

Revue Internationale de

ISSN 0980-1472

systemique

LA THÉORIE DE L'AUTONOMIE

Vol. 11, N° 5, 1997

afcet

DUNOD

AFSCET

Revue Internationale de
systemique

Revue
Internationale
de Sytémique

volume 11, numéro 5, pages 473 - 488, 1997

Mécanisme hôte d'un système autonome

Jean-Louis Plagnol

Numérisation Afsct, mars 2016.



Creative Commons

MÉCANISME HÔTE D'UN SYSTÈME AUTONOME

Jean-Louis PLAGNOL ¹

Résumé

L'article présente des aspects de l'autonomie dans la conception et la réalisation de systèmes de contrôle de processus industriel. Les propriétés de l'autonomie, mises en évidence par Pierre Vendryès, s'avèrent utiles pour la recherche en automatique. En partant de la structure de base d'un système, milieu intérieur, milieu extérieur et frontière, on montre que la relation de celui-ci à son environnement est caractérisée par l'incommensurabilité des espaces interne et externe. Le temps est la dimension d'espace qui présente le plus de richesse dans l'étude de cette relation. La coupure temporelle de la frontière met en correspondance des dates externes et des durées internes. La mise en coopération de sous-systèmes autonomes construits sur un même support et appartenant au même espace-temps-énergie est une solution pour automatiser des machines de production de plus en plus complexes. Un système est décomposable en entités systémiques de plus en plus intimes, jusqu'aux éléments réactifs ou informations insécables. Quelques aspects des conceptions managériales de Marcel Bich sont évoqués à la fin de l'article, en illustration de cette approche temporelle de l'autonomie.

Abstract

This article presents some aspects of autonomy applied to the design and development of control systems for industrial processes. The properties of autonomy were outlined by Pierre Vendryès, and prove to be useful in research applied to automatics. It can be shown that, starting with the system's basic structure – internal milieu, external milieu and frontier – the relationship of this system with its environment is characterised by the incommensurability of the internal and external spaces. Time is the dimension that offers the greatest potential for the study of this relationship. The time break at the frontier establishes the connection between external dates and internal duration. The cooperation of autonomous subsystems, built around a common support and belonging to the same time-space-energy domain, provides a solution to the automation of

1. Président directeur général de la Société EMR, 185, avenue de Choisy, 75013 Paris.

more and more complex production machines. A system can be reduced to more and more intimate entities, until reactive elements and inseparable information are met. A few of Marcel Bich's managerial concepts are stated at the end of this article, to illustrate this time based approach to autonomy.

L'autonomie peut être abordée de différentes façons. Il y a l'approche du philosophe, la formalisation du scientifique, ou la vision technique que nous nous proposons d'exposer ici. C'est l'apport de l'autonomie, ou tout au moins la dynamique de la recherche qu'elle suscite, aux constructeurs de systèmes. Le technicien se présente d'un côté comme expérimentateur, mais de l'autre, comme questionneur du philosophe et du scientifique car créer de l'intelligible, du reproductible, du durable, nécessite la conformité aux lois universelles.

L'étude de l'autonomie s'appuie principalement sur l'observation, l'analyse et l'apprentissage du vivant. A contrario, le technicien utilise des matériaux et objets inertes. Si son ambition est d'animer des objets renommés inanimés, la distance au vivant reste infranchissable. C'est l'écart de la chose à son image. Le mieux qu'il puisse faire est donc une création à son image, s'appuyant pour cela sur les connaissances du philosophe et du scientifique.

L'automatisation industrielle anime un ensemble d'objets inanimés. L'évolution technique, poussée par l'innovation technologique, tend à séparer l'information, des objets qu'elle représente. Parallèlement, les dispositifs d'automatisme se constituent en systèmes. Bien que l'introduction de la systémique soit timide et discrète, elle apparaît fondamentale, voire révolutionnaire dans la complexification des process industriels.

Les premiers automates interconnectent directement par leurs mécaniques les objets articulés constitutifs de l'animation. L'étape suivante est l'introduction de l'électromécanique. Deux technologies coopèrent alors dans l'animation des machines industrielles. Leur lien formel est la logique combinatoire. Mais le comportement général de l'ensemble demeure réactif. A une sollicitation extérieure (action sur un bouton, fin de course d'un vérin, etc.) il y a une réponse unique, même si elle est « composée » (marche d'un moteur, allumage simultané de trois lampes, enclenchement d'une succession d'opérations, etc.).

