

Res-Systemica

Revue Française de Systémique Fondée par Evelyne Andreewsky

Volume 17, automne 2017

Robert Vallée, pionnier français de la cybernétique

Res-Systemica, volume 17, article 06

Le paradigme du transfert inverse

Robert Vallée

Actes du 1e Congrès Européen de Systémique Lausanne, p. 277-282, octobre 1989.

6 pages



LE PARADIGME DU TRANSFERT INVERSE

THE PARADIGM OF INVERSE TRANSFER

Robert Vallée

RÉSUMÉ -

Le "paradigme du transfert inverse" est fondé sur des résultats mathématiques concernant, dans le cas d'une application d'un ensemble de départ sur un ensemble d'arrivée, le transfert des structures, de l'ensemble d'arrivée vers l'ensemble de départ, par l'intermédiaire de l'application image réciproque.

Le principe à la base de ce "paradigme" a été énoncé pour la première fois par Motchane (1958) puis exprimé dans le formalisme des "opérateurs d'observation" (Vallée 51) et le cadre des systèmes dynamiques généraux par Vallée (73). Il exprime mathématiquement le transfert subjectif des structures, inhérentes à l'observateur, vers le "réel" observé. On le retrouve, par la suite, chez divers auteurs en particulier Rosen (78). Des perspectives d'application épistémologiques sont présentées.

Mots clés :

"opérateur d'observation", image réciproque, transfert inverse, subjectivité cognitive, subjectivité pragmatique, classe d'équivalence héréditaire, causal.

ABSTRACT -

The "paradigm of inverse transfer" is based upon mathematical results concerning, when we have a mapping of a first set upon a second set, the transfer of structures, from the second set to the first set, through the reciprocal image mapping.

The principle a the root of this "paradigm" has been enunciated for the first time by Motchane (1958) then expressed with the formalism of "observation operators" (Vallée 51) in the frame of general dynamical systems by Vallée (73). It expresses mathematically the subjective transfer of structures, concerning the observator, to the "real world" observed. It can be found, later on, in the works of certain authors particularly Rosen (78). Prospects of epistemological applications are presented.

Keywords:

"observation operator", reciprocal image, inverse transfer, cognitive subjectivity, pragmatic subjectivity, equivalence class, hereditary, causal.

Université Paris-Nord, 2, rue de Vouillé, F-75015 Paris, France

1. LES PROPRIETES DE L'APPLICATION IMAGE RECIPROQUE

A la base de ce que nous appelons "paradigme du transfert inverse" se trouvent des propriétés mathématiques que nous allons rappeler. Considérons une application f d'un ensemble de départ E dans un ensemble d'arrivée G, ou encore, pour ne pas faire intervenir d'éléments inutiles, une application f d'un ensemble de départ E sur son image f(E) = F ou ensemble d'arrivée. Si f est bijective (étant déjà surjective, puisque f(E) = F, il suffit qu'elle soit injective) il existe, par définition, une application inverse notée (f), qui applique F sur E : à tout élément x de E correspond un élément $\dot{y} = f(x)$ de F, puisque f est une fonction définie sur E, et, à tout élément y de F correspond un élément $(f)^{-1}(y) = x$ de E. Si par contre f n'est pas bijective (étant surjective cela signifie qu'elle n'est pas injective), l'application inverse (f) n'existe pas mais il existe une application, notée f-1, qui applique F dans l'ensemble des parties de E, elle est appelée application image réciproque : deux éléments distincts x et x' de E peuvent avoir par f la même image y = f(x) = f(x') et, par définition, f(y) est l'ensemble des éléments de E dont l'image par f est y. Naturellement, dans le cas où f est bijective les applications (f) et f existent simultanément et sont identifiables l'une à l'autre. L'ensemble f (y) constitue, dans E, une classe d'équivalence, celle des éléments ayant même image par f. L'ensemble de ces classes définit une partition de E que l'on appelle quotient de E par la relation d'équivalence \sim que l'on vient de définir ; ce quotient est noté \mathbb{E}/\sim .

Supposons maintenant que F soit muni d'une topologie, définie classiquement par l'ensemble de ses ouverts. Il est facile de voir que, ces ouverts satisfaisant les axiomes que l'on sait (F et Ø ouverts, toute réunion finie d'ouverts est un ouvert, tout réunion quelconque d'ouverts est un ouvert et, éventuellement, si deux éléments sont distincts il existe deux ouverts disjoints les contenant), il en est demême de leurs images par f-1. Les images réciproques des ouverts de F définissent donc une topologie sur E, dite topologie induite par f.1. On peut encore dire qu'il y a transfert inverse de la structure topologique de F sur E. Remarquons que si l'on dote E de cette topologie induite, alors l'application f, de E sur F, devient une application continue (car, par construction, l'image réciproque de tout ouvert de F est un ouvert de E). Lorsque la topologie de F est définie par une métrique, donc par une distance, on s'aperçoit que, par transfert inverse, c'est seulement un écart qui est défini sur E (l'écart entre deux éléments distincts de la même classe d'équivalence est nul) et cet écart engendre la topologie induite par f .Il y a donc eu affaiblissement de la structure au cours du transfert. Par contre si c'est un simple écart qui est défini sur F, c'est encore un écart qui apparaît sur E.

