

# AFSCET

## Res-Systemica

Revue Française de Systémique  
Fondée par Evelyne Andreewsky

Volume 16, printemps 2017

La représentation face à l'explosion des données

Res-Systemica, volume 16, article 03

L'Opérateur d'observation de Robert Vallée

Eric Beaussart

contribution reçue le 24 mai 2017

11 pages



Creative Commons

# L'Opérateur d'observation de Robert Vallée.

D'après « Cognition et Système »,  
L'Interdisciplinaire, 1995.  
Andé 2017 E. B.

## Éléments :

Dans « Cognition et Système, Essai d'Épistémologie – praxéologie, dès l'introduction des Concepts fondamentaux page 16 - 17, après l'idée de *Frontière*, Monsieur Vallée souligne l'importance de la finesse de l'observation, du *niveau de résolution* qu'elle introduit, ...  
Bref de l'« *Opérateur d'observation* », introduit dès 1951.

Processus d'observation, Observateurs, Systèmes de référence, *Niveaux d'organisation* et *Hierarchies entre niveaux*, Relativité et Échelle, Local vs Global, et Téléonomie sont aussitôt après abordés comme en dépendant.

Plus loin, il cite R. E. Kálmán pour la *Gouvernabilité* qui dépend de l'*Observabilité*.

Entre *Commande* et *Maîtrise*, il faut un *Diagnostic* !

Je ne suis pas trop d'accord avec l'idée que les Caractères des Systèmes dépendent des Observateurs, car ils n'attendent pas toujours leur Présence pour exister et se manifester.

Mais les *Signes utilisables* dépendent en effet autant de l'Observateur que du Système.

Dans tout le Processus, les *Critères* seront ceux de l'Observateur, compte tenu de ses Biais !

L'Observateur, comme tout système, est en *Capacités limitées*, tant en *Chaînes observationnelles* qu'en *Chaînes décisionnelles* et Chaînes opératoires d'*Effectuation*.

## Transfert Inverse :

Les Opérateurs Somme ou Différence (+ ou -), Produit ou Quotient ( $\times$  ou  $\div$ ), voire Exponentielle ou Logarithmes, etc., sont souvent utilisés pour décrire des « Fonctions de Transfert », par exemple lors d'un Processus de Production.

Ici, comme quand, éclairées, les Entités de notre Environnement réfléchissent et Projettent vers nous une Image, par Transfert Direct ;  
quand nous voulons décrire Notre Regard, Notre Examen, Notre Perception, en ce qu'elle comporte de Biais dus à nos Limites, nous parlerons de Transfert Inverse.

Le Processus de transfert inverse, par les Opérateurs d'Observation et de Décision peut donner une « *Subjectivité du Système* ».

La *Boucle de Rétroaction* fondamentale se double d'une *Boucle Épistémo-praxéologique*.

Tout, dans la Perception et donc la Représentation interne qui conditionne l'Analyse, l'Estimation des Écarts entre Consignes et Situations, dépend de la Chaîne Observationnelle.  
La *Chaîne Pragmatique* elle-même l'inclut.

Le *Territoire Épistémologique* est quelque portion d'un Espace Physique accessible à l'observation.

Même en auto-observation, en auto-référence, tout n'est pas accessible, et en tout cas jamais immédiatement.

D'où la nécessité de « Chroniques de Systèmes ».

## Opérations ...

L'Opérateur d'Observation  $O$ ,  $\mathcal{O}$  ou  $\mathcal{O}$  ou  $\mathcal{O}$  fait correspondre à chaque Couple  $\xi$  de chroniques à observer Un Couple  $\eta$  de Chronique Résultats de Perceptions, d'Observation.

En un « *Paradigme fonctionnel* » :  $\xi \rightarrow \mathcal{O}(\xi) = \eta$ .

Et, par un "léger abus de notation", :  $\eta t = (\xi t)$ .

Nous passerons sur les Expressions en Champs Matriciels, Convolutions, Tenseurs, ...,

pour dire deux grands Types d'Opérateurs :

Soit  $E$ ,  $\mathcal{E}$   $\mathcal{E}$   $\mathcal{E}$  décrivant des Limitations de Champs, de Cadrages dans l'Espace et le Temps ;

Soit  $F$ ,  $\mathcal{F}$   $\mathcal{F}$   $\mathcal{F}$  impliquant Diffractions et/ou Rémanences, Atténuations, **Mémoires**.