L'introduction des technologies à base silicium est l'ultime évolution du dispositif séquentiel et combinatoire réactif. La capacité de mémorisation et de traitement augmente considérablement le volume d'équations et donc la taille des machines automatiques en nombre d'organes connectés et en complexité de comportement. Mais le plus intéressant dans cette technologie qui pénètre tous les domaines de l'activité humaine, est la construction de systèmes. Ils

apportent de nouvelles solutions à la complexité toujours croissante des machines industrielles. La compétitivité qui s'exprime par l'amélioration permanente du rapport qualité-prix, conduit, et pour longtemps encore, à cet accroissement de complexité.

La nature a choisi pour le vivant le support carbone. L'ingénieur, dans l'état actuel de notre maîtrise technologique, utilise le support silicium. Les propriétés de ces deux composants sont suffisamment proches pour que les modèles supportés par l'un, soient supportés par l'autre. La créature est à l'image du créateur. Mais quelle que soit la perfection de cette image, et nous nous employons à cela, elle ne sera jamais assimilable au créateur.

Donc, l'automatisation crée des systèmes et leur confère un comportement. Aux propriétés traditionnelles d'adaptation au milieu, de réactivité aux événements, de traçabilité du fonctionnement, s'ajoute celle de l'autonomie. Tout au moins, les tentatives de conférer aux systèmes d'automatisation des qualités d'autonomie rendent plus intelligibles et plus performantes les machines de production complexes.

Il s'agit ici de la relation d'un système à son environnement. Elle a des propriétés variées. Les liens et échanges peuvent se classer en statiques, cinétiques (mouvement), dynamiques (force), énergétiques. Pierre Vendryès, précurseur de la démarche actuelle, a laissé une imposante étude de l'autonomie appliquée au vivant. Sa recherche le conduit à examiner la question de l'organe constitutif d'un être à une collectivité. Son énoncé fondamental : « L'organisme, en acquérant son autonomie par rapport au milieu extérieur et à partir de lui, acquiert la possibilité d'entrer avec lui en relations aléatoires », peut être étendu aux systèmes. Devant la complexité, la circularité du problème de l'autonomie, cet énoncé peut être pris comme point de départ des investigations. Il s'appuie sur la relation du système à son environnement. Mais il est aussi un point d'arrivée. Une entité n'ayant pas de choix dans sa réponse comportementale à l'environnement, ne serait pas un système autonome, mais simplement un dispositif réactif.

Point de vue sur les systèmes

« Il existe un milieu intérieur ». Cette phrase de Claude Bernard est fondatrice de la systémique. Elle contient de facto trois éléments. L'existence d'un milieu intérieur impose celle d'un milieu extérieur, ce dernier est d'ailleurs explicite dans l'énoncé de Pierre Vendryès. Une frontière sépare les deux milieux. L'existence, l'évolution, l'animation d'un système se manifeste par l'ensemble des relations entre l'interne et l'externe. La frontière apparaît bien

comme paradoxale. Elle est étanche et transparente à la fois. Le milieu intérieur puise l'intégralité de ses ressources dans le milieu extérieur et agit sur lui. Mais le milieu extérieur ne pénètre pas le milieu intérieur. L'enceinte s'ouvre et se ferme de l'intérieur tout en maintenant la séparation des deux milieux. Le milieu intérieur prospère en s'adaptant au milieu extérieur. Le système choisit le type et les modalités d'adaptation selon son propre plan directeur.

Voici en quelques phrases la description d'un modèle pertinent pour l'automatisme. L'automatisation conduit à envisager l'outil de production comme un système, la complexité, à le doter de propriétés d'autonomie. Modèle pertinent également pour des structures humaines, Marcel Bich en a fait un principe fondamental de l'organisation industrielle. Nous en présenterons les grandes lignes à la fin de cet article.

L'automatisme aujourd'hui

La partie commande traditionnelle d'une machine automatique est un dispositif qui value ses sorties en fonction de l'état de ses entrées (l'équation générale est $S = f(E)$). A toute modification du vecteur d'entrées E correspond une valeur du vecteur de sorties S . A une situation du milieu extérieur, il ne peut correspondre qu'une réponse du milieu intérieur. Le dispositif est purement réactif. A chaque instant, S est évalué par combinaison des éléments de E indépendamment de ou des états antérieurs.