Si F est muni d'une <u>relation binaire</u> R, l'ensemble E se trouve doté, par <u>transfert inverse</u>, d'une relation binaire S. Si y = f(x) et y' = f(x') sont dans la relation R, nous disons, par définition, que x et x' sont dans la relation S

$$x S x' \iff f(x) R f(x').$$

Ainsi, par transfert inverse, une relation d'ordre (donc réflexive, antisymétrique, transitive) donne une relation de préordre (donc seulement réflexive, transitive), il y a eu là affaiblissement par suite du transfert. Par contre une relation de préordre sur E induit une relation de préordre aussi sur F et, de ce fait, f devient une application monotone. Par transfert inverse une relation d'équivalence (donc réflexive, symétrique, transitive) donne une relation d'équivalence (incorporant la relation v), une relation de tolérance c'est à dire de ressemblance (réflexive et symétrique), donne aussi une relation de tolérance.

Si F est muni d'une mesure m (c'est ce qui se produit, en particulier, si F est doté d'une loi de probabilité), c'est une mesure n qui est induite, par par transfert inverse de F sur E, en posant

$$n(A) = m(f(A))$$

pour toute partie A de E dont l'image f(A) est une partie mesurable de F.

L'application f devient alors, par définition, une application mesurable.

On trouvera tous les points précédents explicités, dans un contexte légérement différent, dans (Vallée 73, 74, 77, 87). On peut dire, de façon générale que si F est muni d'une structure, il y a transfert inverse de celle-ci, de F sur E, par l'application image réciproque f⁻¹, éventuellement avec affaiblissement. On peut en donner un autre exemple de nature algébrique. Si F est doté d'une loi de composition & , celle-ci induit, par transfert inverse, une loi de composition & définie, de la façon suivante , dans E

$$x_1 \otimes x_2 = x_3 \iff f(x_1) \otimes f(x_2) = f(x_3)$$

mais il y a affaiblissement en ce sens que, si x' est différent de x mais appartient à la même classe d'équivalence par \sim $^1(f(x'_1) = f(x_1))$, on a

$$x_1 \otimes x_2 = x'_1 \oplus x_2.$$

2. LE PARADIGME DU TRANSFERT INVERSE

C'est dans un texte intitulé "Structures formelles du monde réel" (Motchane 58) que se trouve présenté le principe de base du "paradigme du transfert inverse". Dans la conception de Léon Motchane l'"univers" Ü est envisagé comme un ensemble abstrait dénué de structure. Les éléments de cet ensemble U sont les phénomènes que nous connaissons seulement à travers les images qu'en donnent, dans un ensemble K, des applications f: ainsi l'élément u de U est connu par l'image f(u) appartenant à l'ensemble K, lequel joue un peu le rôle d'"écran enregistreur". Une relation entre éléments de U nous est donc connue seulement par la relation entre leurs images dans K et c'est finalement la structure connue de K qui est transmise, par l'intermédiaire de l'application image réciproque f¹, à U lui-même.Il s'agit là d'un "principe" épistémologique s'appuyant sur des considérations mathématiques.

L'inspiration platonicienne de Léon Motchane est évidente dans la mesure

L'inspiration platonicienne de Léon Motchane est évidente dans la mesure où, dans la métaphore de la <u>caverne</u>, ce sont les propriétés des ombres qui se peignent sur le fond de celle-ci qui sont abusivement attribuées, par les hommes enchaînés, et cela par une sorte de transfert inverse, aux objets cachés à leur vue qui passent devant le feu éclairant. Les verres colorés de Kant, la carte de Korzybski seraient aussi à évoquer ici.

