ces deux constructions qui pousse à rechercher et concevoir des corrélations entre les différentes lois de probabilités construites, typiquement en introduisant des modifications dans la façon de générer l'entité posée comme commune à ces constructions et en observant l'impact de ces modifications sur les lois de probabilités.

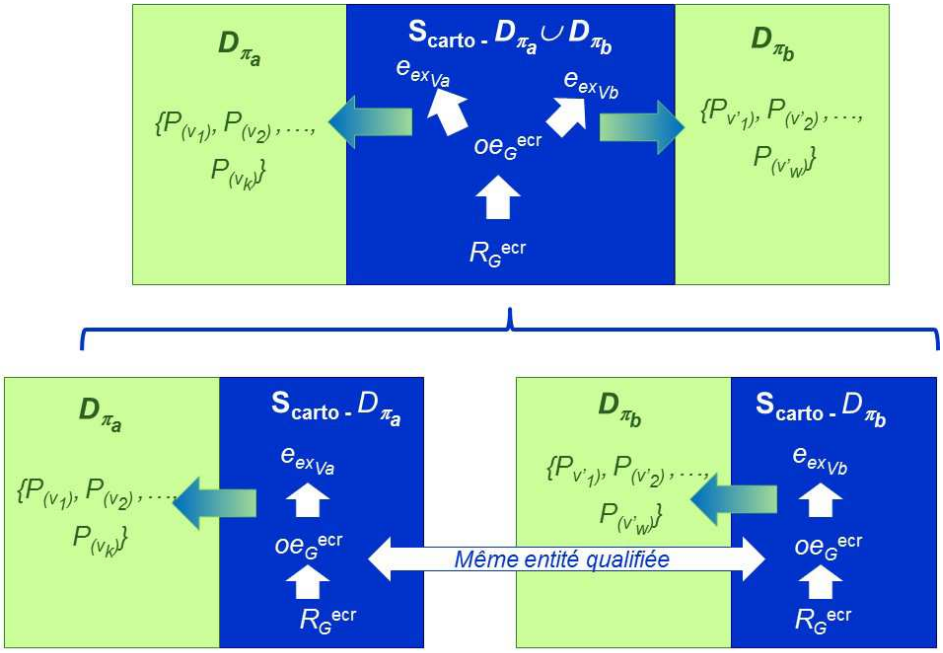

Figure 50 : *Disjonction de 2 descriptions probabilistes incompatibles d'une même entité*

- où π_a et π_b sont deux procédures qui spécifient une même 'opération de génération' mais 2 'opérations d'examen' distinctes et $P(v_i)$ est la loi de probabilité relative à la vue-aspect v_i .

Bassins d'attraction statistiquement stables

Supposons que nous adoptions comme procédure π, le fait de jeter une bille sur le sable, toujours à partir de la *même* position, avec la *même* force et dans la *même* direction, telles que nous pouvons en juger au travers de nos sens biopsychiques.

Supposons que la zone d'accueil des 'effets' de ces jets soit constituée d'une certaine zone de sable, avec des creux et des bosses, que nous munissons d'un référentiel en 2 dimensions pour objectiver la position de la bille après un jet. Faisons l'hypothèse que nous réalisons des séries de 20 jets.

Une telle série de jets est caractérisée par un 20-uplet de « position-de-la-bille » en prenant comme référence le barycentre de la bille. Dénommons V_p la vue 'position de la bille après jet'. Dans cet exemple, nous n'introduisons qu'une seule 'vue-aspect'. Les 'événements élémentaires' définissent donc aussi les 'événements' sur lesquels portent la loi de probabilité : chaque valeur de position de la bille à l'issue du jet est imputée à une modification subreptice de ce jet, qu'elle soit liée à l'acteur qui jette, ou à des circonstances extérieures non conceptualisées (la force du vent, …).

Supposons qu'afin d'étudier si la dispersion des positions présente des régularités, nous décidions d'adopter un critère de proximité de type 'distance' auquel nous conférons une valeur donnée pour identifier des 'bassins d'attraction'.

Faisons l'hypothèse que ce critère nous conduise à observer, lors de chaque répétition d'une série de 20 jets, des zones dans lesquelles un nombre à peu près constant de billes se trouve rassemblé : des bassins d'attraction relativement à cette vue 'position' que nous avons déterminés à partir de la moyenne des fréquences observées.

Considérons qu'une série de jets en particulier donne le résultat suivant, jugé représentatif des résultats que peuvent produire de telles séries de jets.

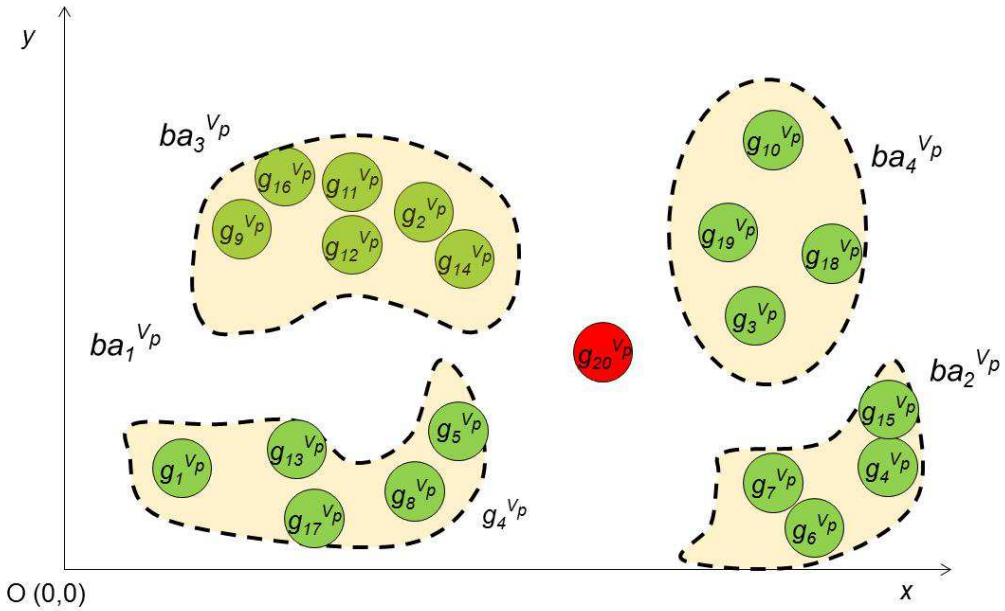

Figure 51 : *Positions observées lors d'une série de 20 jets d'une même bille*

Il ressort de cette série de 20 jets en particulier que :

– la position de la bille à l'issue de 25% des jets se situent dans le bassin d'attraction ba_1^{Vp} ;

- la position de la bille à l'issue de 15% des jets se situent dans le bassin d'attraction $ba_2^{V_p}$;
- la position de la bille à l'issue de 30% des jets se situent dans le bassin d'attraction $ba_3^{V_p}$;
- la position de la bille à l'issue de 25% des jets se situent dans le bassin d'attraction $ba_4^{V_p}$;
- la position de la bille à l'issue de 5% des jets ne correspond à aucun bassin d'attraction, car elle est trop éloignée de toute autre position observée, selon notre critère.

On peut faire l'hypothèse, qu'en réalisant 100 telles séries, on observe *en moyenne* lors de chaque jet des fréquences différentes, mais proches de celle observée lors de ce jet particulier (moins de 10% de différence par exemple) de telle sorte que ce jet puisse être intersubjectivement retenu comme « représentatif » alors qu'une série dans laquelle des différences plus importantes seraient observées serait considérée comme « biaisée » .

Dans une telle situation, la valeur 'produite' « position des 20 billes » n'est pas N-stable, mais elle converge statistiquement en 4 bassins d'attractions que l'on peut caractériser par les coordonnées de leur barycentre.

Cet exemple souligne l'importance des critères qu'il est incontournable de se donner et des tâtonnements auxquels de telles constructions peuvent donner lieu. Un critère de distance plus contraignant aurait pu ne pas permettre l'émergence de bassins d'attraction significatifs. Au contraire un critère moins contraignant aurait pu conduire à une superposition des différents bassins. Dans ces deux cas, aucune 'loi de probabilité' n'aurait pu être construite. En jouant sur ce même critère, on aurait pu aussi aboutir à une topologie différente, génératrice de lois de probabilité différentes.

D30-sr Entropie informationnelle relative à une vue

Introduction

MCR[102] a jeté les bases d'une approche relativisée et mathématisée d'une complexité dotée de *sens*, sur le fondement de la reconstruction conceptuelle de la fonctionnelle d'entropie de Shannon[103]. Ainsi ont été dégagées les lignes directrices d'une refondation désormais possible d'une théorie de l'information *effective*, et non pas seulement qualitative ou spécifique à un domaine d'application particulier. Nous invitons vivement le lecteur à se reporter à ces développements, car ce qui suit se situe strictement dans le cadre défini par l'auteur. Le but poursuivi n'est pas de reformuler la construction conceptuelle et logique qui y est exposée, mais d'insérer ses produits dans le formalisme que nous avons défini. Et cette insertion guidée par des buts opérationnels est aussi une façon d'évaluer le cadre formel auquel nous avons abouti relativement à l'infra-cadre MCR dans lequel il se place.

Shannon a construit sa théorie de la communication sur le fondement du concept mathématique de probabilité, en substituant à l'univers des « événements », un univers de 'signes' $\{a_i\}= \{a_1, a_2,\ldots, a_q\}$, sur lequel est postulée une loi de probabilité $\{p_i\} =\{p_1, p_2,\ldots , p_q\}$ d'être émis par une source *S*. Sur cette base, Shannon a introduit un concept d'entropie de la loi de probabilité, réputé mesurer « la quantité d'information contenue dans la source de signes S ». L'absence de définition d'un concept *effectif* de probabilité, soulignée par Kolmogorov lui-même, qui permettrait de transposer la théorie mathématique des probabilités

---

[102] Mugur-Schächter, M, (2006), *Sur le Tissage des connaissances, chapitre 9, p283* , Lavoisier, Hermès Sciences (Paris)

[103] Shannon, E.C., (1948), *The mathematical Theory of Communication*, Bell Syst., Techn. Journ., 27, 379-423 ;623-656.

en un outil de modélisation du Réel physique, n'a pas permis à ce concept d'entropie d'être généralisé en un concept *physique* doté de sens. La sémantique dont sont porteurs les « signes » de Shannon reste implicite, spécifique aux finalités du domaine particulier d'application d'où le concept a émergé - le codage de l'information. La généralité de la formulation mathématique de l'entropie de Shannon, fondée sur une logique ensembliste « neutre » relativement à tout contexte spécifique fait contraste avec l'absence de toute structure d'accueil conceptuelle qui permettrait d'y injecter rigoureusement du sens - et non pas seulement par analogie - *au-delà* du sens implicite génétiquement attaché à la genèse du concept. Voyons maintenant, comment le cadre formel construit nous permet de dépasser ce paradoxe.

La fonctionnelle d'entropie d'une loi de probabilité est définie sous la forme :

$$H(S) \equiv \Sigma p_i log(1/p_i)$$

- où S est la source et p_i est la probabilité d'occurrence d'un signe a_i avec $\Sigma p_i = 1$ -

Dans le cadre méthodologique adopté, un signe a_i n'est physiquement signifiant que s'il constitue une *description.* Et la formalisation du concept de probabilité à laquelle nous sommes parvenus fait du postulat d'existence d'une loi de probabilité l'expression d'une certaine structure que l'on prête au substrat de Réel physique objet d'étude, ainsi décrit.

Postuler l'existence d'une loi de probabilité sur un ensemble fini de 'signes' produits par une source S revient :

- à poser S comme la référence physique qui génère chaque fois une même entité oe_{G_S} qualifiée par les valeurs d'aspects produites ;
- à considérer que oe_{G_S} *existe* selon un nombre fini de z modalités étiquetées par un ensemble fini de z Etats physiques $ET^V = \{Et_i^V\}_{0<i\leq z}$, relativement à une vue V, définie comme un ensemble fini $\{v_j\}$ de vues-aspects compatibles portées sur les 'traces' recueillies ;
- à conférer au signe a_i, le rôle descriptionnel d'étiquette de l'un des Etats de l'ensemble fini $ET^{v_j} = \{Et_{b_j}^{v_j}\}$ – où b_j identifie un bassin d'attraction relativement à la vue-aspect v_j - des Etats postulés de oe_{G_S} relativement à une dimension sémantique particulière v_j. Un 'Etat sémantique' $Et_{b_j}^{v_j}$ est susceptible d'être réalisé par différents Etats physiques ;
- à poser les fréquences vers lesquelles convergent les 'réalisations' des différents Etats propres à une dimension sémantique donnée, comme la résultante des fréquences de réalisation des différents Etats physiques postulés de oe_{G_S} : définition de la mesure de probabilité.

Dans le cadre conceptuel ainsi défini, ni la conceptualisation de la procédure de génération de l'entité physique décrite oe_{G_S}, ni l'accomplissement d'une telle opération ne sont spécifiés. Ils ne peuvent être *qu'inférés* de la capture de 'traces' au travers du dispositif de qualification que l'on dénomme 'récepteur'. Et c'est en ce sens que la loi de probabilité postulée caractérise S, dans la mesure où elle pointe implicitement vers un autre cadre descriptif dans lequel les 'informations' qu'émet S pourraient être conceptualisées comme des manifestations 'd'effets d'examens' qui la qualifie dans le rôle d'entité décrite.

Le domaine originel d'où est issu le concept d'entropie au sens de la théorie de l'information nous permet d'illustrer le concept au travers d'un exemple : l'émission d'un

message par un calculateur sous la forme d'une trame réseau décodée par un autre calculateur. Le calculateur émetteur joue le rôle de source *S*. Une trame qu'il émet selon une logique qui le caractérise, joue le rôle d'entité générée oe_{G_S} et comporte un ensemble fini de paramètres. La diversité des combinaisons possibles que peuvent prendre leurs valeurs est assimilable au différents 'Etats physiques' possibles de cette trame. Les différentes vues-aspects portées chacune sur un ou plusieurs paramètres donnés, considérés conjointement, définissent autant de dimensions sémantiques. Et l'entité 'trame' a justement été conçue pour optimiser la mise en compatibilité d'espace-temps de ces différents regards générateurs d'*informations*.

Cette construction méthodologique nous pousse à adopter un regard nouveau sur l'une des caractéristiques essentielles de fonctionnelle d'entropie *H(S)* qui ressort de sa formulation mathématique, à savoir :

- qu'elle est *maximale relativement au nombre d'Etats physiques*, lorsque la loi de probabilité est équiprobable et que l'on conceptualise relativement à la vue-aspect considérée autant *d'Etats sémantiques* qu'il y a *d'Etats physiques* support. Auquel cas, elle prend la forme :

$$\boxed{H(S) = \sum_{i=1}^{z} {}^{1}/_{z}\, log\,(z) = log(z)}$$

  - où *z* est ici le nombre d'Etats physiques postulés - ;

- qu'elle est minimale (nulle) si la probabilité de réalisation d'un 'Etat' sémantique est égale à *1*, ce qui revient à postuler que l'entité qualifiée n'existe physiquement, relativement à v_j que sous une seule forme.

La valeur produite par la vue 'entropie' doit donc être considérée comme une qualification de la loi de probabilité postulée. La valeur d'aspect qu'elle produit est croissante avec le nombre d'Etats définis relativement à la vue-aspect adoptée. Ce nombre atteint un maximum relatif lorsqu'il y a autant d'Etats sémantiques relativement à la vue-aspect adoptée que d'Etats physiques supports, c'est-à-dire de 'modalités physiques d'être' postulées de l'entité décrite - car il ne peut, par construction, y en avoir d'avantage. *Ceci revient à poser que chaque 'Etat' physique postulé est porteur d'une information différente - c'est-à-dire réalise un 'Etat' sémantique différent - relativement à la dimension sémantique considérée.*

Réciproquement, l'entropie est minimale, c'est-à-dire nulle, lorsqu'il existe un seul 'Etat' sémantique relativement à l'ensemble des Etats physiques de l'entité ainsi qualifiée. *Ceci revient à poser que tous les Etats physiques postulés sont porteurs de la même information - réalisent le même 'Etat' sémantique - relativement à la dimension sémantique considérée, ou encore qu'il s'agit d'une information « invariante »*.

La logique de la construction accomplie nous conduit, par la seule force des enchaînements logiques, à un concept d'entropie informationnelle doté d'un sens *effectif* précis, qui peut être calculé pour toute description ou anticipation.

Définition

L'entropie informationnelle est une méta-description d'une description d'entité physique - et donc une description d'entité psychique (D12-sr, p132). La description de cette entité physique, forcément, précède, puisque le concept d'entropie porte sur la loi de probabilité construite sur le fondement de cette description, relativement à la dimension sémantique considérée.

Soit R_{GHv_i} le substrat de Réel psychique constitué par la description d'une certaine entité physique, construite relativement à un nombre fini de vues-aspects qui introduisent autant de

dimensions sémantiques d'être physiquement de l'entité objet d'étude - où « H » fait référence à la fonctionnelle d'entropie de Shannon et v_i identifie la dimension sémantique considérée.

Soit G_{Hv_i} l'opération de génération qui agit sur R_{Hv_i} et qui consiste à se placer dans une perspective sémantique donnée, formalisée par une certaine 'vue-aspect' v_i.

Soit V_{Hv_i} la vue portée sur l'entité psychique $oe_{G_{Hvi}}$ générée par G_{Hv_i} et qui introduit une seule dimension dénommée *vue sur l'entropie informationnelle d'une description d'entité physique relativement à la vue aspect* v_i.

La méta-description d'entropie D_{Hv_i}/G_{Hv_i}. R_{GHv_i},$oe_{G_{Hvi}}$,V_{Hv_i}/, d'une description d'entité physique $D/G.R_G$, oe_G, Q_V/ évalue quantitativement l'entropie informationnelle de D relativement à la vue aspect v_i au travers d'une valeur unique donnée par la formule :

$$D_{Hv_i} = \Sigma p_b log(1/p_b)$$

- où p_b est ici la probabilité de réalisation d'un '*Etat*' $Et_{b_j}^{v_j}$ relativement à une vue-aspect v_j avec $\Sigma p_b=1$, conformément à la 'description probabiliste' *(*D28-sr *p205)* de l'entité physique construite relativement à cette vue.

Commentaires

La composante logarithmique dans la spécification de l'examen d'entropie pénalise globalement les lois de probabilités dans lesquelles les fréquences de réalisation des différents Etats tendent vers une valeur « moyenne ». Elle transpose et objective sur le plan quantitatif une convention intersubjective tacite, à savoir que des séries de 'faits' imputables à de mêmes 'circonstances' nous apprennent d'autant plus sur ces circonstances que s'en détachent des faits « saillants » qui s'imposent de façon stable. Le concept MCR de 'description N-stable' d'entropie nulle, et dans laquelle l'entité n'existe que selon une unique modalité - un unique Etat' - constitue le plus haut degré d'achèvement, relativement à l'échelle de valeur attachée au concept d'entropie. Cet achèvement évoque le concept classique de 'propriété invariante' d'une entité. Mais il est là débarrassé de ses faux absolus et posé explicitement comme souhaitable.