L'introduction de cellules à mémoire et la séquentialisation des opérations en conformité avec l'évolution de la recherche ont fait évoluer l'automatisme. Mais la partie commande ne dispose toujours que d'une réponse possible à la situation des organes de la machine (partie opérative). Une telle structure a ses limites dans des dispositifs de production complexes. La solution proposée ici est la création de systèmes de commande autonomes ayant pour finalité le fonctionnement déterministe de la machine.

L'automatisme définit dans les espaces matière et énergie ordinaires, un univers : une machine de production automatique. Le système de commande a pour horizon, l'environnement usine et la partie opérative. Dans l'un, il y a les infrastructures, les opérateurs et toutes les ressources en énergie. Dans l'autre, des objets articulés et des outils qui usinent la matière d'œuvre pour en faire des produits. Les éléments de l'horizon pertinents pour le système de commande, c'est-à-dire ceux qui lui sont accessibles, forment son sous-univers propre. L'état de ce dernier est modifié par l'activité du système à l'aide de ses actionneurs. Sont ainsi dénommés les organes énergétiques, moteurs, vérins,

etc. Le comportement du système s'adapte à l'évolution inertielle et aléatoire de son sous-univers propre. L'évolution inertielle concerne les éléments massiques en mouvement ou les dispositifs d'une quelconque technologie ayant un temps de réponse dans leur réaction. L'évolution aléatoire est due à des événements prévus, c'est-à-dire possibles puisqu'appartenant au sous-univers propre, mais dont l'occurrence ne peut être prédite. Il s'agit principalement des interactions homme-machine, des dysfonctionnements, etc. Le système de commande pour sa part, comprend un dispositif d'animation, support du traitement de l'information et un logiciel de commande.

Conformément aux premiers éléments de définition d'un système, il existe une frontière entre lui et son sous-univers propre. Celle-ci doit permettre conjointement d'isoler le système et de le mettre en relation avec son environnement. Le milieu intérieur pour sa part doit être en mesure d'agir sur le milieu extérieur selon son choix, mais dans le respect de la finalité de ses objectifs en conformité avec le plan directeur de l'ensemble. La première condition pour qu'il en soit ainsi, est que l'action choisie soit adéquate à la situation de son univers propre.

L'action du système peut être symbolisée par l'équation $A = f(M, C)$ où M est la mesure du sous-univers propre et C , le choix parmi les possibles définis par la mesure en conformité avec la finalité. Celle-ci comprend d'ailleurs l'objectif et les étapes pour y parvenir. Par analogie, le conducteur d'un véhicule décide de sa destination (objectif) et de son trajet préféré (suite d'étapes).

Faire un choix parmi les possibles, c'est peser le pour et le contre. Mais les possibles n'ont de vérité qu'à un instant, dans le présent. Ils ne sont déjà plus les mêmes que dans le passé et seront différents dans le futur. Le paradoxe qu'il faut lever provient de ce que le jugement suppose une suite d'opérations sur des possibles qui font date et qui n'existent qu'à un instant.

L'incommensurabilité des espaces interne et externe

Pour que l'acte soit juste au regard du milieu extérieur, le milieu intérieur doit l'établir à partir d'une juste mesure. Le sous-univers propre du système est formé d'objets dans l'espace, le temps et l'énergie. Le système évalue ses actions sur l'image interne qu'il a formée de cet espace externe. Les objets informationnels, image des objets physiques prennent place dans un espace-temps-énergie interne. Choisir, c'est actualiser un acte parmi plusieurs en puissance. Les actes non-actualisés deviennent néant. L'image d'un acte potentiel existe dans le milieu intérieur, mais n'a aucune réalité dans le milieu extérieur. De même, un événement du sous-univers propre non perçu, n'a pas d'exis-

tence pour le système. Il n'y a pas de loi de correspondance simple ou composée entre l'espace interne et l'espace externe. En outre, il n'y a pas entre les deux milieux, une homothétie, une symétrie ou autre transformation géométrique. La frontière n'est pas non plus une sorte de filtre de percolation à mailles variables, actives, voire intelligentes. La frontière est une coupure de l'espace-temps-énergie. Il existe un espace-temps-énergie interne. Il existe un espace-temps-énergie externe. Et ces deux espaces-temps-énergie n'ont pas de mesure commune : ils sont incommensurables. Et pourtant, pour le milieu intérieur, le milieu extérieur n'existe que par sa mesure. La survie du système passe par l'adéquation de ses actions avec la situation de son sous-univers propre. L'image interne doit être fidèle à la vérité physique.