Mais il faut l'Opérateur de Composition de Volterra pour les avoir tous.

Ces Opérateurs peuvent être combinés en Produits algébriques, comme des Montages « Série vs Parallèle » !.

Et ils mènent à des « *Impédances observationnelles* », donc des « *Impédances épistémologiques* », notées  $W$ ,  $\mathcal{W}$  ou  $\mathcal{W}$ ,  $\mathcal{W}$ .

Éléments propres en Points Fixes, Valeurs et fonctions propres, ... voire Déformations.

« Le formalisme des opérateurs d'observation permet d'aborder assez simplement le problème d'indiscernabilité »

On peut écrire :  $\mathcal{O}(\xi) = \eta$  ;  $\mathcal{O}^{-1}(\eta) = \xi'$  ; même s'il y a dégénérescence. Et poser une Relation d'équivalence :  $\xi \sim \xi' \Leftrightarrow \xi^*$ .

Il peut y avoir même une *Perte de Dimensionnalité*.

$\mathcal{O}_a$  est aussi un Projecteur au sens de la Géométrie Projective.

Considérant les Pouvoirs de Résolution globaux de deux Opérateurs  $\mathcal{O}_1$ ,  $\mathcal{O}_2$ , (voire plus !) ; on peut évaluer l'amélioration de l'Acuité de Perception.

Mais surtout, on obtient un effet de « *Relief épistémologique* » tel que l'on doit considérer une « *Théorie conversationnelle* » (Paski1975), et une « *Théorie dialogique* » (Braten1988), pour assurer

## la Convergence entre les deux Opérateurs !

Dans la Réalité Physique, les Opérateurs ne peuvent pas être parfaitement Inversibles.

Tout Processus Observationnel doit même être décrit par :

$$\xi \rightarrow \alpha (\mathcal{O}_{a_0} \dots \mathcal{O}_{a_n} (\xi) + \beta) = \eta.$$

Avec  $\alpha$  et  $\beta$  des « Bruits ».

Et, “comme” (de même que), la Dérivée de  $ax^2 + bx + c$  est  $ex+d$ , l’Intégration est certes une opération “Inverse” de la Dérivation, mais « à une Constante près » seulement.

L’approche de ces Bruits incertains bénéficie de l’introduction des Ensembles Flous de Legentilhomme et Zadeh (Zadeh 1965).

## Le « Paradigme : Transfert Inverse ».

Le rôle de l’Application « Image réciproque » a été mis en évidence par Léon Mochane (Mochane 1958) dans un cadre statique, (aussi, en Classification chez J.-P. Auray et G. Duru) ; et ce « Transfert Inverse de Structures » a été intégré à un Domaine épistémologique dynamique par (Robert Vallée) [Vallée 1974, Vallée 1989].

Mais, par exemple, si  $\mathcal{R}$  est une Relation d’Ordre entre  $\xi_1$  et  $\xi_2$ , ce ne sera plus pour la Relation  $\mathcal{S}$  entre les Images  $\xi'_1$  et  $\xi'_2$  qu’une relation de Pré-ordre !

Il peut néanmoins y avoir quelque « Métrique naturelle », par :  $d(\eta_1, \eta_2) = (\int_{t_0}^{t_1} (\eta_1(t) - \eta_2(t))^2 dt)^{1/2}$ .

La « Mesure » peut être aussi une Densité de Probabilité.

Même les Transferts de Topologies en *Subjectivités* peuvent comporter des Classes d’équivalence, des *Tolérances*.

Ces considérations d’Images plus ou moins Distordues et/ou Affaiblies entraînent celle du Mythe de la Caverne de Platon, que nous ne développerons pas ici.

Mais les conséquences sur les Procédures actuelles en Psychologie, comme l’effort qu’il faut encore faire en Sciences Physiques pour converger entre « Points de vues », restent énormes.

Même en Mathématisation, il y a des « Parti-pris épistémologiques » souvent forts et inconscients, comme des Systèmes d’Équations Différentielles Continues, alors que nos

Ordinateurs ne connaissent que les Équations de Récurrence avec des Différences finies !

Nous sommes tellement « dressés » au « ZFC » par Bourbaki que nous ignorons généralement les « NBG » et les « ABH » comme Axiomatiques !

Les Transferts Inverses de Structures supposées simples et connues sur des complexes mal connues sont légion, et depuis longtemps l'Exégèse, l'Herméneutique et la Philologie, en avait averti !