La notion de « maximum relatif à un nombre d'Etats physiques » met en évidence un retournement de points de vue. Car les Etats physiques, étiquettes de classes d'équivalence d'opérations de génération, émergent eux-mêmes de la conjonction des points de vue portés sur une même entité physique. A ce titre, une dimension sémantique particulière contribue elle-même directement à la conceptualisation de ces Etats physiques, voire peut être regardée comme responsable de la multiplication de ces Etats. Mais une fois conceptualisées, ces modalités d'être acquièrent psychiquement le statut d'une sorte d'absolu. La mesure d'entropie relative à une dimension sémantique peut alors être appréhendée comme un indicateur de la contribution de cette dimension à la conceptualisation des différentes modalités d'être relativement, selon lesquelles l'entité physique à décrire nous est donnée. C'est là une piste pour aborder l'évaluation de la complexité.

Le concept d'entropie, réinterprété dans le cadre méthodologique adopté, traduit en termes effectifs et objectivables un jugement de valeur foncièrement *qualitatif* sur la connaissance constituée d'une entité physique, relativement à un point de vue spécifique. Jusqu'à présent,

ce sens profond et tout à fait général était resté caché derrière le formalisme. Il est désormais *public* et *effectif*.

D31-sr Complexité relative d'une description d'entité physique

Introduction

La formalisation du concept d'entropie informationnelle le rend disponible pour proposer un concept mesurable de *complexité de la description d'une entité physique*. La proposition qui suit trouve son origine dans la nécessité de maîtriser opérationnellement la conception en milieu industriel, dans le domaine que l'on dénomme « mécatronique ». Cet enracinement utilitaire souligne la totale liberté dont nous disposons pour proposer de nouveaux concepts, sous réserve que la dénomination utilisée pour les étiqueter évoque intersubjectivement un vécu auquel on puisse se référer et que la définition proposée fasse écho à une finalité qui s'enracine dans ce vécu. Telle est la situation.

Spontanément, l'idée de complexité a émergé dans le contexte évoqué, comme un jugement qualitatif porté sur l'entremêlement de points de vue qui se superposent sur une certaine ressource physique en phase de conception. Elle étiquette l'état d'esprit qui émerge lorsqu'il s'agit de concevoir un artefact physique qui réponde à des finalités multiples dans des cadres de contraintes de nature très différente (usages multiples, performances temporelles, aspects ergonomiques, mécaniques, thermiques, puissance, consommation d'énergie, etc.). La complexité paraît intuitivement maximale lorsque les 'effets'(D4-sr, p91) souhaités des différents points de vue se conditionnent mutuellement, c'est-à-dire lorsque toute modification introduite pour provoquer un certain 'effet' qui insère l'entité à décrire dans une certaine 'chaîne causale' (D26-sr, p193), impacte également les effets produits relativement à d'autres points de vue extérieurs au but spécifique poursuivi, et qui insère la même entité, dans d'autres chaînes causales. La complexité traduit cette difficulté rencontrée dans la tentative de conceptualiser ce qui détermine *spécifiquement* tel ou tel 'effet', sans impacter d'autres 'effets'. Ce type de situation se traduit par la mise en compétition des buts, la nécessité de faire des choix, des compromis selon des échelles de valeurs plus ou moins explicites. Le niveau de 'complexité' prend le sens d'un jugement de valeur porté sur la somme d'efforts et de tâtonnements qui ont été ou paraissent nécessaires pour aboutir à une solution globalement acceptable, avec aussi tout ce que cela implique de renoncements. Pour prendre un exemple simpliste, nous ne sommes pas parvenus à réaliser une agriculture industrielle intensive à hauts rendements et faibles coûts sans *aussi* polluer les nappes phréatiques, l'air ambiant et détruire la biodiversité.

Tous ces 'effets' évoqués sont conceptualisés par des 'valeurs d'aspects' relativement aux vues-aspects bijectivement associées. La construction méthodologique réalisée nous permet donc de transposer cette intuition de la complexité relativement aux vues-aspects introduites par la description d'une entité physique. La formulation intuitive de ce que nous qualifions de « complexe » revient alors à poser que l'opération que l'on modifie afin de générer une entité physique, conceptualisée comme un 'Etat' voulu d'une entité persistante, relativement à une vue-aspect spécifique portée sur les 'possibles', change aussi 'l'Etat' de cette même entité relativement à d'autres points de vues, étrangers au but spécifique poursuivi.

Cette approche intuitive de la complexité est étroitement liée au concept d'entropie, à la différence qu'il se place du point de vue non d'une seule, mais de plusieurs dimensions sémantiques considérées simultanément. Si en effet chacune des dimensions sémantiques introduites est caractérisée par une entropie maximale relativement au nombre d'Etats

physiques postulés de la conjonction de ces points de vues, alors chaque 'Etat physique' de l'entité objet d'étude - une classe d'équivalence de générateurs - est bijectivement associé à un 'Etat sémantique' différent, relativement à chaque dimension sémantique. Typiquement, lorsque le domaine d'existence d'une entité est conceptualisé sous la forme d'un modèle à Etats finis (D25-sr, p.183), chaque opération qui induit un changement d'Etat physique induit aussi un changement d'Etat relativement à chaque vue-aspect introduite dans le cadre descriptif. Nous sommes dans un cas de complexité maximale au sens intuitif adopté. Inversement si une seule vue-aspect est introduite par une description d'entité physique, son entropie - déterminée par le nombre d'Etats postulés - peut être importante, mais sa complexité est nulle car la description réalisée n'implique aucune superposition de points de vue : chaque classe d'opérations de génération est bijectivement associée à un unique 'Etat' physique-sémantique.

On voit donc que le concept de complexité, associé à une finalité désormais explicite, est clairement distinct du concept d'entropie, même si, par construction, ces deux concepts sont étroitement liés. Une description de complexité, tout comme l'entropie, ne peut consister qu'en une méta-description d'une description d'entité physique accomplie, puisqu'il s'agit de qualifier qualitativement cette dernière relativement à la possibilité de dissocier les différents points de vue que l'on porte sur l'entité physique objet d'étude.

Cette mise en perspective nous permet d'énoncer le cahier des charges auquel doit répondre la définition proposée :

- Cette méta-description doit être réalisée relativement à tout ou partie des vues-aspects introduites par la description d'une entité physique. Le but de qualifier globalement des dépendances de génération entre les valeurs d'aspect relativement à différentes dimensions sémantiques peut ne porter que sur un certain sous-ensemble donné de vues-aspects.
- La valeur de complexité doit apparaître comme la résultante des entropies qui qualifient globalement la structuration du Réel physique réalisée relativement à chacune des différentes dimensions sémantiques introduites par la description de l'entité physique.
- L'échelle des valeurs de complexité doit être explicitement conditionnée par le nombre de vues-aspects impliquées, de façon à rendre compte du concept intuitif qui pose que plus de dimensions sémantiques sont introduites, plus la situation créée est potentiellement « complexe ».
- La valeur de complexité est nulle si l'entropie relative à chacune des vues-aspects considérées est nulle également.
- La valeur de complexité doit être maximale lorsque l'entropie de chacune des vues aspects impliquées est également maximale relativement aux Etats physiques postulés.

Ces considérations nous conduisent à concevoir la mesure de la complexité d'une description $D/G._{R_G}$, oe_G, $Q_V/$ d'entité physique sous la forme :

$$\boxed{D_{Cx} = \sum_{j=1}^{p} D_{H_{v_j}} / log(z) \text{ si z} \neq 1 \text{ et } D_{Cx} = 0 \text{ si z} = 1}$$

Où :

- z est le nombre d'Etats physiques postulés relativement à V, c'est-à-dire relativement à l'ensemble de k vues-aspects introduites par V.
- $D_{H_{v_j}}$ est la valeur d'entropie relativement à la vue-aspect v_j considérée.

– p est le nombre de vues-aspects relativement auxquelles on souhaite mesurer la complexité, avec $p \leq k$.

Cette formule ne découle pas, telle une déduction, du bref cahier des charges établi. Elle est l'aboutissement de tâtonnements dont les produits ont été confrontés à la finalité poursuivie. Elle manifeste une prise de position qui ne préjuge nullement d'autres définitions possibles, pourvu que les finalités qui leur confèrent une légitimité intersubjective, soient explicites.

Voyons maintenant dans quelle mesure nos buts sont atteints au travers de cette formulation.

– L'examen porte effectivement sur un sous ensemble quelconque de vues-aspects introduites par *V*.

– Les valeurs d'entropies relatives à chacune des vues-aspects impliquées apparaissent explicitement, sous la forme d'une somme, au numérateur de l'expression. La formule adoptée met en évidence la contribution de chaque dimension sémantique à la complexité de l'ensemble considéré. Chaque contribution, de type $D_{H_{v_j}}/log(z)$ prend pour valeur 0 si l'entropie associée est nulle et pour valeur 1 si elle est maximale (car alors $D_{H_{v_j}} = \log(z)$ par définition)[104].

– Lorsque l'ensemble des valeurs d'entropies sont maximales, l'examen de complexité produit une valeur égale au nombre de vues-aspects. Le nombre de vues-aspects détermine donc l'échelle des valeurs possibles de la vue de complexité. En effet, la formule s'écrit alors : $\sum_{j=1}^{p} \log(z)\,/log(z) = p$. Une mesure d'entropie relative à p vues-aspects parmi k prend donc pour valeur un nombre réel compris entre 0 et p.

– Si l'ensemble des entropies prennent une valeur nulle, alors la valeur de complexité est nulle.

Justification de la convention $D_{Cx} = 0$ si $z = 1$: lorsqu'un nombre quelconque d'Etats physiques sont postulés, mais que la probabilité de réalisation de l'un de ces Etats en particulier tend vers 1, la valeur de complexité tend vers 0. Cette situation équivaut conceptuellement à considérer que l'entité n'existe que selon (presque) un seul Etat. Cette continuité sémantique justifie la convention adoptée.

Définition

La complexité est une méta-description $D_{Cx}/G_{Cx}.R_{G_{Cx}},oe_{G_{Cx}},V_{Cx}/$ d'une description d'entité physique $D/G.R_G, oe_G, Q_V/$ relative à un sous-ensemble quelconque mais donné $\{v_1, v_2, \ldots, v_p\}$ de l'ensemble des vues-aspects $\{v_1, v_2, \ldots, v_p,,\ldots, v_k\}$ introduites par V - et donc une description d'entité psychique (D12-sr, p132).

Soit R_{Cx} - « *Cx* » pour Complexité - le substrat de réel psychique constitué par la description $D/G.R_G, oe_G, Q_V/$ d'une certaine entité physique.

Soit G_{Cx} l'opération de génération qui agit sur R_{Cx} et qui consiste à considérer conjointement un sous-ensemble donné de vues-aspects $\{v_1, v_2, \ldots, v_k\}$ introduites par V.

---

[104] Remarque : si un unique 'Etat' physique de l'entité est postulé (z=1), la définition proposée est non définie. Toutefois, dans ce cas, toutes les entropies prennent par définition la forme $log(z)$ = log(1).

Soit V_{Cx} la vue portée sur l'entité psychique $oe_{G_{Cx}}$ ainsi générée et qui introduit une seule dimension sémantique dénommée *vue de complexité d'une description d'entité physique relativement à l'ensemble {v_1, v_2, …, v_k} de vues-aspects*.

La méta-description de complexité relative $D_{Cx}/G_{Cx}.R_{G_{Cx}},oe_{G_{Cx}},V_{Cx}/$, d'une description d'entité physique $oe_{G_{Cx}} = D/G.R_G, oe_G, Q_V/$ évalue quantitativement la complexité de *D* relativement à l'ensemble des points de vue que l'on prend en considération selon la formule :

$$D_{Cx} = \sum_{j=1}^{p} D_{H_{v_j}} / log(z) \text{ si z} \neq 1 \text{ et } D_{Cx} = 0 \text{ si z} = 1$$

où

- *z* est le nombre d'Etats postulés relativement à *V*, c'est-à-dire relativement à un ensemble de *k* vues-aspects introduites par *V*.
- $D_{H_{v_j}}$ est la valeur d'entropie relativement à la vue-aspect considérée : $D_{Hv_i} = \Sigma p_b log(1/p_b)$.
- *p* est le nombre de vues-aspects relativement auxquelles on souhaite mesurer la complexité, avec $p \leq k$.

Commentaires

La définition construite du concept jusqu'à présent purement qualitatif de complexité répond aux attentes du domaine duquel a émergé ce concept : l'ingénierie des « systèmes » dits complexes. Lorsqu'il s'agit de concevoir – c'est-à-dire de construire 'l'anticipation' du but à atteindre *physiquement* -, une mesure de complexité couplée à l'expérience contribue à l'évaluation globale de l'effort à fournir sur le fondement des représentations qui spécifient la solution. La mesure de la complexité des spécifications d'artefacts peut, par exemple, jouer le rôle d'indicateur d'alerte pour prévenir un risque global de perte de maîtrise d'un projet, induit par la superposition anarchique de systèmes de déterminations sur des ressources *trop* partagées. Lorsqu'il s'agit de s'approprier un 'existant', une telle mesure peut contribuer à évaluer le caractère critique ou le rôle de « propagateur » d'influences que revêt l'entité étudiée relativement aux différents cadres descriptifs dans lesquels on le considère comme un 'composant'.

La définition proposée ne prétend pas épuiser le sens que chacun attache au terme « complexité », ce ne serait là que réintroduire un faux-absolu. Au-delà des exemples évoqués, à l'origine de sa genèse, son insertion dans le cadre méthodologique SR en fait un concept de portée générale, disponible dans tous les domaines où l'on jugera avantageux de décliner la méthode. Et il fait partie de ses atouts.

Chapitre IX

Aux sources de SR : la méthode d'Ingénierie Système Relativisée

IX.1 Principe de l'enracinement d'ISR dans SR

SR légitime *a posteriori* les développements méthodologiques et opérationnels accomplis entre 2005 et 2010 au sein de PSA[105] et connus sous la dénomination d'*Ingénierie Système Relativisée (ISR)*. Mais si l'on se retourne sur la genèse de SR, on prend conscience que cet infra-cadre méthodologique *émerge* comme une *réduction aux essences* des concepts développés pour répondre à une problématique industrielle.

Illustrer SR au travers de modèles ISR requiert au préalable d'inverser la démarche, de légitimer la *méthode* ISR face à ses propres buts et d'en reconstruire les concepts à partir des définitions SR. Alors seulement les modèles ISR deviendraient scientifiquement légitimes. Mais il s'agit là d'une entreprise distincte, un cas d'application manifeste du principe MCR de *séparation des cadres descriptifs*.

Suggérer la façon dont ISR *s'enracine* dans SR est par contre représentatif de la façon dont a été conçu le développement de *toute* méthode qui se réclamerait de SR. Cet enracinement a été pensé conceptuellement, mais aussi opérationnellement, informatiquement, ce qui fait son originalité. L'outillage prototypé lors des travaux mentionnés avait pour finalité de garantir la conformité *effective, par construction,* des produits de telles méthodes à l'infra-cadre SR qui les sous-tend génétiquement. Evoquons donc maintenant ces deux aspects après avoir toutefois introduit au préalable la problématique spécifique qu'adressait ISR : la conception d'artefact à but utilitaire. Ils illustrent la réponse apportée au but ultime qui légitime SR :

Permettre le développement conceptuel et pragmatique de méthodes opérationnelles, systématiquement relativisées, de conceptualisation du Réel physique en réponse à des besoins spécifiques : ici, le développement d'artefacts à buts utilitaires.

IX.2 Mise en perspective d'ISR

ISR est l'une des deux méthodes dont la construction a été entreprise à partir de SR[106]. Elle a été développée dans un contexte précis : *la conception de systèmes mécatroniques embarqués à vocation utilitaire*. Elle répond à une finalité clairement définie dans ce contexte :

---

[105] ISR a été développé au sein des Etablissements de Sochaux, puis de Belchamp du Groupe Peugeot-Citroën.

[106] Une autre méthode, de gestion du cycle de vie des produits (Product Life Management) a été développée sur le fondement de SR au sein de PSA par F. Fleuchey, ingénieur Système. Elle a été arrêtée en même temps qu'ISR et pour les mêmes motifs, après avoir rencontré un vif succès. La maquette opérationnelle réalisée (outil Sonia) compte encore aujourd'hui (en 2014) plusieurs centaines d'utilisateurs.

Se donner les moyens conceptuels et opérationnels de spécifier et de concevoir à plusieurs, mais chacun selon le seul point de vue dont il est porteur et sans mélange, des artefacts physiques à buts utilitaires, d'une façon qui garantisse, par construction, l'objectivité physique des représentations élaborées - modèles ou documents - face aux descriptions d'usage et aux descriptions techniques de ce qui est physiquement réalisé, et qui prouve sa valeur ajoutée relativement aux pratiques usuelles, tant d'un point de vue technico-économique que d'un point de vue humain.

De cette finalité ont découlé les trois buts conférés aux artefacts représentationnels ISR :

– être le produit de processus de construction qui, de par le guidage qu'ils imposent, constituent une véritable aide à la conception, avec les exigences d'accessibilité, de lisibilité, de finalité et de périmètre précisément délimités, que cela implique ;

– être les sources à partir desquelles on génère le référentiel technique de développement (cahiers des charges, spécifications, dossier de conception et d'architecture, modèles spécifiants, etc.) à usage des partenaires tant internes qu'externes ;

– servir de référentiel *effectif* aux tests de vérification et de validation de l'accompli conduits des différents points de vue impliqués dans les genèses.

Ces buts positionnent ISR au cœur du processus de conception, d'intégration et de test de nouveaux produits.

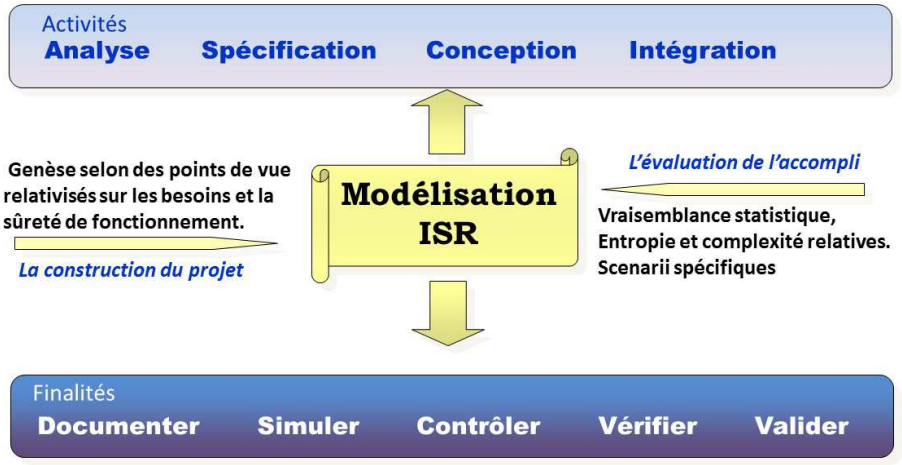

Figure 52 : ***Positionnement de ISR***

La conviction qui a présidé à la construction d'ISR l'enracine dans SR.