Par analogie et non par identité, cette coupure nous est intuitive. Le monde que nous percevons a bien une image qui se forme en nous. Elle est transmise par nos sens, capteurs et transmetteurs à notre cerveau. Il est légitime de considérer ce dernier comme support de cette image. La disposition, l'encapsulation des images des objets, la part numérique et la part analogique de la représentation sont complètement disjoints du monde physique que nous percevons. Ce qui est à gauche ici devant moi peut être à droite en haut, en bas ou à plusieurs endroits simultanément dans mes neurones. L'incommensurabilité de l'espace dimensionnel se conçoit bien.

Il en est de même de l'énergie. Quelques volts, micro-ampères sur un support silicium, ou quelques échanges électrochimiques à travers les synapses peuvent engendrer par l'intermédiaire de transmetteurs amplificateurs des puissances considérables. Réciproquement, l'information acquise par le support carbone ou silicium est sans commune mesure avec l'énergie du phénomène physique qui l'a générée.

La frontière est une coupure de l'espace dimensionnel et de l'énergie. Elle est également une coupure de l'espace temporel. L'incommensurabilité du temps interne et du temps externe est moins évidente. Elle mérite une analyse plus approfondie. D'une façon générale, le temps, bien qu'à une dimension unidirectionnelle, est difficile à appréhender.

L'existence même du temps pose problème. Dans sa composition intuitive faite de passé, présent et futur, seul le présent existe puisque le passé n'est plus et le futur n'est pas encore. Et le présent, faute d'être éternel, n'est rien, puisque dès son apparition, il est déjà dans le passé. Il y a des textes remarquables sur ce sujet. Dans tous les grands moments de l'histoire philosophique et scientifique, la notion du temps a été abordée.

Puisqu'il ne peut y avoir d'autonomie que de systèmes et qu'il ne peut y avoir de systèmes sans frontière, il faut traiter de la coupure de l'espace tem-

poriel. Notre époque reconnaît trois éléments dans le temps : la date, la durée et le cycle. Par analogie géométrique, la date est un point sans épaisseur, donc sans durée. La durée est assimilable à un segment de droite limité par deux points, date de début et date de fin. Le segment est orienté. Reste la difficulté de chiffrer cette durée. En demeurant dans l'approche géométrique, il apparaît une difficulté : quelque soit le segment de droite, le nombre de points qui le compose est infini. Comme dans l'espace dimensionnel, il faut créer une métrique. Il faut établir arbitrairement une grandeur divisible en parts égales entre elles et pouvant s'additionner. Tels sont les cycles du temps. Ce sont les éléments unité pour compter le temps. Ils sont différentiables les uns des autres et en même temps tous identiques les uns aux autres et cumulables. Le cycle est l'unité de mesure du temps, de la durée. Le cycle est donc la distance entre deux dates successives. La durée qualitativement ressentie comme continue est comptée quantitativement de façon discontinue. En première approximation, cette mesure paraît assimilable à celle d'un segment de droite évaluée avec un double centimètre étalonné en millimètres, ou à celle d'un champ, avec une chaîne d'arpenteur. Ceci est vrai en créant une base de temps externe au phénomène mesuré. L'autre méthode consiste à mesurer le chemin en comptant les pierres qui le composent. Analogiquement, la durée est mesurée en comptant l'occurrence d'événements : Plus de cailloux, plus de longueur. Plus d'événements, plus de temps. C'est ce qu'Aristote exprimait par : « le temps est le nombre du mouvement ». Pas de mouvement, pas de temps. Pour un sous-univers physique donné, pas d'événements, pas de temps. Entre deux événements, c'est le néant du temps.

Un système doit agir à l'occurrence d'événements pertinents de son sous-univers propre. A défaut, sa réaction sera inadaptée. La probabilité de réussite de ses actes tendrait vers zéro. Ce système doit mesurer l'environnement, élaborer sa stratégie et mener les actions correspondantes dans la stabilité de son sous-univers propre. Cet ensemble d'opérations représente pour le milieu intérieur un certain nombre d'événements. Ce nombre est d'ailleurs variable selon le type d'événement externe et l'état interne à cette occurrence. Succession d'événements dans le milieu intérieur : c'est du temps interne. Immobilité du milieu extérieur, c'est l'inexistence du temps externe.