Même les plus sérieuses Études actuelles peuvent être piégées quand leurs Outils, pourtant de qualité, font recouvrir des Graphes en Dimension « n » par des Arbres !

Sans oublier Extrapolations et Interpolations hasardeuses !

C'est toujours possible, ce qui fait que l'on s'aperçoit rarement de la perte d'Information sur la Structure !

Certes, quand c'est « concret » comme un Dé, c'est évident, mais quand c'est un Espace Phases – États, une Abstraction, une Trajectoire peut être en Boucle, voire en Nœud, sans que nul ne s'en aperçoive !

### Le Cycle de Carnot en est un exemple Paradigmatique !

L'Épistémologie Mathématique exposée dans « Cognition et Système », mais développée depuis 1973 – 1976, permet même de « Relativiser » le « Principe d'Optimisation », comme déjà chez Herbert Simon (Simon 1969) et ensuite Harvey Leibenstein (Leibenstein 1985).

Un « Système Héritaire », où la Dynamique peut se représenter par Matrices et Tenseurs permet des études fines des Couplages entre les Capteurs d'une Entité.

Comme avec tous les “Bons Élèves”, (et Dieu sait qu'il le fut), et pour ne pas dépayser les autres (Robert Vallée avait une grande délicatesse), ce sera donc par les Systèmes d'Équations Différentielles, et même Linéaires, que nous continuerons.

Le Vecteur  $V(t)$  ci-après doit être considéré comme l'Influence qu'exerce à un instant « t » le Monde Extérieur E sur un Système S, ou plutôt de ce que Perçoit S de son Environnement.

$$V(t) = B_0(t) U_i(t) + B_I(t) U_j(t) + \dots + B_K(t) U^{(K)}(t) = \sum_{k=0}^K B_k(t) U^{(k)}(t).$$

Avec  $B_k(t)$  comme « *Facteur matriciel d'Attention* ».

Ici, nous pouvons avoir :  $V(t) = \sum_{k=0}^K \int_{t=0}^{t_n} W_k(t, \tau) U^{(k)}(\tau) dt$ .  
 Voire  $V(t) = \int_{t=0}^{t_n} \beta \delta(t - a - \tau) U^{(\tau)} d\tau$ .

Avec «  $a$  » un Délai,  $\beta$  un Scalaire de Projection,  $\delta$  une Impulsion Unité de Dirac.

## Mémorisation

Une Matrice Résolvante  $\phi(t - a - \tau)$  devra tendre vers une Matrice  $O(T)$ .

D'autre part nous pouvons avoir :

$$X(t) = \int_{t=0}^{t_n} \phi(t, \tau) V(\tau) d\tau.$$

Un Passage de  $X$  en  $V$  se faisant par un Opérateur d'Observation spécial, un « *Opérateur de Mémorisation* ».

Un Facteur d'Oubli, inversement, peut aussi être envisagé !

Comme le Coefficient de Mémoire en Économie chez Allais (Allais 1965).

Le Noyau  $\phi(t, \tau)$  est même défini par  $A(t)$ .

Et, souvent, nous pouvons prendre :

$$\phi(t, \tau) = \exp\left(-\int_{t=0}^{t_n} A(s) ds\right).$$

(Voir aussi les filtres de Kalman. NDR).

Pour la Perception du Temps, objectif en  $t_n - t_0$ , ou subjectif en durée  $\theta(t) - \theta(t_0)$ , on prendra en général :

$$\theta(t) = \int_{t=0}^{t_n} \exp\left(-\int_{t=0}^{t_n} a(s) ds\right) v(\tau) d\tau.$$

On a  $v(\tau)$  comme le « Poids » de l'Instant «  $t$  » lui-même.

Et, dans  $v(t) = b(t) u(t)$ , nous avons même un  $b_1(t)$  qui donne un *Temps Subjectif perçu* et un  $b_2(t)$  qui donne un *Temps Propre appréhendé* !

Le Temps est alors une « Succession d'Instants de Conscience » !

Nous ne détaillerons pas les développements sur Conscience et Vigilance. Mais la « surveillance automatique » devait en être avertie !

Juste pour dire que, en cas de « Temps Logistique Réciproque », il y a de belle « Transcendantales » au sens Mathématique !

Le Temps modélisé ainsi peut aussi être rapproché des jeux de communication, par exemple chez Mandelbrot en 1952.