Concevoir une réponse opérationnelle efficiente au but poursuivi requiert de concilier une approche conceptuellement rigoureuse et scientifiquement fondée avec le foisonnement des finalités les plus diverses qui, chacune, poussent leurs ramifications dans les démarches créatives selon des acquis, des logiques et des points de vues qui leur sont propres.

La position de principe évoquée en introduction (I.1, p 19) a déterminé la façon de procéder.

Une méthode d'ingénierie système a un impact majeur, structurant, sur l'organisation d'une société industrielle et sur ses produits. Une telle méthode doit donc être développée a minima avec le même souci de rigueur et d'objectivation des résultats obtenus que celui que l'on trouve normal d'appliquer aux artefacts physiques industriels.

Cette position de principe s'est traduite dans le choix délibéré de paralléliser selon une logique de construction itérative, développements conceptuels, outillage de la méthode, formation et mise en œuvre opérationnelle. Et je me permets d'affirmer ici, sans quoi cette évocation n'aurait aucun sens, que cette façon de conduire le changement a instauré un cercle vertueux :

- l'atteinte d'objectifs non imaginés initialement avec des moyens réduits ;
- l'implication active qui perdure, 4 ans après l'arrêt des travaux, de ceux qui ont participé[107] aux développements ou ont trouvé là une réponse *effective* à leurs questionnements ;
- l'obtention de subventions qui couvraient la totalité du budget des travaux prévus pour valider publiquement la méthode, travaux qui n'ont toutefois pu être entamés suite à un premier refus du management de PSA en 2008, refus qui a précédé le prononcé de l'arrêt définitif des travaux survenu en 2010, au motif que la Méthode ne s'inscrivait pas dans le cadre général de l'analyse fonctionnelle, retenue comme principe-cadre du développement de l'ingénierie système.

Ce que l'on dénomme ISR désigne donc ce qui a été développé et expérimenté avec succès dans le domaine mécatronique au travers d'une dizaine d'applications, *non ce que doit être l'ingénierie système*. Certainement, les concepts évoqués ont, par vocation, une portée plus générale que ce champ d'application, mais l'arrêt prématuré des travaux n'a pas permis, de notre point de vue, de les confronter suffisamment à des situations opérationnelles représentatives. Certainement aussi, l'évolution de notre niveau de maturité et l'évolution technique auraient fait évoluer certains choix conceptuels et techniques.

Si nous nous retournons sur le chemin parcouru, nous sommes frappés par l'accélération de la vitesse à laquelle les concepts ont convergé et se sont stabilisés dans la période 2007-2010, à l'issue d'une longue période de gestation de près de 10 ans. Conformément au critère de convergence MCR, nous voulons voir, dans cette stabilisation intersubjective de l'infra cadre méthodologique SR, la marque d'un aboutissement.

Les illustrations introduites ci-après sont des éléments de modèles issus de projets opérationnels. Ils ont été remaniés afin de faire disparaître toute référence aux données opérationnelles et de mettre en évidence le trait particulier que l'on souhaite mettre en évidence.

IX.3 La conception d'artefact matériel à buts utilitaires selon ISR

D'un point de vue industriel, un *produit* destiné à une utilisation humaine se définit comme un ensemble de services interdépendants de par les usages qu'ils supposent en réponse à une finalité attribuée à des « utilisateurs-types »[108]. Lorsque ce « produit » nécessite l'introduction d'une ou plusieurs entités matérielles à concevoir techniquement et avec

---

[107] L'activité de l'équipe aujourd'hui dispersée dans différentes sociétés se perpétue toutefois au travers d'une association. Elle est constituée, par ordre alphabétique de : M. Brindejonc V., physicien théoricien, expert en Sûreté de Fonctionnement, M Campo E., ingénieur en systèmes électroniques et informatique industrielle, M. Fleuchey F., ingénieur système, M. Maynadier J., statisticien, M. Massy de La Chesneraye B., ingénieur assurance qualité, M. M. Faure : ingénieur électronicien.

[108] Les utilisateurs-type résultent d'une segmentation de la cible visée, relativement aux besoins identifiés ou pressentis que l'on se donne pour but de satisfaire. Les populations correspondantes sont généralement évaluées sur des bases statistiques.

lesquelles l'utilisateur interagit, ces entités acquièrent la qualité d'artefact matériel à buts utilitaires (humains sous-entendu).

La référence aux sciences humaines et aux sciences dites dures que suppose la genèse d'un tel artefact fait écho à la double dimension d'être de l'objet commun que Korzybski[109] a mis en évidence, dès les années 30. L'entité matérielle utilitaire émerge à la fois comme un construit biopsychique, typiquement au travers des usages que l'on en fait ou du jugement esthétique que l'on porte, et comme un concept technico-scientifique, objectivé par des mesures normalisées.

La conception de l'artefact matériel à buts utilitaires, au cœur de la problématique industrielle, est paradigmatique de cette double dimension d'être. Car tout projet d'un tel artefact, tel qu'un avion ou une voiture, a vocation à se concrétiser en une réalisation *reproductible.* Mais la reproductibilité *technique* de l'artefact ne vaut que dans la mesure où elle implique *une reproductibilité relativement aux usages que l'on en fait*, aux *sensations* qu'il suscite (esthétique, statut social, etc.). La définition technique adoptée pour juger de la reproduction *à l'identique* ne vaut donc que dans la mesure où n'importe quel exemplaire sélectionné est perçu comme étant *le même* par le segment d'utilisateurs visé.

Faut-il ajuster des tôles au centième de millimètre ou au millième de millimètre pour générer le sentiment d'un assemblage de *même* qualité ? A partir de quelle force la pression exercée par une vitre à fermeture automatique est-elle perçue comme un pincement douloureux : 90 Newtons, 100 Newtons, 110 Newtons ? Quel est l'intervalle de temps maximal entre deux faits pour qu'ils soient perçus comme simultanés : moins de 5 millisecondes, moins de 10 ms ?

L'artefact matériel utilitaire médiatise la relation de l'utilisateur à l'environnement, qu'il s'agisse de percevoir ou d'agir. A ce titre il est le support tout à la fois de 'routines' - réponses stéréotypées de type réflexe face à des situations et des finalités standards - et de 'mécanismes cognitifs' - saisie d'un contexte et réactions *construites* face à des *situations imprévues*[110] que l'on souhaite pertinentes, *a posteriori*, relativement à la hiérarchie des finalités dont est porteur l'artefact. L'enjeu au cœur du processus de conception est alors de concevoir un support physique qui cantonne dans un domaine acceptable face aux buts, la variabilité des perceptions et des comportements humains propres aux segments d'utilisateurs visés.

La perception de l'information et les moyens de contrôle reflètent-ils bien la hiérarchie des finalités ? (Face à un ralentissement brutal, perd-on le contrôle de la direction en cherchant à allumer les warnings ?). L'artefact facilite-t-il l'acquisition de reflexes ? Fait-il bien au contraire ressortir ce qui est « inattendu » pour inhiber les effets d'habituation, les conditionnements, qui empêcheraient des prises de décision adaptée à de l'imprévu ? (signaux d'alertes). Hiérarchise-t-il correctement les priorités au travers des rendus ? (entre un risque non immédiat de panne sèche et une fuite de circuit hydraulique). Des tels enjeux s'avèrent particulièrement sensibles lorsqu'il s'agit de piloter un avion, de contrôler une centrale nucléaire dans des situations de stress intense.

Tout cela nécessite des *prises de position consensuelles* relativement à un référentiel de valeurs partagées et hiérarchisées. De telles prises de positions requièrent le développement

---

109 Korzybski, A. (1933) (1994). *Science and Sanity*. Forest Hills, Institute of General Semantics.

110 Les situations imprévues sont définies dans ISR comme le produit d'arrangements *possibles* – car l'ordre importe – mais non préalablement envisagés, de faits élémentaires conceptualisés au travers du vocabulaire physico-conceptuel fini que l'on se donne dans tout cadre descriptif.

parallèle de deux types de conceptualisations d'un *même* support physique : les descriptions biopsychiques et les descriptions technico-scientifiques, déjà évoquées en introduction (section I.1, p 19).

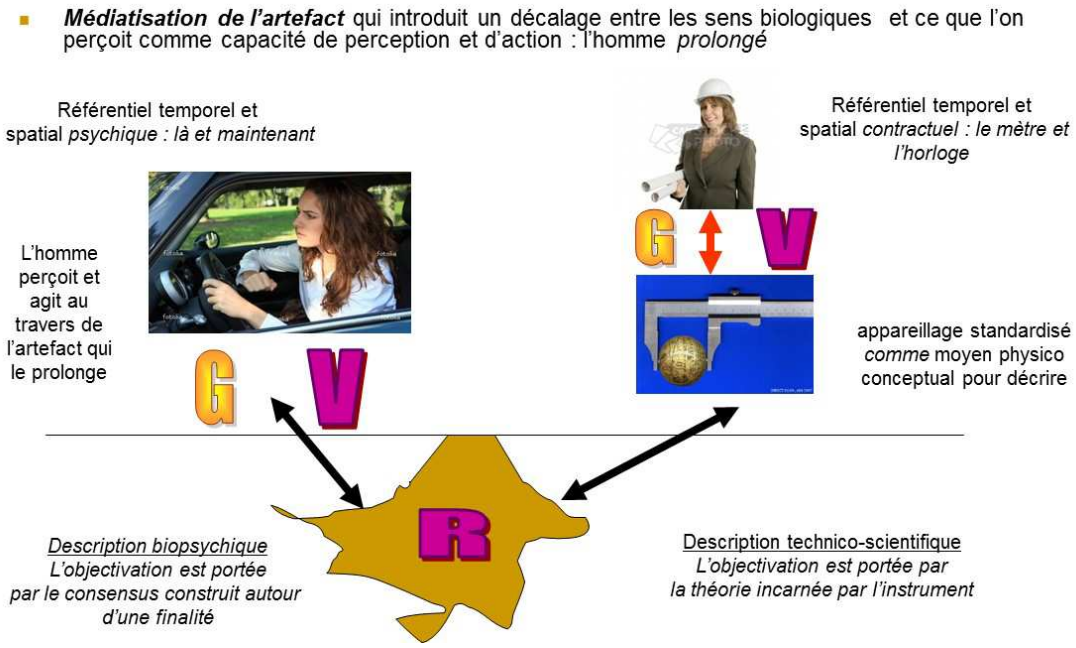

Figure 53 : *Les deux types de description ISR d'un artefact à but utilitaire*

La finalité de ces développements, conduits parallèlement, est de construire un consensus autour de l'objectivation technico-scientifique qui permet de réaliser industriellement le support physique des descriptions biopsychiques qui expriment le voulu ou le craint des utilisateurs visés.

Sans que cet aspect soit ici développé plus avant, disons simplement que cette objectivation technico-scientifique prenait dans ISR la forme de méta-descriptions qui mettent en relation d'équivalence des descriptions biopsychiques et des descriptions technico-scientifiques. Au cours des expérimentations réalisées, seuls les travaux de 'spécification' de l'artefact ont donné lieu à ce type de construction, en particulier à des fins d'analyse de sûreté de fonctionnement dans le domaine des assistances automatisées à la conduite. Toutefois les outils méthodologiques disponibles auraient permis d'étendre ce type de démarche au monde la conception, qu'il s'agisse d'étudier par exemple la maintenabilité d'un artefact, ou d'étudier une organisation - où les hommes sont les entités-à-décrire - afin de mettre en évidence la contribution des comportements locaux, impliqués dans différents systèmes humains différemment finalisés, à l'atteinte d'un objectif considéré en particulier.

Exemple

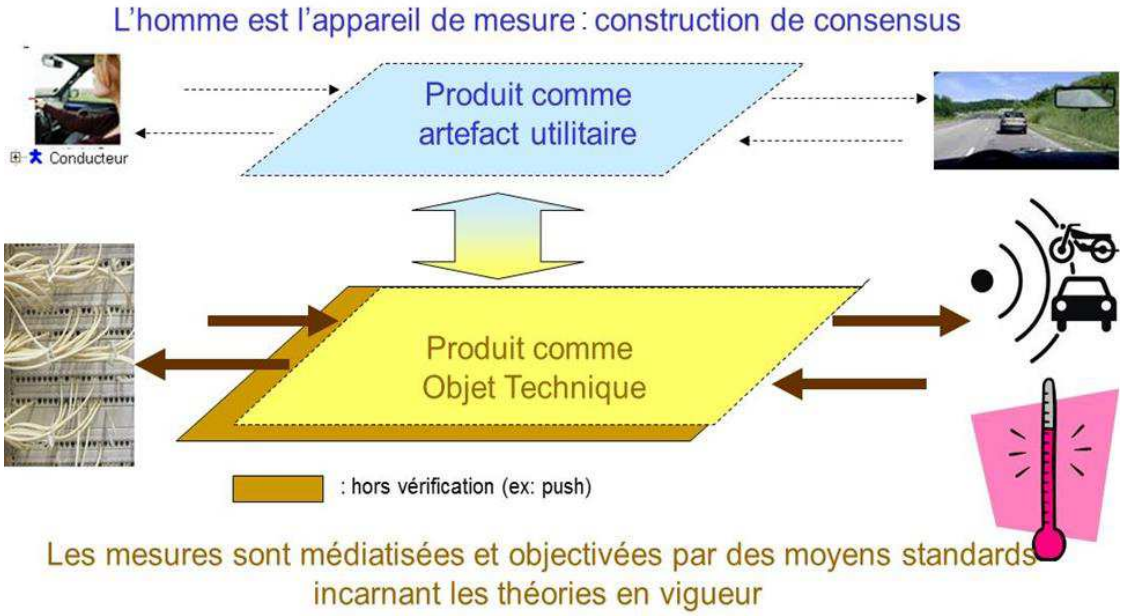

Figure 54 : *Spécification biopsychique et technico scientifique d'un artefact matériel*

Les relations entre descriptions biopsychiques et descriptions technico-scientifiques ne sont que rarement des relations de 1 à 1.

Dans le schéma ci-avant, on peut penser que l'appréciation « moyenne » de la chaleur extérieure par différents utilisateurs - ressenti dans l'habitacle, ensoleillement, paysage - peut être corrélée à des températures mesurées en Celsius. Par contre, on va s'apercevoir que l'appréciation visuelle de la distance relativement au véhicule précédent ne peut être corrélée à la seule mesure réalisée au travers d'un radar, mais doit prendre en compte l'accélération ou la décélération du véhicule mesurée relativement au sol - *différemment* des règles de sécurité « scientifiquement » déterminées : capacité à s'arrêter avant l'obstacle -, pour générer chez l'utilisateur un sentiment de confiance, quand la conduite est déléguée à un automate.

De façon plus générale, ISR a pris en compte le fait que la 'génération' d'une entité psychique implique des mécanismes de mémorisation humains, qui mettent notamment en jeu des mécanismes tels que l'habituation, le conditionnement actif ou passif, la sensibilisation, qui « reconstruisent » l'expérience vécue en fonction des circonstances. On pourrait penser que la mémoire « technique » de l'artefact, elle, est uniquement binaire : un fait passé, tel qu'il a été conceptualisé, contribue ou ne contribue pas dans à la réalisation d'un 'Etat' donné de l'artefact relativement à la vue considérée.

Mais il s'est avéré aussi que l'éventualité de défaillances ou l'évolution des constituants de différents systèmes, génèrent, quand on décrit le système en tant qu'entité, des paradigmes similaires.

Exemples

Fatigue mécanique des matériaux qui modifie la réponse d'une pièce mécanique à de *mêmes* sollicitations dans de mêmes circonstances, modes refuges liés à l'occurrence de défaillance telle que la défaillance d'un capteur qui modifie les modalités d'exécution d'une commande pour des raisons de sécurité.

Ces considérations permettent de mieux percevoir que le paradigme de mise en relation d'équivalence des descriptions biopsychiques et des descriptions technico-scientifiques, tel qu'il a été appréhendé et concrétisé dans ISR, loin de se résumer à des mises en rapport de 'valeurs d'aspects', implique toute la genèse des descriptions. La mise en œuvre opérationnelle de ce paradigme a été rendue possible par la définition de niveaux standards de conceptualisation des interactions entre le domaine de Réel physique associé au cadre descriptif et les moyens physico-conceptuels que l'on se donne pour décrire, des conceptualisations relatives à une ou plusieurs vue portées sur l'entité-à-décrire. Ces conventions seront évoquées un peu plus loin.

IX.4 Algorithme de construction ISR

Cette contextualisation de la méthode ISR va maintenant nous permettre de suggérer notre conception de l'enracinement de *toute* Méthode dans l'infra cadre méthodologique SR dont elle se réclame. Il ne s'agit pas ici d'être formel ni exhaustif. Par contraste avec notre parti-pris de rigueur, nous procéderons ici par analogie, en nous limitant à quelques traits illustratifs.

IX.4.1 Une dynamique bi-polaire

Pour garantir, par construction, la cohérence et l'effectivité des modèles élaborés, ISR introduit un ensemble fini de classes d'artefacts représentationnels et les organise les unes relativement aux autres en fonction :

- des relations de 'dépendances génétiques' entre ces classes de représentations (D18-sr, p 148). Un modèle à Etats Finis est par exemple génétiquement dépendant d'un ensemble de scénarios.
- des rôles descriptionnels-type conférés aux 'éléments' de Réel qu'elles décrivent (ou anticipent) et qui sont susceptibles de permuter d'un cadre descriptif à l'autre, comme nous l'avons vu dans le cas d'une chaîne causale (D26-sr, p 193) : ce qui fait office de moyen physico-conceptuel pour décrire et ce qui fait office d'élément de Réel sur lequel on agit ou d'entité-à-décrire.

Ces dépendances génétiques et ces permutations de rôles, considérées conjointement, induisent un algorithme de construction de la description accomplie ou anticipée de l'artefact à décrire qui s'organise autour de deux pôles :

– un pôle *d'expansion*, qui introduit de nouvelles valeurs d'aspects de l'entité-à-décrire, qu'il s'agisse d'étendre sa description ou d'introduire de nouvelles exigences[111] ;

– un pôle de *confinement*, qui consiste à délimiter et à concevoir sous la forme d'une mise en organisation d'un nombre fini d'autres 'éléments' de Réel, le substrat de Réel physique support de cette entité-à-décrire. Et cela vaut qu'il s'agisse *d'expliquer* des descriptions préalablement accomplies ou de déterminer les moyens de matérialiser un artefact en projet.