La frontière est bien une coupure temporelle entre les deux milieux. A une date du milieu extérieur, doit correspondre une durée du milieu intérieur. Un ensemble non vide d'événements externes simultanés et corrélés font date. Le système élabore par une suite d'opérations internes successives, un ensemble vide ou non d'actions selon son choix. S'il y a action, elle doit avoir lieu à la même date que l'occurrence des événements générateurs. En cas contraire, la

réponse serait inadaptée et néfaste pour le système. Il acquière l'information externe, il mesure celle-ci, la juge, fait ses choix, forme sa réponse, mène ses actions dans l'épaisseur de la date externe.

Un observateur placé dans le sous-univers propre du système observé, constate la simultanéité entre événement et réaction. Pour lui, entre les deux occurrences, il n'y a rien, c'est le néant du temps. Un observateur placé à l'intérieur du système compte du temps entre acquisition de l'état du sous-univers propre et l'application sur celui-ci des actions correspondantes.

Reste le point de vue d'un observateur extérieur à l'univers du système. Celui du créateur-automaticien, par exemple. Doté de toute une instrumentation sophistiquée, il peut évaluer avec précision des durées entre dates très en deçà et très en delà de ce que peut compter le système. Il peut déceler entre deux événements non corrélés un délai, si faible soit-il. Comme un événement fait date, deux événements non corrélés ne peuvent avoir lieu à la même date. L'équation $\hat{A} \cdot \hat{B}$ avec \hat{A} : front montant du signal A, ne peut jamais être vérifiée si les occurrences de A et B sont indépendantes.

En d'autres termes, si le système réagit à l'équation $\hat{A} \cdot \hat{B}$ même de façon sporadique, c'est qu'il ne sait pas distinguer deux dates pertinentes de son sous-univers propre. La synchronicité de deux occurrences externes est un leurre pour le système. Il pourra en résulter un effet magique pour le système et une réponse inadaptée.

Le front d'un signal pose un autre problème. Il ne porte pas en lui sa qualité montante ou descendante. Pour distinguer l'un de l'autre, il est nécessaire à la date de son occurrence de connaître son état antérieur. Son état futur est, de toute évidence, non connaissable. La connaissance d'un front montant ou d'un front descendant nécessite donc un dispositif à mémoire. La combinaison de la valeur du signal 0 ou 1 de la date immédiatement antérieure et celle de la date actuelle donne le sens du front.

L'objectif est de donner au système le moyen de prendre connaissance du front à son apparition dans son environnement. En revenant à l'incommensurabilité du temps interne et externe, le système peut mener des opérations successives dans l'épaisseur d'une date extérieure. Il peut donc connaître le passé du présent, le présent du présent et le futur du présent pour reprendre la formule de Saint Augustin et de ses successeurs.

Reste que la détection d'un front passe par la connaissance de l'état antérieur, même dans l'épaisseur de la date. Le propre d'un système autonome est d'échantillonner son sous-univers propre. Une période d'échantillonnage comprend les opérations suivantes : acquisition de l'état du capteur, mémorisation

de la valeur de l'état, remise à zéro du capteur pour le rendre disponible à une nouvelle acquisition. Un signal périodique du milieu extérieur a une succession d'états bas et d'états hauts. Chacun de ces états doit être perçu par le système. Un état du signal est une demi période de ce signal. L'acquisition de cet état se fait par une période complète d'échantillonnage. C'est bien le corollaire que l'on peut établir à partir du théorème de Shannon, selon lequel la fréquence d'échantillonnage doit être au moins du double du signal échantillonné.

L'automaticien doit faire en sorte que le cycle complet de mesure et d'action choisie soit d'une durée toujours inférieure à la durée de l'état ou combinaison d'états la plus courte du dispositif opératif. Une telle formulation peut paraître contradictoire avec celle de l'incommensurabilité du temps interne et du temps externe. Il n'en est rien. Pour le créateur, les deux échelles du temps sont commensurables avec la sienne, dut-il faire appel à des moyens techniques ou à des ruses.