Nous avons essayé pour notre part de faire la synthèse du "principe" de Motchane et du concept, que nous avions introduit antérieurement, d'"opérateur d'observation" (Vallée 51), dans le cadre de systèmes dynamiques très généraux, pour aboutir à ce que nous proposons sous le nom de "paradigme du transfert inverse". Dans notre conception l'"univers" de Motchane devient un ensemble de champs physiques, tensoriels par exemple, définis sur l'espacetemps, une application f devient un "opérateur d'observation" qui donne de chacun de ces champs une image en respectant le principe dit de causalité (intervention, en tout point du champ image, des seuls éléments contenus dans la partie antérieure du cône de lumière ayant ce point pour sommet). Ce formalisme est propice à des considérations <u>algébriques</u> (Vallée 55) mettant en vedette des "opérateurs d'observation" particuliers: "limitateurs de champ spatio-temporel" ou "filtres de fréquences spatio-temporelles" qui sont des projecteurs et que l'on peut rapprocher des "découpeurs" et "regards" (Mugur-Schächter 85). Dans le cas simplifié où le champ à observer se déploie seulement dans le temps, l'"opérateur d'observation" agit seulement sur le passé et le présent du champ, c'est un opérateur héréditaire au sens de Volterra. On trouvera l'exposé initial de cet essai de synthèse dans (Vallée 73, 74) où les transferts inverses sont interprétés en terme de subjectivité épistémologique (cognitive) du système observateur. Dans le cadre des systèmes dynamiques c'est observation conjointe, par l'"opérateur d'observation, de l'évolution du système et de son environnement (évolution qui, dans les cas les plus généraux, peut être décrite par des champs spatio-temporels) qui sert de base aux décisions prises par le système par l'intermédiaire d'un opérateur de décision dont l'idée originelle (sous la forme d'une fonction agissant sur le simple présent des résultats d'observation) se trouve chez (Perez 59) et (Radner 61). On est conduit alors à des transferts inverses

interprétables en terme de <u>subjectivité pragmatique</u> du système observateur et décideur (Vallée 74).

Rosen considère, dans son étude des observables d'un système, des applications de l'ensemble des états possibles de celui-ci dans l'ensemble des réels. Il s'agit là d'applications agissant, pour chaque état, seulement sur sa valeur présente, ces applications sont donc des "opérateurs d'observation" de type particulier (action instantanée). Remarquons que cette limitation est justifiée seulement dans le cas où l'état du système n'implique pas l'évolution même de cet état sur tout un intervalle, éventuellement infini, comme c'est le cas dans les systèmes héréditaires. Cette étude lui permet (Rosen 78) de retrouver, dans le cadre que l'on vient de préciser, plusieurs des résultats antérieurement obtenus et présentés plus haut (Vallée 51, 73,74), en particulier ceux concernant les ensembles quotients et le transfert inverse de topologie. Le concept d'"opérateur d'observation", dans le cas particulier des matrices non régulières, réapparaît implicitement (Rosen 88) sous l'angle de la "dégénérescence dynamique". Il est aussi mis en oeuvre, incidemment, dans le cadre matriciel, pour l'étude de l'observation de probabilités (Jumarie 85).On le retrouve aussi (Richardson et Louie, 83), sous le forme particulière d'opérateurs de projection, dans une perspective de représentation des phénomènes.

3. PERSPECTIVES

Dans le "paradigme du transfert inverse", tel que nous venons de le présenter, c'est un ensemble de possibles qui se voit attribuer des structures dont l'origine se trouve dans les particularités propres au dispositif observateur ou même au dispositif observateur et décideur. Selon les formulations cet ensemble de possibles peut être un ensemble de phénomènes, de champs évolutifs, de chroniques de l'état d'un système. Mais la simple prise de connaissance d'un champ évolutif, par exemple, à travers un "opérateur d'observation", réalise, par la simple substitution du signifiant (le champ tel qu'il est observé) au signifié (le champ soumis à l'observation), le transfert au signifié de propriétés qui appartiennent au dispositif observationnel seul. Si la chaîne observationnelle est complétée par la chaîne décisionnelle à laquelle nous avons fait allusion plus haut, les effets résultant de la "clôture épistémo-praxéologique" du système sur lui-même et son environnement (Vallée 86) viennent renforcer encore l'influence, propre au système, sur ce qu'il observe, mais il ne s'agit plus là de transfert inverse.

Il est possible d'élargir la signification du "paradigme du transfert inverse". Dans les tests "projectifs", conçus par les psychologues, il y a projection inverse de structures propres au sujet sur un objet amorphe ou sans structure qui s'impose de façon évidente. Nous avons aussi tendance à attribuer aux autres, par un cheminement souvent inconscient, des particularités qui nous sont personnelles. Ce peut être, dans le meilleur des cas, une hypothèse de départ ou de travail. Dans un autre domaine c'est l'"ordre neurologique" qui est projeté sur l'environnement (Vandervert 88).

Il y a d'autres formes de "parti-pris", même dans le domaine de la mathématisation. Un modélisateur peut vouloir représenter un "système", qui se présente à lui, par des équations différentielles alors qu'il pourrait songer, par exemple, à des équations de récurrence. Il est évident que ce choix n'est pas sans influence sur la façon dont le système va être vu et sur les propriétés qui vont lui être attribuées (Vallée 84). Il serait néanmoins difficile de soutenir que des propriétés propres au système ne vont pas subsister et coexister, par une sorte de métissage, avec celles qui lui sont attribuées par une opération inverse allant de l'aval vers l'amont. Le système soumis à modélisation n'est pas totalement pirandellien, il n'est pas complétement "comme tu me veux" mais il l'est en partie.