D'un point de vue industriel, le pôle d'expansion relève de ce que l'on dénomme la *spécification* de l'artefact - construction de la *vue* sur l'artefact à décrire - et le pôle de confinement relève de la *conception* de ce même artefact - construction du générateur.

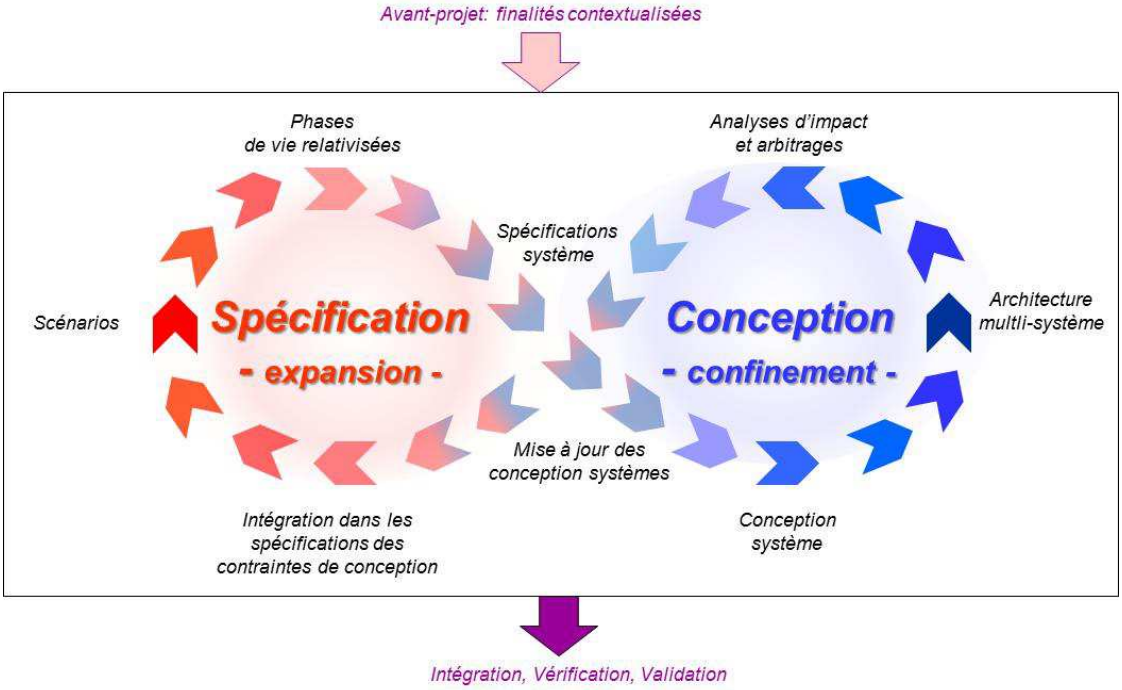

Figure 55 : *Positionnement des classes d'artefact ISR relativement aux dépendances conceptuelles*

La logique génétique de construction des artefacts représentationnels génère un cheminement logique itératif du moins dépendant vers le plus dépendant. Les descriptions de faits physiques que conceptualisent les scénarios (D20-sr, p158) donnent lieu, par classification généralisante, à l'identification de phases de vie type relativement aux différentes vues impliquées. De là émerge la forme globale de l'entité-objet d'étude (D25-sr, p.183), comme support physique des différentes corrélations de valeurs d'aspects.

On cherche ensuite à *concevoir* cette forme – à mettre en compatibilité sur un même support physique l'ensemble des points de vue impliqués (voir ci-après) à les *expliquer* ou à trouver le moyen de les *réaliser physiquement concurremment* (D26-sr, p 193) aux travers de ressources en nombre fini, soit préexistantes soit elles-mêmes à concevoir, tel un calculateur embarqué à développer pour remplir un rôle défini dans une voiture ou un avion. Ce confinement du support matériel de l'artefact peut être considéré comme achevé relativement

[111] Le concept d'exigence est dérivé de celui d'anticipation (D15-sr, p 101). Ce formalisme a rendu possible la génération de la documentation technique à partir d'éléments de modèles spécifiants, et non de paragraphes textuels associés au cas par cas à des éléments de modèle, sans garantie de cohérence.

à l'ensemble des points de vue qu'il met en compatibilité, lorsque toute qualification de l'entité-à-décrire peut être conçue comme le produit de chaînes causales qui impliquent, globalement considérées, les mêmes ressources.

Mais cette mise en compatibilité de différents points de vue sur un même support matériel implique généralement des arbitrages, fait émerger de nouvelles valeurs d'aspects, suggère de nouvelles possibilités non *a priori* envisagées. Leur prise en compte par les différents groupes de consensus qui contribuent à la description de l'artefact initialise de nouveaux cycles d'expansion qui prennent comme nouveau point de départ la conceptualisation de l'entité-à-décrire qui émerge du cycle de confinement précédent.

Lorsque ces itérations se stabilisent, que les différentes parties-prenantes estiment leurs points de vue suffisamment aboutis, que ces différents points de vue sont mis en compatibilité dans la conception et que cette dernière n'induit pas d'effets de bord qu'ils n'aient considérés, alors la description de l'entité-à-décrire peut être considérée comme achevée.

Quand cette description *anticipe* une entité en devenir, la logique de dépendance schématisée donne symétriquement l'ordre *dans lequel le réalisé peut être évalué relativement aux modèles construits* selon les différents cas de figure évoqués en (D17-sr, p 140). Une forme globale est *réfutable* par la 'réalisation' (D16-sr, p138) de n'importe lequel des scénarios qu'elle rend possible, si ce dernier ne produit pas les valeurs anticipées. La 'conception' d'une entité est elle-même réfutée si au moins une des valeurs d'aspects qui émerge des chaînes causales conçues ne correspond pas à une des valeurs d'aspects qui qualifie *effectivement* l'entité-à-décrire. Cette chaîne de réfutabilité est au cœur de la stratégie d'intégration et de test mise en œuvre par ISR.

IX.4.2 Le pôle d'expansion : spécifier

La construction de la spécification est organisée par *points de vue biopsychiques ou technico scientifiques*, portés chacun par un 'groupe de consensus' (D14-sr, p 135), identifié à une certaine entité d'organisation. Un point de vue développe un ensemble fini de vues, compatibles ou non, sur l'entité-à-décrire. La genèse d'une spécification implique des constructions qui spécialisent les définitions introduites dans les chapitres III à V du présent document.

Chaque 'point de vue' considéré décline itérativement, selon ses propres buts, sa propre 'boucle d'expansion' sur le fondement de l'état d'avancement de la conception de l'entité-à-décrire, telle qu'elle résulte de la boucle de 'confinement' précédent ou de la connaissance acquise du point de départ que l'on se donne. Quand aucune conceptualisation préalable ne guide, l'entité objet d'étude apparait sous la forme d'un simple nom support d'un vague préconcept, une entité persistante, qui prend progressivement corps au travers des successions 'd'entités locales' qui la 'réalisent' (D21-sr, p161) dans différents 'scénarios' (D20-sr, p 158).

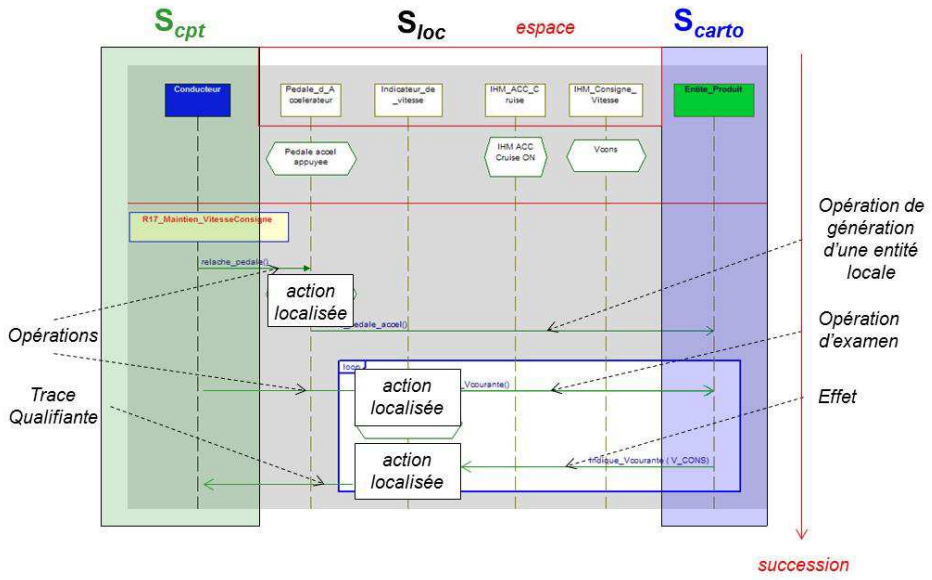

Figure 56 : *Analyses exploratoires*

La recherche de régularités dans les successions, et qui sont la marque distinctive de cette entité relativement aux différents contextes dans lequel on l'envisage, va conduire à segmenter les scénarios 'réalisés' ou 'anticipés' et à classifier ces segments sous forme de 'phases de vie type' relative à une ou plusieurs vues aspects.

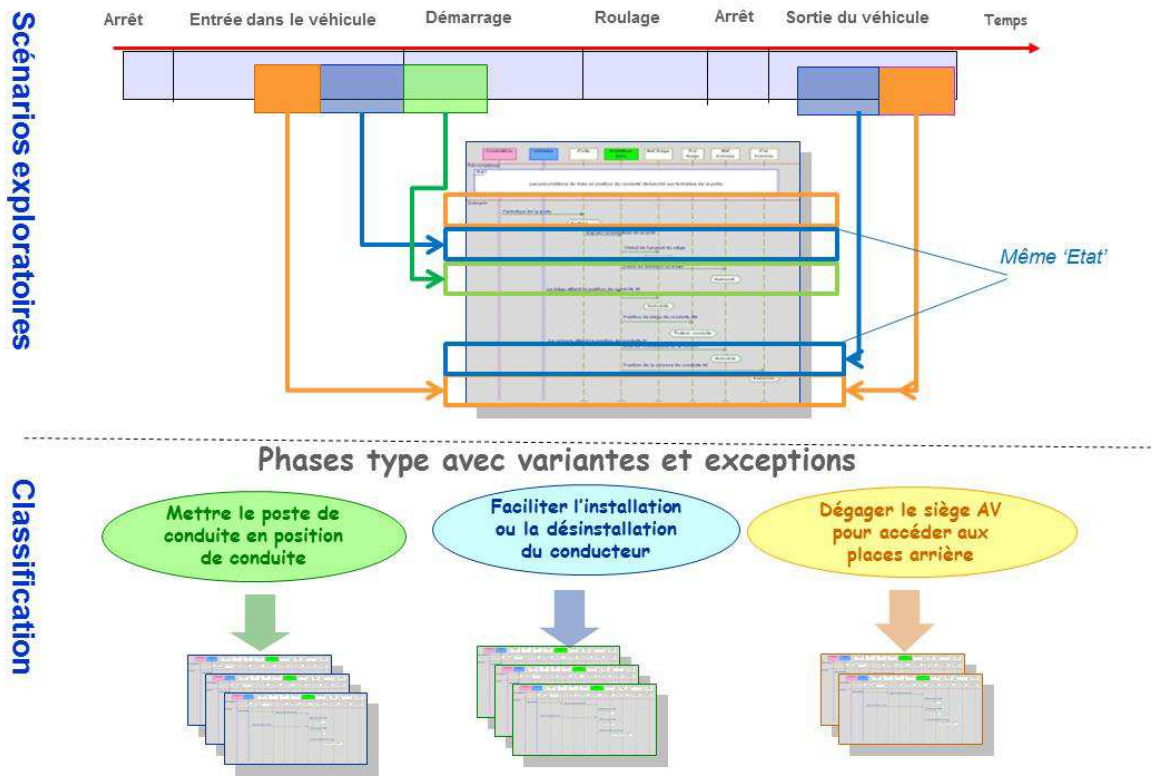

Figure 57 : *Phases de vie relativement à un point de vue biopsychique*

Progressivement va alors s'organiser, point de vue par point de vue, un ensemble de 'modèles à Etats finis' qui déterminent chacun la qualification de l'entité-à-décrire - statistique ou N-stable - relativement à une vue-aspect donnée introduite par le point de vue considéré, en fonction des enchaînements 'd'actions' *possibles* exercées par « l'environnement » dans lequel on l'étudie.

De tels modèles 'standardisent' le cycle de vie de l'artefact sous la forme de différents enchaînements possibles de phases de vie définies relativement au point de vue considéré

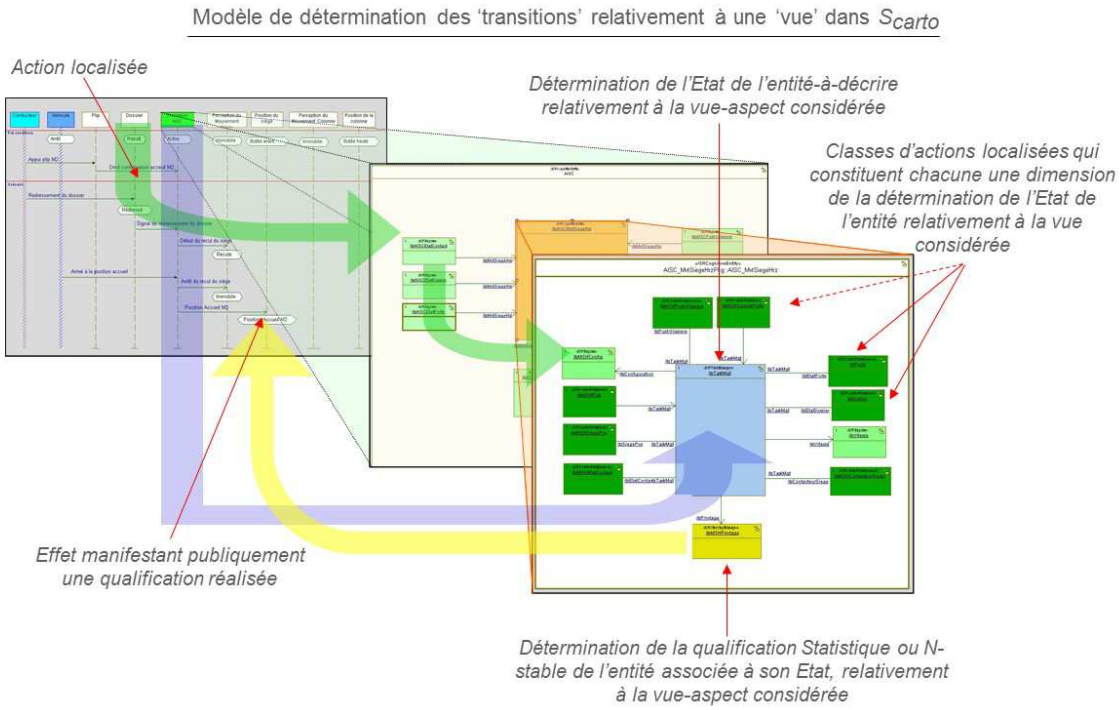

Figure 58 : *Détermination de l'Etat d'une entité stable relativement à une vue-aspect*

IX.4.3 Le pôle de confinement : concevoir et organiser

Le cycle de confinement a pour finalité la définition d'un support physique commun à l'ensemble des points de vue spécifiés. Il consiste à concevoir, pour *chacun* de ces points de vue, une *mise en organisation* d'un nombre fini d'entités préalablement conceptualisées ou développées à cet effet. Ces mises en organisations relatives doivent respecter les deux critères suivants :

- Chaque organisation doit permettre *d'expliquer* en termes de 'réseaux causals' (D26-sr, p 193) définies sur un nombre fini de *constituants* (D27-sr, p 201), les différentes qualifications de l'artefact spécifiées du point de vue considéré.
- Toutes ces organisations doivent être conçues sur le fondement d'un unique ensemble fini d'entités physiques préalablement conceptualisées ou développées à cet effet : les *composants* de l'artefact à partir desquels il peut être physiquement réalisé en tant que support physique de l'ensemble des systèmes.

Le premier critère fait que chaque point de vue porté par un groupe de consensus motive la genèse d'un certain 'système' (D27-sr201).

Le deuxième critère requiert la mise en compatibilité de ces différents systèmes sur un unique support physique : il s'agit de définir '*l'architecture*' de l'artefact.

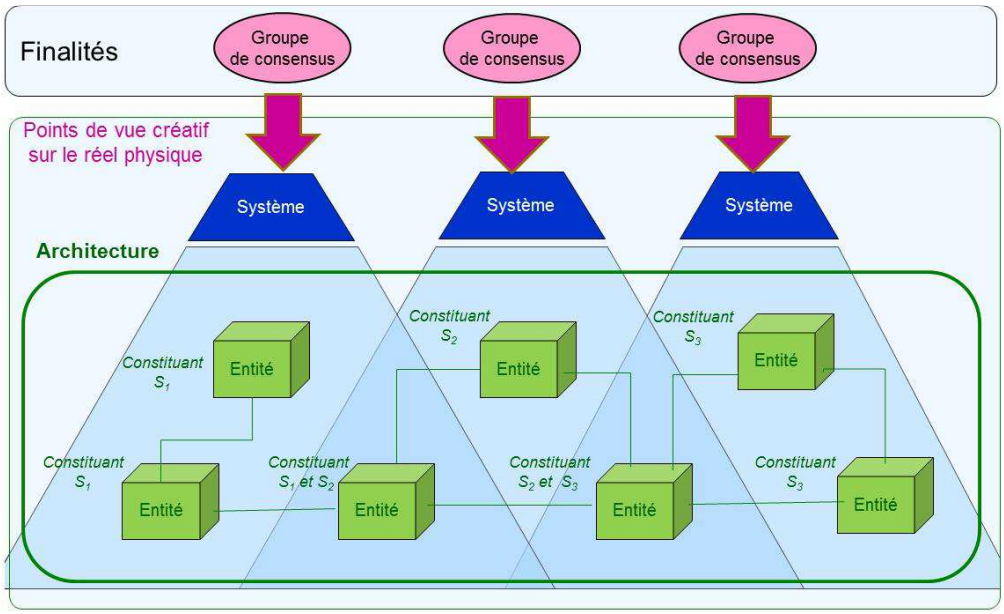

Figure 59 : *Système et architecture*

Une architecture doit satisfaire deux types de buts.

1) Chaque système modélise les seules 'phases de vie' de l'artefact dans lesquelles il existe relativement aux vues impliquées. L'architecture doit permettre de réaliser les 'états' physiques des composants de l'artefact qui *génèrent* le système considéré et font de ces composants des 'constituants' du système.

Exemple

Une voiture, artefact à concevoir, n'existe relativement au système de contrôle de la trajectoire que dans la mesure où le contact est mis, que le moteur est en marche et que la vitesse n'est pas nulle.