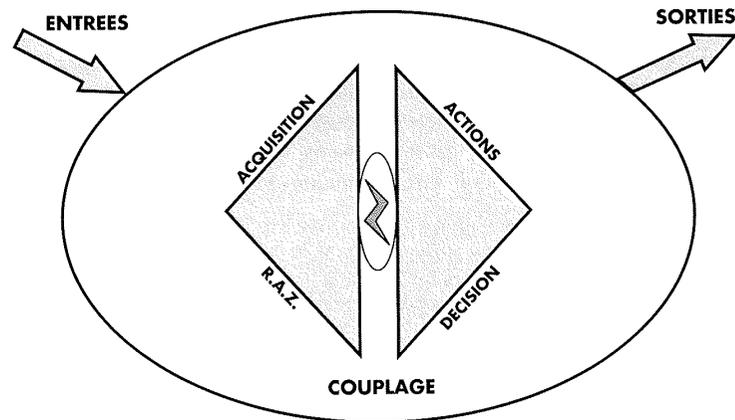
L'incommensurabilité ne veut pas dire non plus que le système ne puisse pas mesurer une durée entre deux dates du milieu extérieur. En effet, il peut compter des dates d'un dispositif externe pris comme base de temps. Mais c'est une mesure relative prise sur une échelle de temps arbitrairement choisie dans le milieu extérieur. Car, en fait, ce n'est pas du « temps » que le système mesure, mais un nombre d'événements externes.

Mécanisme hôte d'un système autonome

En résumé de ce qui précède le milieu intérieur est isolé et lié au milieu extérieur par une frontière. Il contient l'image perceptive de son environnement. Cette image est incommensurable en espace temps et énergie avec le réel qu'elle représente. Mais pour que le système survive, il faut que l'image soit en correspondance avec la réalité physique externe. Le système mesure son sous-univers propre en distance, mouvement, force et énergie.

L'autonomie du système est caractérisée par le fait que son milieu intérieur entre en relation avec le milieu extérieur et non l'inverse. Le moteur d'évolution est interne. Le schéma ci-dessous donne une représentation des échanges des deux milieux à l'initiative du système.

L'acquisition de l'information pertinente pour le système des objets physiques externes se fait par couplage de part et d'autre de la frontière. Le milieu intérieur échantillonne le milieu extérieur. Cet échantillonnage constate la date externe. Ainsi présentée, la relation peut paraître inversée. En effet, c'est l'acquisition qui crée l'image interne et la date externe vue par le système.

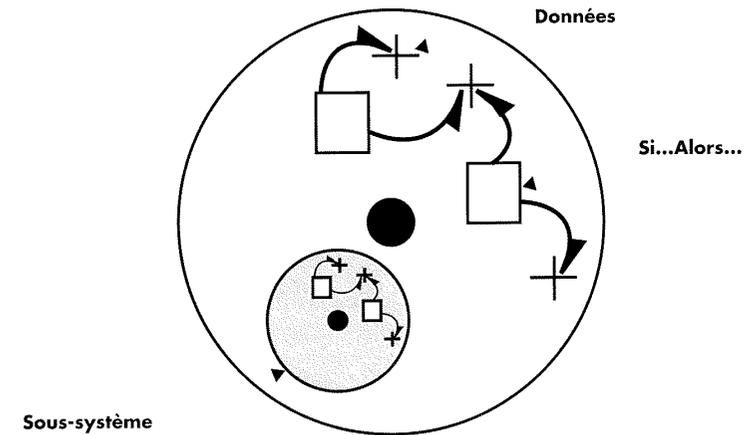


Comme entre deux dates externes, c'est le néant du temps externe, il y a bien correspondance entre l'image et le réel, sous réserve bien sûr qu'entre deux acquisitions, il n'y ait pas d'événement externe significatif qui échappe au système. La fréquence d'échantillonnage doit être conforme au corollaire du Théorème de Shannon.

A une date externe correspond une durée interne. La technologie de la frontière permet en plus du couplage, alternativement une mise en relation et en isolement des deux milieux. Pour le support silicium, c'est la technologie *tristate* (trois états). La frontière est passante ou non-passante, ce qui fait deux états. Lorsqu'elle est passante, il y a ou il n'y a pas d'information échangée. L'état « passant » se divise donc en deux, ce qui fait trois états en tout. La frontière se comporte à la façon d'un pont-levis. D'ailleurs, les bâtisseurs de châteaux-forts ne s'y sont pas trompés et c'est de l'intérieur que l'on actionne la commande en ouverture-fermeture.