Pour la Perception de l'État d'un Système Dynamique :  
 $dX(t) / dt = A(t) X(t) + B(t) U(t)$ , puis :  
 $Y(t) = \int_{t=0}^t C(t, \tau) X(t-\tau) d + D(t) U(t)$ .

Ce qui est une Composition de Volterra.

Robert Vallée en vient vite à des considérations passionnantes de Physique, y compris sur l'Entropie, voire de Physique Quantique !

## Revenons à la Chaîne Décisionnelle.

Tous les éléments, les Composants, qui constituent les *Systèmes Cybernétiques*, des Capteurs, Senseurs et Détecteurs qui jalonnent la *Chaîne Observationnelle*, aux Actuateurs, Effecteurs, organes d'effection, qui constituent l'aboutissement de la *Chaîne Décisionnelle* doivent être représentés dans la *Boucle Épistémopraxéologique*.

L'Opérateur d'Observation  $\mathcal{O}$  fait correspondre à la Fonction  $\xi$  qui décrit l'évolution conjointe du Système et de son Environnement ;  
nonobstant les difficultés à se Percevoir Opérant, Observant, et encore plus en évaluant les Biais Propre de l'Observant ;  
Par « Approximations successives », comme l'ont fait les Physiciens dans leur efforts multi - millénaires si décriés aujourd'hui, pour éliminer l'« Équation personnelle du Scientifique » ;

Fait correspondre, disions nous, la Fonction :  $\eta = \mathcal{O}(\xi)$  qui décrit l'évolution des Perceptions du Système.

Pour chaque instant le Système connaît au moins une partie de  $\eta(t)$ , et pourra appliquer un *Opérateur de Décision*  $\mathcal{D}$ , d'où :  
 $\eta \rightarrow \mathcal{D}(\eta) = \zeta(t)$ .

Cet Opérateur de Décision est chez d'autres Auteurs appelé  
Procédure de Décision, Fonction de Décision, ... ;

Mais nous insisterons sur le caractère Héréditaire et Causal de  
 $\mathcal{D}$ .

$\xi \rightarrow \mathcal{O}(\xi) \Rightarrow \eta \rightarrow \mathcal{D}(\eta) = \zeta$  ; et, par conséquent :

$\xi \rightarrow (\mathcal{O}(\xi)) = \mathcal{D} \mathcal{O}(\zeta)$  ; avec :  $\xi \rightarrow \mathcal{P}(\zeta) = .$

Pour la Chaîne Pragmatique entière.

Nous désignons donc par  $\mathcal{P} = \mathcal{D} \mathcal{O}$  l'Opérateur Pragmatique.

Ce pour les « Cas purs », ceux qui sont toujours utilisés « en  
première approximation » dans tout Modèle de Chaîne de  
Régulation !

Ce n'est que ensuite que l'on peut faire des Hypothèses sur les Bruits  
Parasites et les « Silences Blancs » éventuels !

Mais les Propriétés de l'Opérateur  $\mathcal{P}$  doit refléter donc ensuite  
les *Limitations des Capacités Pragmatiques* du Système.  
Comme pour l'*Indiscrimination pragmatique* de Stafford Beer, nous  
avons une *Indiscernabilité Pragmatique*.

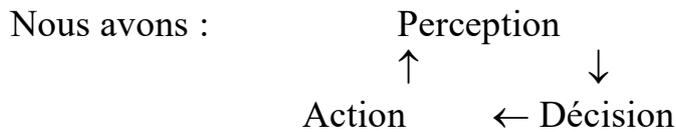
Système, Environnement, et « Boucle épistémo-  
praxéologique ».

La Fonction de Décision donne Consigne, Commande.  
On peut séparer les éventuelles Actions des Systèmes sur eux-mêmes  
de leurs éventuelles influences par Actions sur l'Environnement.

Avec  $X_0$  comme l'état initial du Système,  $X_0$ , bref  $X^*$  puis  
 $X(t)$  et  $U$  de même, on a :

As  $(\mathcal{P}(X,U), X,U,X^*) = X$ .

## Bouclage :



Les Délais de Propagation, les Temps de Latence, font que ces « Références Circulaires », ces Boucles de Rétroaction, résolvent, comme l'a montré Paulré (Paulré 1986), les éventuels Paradoxes.

*Le Territoire praxéologique* de toute Entité est fini !