Décider que l'espace physique est euclidien et le temps isomorphe à l'ensemble des réels est un point de départ qui n'est pas sans intérêt et qui a rendu de grands services. Il conduit, entre autres, à devoir meubler cet espace euclidien de masses et à postuler une loi d'attraction, fruits du

parti-pris initial. Choisir, par contre, que l'espace-temps est riemannien permet, jusqu'à un certain point, de faire l'économie d'une loi d'attraction et des masses en introduisant un principe de géodésiques. Le choix de la structure finale retentit, par une action inverse, sur les propriés tème considéré.S'il peut rendre des services, il peut aussi créer des difficultés artificielles. L'intervention, jugée nécessaire, en microphysique, d'un espace et d'un temps issus du monde macroscopique, ne risque-t-elle pas, par un processus inverse, de doter le monde microphysique de propriétés qui ne proviennent pas exclusivement de lui? Il y a là quelque chose qui fait penser à l'anthropomorphisme, attitude qui illustre, de façon éclatante, le transfert inverse sur tout l'univers de structures purement humaines.

REFERENCES	
(Jumarie 85)	G. Jumarie: On the use of invariance properties in observation theory. Application to fuzziness and information; Cybernetica, 28, 3, 1985, pp. 175-203.
(Motchane 58)	L. Motchane: Structures formelles du monde réel, in "La méthode dans les sciences modernes", F. Le Lionnais (Prés. par), Editions Science et Industrie (Paris), 1958, pp. 105-110.
(Mugur-Schächter 85)	M. Mugur-Schächter: The general relativity of descriptions; Analyse de Systèmes, 11,4, 1985.
(Perez 59)	A. Perez: Sur la théorie de l'information et la discernabilité dans les problèmes de décision statistique, in "Transactions of the second Prague conference on information theory", 1959, (Prague), 1960.
(Radner 61)	R. Radner: The evaluation of information in organizations, in "Proceedings of the fourth Berkeley symposium on mathematical statistics and probability", University of California (Berkeley), 1961, vol.1, pp. 491-530
(Richardson et Louie 83)	I.W. Richardson, A.H. Louie: Projections as representations of phenomena; Journal of Theoretical Biology, 102, 1983, pp. 199-223.
(Rosen 78)	R. Rosen: Fundamentals of measurement and representation of natural systems; North Holland (Amsterdam), 1978.
(Rosen 88)	R. Rosen: System closure and dynamical degeneracy; Mathematical Computing and Modelling, 10, 8, 1988, pp. 555-561.
(Vallée 51)	R. Vallée: Sur deux classes d'"opérateurs d'observation; Comptes Rendus de l'Académie des Sciences (Paris), 233,1951, pp.1350-1351.
(Vallée 55)	R. Vallée: Un point de vue algébrique en théorie macroscopique de l'observation; Comptes Rendus de l'Académie des Sciences (Paris), 241, 1955, pp. 179-180.
(Vallée 73)	R. Vallée: Sur la formalisation mathématique en théorie de l'observation, in "Actes du 7ème congrès international de cybernétique", 1973, Association Internationale de Cybernétique (Namur), 1974.
(Vallée 74)	R. Vallée: Observation, decision and structures transfers in systems theory, Second european meeting on cybernetics and systems research, 1974, in "Progress in cybernetics and systems research."

"Progress in cybernetics and systems research", R. Trappl (Ed.), Hemisphere Publishing Corporation (Washington), 1975, vol.1, pp.15-20.

R. Vallée: Observation and subjectivity, IFAC (Vallée 77) Workshop, 1977, in "Information and Systems", Pergamon (Oxford), 1978, pp.109-112.

> R. Vallée : Perception de la complexité : subjectivité et limitation des capacités cognitives, Colloque "Autour de l'oeuvre de H. Simon, le paradigme STI" 1984, in "Sciences de l'intelligence, sciences de l'artificiel". A.Demailly et J.-L. Le Moigne (prés. par), Presses Universitaires de Lyon, 1986, pp. 199-203.

R. Vallée : Subjectivité et systèmes, "Perspectives Systémiques", 1986, in "Perspectives Systémiques", B. Paulré (prés. par), L'Interdisciplinaire (Lyon), 1989.

R. Vallée; An algebra of general "observation operators", "7th International Congress of Cybernetics and Systems", 1987, in "Cybernetics and systems: present and future", Thales Publications (Lytham St. Annes, G.B.), 1987, vol. 1, pp. 460-A64.

L. R. Vandervert: Systems thinking and a proposal for a neurological positivism; Systems Research, 5, 4, 1988, pp. 313-321.

(Vallée 84)

(Vallée **8**6)

(Vallée 87)

(Vandervert 88)