2) Chaque système s'appuie sur un nombre fini de composants de l'artefact physique – des *constituants* du système pour concevoir les différentes chaînes causales qui produisent les valeurs d'aspects attendues. Or ces constituants ne sont pas définis de façon forcément connexes relativement au référentiel spatiotemporel. Il revient à l'architecture d'assurer la continuité physique qui légitime intersubjectivement que ces différents composants puissent interagir.

Exemples

Le contrôle d'un satellite par la station de suivi au sol ou la mise en relation des calculateurs, des senseurs et des actionneurs dans un système mécatronique embarqué.

Le premier type de but implique des interactions entre composants dont la conceptualisation n'entre pas dans le périmètre d'existence relative du système considéré.

Exemple

En reprenant l'exemple ci-avant, le démarrage de la voiture pas plus que le contrôle de la vitesse n'entrent dans le périmètre d'existence du système de contrôle de trajectoire. Mais ces transformations de l'artefact, en réveillant les calculateurs qui participent de ce système, les met dans des 'Etats' qui en font des *constituants* de ce système, qui dès lors *existe* relativement aux vues qui le fondent : le contrôle de la trajectoire suivie par le véhicule.

Le deuxième type de but implique des interactions entre constituants non connexes. La construction de 'chaînes causales' exige une continuité physique qui impose l'introduction d'entité physique médiatrice des interactions entre constituants.

Exemple

Les informations que transmet un senseur au niveau de la roue au calculateur embarqué dédié au contrôle de la trajectoire passent par un réseau dédié, qui du point de vue du système considéré, n'a qu'un rôle de mise en relation.

Ces deux optiques confèrent un même rôle à l'architecture : assurer la continuité physique requise par la conceptualisation de chaînes causales.

Ce rôle a deux types de conséquences :

- Le besoin de concevoir un substrat physique de 'mise en relation' de différents composants partagés entre différents systèmes, motive la genèse de systèmes dédiés à la *conception* de l'artefact - sa genèse en tant que substrat physique des différents systèmes - par opposition aux systèmes jusqu'ici envisagés, motivés par la prise en compte de points de vue *spécifiants* sur cet artefact en devenir.

Exemple : le réseau CAN[112] ou le réseau électrique d'un véhicule.

- La nécessité, au niveau de chaque 'composant' de l'artefact, de spécifier la sémantique particulière que revêt une interaction à laquelle il participe, *du point de vue de son rôle de constituant d'un système particulier*, conduit à définir autant d'algèbres d'événements que ce composant assume de rôles de 'constituant' dans différents systèmes.

[112] CAN : Controller Area Network. Il s'agit d'un bus logiciel série très répandu dans l'industrie, en particulier l'automobile, normalisé par la norme ISO 11898. Il met en application une approche connue sous le nom de multiplexage qui consiste à raccorder à un même câble (un bus) un grand nombre de calculateurs qui communiquent l'un avec les autres à tour de rôle.

Exemple

La détection d'un choc frontal par le senseur d'un véhicule peut simultanément être interprété comme une commande de déclenchement des airbags - du point de vue du 'système' de « sécurité passive » - et comme une commande de déverrouillage des portières (pour que les passagers puissent sortir), du point de vue du système de « condamnation des ouvertures du véhicule ». Et ces deux sémantiques sont portées par une unique information, perçue par un unique calculateur, substrat physique de deux constituants simultanés dans deux systèmes distincts.

Cette façon de conceptualiser aboutit à modéliser un composant sous la forme d'autant de 'constituants' *différents* qu'il y a de systèmes 'actifs' auxquels il participe. Et ces différents systèmes peuvent partager des éléments d'architecture communs, tels qu'une messagerie électronique.

Exemple

3 cartographies relativisées, dans S_{carto}, une par rôle de 'constituant', d'un unique 'composant' matériel de type 'calculateur embarqué' - Schéma issu d'un projet opérationnel.

Les entités autour du bloc central correspondent à des localisations spatiales dans S_{loc}

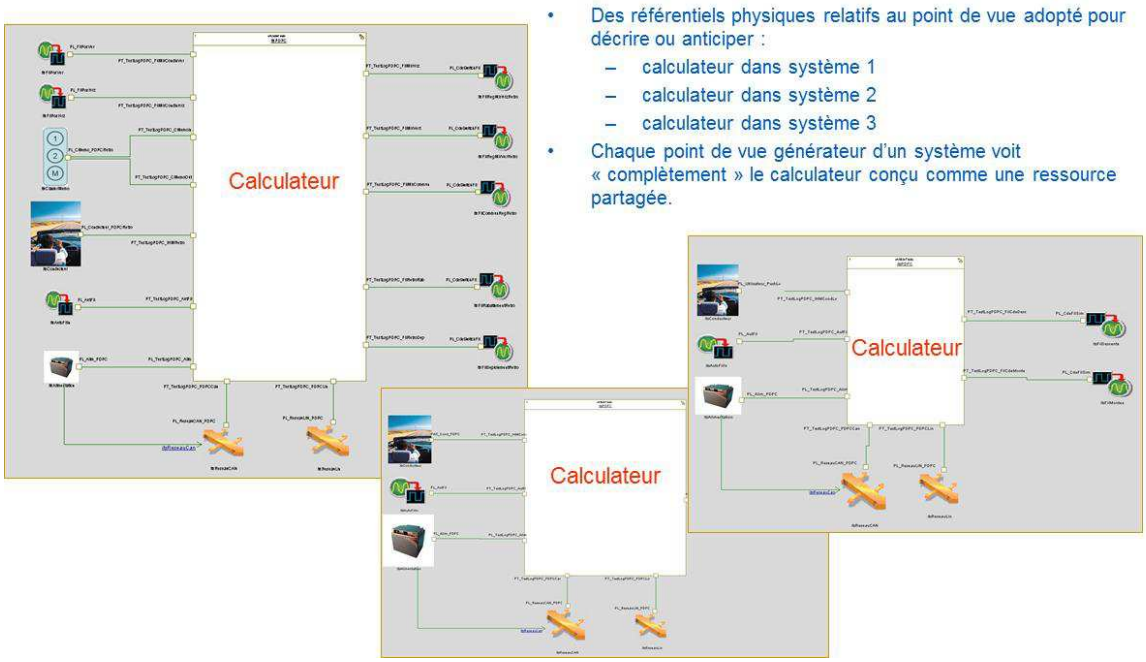

Figure 60 : *Composant* de type « calculateur embarqué », substrat de trois constituants (3 systèmes) distincts.

Du point de vue de l'artefact à réaliser, le cahier des charges que doit respecter une entité physique pour se voir conférer le rôle de composant, correspond à la conjonction des rôles que l'on veut lui faire jouer en tant que 'constituant' de différents systèmes.

Ce cahier des charges formalise 'l'anticipation' relativement à laquelle il convient 'd'évaluer' la conformité de l'entité physique candidate à ce rôle. Ce cahier des charges doit être distingué de la 'spécification' de cette entité qui relève d'un autre projet, d'un autre cadre constructif, ne serait-ce que parce qu'il est relativement rare qu'un artefact soit développé *exclusivement et spécifiquement* pour jouer le rôle de composant dans un autre artefact.

La nécessité qui résulte de cette superposition de rôles sur un même composant sans pour autant les mélanger conduit à conférer aux interactions entre ce composant et son environnement un sens spécifique selon le rôle de constituant que l'on considère. La fabrication de ce sens a été rendue explicite dans ISR au travers de méta-descriptions organisées en niveaux standards d'abstraction, et, corollairement par la définition d'autant *d'algèbres d'événements* sur les descriptions transférées qu'il y a de systèmes impliqués.

L'émergence de sens n'est que très rarement dans une relation de 1 à 1 avec les descriptions transférées. Une information, du point de vue que l'on considère, résulte généralement de l'articulation dans le temps et dans l'espace de plusieurs telles descriptions. La modélisation de ces mécanismes de fabrication de sens fait donc intervenir une « mémoire sélective », qui spécifie dans quel mesure une entité-persistante à décrire est transformée ou non par une interaction, du point de vue que l'on considère : nous retrouvons là les concepts fondamentaux de 'générateur' et 'd'examen' sur lesquels s'appuie toute la construction méthodologique accomplie.

Exemples

Point de vue technico-scientifique

Dans certains calculateurs, la « donnée » doit être répétée pour être effectivement prise en compte. Dans d'autres cas, l'information doit être redondée sous différentes formes. La fatigue des matériaux fait que la réponse d'une pièce mécanique à de mêmes sollicitations peut varier dans le temps. Des défaillances techniques peuvent aussi déclencher des passages dans des « modes refuge » qui modifient le traitement des informations reçues.

Point de vue biopsychique

La mémoire est un processus reconstructif qu'il convient de spécifier. En particulier, les phénomènes de conditionnement actifs ou passifs, d'habituation ou, au contraire, de sensibilisation, modifient la réponse humaine à de mêmes stimuli.

Pour répondre à ces besoins opérationnels, ISR avait normalisé empiriquement 3 niveaux de conceptualisation en leur conférant un sens différent, selon que l'on se positionnait dans une optique *biopsychique* ou *technico-scientifique*.

Description biopsychique : les niveaux de conceptualisation avaient pour but de clairement distinguer les mécanismes réflexes des mécanismes cognitifs, en mettant en particulier en évidence les phénomènes de conditionnement actif et passif, d'habituation ou, au contraire, de sensibilisation.

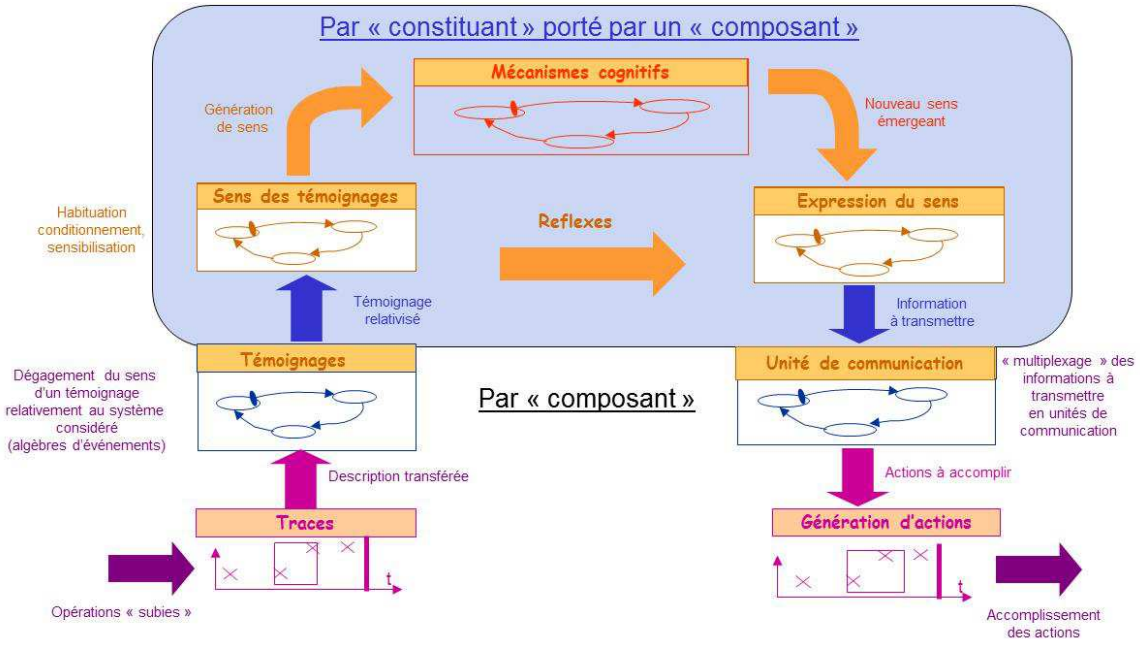

Figure 61 : *Modèle d'un 'élément' de Réel dans S_{carto} , inféré dans une description biopsychique.*

Description technico-scientifique : les mêmes niveaux d'abstraction avaient pour but de distinguer les mécanismes de « routage[113] », de « passerelle[114] » - en lieu et place des 'réflexes' ci-avant - des fonctions plus avancée mettant en jeu des effets 'mémoire » pour rendre compte des modifications dans le traitement de l'information liée aux défaillances techniques, aux fatigues mécaniques, etc. - en lieu et place des mécanismes de sensibilisation, conditionnement, habituation ci-avant -.

Tout ce qui précède n'est qu'une évocation parcellaire, incomplète, mais elle suffit pour mettre en évidence qu'un nombre restreint de paradigmes méthodologiques, enracinés dans les concepts SR, ont permis *effectivement* d'adresser des besoins dont ou pourrait *a priori* penser qu'ils nécessitent des réponses spécifiques. Sans doute est-ce de cette factorisation méthodologique qu'ont résulté les succès obtenus car :

– humainement, la mise en œuvre de mêmes paradigmes pour répondre à différentes problématiques favorise l'appropriation des concepts et l'acquisition d'automatismes de pensée ;

– techniquement, les développements informatiques s'organisent autour d'un cœur très compact qui tout à la fois, assure la robustesse et la cohérence de l'ensemble et autorise une productivité maximale qui a rendu possible l'atteinte des objectifs avec des moyens réduits.

Ces remarques nous conduisent tout naturellement à évoquer la construction technique qui a rendu possible la mise en œuvre d'ISR.

---

[113] Routage : la même information est adressée, sous la même forme physique au(x) destinataire(s) visé(s). Ce rôle de relai peut inclure des fonctions de restauration du signal pour pallier à son affaiblissement et aux distorsions introduites lors de sa transmission.

[114] Passerelle : la même information est transcrite sous une forme physiquement différente : transmission mécanique→signal électrique, ou passage d'un réseau à un autre par exemple.

IX.5 Le cadre outillé

IX.6.1 Formalisation des concepts

Le parti-pris de soumettre systématiquement les développements méthodologiques à l'épreuve des faits a entrainé la nécessité de prototyper et expérimenter. Informatiser l'environnement d'édition et de simulation de modèles ISR s'est imposé comme une nécessité.

Le but de conférer à ISR un caractère *formel* relativement à la méthode MCR a imposé d'articuler organiquement les concepts ISR et les concepts MCR qu'ils déclinent. Mais pour cela, encore fallait-il conférer aux concepts MCR une expression mathématisée effective et non pas seulement logique. De cette nécessité a émergé SR et l'expression informatique de ses prémisses, alors dénommée ISRCore.

Ce que l'on dénommerait aujourd'hui le langage SR a été exprimé en MOF[115], conformément aux préconisations de l'OMG. Sur ce fondement le langage ISR lui-même a été développé (toujours en MOF) comme une *spécialisation* - au sens informatique - de ISRCore. Ainsi a pu être établie une articulation *vivante* entre le langage ISR et les concepts fondateurs dont il se réclame.

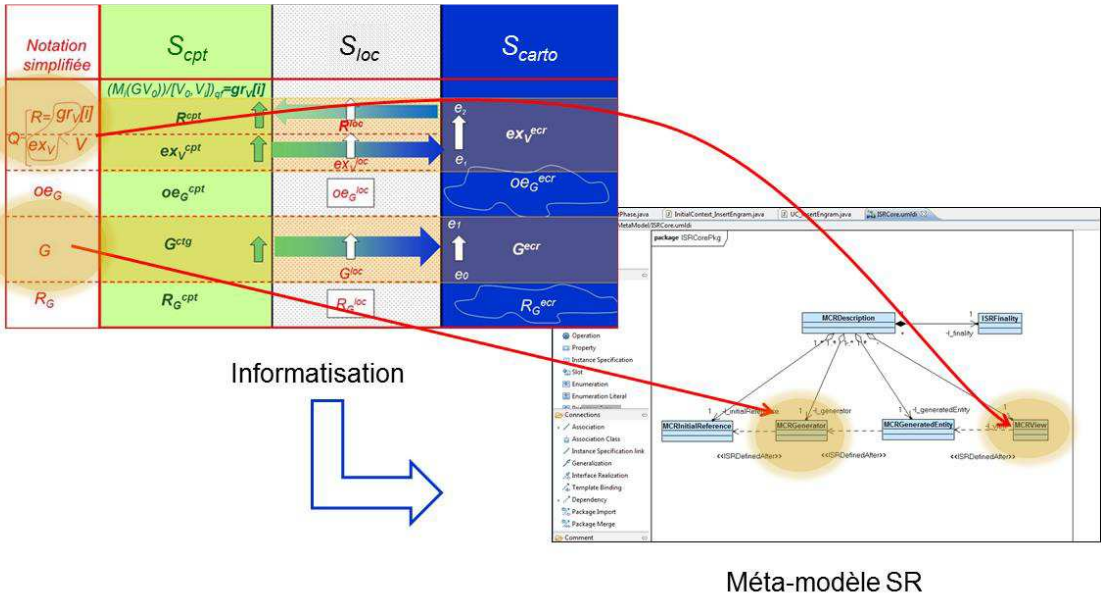

Figure 62 : *Illustration de la transposition du langage formel SR en MOF*

Il ne peut être question de tracer ici les concepts ISR relativement aux concepts SR. On aboutirait à une liste longue et tout à fait incompréhensible sans l'exposé de la construction et

115 MOF : Meta Object Facility – langage de langage, standard géré par l'OMG (Object Management Group), association américaine à but non lucratif créée en 1989 dont l'objectif est de standardiser et promouvoir le modèle objet sous toutes ses formes.(http://www.omg.org/).

la justification détaillée des concepts introduits. Une telle refonte d'ISR sur le fondement de la définition actuelle de SR est conditionnée par la relance des travaux ISR.

Toutefois, bien que 5 ans séparent la fin des travaux ISR de l'exposé de SR, la grande stabilité des paradigmes qui n'ont pratiquement pas évolué permet d'illustrer la relation de spécialisation évoquée au travers de quelques exemples.

Produit

Méta-classe SR : méta description d'une description biopsychique et d'une description technico-scientifique d'une *même entité* physique SR

Définition synthétique à usage des concepteurs : entité constituée par un ensemble d'usages associés à une réalité physique individualisable.

Stéréotype informatique ISR : ISRProduit

Article final

Méta-classe SR : Entité physique persistante

Définition synthétique à usage des concepteurs : entité physique individualisable dont le développement relève d'un projet conduit par une organisation identifiée, interne – un service – ou externe - un équipementier - qui peut comporter des composants non connexes spatialement (ex: groupe de climatisation et ses capteurs) et qui constitue une ressource du point de vue d'un ou plusieurs systèmes.

Stéréotype informatique ISR: ISREndItem

Système

Méta-classe SR : Système

Définition synthétique à usage des concepteurs : un système est la description vérifiable, finalisée par un ou plusieurs usages, d'un périmètre physique fini, qui doit vérifier un ensemble cohérent d'exigences porté par une entité organisationnelle - un groupe de consensus - afin qu'un ou plusieurs services attachés au Produit soient satisfaits. Un système est porteur d'une seule finalité ***explicite***. Il ne possède pas de ressources physiques (articles finals), il les utilise. Un système se ***spécifie*** et se ***conçoit.***
Ex: Verrouillage des portes arrière contribue aux services de sécurité enfant et condamnation du véhicule.