Il s'en suit, dans la dimension temporelle, qu'à une date d'échantillonnage interne correspond ou non une date événementielle externe. Mais il faut qu'à toute date externe corresponde une date d'acquisition interne. L'image étant acquise, le système élabore son comportement. Ce travail intérieur s'effectue frontière fermée comme montré plus haut. Il se fait dans l'épaisseur de la date externe, mais également dans l'épaisseur de la date interne d'acquisition. En effet, il faut garantir la stabilité de l'image perceptive du milieu extérieur pendant le calcul de la réponse du système.

Composition interne du système

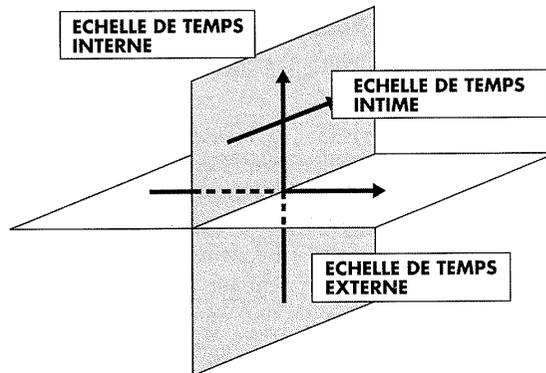


Les deux composants informationnels-logiciels de base sont, la donnée (data) et le connecteur opératoire entre données « si... alors... ». Une donnée est formée de digits non commutables et non réductibles. L'opération « si... alors... » est réactive. Par exemple, à l'occurrence d'une donnée A ou B, le connecteur « si A ou B, alors C » n'a qu'une réponse possible et produit C. L'élaboration de la réponse se fait par une suite ordonnée de « si... alors... ». Le connecteur reliant un élément ou des éléments de l'image d'entrée à un ou des éléments de l'image de sortie, est un dispositif réactif élémentaire du système. C'est par arrangement, combinaison, connexion de ces éléments opératoires que le concepteur créateur confère au système ses qualités d'autonomie. Les propriétés du milieu intérieur, sa structure, son architecture et sa composition, d'une part, ses états, ses mouvements, sa dynamique et son énergie d'autre part, produisent son comportement. Mais il est indissociable de son environnement et de son sous-univers propre. Ce dernier est le complément, une sorte de matrice en creux, du système. La mise en relation des deux milieux, à l'initiative du système, fait évoluer le comportement de l'un par l'autre. La part comportementale concernée est fonction des liens créés à un instant donné.

Pour un observateur extérieur, le résultat du traitement n'est pas prédictible. La réponse se présente comme un choix parmi un ensemble de réponses possibles. Les réactions issues de ce choix engendrent un comportement du milieu

extérieur auquel devra s'adapter le système. En explorant l'image perceptive et en produisant l'image de son action avec des connecteurs « si... alors ... » par son moteur interne, le système entre en relation aléatoire (choix du système) avec le milieu extérieur.

Il est à noter que l'application d'un connecteur dans l'espace intérieur fait date. La durée intérieure est le nombre de dates donc le nombre de connecteurs utilisés pour une image perceptive. Celle-ci évolue par applications successives de connecteurs. Le traitement du connecteur doit s'effectuer dans la stabilité de l'image qu'il traite. En utilisant le superlatif d'intérieur, le connecteur « si... alors... » définit un milieu intime. Le schéma ci-joint donne une représentation géométrique de la relation date-durée autour de la frontière d'un système.



L'axe horizontal est une droite pour un observateur placé à l'extérieur du système, et le temps intérieur est nul pour lui. L'axe horizontal est une succession de points disjoints pour un observateur placé à l'intérieur. Les durées réelles sont des segments finis portés par les axes. Mais la représentation est pertinente puisque vue d'un axe, la longueur des segments pris sur les autres est invisible.

Associativité des systèmes

Encapsuler des « si... alors... » ordonnés de façon séquentiello-combinatoire dans une frontière, coupure spatio-temporelle, est une première avancée pour

l'automatisation. Par ce moyen, le système de commande a une réponse réactive pour son environnement, c'est-à-dire à temps nul, dans l'épaisseur de la date du fait générateur. Mais cette réponse est aussi un choix, un calcul, « une réflexion ». Le système entre en relation réactive-réflexive et réactive-secondarisée avec le milieu extérieur. Il est perçu à la fois réactif et générateur aléatoire par l'environnement.