Chaque Entité, du Système à étudier à l'Environnement, a ses Comportement Propres, même si nous ne savons pas tout de leurs Lois de Comportement, au moins dans tel Territoire épistémologique nous devons leur supposer une certaine Uniformité, Continuité, Lissage.

Par des Chroniques que nous pouvons établir, et en Multipliant les Balisages et les Senseurs, nous pouvons avoir une certaine « *Clôture Opérationnelle* » selon Varela et Maturana.

Un tel Comportement Propre est une « Succession d'États de quasi équilibre, quasiment stables, du Système », à lui Accessibles.

Nous passerons vite sur les Processus Récurents du type :  
 $X_n = (X_0, X_1, \dots, X_k, k+1, \dots)$ .  
Et sur pas mal d'autres considérations de Mathématiques Appliquées.  
Pour ceux que ça intéressera, nous pourrons rediscuter de « Cognition et Système », ainsi que de ma note sur « Poincaré » !

Disons juste, ce n'est pas un hasard, que Robert Vallée donne un équivalent des Systèmes Ago-antagonistes de Élie Bernard-Weil, comme des Modèles de Multivibrateurs Numériques, donc Discrets.

Pour les Électroniciens, ce seront par exemple des Oscillateurs « RLC » couplés par des bascules d'Eccles – Jordan ;  
pour les Biologistes, par exemple, des Couples d'Hormones excitatrices / inhibitrices de sécrétions, voire d'autres Hormones ;  
pour des Écologistes des Chaînes Proies – Prédateurs, ...,  
bref, tout ce que l'on voudra Modéliser comme « Circuits » !

## Heinz von Förster et Jean Piaget

Heinz von Förster en 1976 a utilisé de façon originale les travaux de Jean Piaget (entre 1937 et 1975).

Soit Obs un Couple d'Observables ; ObsO relatif aux Objets et ObsS relatif aux Actions du Sujet.

Puis  $obs_n = (obs_nS, obs_nO)$ .

Avec le Couple COORD des « Coordinations » : CoordS entre les Actions du Sujet (Observations, Décisions, Actions proprement dites ...), et CoordO concernant les Objets (Aspects, Comportement, etc.). Et, bien entendu, entre Sujets et Objets s'il faut considérer plusieurs de chaque.

La Relation :  $obs_{n+1} = Coord_n(obs_n, obs_o)$ .

Sous réserve de Convergence, (voir Poincaré, NDR), permet de passer de  $obs_n$  à  $obs_{n+1}$ .

Par récurrence « à l'infini », «  $obs_o$  » disparaît, et il ne reste que les « Valeurs Propres » du Système, les « Eigenvalue ».

En fait, on peut se demander comment ces plus justement nommés « Éléments Propres » sont liés à une :

« valeur propre »  $\lambda$  telle que  $AX = \lambda X$  pour tout A et tout X, ce qui peut être aussi en Vectoriel, voire Matriciel ou Tensoriel.

## Épistémo-praxéologie

Le Système Environnemental inclut un Milieu et des Sous-systèmes, le tout Co-évoluant à différents Rythmes, avec tantôt des Découplages, tantôt des Accrochages de Phases.

Sans « Méta-niveau », seule des « Chroniques » permettent d'approcher Asymptotiquement des « Fonctions Propres », des « Valeurs Propres », et, parfois, à des « Conditions initiales », là aussi « Asymptotiques » en général.

Ces Transferts et Transferts Inverses, « bruités », sont donc marqués de Subjectivités épistémologiques et pragmatiques, de Subjectivités praxéologiques en un mot.

En « Observation – Action », nous aurons une « Cognition épistémo-praxéologique ».

L'« Enaction » – promulgation de K. Weick nous rejoint, comme les Modèles de F. Varela.

De Kant à Louis Couffignal, en passant par Bergson, il y a eu quelques Philosophes à doubler l'Épistémologie d'une Praxéologie.

Mais l'aspect formel, même surtout qualitatif, de la Relation entre les deux semble leur avoir échappé.

## En conclusion :

Cette épistémo-praxéologie, en conclusion de l'ouvrage, nous ouvre les portes d'un « Constructivisme bien tempéré » !

J'ose terminer en disant que, par la suite, lire en plus Henri Poincaré m'a conforté dans mon plaisir d'avoir bénéficié de cet enseignement, car c'est la même tradition !

Merci de votre attention.