Stéréotype informatique ISR: **ISRSystem**

Analyse Préliminaire

Méta-classe SR : ensemble de Scénarios construits par un groupe de consensus

Définition synthétique à usage des concepteurs : phase exploratoire permettant d'approcher la spécification des services attendus d'un Produit ou du comportement d'un Système physique au moyen de scénarios imaginés, ou de consigner la prise de connaissance séquentielle de telles entités que l'on se donne comme objet d'étude.
Une phase d'analyse préliminaire est en particulier utilisée comme première phase constructive dans la construction de la définition d'un *service* - description biopsychique- ou d'un *système* -description technico scientifique**.**
Stéréotype informatique ISR : **ISRServicePreliminaryAnalysis**
ISRSystemPreliminaryAnalysis

Pas

Méta-classe SR : description locale dans un scénario

Définition synthétique à usage des concepteurs : une étape dans la description d'une entité persistante au travers d'un scénario.

Stéréotype informatique ISR : **ISRStep**

Modèle spécifiant d'usage

Méta-classe SR : méta description d'un ensemble de Scénarios identifiant les dépendances génétiques

Définition synthétique à usage des concepteurs : mise en organisation des scénarios réalisés en phase d'analyse préliminaire afin d'aboutir à la définition d'un service - un modèle spécifiant d'usage particulier - sous la forme d'un ensemble *fini* de stéréotypes de phases de vie.
Ex. usage d'un véhicule du point de vue de l'ACC (Auto Cruise Control), sécurité enfant, etc.

Stéréotype informatique ISR: ISRServiceAnalysis

Phase de vie

Méta-classe SR : Modèle à états finis

Définition synthétique à usage des concepteurs : modèle contextuel de calcul des valeurs d'aspects d'une entité physique relativement à une vue donnée. Le cycle de vie d'une entité *stable* relativement à une vue donnée doit être décrit sous la forme d'un ensemble fini de tels stéréotypes. Une phase de vie est caractérisée par des valeurs d'aspects stables qui font sens par rapport à sa finalité. Ce sont les modifications dans ces valeurs d'aspect qui déterminent le passage d'un stéréotype à un autre.
Une phase de vie peut spécialiser une autre phase de vie, ce qui signifie qu'elle hérite à la fois de la finalité des Exigences et des Propriétés stables de la phase de vie qu'elle spécialise.

Stéréotype informatique ISR : ISRUsageDescription

Etat

Méta-classe SR : Etat

Définition vulgarisée à usage des concepteurs : classe d'équivalence d'entités physiques relativement au point de vue adopté sur l'avenir, tel qu'on le conceptualise.

Méta-classe SR : ISRState

Propriété stable

Méta-classe SR : Qualification

Définition synthétique à usage des concepteurs : aspect dont la valeur constante caractérise une phase de vie d'entité persistante. Par exemple, la phase de vie d'un véhicule « fonction Auto Cruise Control" (ACC) disponible », présentent les propriétés stables suivantes :

- Groupe Moto Propulseur opérationnel
- Molette ACC sélectionné.
- IHM affiche Cruise activé
- IHM affiche le temps inter véhicule.

Stéréotype : ISRStableFeature

Exigence

Méta-classe SR : anticipation

Définition synthétique à usage des concepteurs : spécification d'un but relatif à un 'Etat' d'une entité persistante et à une vue, qui doit être contextuellement évaluée (validée – exigence biopsychiques - ou vérifiée – exigences technico-scientifiques).

La structure d'une exigence ISR comporte :

- des conditions initiales : 'Etat' initial de l'entité physique relativement à la vue considérée ;
- une action : enchaînements d'opérations de génération et d'examen d'un nouvel 'Etat' ;
- une ou plusieurs observables : ensemble de vues aspects compatibles relativement auxquelles le nouvel 'Etat' est qualifié ;
- éventuellement, afin de chaîner les exigences, une ou plusieurs conditions finales : 'Etat' postulé de l'entité à l'issue de l'enchainement des opérations relativement à la vue adoptée - qui peut comporter des aspects incompatibles.

Une exigence relativement à une vue, soit décrit une transformation interne à une Phase de vie - les aspects stables qui la caractérisent restent inchangées -, soit une transition entre deux Phases de vie : phase de vie de départ (ISRSource), et cible (ISRTarget) – les aspects

qui caractérisent la phase de vie source changent de valeurs, ce qui déclenche l'activation d'un nouveau modèle de calcul des valeurs d'aspect.
Ex. "ACC Activation par SET +" déclenche une transition de la phase de vie "Informer ACC" vers la phase de vue "Réguler l'allure".

Stéréotype : ISRRequirement

Exigence de qualité de service

Méta-classe SR : anticipation

Définition synthétique à usage des concepteurs : but relatif à une Exigence qui spécifie un aspect spécifique attendu. Ex : contrainte temps réel, bruit, fiabilité, etc.

Stéréotype : ISRQosRequirement

Contexte

Méta-classe SR : méta-modèle intrinsèque d'une entité physique.

Définition vulgarisée à usage des concepteurs : moyens connus que l'on se donne pour décrire les actions d'un environnement donné sur une entité et les rétroactions de cette dernière sur cet environnement et qui permettent ainsi de conceptualiser ses caractéristiques au travers de la production de valeurs d'aspects contextualisées. Ce concept se substitue à la notion classique d'environnement de l'approche cybernétique.

Stéréotype informatique ISR : ISRContext

Utilisateur

Méta-classe SR : méta-modèle intrinsèque d'une entité physique

Définition synthétique à usage des concepteurs : individu-type dont le comportement est statistiquement connu, composant du Contexte d'une description.

Stéréotype informatique ISR : ISRActor

IX.6.2 Mise en œuvre

La nécessité pratique de proportionner les moyens mis en œuvre aux enjeux, au niveau de maturité des intervenants et aux moyens disponibles, s'est traduite par le développement de trois modalités d'implémentation de la méthode, toutes trois développées à partir du langage ISR :

– modalité élémentaire
  - profil : problématiques maîtrisées, formation rapide des intervenants ;
  - solution : environnement d'aide à la rédaction des documents techniques, constitué par un spécialiste formé en soutien des concepteurs, des guides de rédaction de documents et des procédures de revues.

– modalité intermédiaire
  - profil : souci d'une structuration rigoureuse sans que simulation et tests automatiques soient ressentis comme des nécessités, intervenants non informaticiens mais formés à la méthode.
  - solution : environnement de création de modèles statiques permettant de générer la documentation technique et utilisés comme référence pour vérifier et valider.

– modalité avancée :
  - profil : problématiques à fort enjeu, besoin de jongler dynamiquement entre de multiples points de vue, simulation et tests automatiques appréhendés comme des nécessités, soutien d'informaticiens spécialistes de la méthode.
  - solution : modèles (en plus) générateurs de scénarios, simulables selon un ou plusieurs points de vue, à différents niveaux d'abstraction et selon différents 'environnements possibles', utilisés aussi pour générer des tests « temps réel » et poser les verdicts.

Relativement à la première modalité de déploiement, le langage ISR a joué un rôle documentaire. Relativement aux deux autres modalités de déploiement, le langage ISR a servi de référence à la génération du code source qui implémente concrètement la logique de la méthode au cœur des deux environnements de développements distincts expérimentés.

La situation de départ des différentes expérimentations est similaire. Les concepteurs sont confrontés à des difficultés, à des impossibilités que la plupart jugent tout à fait « naturelles ». Rares sont ceux qu'une réflexion personnelle a conduit à remettre en cause cette « fatalité », somme toute « normale » dans le cadre au sein duquel ils évoluent. De telles remises en cause existent cependant, même si elles restent cachées ou difficiles à formuler au-delà de l'expression récurrente d'un malaise : « cela ne va pas », « où va-t-on ?», « cela ne peut pas durer comme cela », etc. C'est lorsque ce malaise a été porté par des personnes d'un rang hiérarchique suffisant, décidées à agir, qu'il a été possible d'expérimenter. Historiquement ces expérimentations ont abouti à des succès, qui, paradoxalement et sans exception, ont marginalisé ceux qui les avaient portés.

Pour dépasser les réticences initiales et évaluer la faisabilité humaine, l'approche adoptée a toujours été de « faire faire », c'est-à-dire de mettre en œuvre concrètement ISR dans un cadre opérationnel, avant de formuler toute explication à caractère général. Le premier sentiment exprimé a toujours été celui de la difficulté, de l'effort. Mais il est significatif que, face à ce changement radical dans la façon de penser, la curiosité l'ait emporté sur le sentiment de labeur. Passé ce stade, la volonté a émergé de « savoir pourquoi » cela marchait au-delà des problématiques particulières traitées. Cette curiosité intellectuelle a permis de paralléliser la

continuation des expérimentations avec une initiation théorique progressive, de l'appliqué vers le plus général. Alors a émergé un sentiment d'adhésion à la démarche. Il s'est traduit par une participation active au développement de la méthode. Ce changement opéré a conduit les personnes impliquées à remettre ouvertement en cause les pratiques antérieures auxquelles elles étaient soumises. Cette situation a généré de sérieuses difficultés professionnelles. Il est frappant que ceux qui se sont le plus investis n'aient pas pu renoncer à leurs convictions, compromettant leur carrière et leur confort. Une fois le changement de mode de pensée opéré, il ne semble plus possible, psychologiquement, de revenir en arrière.

IX.6.3 Architecture de développement logiciel

Les différentes cas de figure évoqués ont mis en exergue la nécessité de clairement distinguer l'expression formelle d'une méthode, au travers de son langage spécialisé, du développement du ou des environnements opérationnels qui l'implémentent de différentes manières.

La généralité pressentie de ce besoin nous a conduits à concevoir l'architecture de l'Atelier de Génie logiciel (AGL) SR selon le schéma de principe ci-après.

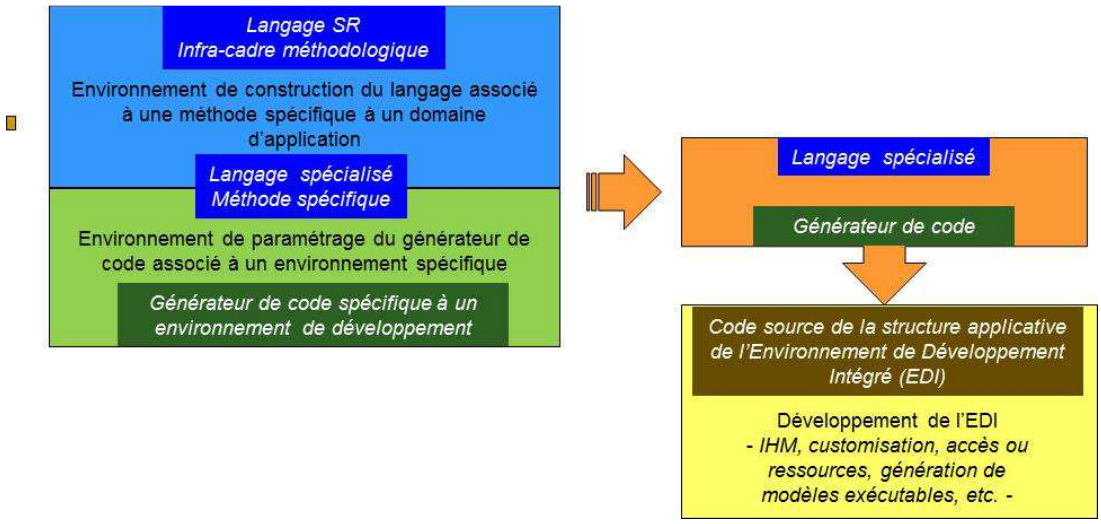

Figure 63 : *Schéma de principe de l'AGL SR*

Quand un nouveau langage est développé, deux possibilités s'offrent : soit développer des outils spécifiques, soit construire un équivalent de ce langage dans un autre langage déjà outillé, à condition que ce langage dispose de possibilité d'extension sémantique.

Tel a été le choix retenu dans le cas d'ISR. La projection du langage ISR sur le langage UML s'est traduite par la création d'un profil UML ISR. Ce profil a permis tout à la fois d'encapsuler le modeleur UML sélectionné (outil Rhapsody d'IBM) et de customiser l'IHM. Ce modeleur s'est vu conférer les rôles tout à la fois d'interface utilisateur (dont les actions sont contrôlées par une application externe) et d'interface vers d'autres outils (Simulink de MathWorks) intégrés dans l'EDI (Environnement de Développement Intégré) ISR. Le schéma de principe ci-avant évoqué s'est ainsi décliné comme illustré ci-après dans le cas d'ISR (architecture 2009).

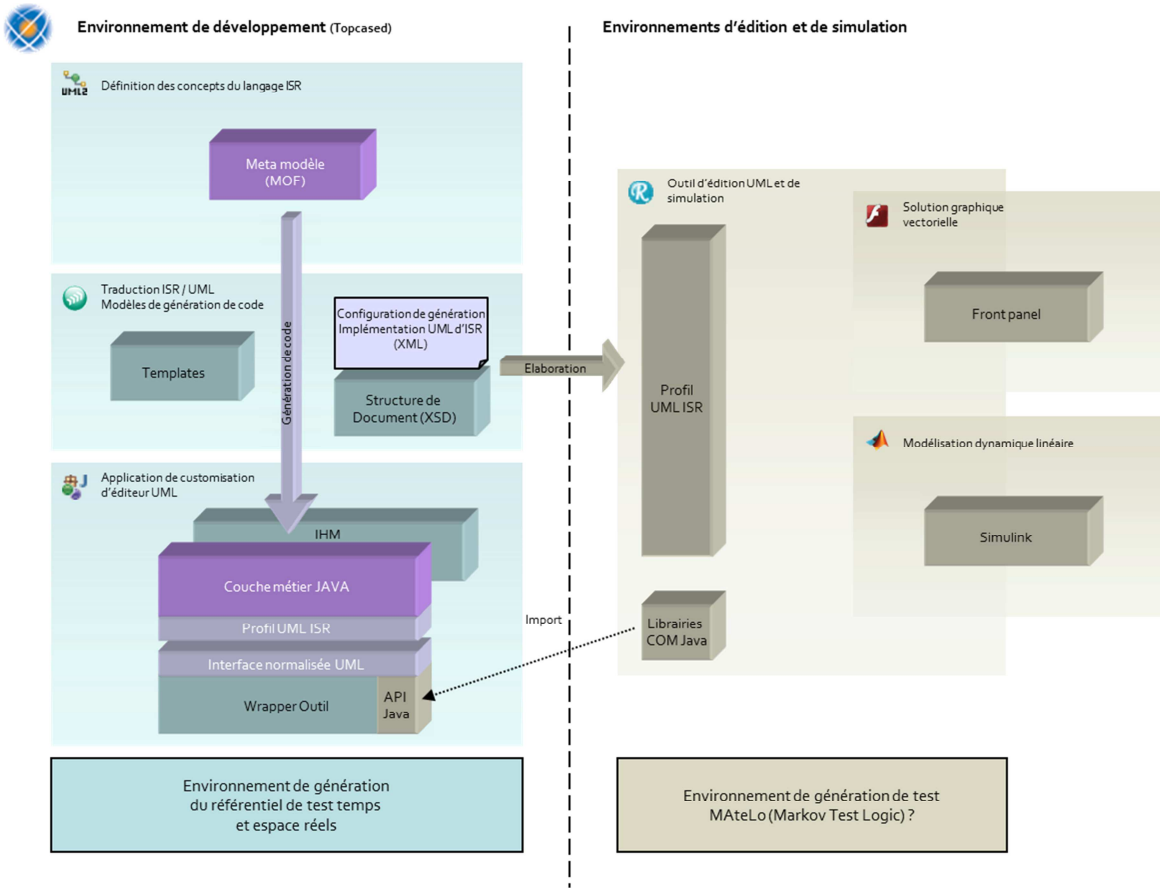

Figure 64 : *Chaîne de développement de l'EDI ISR en 2009*

Dans le cas des développements PLM (Product Life Management) SR, le schéma retenu était tout à fait différent. L'EDI reposant sur une architecture Internet, le langage PLM SR devait servir de référence à la génération du code des routines applicatives exécutées sur le serveur, avec pour vocation le contrôle de l'accès aux données, en lecture et en modification.

Ces deux exemples permettent de pressentir toute la liberté, pourtant rigoureusement encadrée sur le plan méthodologique, qu'autorise l'architecture de principe élaborée, dans le but de cantonner strictement l'impact des exigences et contraintes au domaine relativement auquel ces dernières font sens.

Conclusion générale

Au terme de ce parcours, nous avons atteint le but que nous nous étions donné : concevoir un infra-cadre méthodologique qui confère explicitement aux concepts classiques le statut de produits de conceptualisations relativisées d'un Réel physique non connaissable en lui-même.

Deux paradigmes d'application restreinte, et que tout oppose *a priori*, se retrouvent unifiés dans un cadre de pensée unique : le paradigme classique, cadre de constructions intuitives génératrices d'organisations homomorphes à ce que nous sommes à même de concevoir à partir de nos perceptions biopsychiques, et le paradigme quantique, cadre de constructions algorithmiques inintelligibles, construites à partir de traces recueillies sur des instruments de mesure, intégrées dans un cadre théorique *ad hoc*, et postulées refléter macroscopiquement ce qui se passe à des échelles et de temps et d'espace inconcevables. Cette unification conceptuelle témoigne d'une évolution majeure *:* ***la substitution d'une approche méthodologique systématiquement relativisée,*** *finalisée****,*** *qui fait de tout concept le témoin d'un engagement constructif dans le Réel posé comme substrat* ***- à l'approche ontologique,*** *qui suppose, quant à elle, la possibilité de connaître « en lui-même » le Réel dans lequel nous sommes immergés et donc aussi de délimiter absolument les impacts de notre « être »*. Cette nouvelle approche fait du Réel « en soi » un concept métaphysique. Les modèles tirent désormais leur légitimité des descriptions relativisées qu'ils anticipent avec un niveau de généralité et de précision adapté au but, et non de leur conformité postulée à un substrat non connaissable indépendamment des moyens physico-conceptuels mis en œuvre pour le saisir. Le simple fait de singulariser une entité dans ce substrat est appréhendé comme un témoignage de la tendance naturelle de l'homme à découper, conceptualiser et organiser l'ineffable auquel il est confronté pour satisfaire une finalité agissante.

Le cadre méthodologique proposé n'impose pas un ordre dans les façons de faire, il énonce les conditions qui légitiment intersubjectivement des va-et-vient entre nos vécus et les concepts stables que nous construisons pour nous donner des repères, anticiper, agir. Le premier de ses mérites, et non le moindre, est de clairement distinguer le concept, support des qualifications, de la production des valeurs à partir desquelles on le conceptualise. On invite ainsi les mélanges qui conduisent à des paradoxes sans fin, tel que celui qui, en systémique, distingue les « entrées-sorties » d'un « système » de ses « états internes observables à chaque instant »[116].

Le cadre formel de conceptualisation intersubjective et réfutable du Réel physique que nous nous sommes donnés :

- place la *signification* inhérente à la 'finalité' agissante, consciente ou inconsciente - la *motivation,* au cœur de tout processus efficient de conceptualisation rationnelle et de tout projet ;
- met en exergue la nécessité d'un acquis partagé pour qu'il puisse y avoir intersubjectivité et construction commune ;

[116] Voir la notion de système selon le CESAMES (Centre d'Excellence sur l'Architecture, le Management et l'Economie des Systèmes) : http://www.cesames.net/architecture-des-systemes-2/elements-de-systemiques/elements-de-systemique

- rend formellement explicite que toute conceptualisation de ce qui « est » implique une projection dans l'avenir, une *anticipation* ;
- met en évidence que toute « mise en comparaison » implique des genèses partagées entre les conceptualisations de ce que nous mettons en rapport.

Le concept de continuité physique, l'identification de situations équivalentes qui débouche sur le concept d'Etat, consacrent la prépondérance du *point de vue* adopté dans la genèse intersubjective des structures persistantes *convenues* que nous prêtons au substrat de Réel physique à décrire ou à anticiper. Et il devient manifeste que ce n'est que par *commodité,* face à notre appréhension spontanée du Réel et du cadre théorique élaboré que ces *conventions* émergent.

Le concept de « système », du coup, peut être explicité, débarrassé des faux absolus et des pseudos évidences qui en faisaient un concept ambigu, à dimension variable, si bien que toute entité matérielle devenait « système ». Il se conçoit désormais comme le produit de la conceptualisation de chaines causales relatives au point de vue adopté, construites autour de repères stables dont l'existence, relativement à la façon dont on les connait, transcende la mise en organisation plus ou moins durable qu'un système désigne.

Statistique et probabilité apparaissent désormais comme les produits de regards différents portés sur la genèse d'une même description d'entité physique. L'approche statistique caractérise les séries de valeurs produites par de mêmes enchaînements d'opérations constitutifs de la 'classe génétique' de la description alors que l'approche probabiliste, elle, qualifie la façon de conceptualiser l'existence de l'entité à décrire relativement aux moyens physico-conceptuels mobilisés à cette fin.

L'entropie, réinterprétée dans ce cadre, traduit en termes effectifs et objectivables un jugement de valeur foncièrement *qualitatif* sur la connaissance ainsi constituée : l'existence de « faits saillants ». Formellement, elle caractérise le rapport entre la conceptualisation d'une entité physique sous forme d'un ou plusieurs Etats et la fréquence à laquelle on *postule* de tels Etats « réalisés ».

Dès lors que les systèmes sont conçus comme des mises en organisations d'entités persistantes, non exclusives les unes des autres, la complexité émerge naturellement comme la superposition de telles constructions sur de telles « ressources » partagées. Sa définition intègre les deux dimensions sémantiques liées à ce partage :

- le nombre de points de vue impliqués dans la conceptualisation de l'entité « partagée » ;
- l'entropie associée à chacun des points de vue à partir desquels l'entité physique est conceptualisée.

La formalisation accomplie fait de la complexité un concept de portée générale, mesurable et non plus seulement qualitatif, disponible dans tous les domaines où l'on jugera avantageux de décliner la méthode. Et il fait partie de ses atouts.

Le processus d'unification conceptuelle dont nous venons de survoler l'essence était imposé par l'ordre de constructibilité des concepts. Il n'est pas possible de retrouver dans les conceptualisations classiques, produits de nos perceptions biopsychiques et que nous projetons partout là où se porte notre attention, la forme méthodologique contre-intuitive tout à fait fondamentale des descriptions transférées. Il fallait donc *concevoir* un cadre méthodologique dans lequel les concepts usuels puissent être reconstruits à partir de ce seul point de départ.

La reconstruction formelle des notions usuelles légitime *a posteriori* des intuitions qui ont déjà montré leur pertinence dans deux domaines où des développements opérationnels ont été

expérimentés[117]. L'artefact à but utilitaire y émerge comme le produit explicite de points de vue biopsychiques et technico-scientifiques, radicalement créateurs, portés sur le connu et motivés par des finalités intersubjectives.

Ces applications effectives, qui dépassent une approche purement conceptuelle et épistémologique, créent une situation inhabituelle, car le changement est *radical*, et c'est en *action* que l'on ressent le mieux cette radicalité. Il ne s'agit pas en effet de développements qui s'inscriraient dans l'une des catégories d'innovations préétablies, perçues comme globalement immuables, et selon lesquelles on décline usuellement une discipline. Quoi de plus déroutant qu'une méthode formelle, dont les artefacts prétendent à l'objectivité *technico-scientifique* et qui pourtant fait des entités et des opérations, de l'espace-temps lui-même, des concepts relatifs, dont la construction est subordonnée à des finalités humaines? Les certitudes tombent, la vision rassurante d'un Réel dans lequel il suffirait de lire à livre-ouvert disparait, les partis-pris qui, subrepticement, partout interviennent, sont mis en lumières, les engagements doivent être assumés.

Mais une fois dépassée la surprise, ce changement radical de paradigme, qui engage au plus profond, apparaît non comme un renoncement, mais comme une libération. Car si l'ambition de connaître « absolument » et de « complètement » maîtriser apparaît désormais comme une illusion naïve, l'histoire de la Science n'a plus de point final et seule l'efficacité effective des constructions réalisées face aux buts délimitent les possibles.

---

[117] Des développements conceptuels et outillés (avec E. Campo, Ingénieur) ont été conduits dans le domaine de l'ingénierie système (Ingénierie Système Relativisée : ISR), de la sûreté de fonctionnement (avec V. Brindejonc, physicien et expert SdF) ainsi que dans le domaine de la gestion des connaissances (outil de gestion des cycles de vie des produits « Sonia », conçu par F. Fleuchey, ingénieur).

Bibliographie

Bachelard G. (1934) (1975). *Le nouvel esprit scientifique,* PUF (Paris)

Bachelard G. (1934) *La Formation de l'esprit scientifique,* Alcan (Paris)

Bateson, G. (1972), *Steps to an Ecology of Mind,* The University of Chicago Press

Bertalanffy, L. von (1968) (1973). *Théorie générale des systèmes* Trad: Jean Benoîst Chabrol, Dunod (Paris).

Berthoz, A., Petit, J.-L. (2006). *Phénoménologie et physiologie de l'action,* Odile Jacob (Paris)

Bitbol, M. (1996). *Mécanique Quantique*. *Une introduction philosophique,* Flammarion (Paris)

Fessler, J.-M. (2009). *Cindyniques et santé. Contribution des sciences du danger à la santé,* Economica

Feynman R. (1987) : *Lumière et matière - Une étrange histoire* Paris, Points Sciences (Paris).

Floridi, L. (2005), *Semantic Conceptions of Information.* Standford Encyclopedia of Philosophy (http://plato.stanford.edu/entries/information-semantic/)

Gilbert, D. (2006).*Stumbling on Happines,* Vintage (USA)

Gleick, J. (1987) (1989). *La théorie du chaos,* Flammarion (Paris)

Granger, G.-G (1995). *Le probable, le possible et le virtuel,* Odile Jacob (Paris)

Kandel (). *La mémoire,* Flammarion (Paris)

Kervern,Y., Boulanger P. (2007). *Cindyniques. Concepts et mode d'emploi,* Economica

Korzybski, A. (1933) (1994). *Science and Sanity*, Forest Hills, Institute of General Semantics

Leleu-Merviel, S. (2008), *Objectiver l'humain, volume 1, qualification, quantification,* Lavoisier (Paris)

Leleu-Merviel S. (2008). *Quelques révisions du concept d'information* dans F. Papy (Ed), *Problématiques émergentes dans les sciences de l'information* (pp.25-56), Hermès/Lavoisier (Londres/Paris)

Leleu-Merviel, S. Boulkekbache-Mazouz, H.(dir) (2013) ouvrage collectif *Recherche en design, processus de conception, écriture et représentations,* iSTE éditions (Londres).

Le Moigne J.-L. (1990) (1995). *La Modélisation des systèmes complexes,* Dunod (Paris).

Lévi-Strauss, C. (1962). *La pensée sauvage.* Plon

Mac Lane, S (1945). *Categories for the working mathematician,* Springer (New York)

Ligeron, J.-C. (2006). *Le cercle des Fiabilistes disparus ou critique de la raison fiabiliste,* Préventique (Bordeaux)

Morin, E.(1977). *La méthode. 1. La Nature de la Nature,* Points (Paris)

Mugur-Schächter, M. (2002). *Objectivity and Descriptional Relativities*. Fundation of Science 7, pp73-180

Mugur-Schächter, M. *Quantum Mechanics, versus a Method of Relativized Conceptualization* dans Mugur-Schächter, M.and Van Der Merwe, A (1992). *Quantum Mechanics, Mathematics, Cognition and Action. Proposals for a Formalized Epistemology, pp 109-207.* Kluwer Academic Publishers

Mugur-Schächter, M. (2006). *Sur le Tissage des connaissances*, Hermès Sciences - Lavoisier

Mugur-Schächter, M. (2009). *L'Infra-Mécanique Quantique. Une révolution épistémologique révélée dans les decriptions de microétats,* Dianoïa (Paris)

Mugur-Schächter M. (2013) *Principe d'une Deuxième Mécanique Quantique – Construction des fondements d'une formulation Hilbert-Dirac intelligible.* arXiv:1310.1728, http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1310/1310.1728.pdf

Popper K.R. and Eccles J.C. (1977)*, "The Self and its Brain",* Springer

Odin, F. et Thuderoz, C. (2010). *Des mondes bricolés ?* Presses polytechniques et universitaires romandes

Poincaré, H. (1905) (1970). *La valeur de la science,* Flammarion

Poincaré, H (1902)(1968). *La science et l'hypothèse,* Flammarion

Popper, K. (1935) (2002). *The Logic of Scientific Discovery,* Routledge Classics

Popper K.R. and Eccles J.C.(1977). *"The Self and its Brain",* Springer

Rechtin, E. avec Mark W. Maier (2000). *The Art of Systems Architecting, Second Edition*. CRC Press LLC (Boca Raton, Florida)

Schön, D. (1983) (1991). *The Reflective Practitioner,* Ashgate (USA)

Schrödinger, E.(1967) (1986). *Qu'est-ce que la vie?* Points (Paris)

Schrödinger, E.(1958) (2011). *L'esprit et la matière,* Points (Paris)

Schrödinger, E. (1951) (1992). *Physique quantique et représentation du monde,* Seuil (Paris)

Simon, H. A. (1969), traduction de Le Moigne J-L (1974). *La science des systèmes, science de l'artificiel*, Epi (Paris)

Simondon, G. (1958) (1989). *Du mode d'existence des objets techniques,* Aubier (Paris)

Thom, R (). *Paraboles et Catastrophes,* Flammarion (Paris)

Thom, R (1991) (1993). *Prédire n'est pas expliquer,* Flammarion (Paris)

Thom, R (1977). *Stabilité structurelle et morphogenèse,* InterEditions

Turing, A, Girard, JY (1991,1995). *La machine de Turing,* Points Seuil (Paris)

Verlet L. (1993). *La malle de Newton*, Gallimard (Paris)

Watzlawick P. (1981, 1985). *L'invention de la Réalité – Contributions au Constructivisme,* Points (Paris)

ANNEXE I

Principe cadre et principe d'exclusion mutuelle d'espace-temps

Le principe cadre et le principe d'exclusion mutuelle d'espace-temps ont fondamentalement influencé la conception du cadre formel SR. (voir II.3, p 61). Leur importance est telle qu'il vaut la peine de les rappeler ci-après *in extenso*, tels qu'ils ont été originellement formulés.

Le principe cadre énonce que toute entité n'existe *physiquement*, intersubjectivement, que dans la mesure où nous sommes en mesure de localiser dans l'espace-temps les manifestations que nous lui attribuons. Dans MCR, ces manifestations sont portées par les *vues* au travers desquelles nous conceptualisons des qualifications. Dans SR, ce principe d'existence est étendu aux *opérations* postulées exercées sur cette entité du fait des 'effets' corrélés, que nous appréhendons comme leurs conséquences. Il s'agit là d'un postulat d'existence *indirecte* de l'entité conceptualisée. Cette extension est à l'origine du rôle pivot conféré dans SR à l'espace de représentation des 'actions' localisées, (S_{loc}) dans la dynamique de conceptualisation des entités physiques. A partir des 'actions' localisées conceptualisées sur le fondement d'un acquis, nous *inférons* explicitement l'existence de l'entité physique-à-décrire (dans S_{carto}) tant comme *cible* de nos actions, que comme *source* de nos perceptions (dans S_{cpt}).

Le principe d'exclusion mutuelle d'espace-temps détermine, quant à lui, les conditions qui permettent d'attribuer simultanément à *un unique* exemplaire physique d'entité-à-décrire, telle et telle qualification. Ce principe est fondateur des deux opérations de 'conjonction descriptionnelle' et de 'disjonction descriptionnelle' que nous nous sommes données pour construire l'entier édifice. Ce principe nous sert de critère méthodologique pour déterminer si plusieurs descriptions d'entités physiques peuvent émerger d'un même continuum opératoire. Corrélativement, ce principe nous permet d'identifier les nœuds à partir desquels il est possible de positionner, les unes relativement aux autres, les descriptions *incompatibles* que nous élaborons de *mêmes entités*. Il résulte des conceptualisations rendues méthodologiquement possibles par ces deux mécanismes, des cartographies unifiées des domaines de Réels physiques objet d'étude. Elles aboutissent aux concepts *psycho-physiques* d'entités persistantes, 'd'Etat physique', de stabilité relative et de 'Système physique' que nous avons introduits.

Pr.8. Le principe-cadre.

Soit une entité-objet **physique** oe_G produite par un générateur G d'entité-objet conceptuel-physique. En ces conditions l'entité oe_G existe au sens de *D7*[118] relativement à au moins une

118 Mugur-Schächter, M. (2006). *Sur le Tissage des connaissances*, D7 p70. Hermès Sciences – Lavoisier . Reformulée dans le cadre SR, cette définition revient à poser qu'une certaine façon de qualifier et une certaine entité n'existent relativement l'une à l'autre que dans la mesure où 'l'opération d'examen' de l'entité bijectivement associée à 'l'opération de génération' produit un 'effet' conceptualisé sous la forme d'une valeur d'aspect *gk*.

vue-aspect *Vg* qui est physique (sinon l'assertion d'une nature 'physique' de oe_G serait dépourvue de tout contenu). Concernant l'entité-objet considérée, je pose le principe suivant dénommé le principe-cadre et dénoté *PC*.

(a) Le fait que l'entité-objet physique oe_G existe au sens de *D7* face à la vue-aspect physique *Vg*, entraîne qu'elle existe également au sens de *D7* face à au moins une vue $V=Vg \cup V(ET)$ formée par l'association de *Vg* avec une vue convenable d'espace-temps *V(ET)* (elle ne peut pas exister face à toute telle association, ne serait-ce que parce que les valeurs *gk* de l'aspect *g* peuvent apparaître ou disparaître relativement à une vue *V(ET)* lorsqu'on varie les unités de mesure d'espace et de temps que cette vue comporte). Mais l'entité-objet oe_G est **non**-existente au sens de *D7* face à **toute** vue d'espace-temps qui agit **isolée** de **toute** vue-aspect *Vg* physique où $g \neq ET$: les vues d'espace-temps sont des vues-**cadre** qui, seules, sont aveugles, elles ne peuvent 'voir' **rien**, elles ne peuvent que 'localiser' ce qu'on perçoit concernant oe_G en termes de valeurs *gk* de quelque aspect $g \neq ET$.

(b) Ce qu'on appelle espace-temps 'physique' – contrairement à cette appellation – ne peut **pas** être regardé comme étant une 'entité-objet physique'. En effet les conditions du point (a) ne s'appliquent **pas** au désigné usuel de l'appellation espace-temps 'physique' : ce désigné – considéré seul – est non-existant au sens de *D7* relativement à **toute** vue-aspect physique *Vg* où $g \neq ET$, et il est également non-existant au sens de *D7* relativement à toute association $Vg \cup V(ET)$ d'une telle vue avec une vue *V(ET)* d'espace-temps. En ce sens le désigné usuel de l'expression 'espace-temps physique' n'est que le **locus** – **nécessairement présent** – où, à toute qualification d'une entité-objet oe_G physique (événement, objet ou aspect) via une vue-aspect *Vg* physique où $g \neq ET$, l'on peut associer des spécifications d'espace-temps (celles-ci peuvent notamment être définies par des nombres, à l'aide d'un référentiel d'espace-temps approprié).

Commentaire de Pr.8.

Le principe-cadre *PC* adopte, transpose en termes MCR et spécifie, la conception de Kant selon laquelle l'homme est incapable de concevoir des entités physiques (objets, événements, aspects) en dehors de ce qu'on appelle l'espace et le temps, qui s'introduisent en tant que des **formes** a priori de l'intuition où se logent spontanément et irrépressiblement toutes les représentations perceptives ou intellectuelles d'entités physiques. *PC* isole et accentue certaines implications particulières de cette conception kantienne qui, me semble-t-il, sont restées faiblement notées par les physiciens. A savoir, que tout homme mur et normal, dès qu'il perçoit une apparence phénoménale qu'il relie à une entité physique oe_G, ou même dès qu'il imagine seulement une telle apparence, ipso facto – de par la nature de son fonctionnement-conscience – introduit plus ou moins explicitement : **(1)** Une vue-cadre d'espace-temps *V(ET)*. Dans la vie courante c'est le corps de l'observateur-concepteur qui tend d'habitude à fournir l'origine, les unités (vagues et fluctuantes) et des directions (variables) pour les axes de cette vue-cadre. Mais dans les approches techniques, ces référenciations non-explicites, vagues et instables, sont supplantées par des coordonnées stables d'espace-temps fournies par des référentiels dont la structure est choisie librement mais d'une façon explicite et précisée, et qui sont exprimées en

langage mathématique. **(2)** Au moins une vue-aspect *Vg* où *g* est un aspect physique différent et de *E* et de *T*, relativement auquel l'entité-objet oe_G, qu'elle soit perçue ou imaginée, existe au sens de *D7*, et dont le fonctionnement-conscience combine les valeurs *gk* avec les valeurs-cadre *Er* et *Tt* introduites par de la vue-cadre *V(ET)* qui intervient, en formant ainsi des triades relativisées *gk-Er-Tt* (si *V(ET)* est un référentiel d'espace-temps (cartésien, courbe, riemannien, etc.) *Er-T* sont les coordonnées d'espace-temps définies pour *gk* par ce référentiel).

Dans *Pr.8* la nécessité de la présence d'au moins un aspect physique distinct des aspects d'espace et de temps, est un mode d'exprimer la présence de la matière qui remplit l'espace-temps et d'affirmer qu'un esprit humain, lorsqu'il perçoit un 'phénomène physique', le relie toujours à cette matière, jamais au seul espace-temps lui-même. Que par conséquent via une vue-cadre d'espace-temps seule, dans la stricte absence de tout autre sorte d'aspect physique (couleur, texture, n'importe) l'homme ne peut ni percevoir ni même imaginer une entité physique. Il est tout simplement incapable de l'extraire du fond de, exclusivement, les **potentialités** de qualifications-cadre d'espace-temps comportées par l'espace-temps qui, de par elles-mêmes, agissent comme seulement un réseau de référence superposé aux formes vides vers lesquelles pointent les termes usuels d'espace 'physique' et de temps 'physique', qui créent **confusion**. Car ce réseau de référence ne peut être activé que par les valeurs *gk* d'un aspect *g* physique qui est différent de *E* et différent de *T* et qui qualifient une entité-objet physique oe_G différente de la vue-cadre *V(ET)* engendrée indépendamment par quelque opération de génération *G*.

Ferdinand Gonseth a dit : « la logique est la physique de l'objet quelconque ». On pourrait peut-être dire aussi : « l'espace-temps est le champ lié aux qualifications physiques quelconques d'entités-objet physiques quelconques » (cependant que le champ gravitationnel est lié exclusivement à la qualification de masse, le champ électromagnétique est lié exclusivement à la qualification de charge électrique, etc.).

L'idée que le désigné de l'expression 'l'espace-temps physique' ne peut pas être traité comme une entité-objet physique, est peut-être évidente pour nombre de physiciens. Pourtant on constate couramment des glissements, du moins dans le langage, notamment lorsqu'on affirme que ce qu'on appelle espace-temps **'posséderait'** telle ou telle métrique, de par une nature sémantique propre, indépendante de toute qualification physique d'entités-objets physiques.

C9. Convention.

Afin de prendre en compte explicitement le principe-cadre *PC* j'introduis la convention suivante : toute vue d'examen d'entités-objet physiques contiendra une vue d'espace-temps *V(ET)* et un ou plusieurs aspects physiques *Vg* où $g \neq E$, $g \neq T$.

Pr.10. Le principe d'exclusion mutuelle d'espace-temps.

Soit une entité-objet physique oe_G correspondante au sens de *D4*[119] à un générateur *G*. Soit *V=Vg1∪Vg2∪V(ET)* une vue physique relativement à laquelle oe_G existe au sens de *D7* et qui comporte deux vues-aspects physiques distinctes *Vg1* et *Vg2* ainsi qu'une vue d'espace-temps *V(ET)* (conformément à *C9*). Le principe d'exclusion mutuelle d'espace-temps pose ce qui suit. **(a)** Tout examen comporté par V – systématiquement – change l'entité-objet oe_G, même si ce n'est qu'à un degré qui, dans tel ou tel contexte, peut être négligé : l'état d'une entité-objet physique n'est jamais une donnée rigoureusement stable face à un acte physique de qualification (en informatique on dirait que c'est toujours une donnée 'consommable'). **(b)** Si les examens *Vg1* et *Vg2* couvrent des domaines d'espace-temps distincts lorsqu'ils sont accomplis séparément sur deux exemplaires différents de oe_G cependant que le référentiel d'espace-temps et l'origine d'espace-temps des deux processus sont les mêmes – ce qui veut dire que les deux examens changent différemment l'état de oe_G – alors il n'est pas possible de réaliser ces deux examens simultanément sur **un** seul **exemplaire** de l'entité-objet oe_G, produit par **une** seule réalisation de l'opération de génération *G*. **(c)** Si le type d'impossibilité spécifié plus haut se manifeste alors on dira que les deux aspects distincts *Vg1* et *Vg2* sont mutuellement incompatibles. Dans le cas contraire on dira que *Vg1* et *Vg2* sont mutuellement compatibles[120], même si la règle de **codage** du résultat observable d'un *g1*-examen est **différente** de celle du résultat d'un g2-examen.

Commentaire de *Pr.10*.

Le principe de complémentarité de la mécanique quantique peut être regardé comme une illustration de *Pr.10* pour le cas particulier d'un microétat. Mais ici, sur le plan général où se constitue MCR, le principe quantique de complémentarité réapparaît sous une forme qui met en évidence d'une manière construite le fait que la complémentarité au sens de la mécanique quantique ne possède qu'une signification **individuelle** : deux évolutions de mesure distinctes Mes(*X1*) et Mes(*X2*) de deux grandeurs quantiques incompatibles *X1* et *X2*, peuvent très bien être accomplies simultanément sur deux exemplaires **distincts** d'un microétat-entité-objet donné. Et cela fournit des informations utiles qui en outre sont mutuellement compatibles. Mais cela place déjà sur le niveau **statistique** et là ce qu'on appelle complémentarité **ne se manifeste plus**. Ce qui effectivement **est** impossible est seulement la réalisation simultanée de deux mesures quantiques mutuellement 'incompatibles' sur *un* et *même exemplaire* du microétat étudié.

> Le concept d'incompatibilité de deux vues-aspect physiques n'est défini **que** relativement à **UN** exemplaire **donné** d'une entité-objet physique : *l'incompatibilité n'est pas intrinsèque à ces vues-aspect elles-mêmes.*

---

119 D4 :

120 Il est peut-être possible de déduire la formulation Pr.10 d'autres exclusions d'espace-temps plus fondamentales.

ANNEXE II

Historique des réalisations

Contexte

Les travaux et applications ci-après évoqués ont été réalisés depuis 1998 à l'initiative de H. Boulouet, concepteur de SR (systémique relativisée) et de ISR (ingénierie systèmes relativisée), d'abord dans le domaine aéronautique et militaire, puis dans le domaine automobile au sein de PSA depuis 2005. Une équipe informelle de recherche et développement s'est progressivement constituée entre 2002 et 2006. Elle est constituée de V. Brindejonc - docteur en Physique Théorique, expert en sûreté de fonctionnement, E. Campo - ingénieur Système Electroniques et Informatique Industrielle, F. Fleuchey - Ingénieur Système Mécatronique), B. Massy (Ingénieur qualité en conception mécatronique). Depuis 2010, les circonstances ont imposé l'arrêt des développements appliqués.

Domaines d'application

Deux domaines ont été historiquement adressés par les travaux évoqués ci-après : l'intelligence des données et l'ingénierie des systèmes physiques. Autant dans le premier domaine, le concept de point de vue relativisé fait partie des acquis et il n'existe pas de doute quant à la qualité d'artefact des entités décrites - des bases de données, etc.-, autant dans le second domaine, le concept d'entité physique évoque irrésistiblement l'existence en soi d'une certaine structure du Réel physique.

Les travaux relatifs au premier domaine ont ainsi été développés indépendamment des travaux du CeSEF[121], présidé par M. Mugur-Schächter, mais c'est la prise de connaissance, en 1998, des avancées qui devaient aboutir à MCR, qui a été déterminante dans la transposition des façons de faire expérimentées avec succès dans le premier domaine à l'ingénierie des système physiques. Cette transposition a d'abord été réalisée par analogie jusqu'en 2008, puis s'est inscrite dans une démarche formelle.

121) CeSEF : Centre pour la Synthèse d'une Epistémologie Formalisée, présidé par M. Mugur-Schächter : http://www.mugur-schachter.net/cesef/indexcesef.html

L'intelligence des données : historiquement (période : 1998-2005), les premières réalisations sont intervenues au sein d'Aerospatiale (aujourd'hui EADS) dans le domaine du Soutien Logistique Intégré de systèmes d'armes, où l'enjeu était de mettre en compatibilité des points de vue très différents sur les données de conception et d'analyse du soutien afin de générer une documentation électronique conforme aux différentes normes (OTAN, allemandes, françaises) et aux différents profils d'utilisateurs, le tout en garantissant la cohérence de l'ensemble relativement aux configurations physiques.

Cet axe de recherche et développement s'est prolongé jusqu'en 2010, au travers de l'intégration dans SR des travaux relatifs à la gestion des connaissances, poursuivis individuellement par F. Fleuchey jusqu'en 2008, et appliqués au Product Life Management dans le domaine des contrôles moteurs au sein de PSA.

L'ingénierie des systèmes physiques : les applications ont été développées à partir de juillet 2005 jusqu'à fin 2010 dans l'industrie automobile, au sein de PSA suite au recrutement de H. Boulouet, à l'initiative de M ; Yann Rogard, du service Electronique Habitacle, qui confronté à des difficultés majeures dans la maîtrise de la conception mécatronique, a eu recours pour ce faire à une société de recrutement spécialisée.

Ces développements ont été réalisé jusqu'en 2008 dans le domaine de systèmes mécatroniques habitacle, conçus sur la base de calculateurs partagés (ouvrants, rétrovision, sièges « intelligents »), puis, jusqu'en 2010, dans le domaine des usages du véhicule relatifs aux assistances à la conduite. Ces applications ont nécessité le développement d'un Atelier de Génie Logiciel, afin de générer le code des versions successives de l'environnement d'édition et de simulation des modèles, à partir du langage défini pour implémenter les définitions formelles de la méthode.

Communications liées aux travaux

- Approches innovantes pour la maîtrise des systèmes complexes. H. Boulouet, V. Brindejonc. (Journée IMdR du 6 Octobre 2009).
- Une approche des Signaux faibles. H. Boulouet, V. Brindejonc. Lambda Mu 16, Avignon (Octobre 2008).
- Analyse de risques dans la cadre d'une ingénierie Système Relativisée, H. Boulouet, M. Mugur-Schächter, V. Brindejonc. Lambda Mu 16, Avignon. (Octobre 2008).
- Integrated Logistic Support Collaborative Platform for equipment developpers, A. Azarian, H. Boulouet, V. Brindejonc. ICE2004 (Séville 2004).
- Plate-forme collaborative de soutien logistique intégré adapté aux PME, A. Azarian, H. Boulouet, V. Brindejonc, L. Bouquin. ICSSEA 2003, (Paris 2003).

Réalisations dans le domaine de l'intelligence des données

Au sein d'Aerospatiale (maintenant EADS)

Point de départ : Aerospatiale- (avec J-Y. Lambert) : face au constat de l'échec de l'analyse fonctionnelle à maîtriser la complexité des points de vue (1995: Rafale, système

Apache, Base Editoriale Structurée - projet BEST), introduction de points de vue relativisés pour générer les ensembles de données consultables et contrôler les modes de consultation.

– 1996-1997 : première réalisation au sein du Système d'Information du Matériel de l'Armée de Terre (SIMAT) : environnement SGML d'édition de notices techniques relatives au soutien logistique (maintenance, ravitaillement).

– 1998 : système d'Arme ROLAND - Tourelle hydraulique, documentation électronique (SGML) logistique, générée à partir des données de soutien et des nomenclatures de définition. (Félicitations du représentant du Ministère de la Défense).

– 1998-1999 : documentation technique électronique de la tête de manutention TM65 du missile balistique M51. Développement d'un environnement d'édition des procédures de maintenance, développement d'un environnement de génération de la documentation électronique de soutien (maintenance, approvisionnement, description fonctionnelle) à partie de base de données de soutien, réalisations des applications de consultation avec, pour la première fois, l'introduction de processus de consultation semi-directifs, au travers de graphiques intelligents (Computer Graphic Metafile).

Poursuite des travaux en tant que salarié de la société Cisi (CS) suite à démission d'Aerospatiale, au travers de la réalisation de la proposition technique relative au système de soutien logistique du missile balistique M51, généralisant la solution technique validée sur la TM65. Appel d'offres remporté par Cisi sur cette base, mais pas de participation à la réalisation des travaux.

<u>Au sein de la société Ligeron :</u>

– 2003 : GROWTH Project No GRD1-2000-25102CASH: Collaborative working within the Aeronautical supply chain. Conception et réalisation d'une plate-forme collaborative dédiée aux équipementiers aéronautiques, fédérés autour de projets (avec V. Brindejonc), modélisation et prototypage sous plate-forme OPDX d'Oracle. Conduite à bonne fin d'un projet en situation d'échec, ayant consommé sans résultat 75% du budget imparti et 2/3 des délais, dans le respect de ces contraintes.

<u>Au sein de PSA</u> (F. Fleuchey)

– 2005-2010 : prototypage d'un environnement de gestion du cycle de vie et d'officialisation de données de conception et du référentiel métier. Mise en œuvre opérationnelle du prototype au sein du département en charge de la conception des contrôles moteurs. Adoption à partir de 2008 du méta-modèle SR, comme infra-cadre. (avec H. Boulouet).

– 400 utilisateurs opérationnels à l'heure actuelle recensés en dépit de la non officialisation de l'outil par PSA et de l'arrêt des travaux imposé en 2010.

Réalisations dans le domaine de l'ingénierie des systèmes physiques

2006-2010 (avec E. Campo, G. Hou) : conception d'un Atelier de Génie Logiciel sur plate-forme open source (Topcased) permettant de générer le cœur des différentes versions d'environnements d'édition et de simulation adaptés au processus métier des concepteurs et fondés sur l'encapsulation et la customisation du modeleur UML Rhapsody d'IBM.

2006-2008 (avec E. Campo) : spécification et conception d'un ensemble de systèmes mécatroniques utilisant des ressources partagées (calculateurs), appréhendées indépendamment par chacun des différents points de vue impliqués.

Elaboration, sous contrôle de la méthode, de modèles de spécification et de conception simulables de systèmes et d'organes, conçus comme référentiel pour les tests de ***vérification***. Gestion de niveaux d'abstraction relativement aux descriptions transférées, première expérience de génération documentaire. Premiers pas dans l'intégration méthodologique de la de la Sûreté de Fonctionnement dans les modèles (avec V. Brindejonc)

Elaboration des règles de rédaction pour l'implémentation non outillée de la méthode (B. Massy de la Chesneraye).

- *Lève-vitres* : gestion des priorités conducteur/passager, anti-pincement, modes dégradés, protocoles de communication, etc.
- *Sécurité enfant* : contrôle des conditions d'ouverture des portes et des lève-vitres.
- *Rétrovision* : automatisation des rabattements et des réglages miroir, gestion des priorités relativement aux commandes utilisateur. Confirmation sur table d'intégration d'erreurs de conception décelées par modélisation.
- *Projet VETESS* : destiné à valider la méthode sur banc de tests. Pré-étude de faisabilité, labellisation par le Pôle de compétitivité « Véhicule du futur », obtention d'une subvention de 1 million d'euros. Retrait du projet de PSA ne permettant pas sa réalisation.

2007-2010 : modèles simulables, conçus comme référence pour les tests de ***validation***, élaborés sur le fondement du concept SR de description transférées bio-psychiques, avec différents niveaux d'abstraction permettant de mettre en œuvre des concepts tels que l'habituation, le conditionnement actif et passif.

- *Easy move* : modèle d'usage de la prestation frein électrique. Confirmation sur véhicule des erreurs de conception décelées lors de la modélisation (Avec G. Hou).
- *Assises* : modèle d'usage du confort habitacle automatisé, personnalisé par profil utilisateur : positions de conduites, position de confort, accès aux places arrière sur dé-condamnation du véhicule, etc. (avec E. Campo et G. Hou).
- *Auto Cruise Control* : régulation de vitesse avec prise en compte des obstacles. Génération documentaire à partir des modèles, rendue possible par la formalisation du concept de phase de vie relativisée et d'exigence (avec E. Campo, G. Hou, N. Gollentz, V. Brindejonc pour la sûreté de fonctionnement).
- *Ebauche du projet VSYSFOR* : reprise des buts de VETESS dans un nouveau contexte. Arrêt du projet suite à réorganisation au sein de PSA et l'adoption d'orientations méthodologiques antinomiques avec ISR.

RESUME :
La notion de ‘système’ est omni présente dans nos conceptualisations du Réel et dans l’élaboration de nos projets. L’incapacité de lui conférer pourtant une définition généralement et scientifiquement acceptable questionne les traits les plus profonds de la conceptualisation classique, ceux qui fondent les langages courants, les grammaires et la logique classique. Ces traits sont rigidement liés à la croyance que ce que nous connaissons est ce qui existe ‘vraiment’, tel que nous le connaissons. Or cette croyance est démentie par la microphysique où il apparaît que nous engendrons nos connaissances de fond en comble, aussi bien les ‘entités’ que nous examinons, que les qualifications de celles-ci. La Méthode de Conceptualisation Relativisée (MCR) de M. Mugur-Schächter établit que ces processus d’engendrement sont soumis à des relativisations dont l’explicitation précise les significations et permet de maîtriser les finalités. Il est frappant de percevoir à quel point MCR dissout les ambiguïtés intrinsèques à la notion de système. Mais cette mise au clair implique au préalable la mise en évidence des relativisations qui agissent dans la genèse conceptuelle-factuelle des notions fondamentales de persistance, de continuité, d’état et de causalité. Elle entraine la redéfinition relativisée des concepts de loi de probabilité, d’entropie et de complexité. Le résultat est dénommé Systémique Relativisée (SR). Il possède le caractère d’un infra-cadre méthodologique au développement de méthodes technico-scientifiques spécifiquement adéquates à des domaines d’application particuliers, telle l’Ingénierie Système Relativisée, appliquée à la conception d’artefacts à buts utilitaires.

Mots-clés : SR, systémique relativisée, ingénierie système, MCR, Méthode de Conceptualisation Relativisée, constructivisme, système, état physique, probabilités, entropie, complexité.

ABSTRACT :
The idea of ‘system’ is pervasive in our descriptions and in our projects. The impossibility to come up with a generally and scientifically valid definition of this idea touches the most profound features of the classical conceptualization, those that underlie the current languages, the grammars and the classical logic. These features are rigidly tied with the belief that what we know is what ‘really’ exists, such as we know it. But this belief is refuted by microphysics, where it appears that that we create our knowledge entirely, as much the ‘entities’ that we examine as the qualifications of these entities. The Method of Relativized Conceptualisation of M. Mugur-Schächter establishes that the processes of creation of knowledge are subjected to relativizations, and that making them explicit clarifies the involved significances and permit to dominate the finalities. It is surprising to perceive to what a point the relativizations required by the method winds up the ambiguities commonly tied up to the idea of system. But such a clarification requires first to bring into light the relativizations acting in the conceptual-factual genesis of such basic concepts as persistence, continuity, state or causality. It brings about the relativized redefinitions of the concepts of law of probability, of entropy and of complexity. The global result is called Relativised Systemic (RS). It possesses the character of a methodological infra-frame for the design of technical-scientific constructivist methods, specifically appropriate for particular domains of application, such as the Relativised System Engineering method (RSE), dedicated to the design of utilitarian artefacts.

Keywords: RS, Relativized Systemic, System Engineering, MRC, Method of Relativized Conceptualization, constructivism, system, physical state, probability, entropy, complexity