Certes, ainsi constitué, le système d'automatisme a toutes les qualités requises si les connecteurs « si... alors... » sont bien constitués et correctement articulés entre eux. Par contre, l'accroissement de complexité de la machine rend vite inintelligible les équations et leurs relations. Le combinatoire devient rapidement explosif et les simultanités, successivités des sous-ensembles de connecteurs deviennent inextricables.

La solution mise en œuvre depuis plusieurs années consiste à créer des sous-ensembles définis par leur objectif, et à leur conférer l'autonomie nécessaire. Un sous-système est en fait un système à part entière. Il est inséré dans une frontière. Son milieu intérieur contient ses objectifs propres, son moteur d'évolution et ses moyens d'action sur son environnement.

Un sous-système du milieu intérieur possède ses propres données. Elles sont inaliénables. Lorsqu'il atteint la stabilité de son traitement et donc de sa décision d'action, il informe un ou des emplacements mémoire de ce qui est son milieu extérieur. Mais cette zone est accessible également par d'autres sous-systèmes. Plusieurs sous-systèmes peuvent partager un même environnement, en même milieu extérieur. Cet espace commun est un médiateur de mise en relation indirecte des sous-systèmes. Inversement, ces derniers doivent coopérer dans la formation, l'usinage de ce support commun. Pour éviter des indéterminations circulaires ou des conflits, il faut introduire un arbitre, un chef d'orchestre. Celui-ci choisit parmi les choix éventuellement contradictoires des sous-systèmes, les décisions à actualiser. Mais il n'intervient pas directement sur eux. Le respect de l'état et de la décision interne d'un sous-système, même si elle n'aboutit pas à un acte dans le milieu extérieur, est une avancée importante dans notre pratique.

Un système, ne peut pas prédire avec une probabilité de cent pour cent que sa réponse est optimum. De même, vu de l'extérieur sa réponse apparaît aléatoire. Mais pour autant un comportement tout ou rien ne fournit pas une probabilité de cinquante/cinquante. Il y a les réponses normales et les réponses exceptionnelles. Le comportement conféré au système par sa structure et sa programmation tient compte de ce déséquilibre. Il est possible dans le futur que nous soyons amenés de plus en plus à tenir compte de ce rapport du plus probable au moins probable. Il apparaît, en effet, de plus en plus la nécessité

d'assurer un rythme dans la relation entre les parties commande (calculateur, automate... information) et la partie opérative (machine, communication, inertie).

Ceci conduit au dernier point de la relation du système à son milieu extérieur. Il touche au délicat problème du déterminisme. L'ambition de l'automaticien est de livrer des équipements de production déterministes. Il est mal vu de fabriquer des produits aléatoires. Le marketing ne sait pas les vendre. A contrario, l'exigence commerciale impose une reproductibilité des produits de plus en plus fine. Il apparaît, sans que la démonstration formelle soit définitivement établie, que l'autonomie des systèmes et sous-systèmes de commande accroît le déterminisme de l'ensemble. L'expérience montre même que sans autonomie, il n'y a pas de déterminisme. En poussant la métaphore plus loin, le système de commande doit être libéral et non dictatorial vis-à-vis de la machine.

Tout ce qui a été exposé ci-dessus est conforme aux dernières avancées sur le déterminisme des automatismes. Elles sont en grande partie, communes aux caractéristiques des systèmes autonomes. Dans les grandes lignes, ce qui ressort de cette double approche, c'est la notion de rythme. Une machine automatique est la cohabitation d'objets physiques et d'objets informationnels. La mécanique doit avoir un mouvement harmonieux et lisse, c'est-à-dire sans à-coups toujours préjudiciables à la qualité produit et dommageable pour la pérennité de l'outil de production. La part informationnelle de commande, dans son propre espace-temps-énergie est déterministe et vigilante. Leur interaction doit créer le rythme de l'ensemble. La partie commande adapte sa fréquence propre à l'inertie de la machine. Ceci montre encore la pertinence du temps et de ses rapports en périodes et fréquences dans les comportements cycliques. C'est aussi la garantie du déterminisme en tant que relation du sujet à l'acte dans la liberté selon Kant. La traduction peut en être : le déterminisme est la relation du système autonome, au fonctionnement de la machine.

Si un système à base silicium, artefact humain, n'acquière pas son autonomie en entrant de lui-même en relation aléatoire avec le milieu extérieur, elle lui est conférée par le concepteur-créateur.

Conceptions managériales de Marcel Bich

C'est dans une lettre aux actionnaires de la société BIC, datée du 4 Juin 1973 que Marcel Bich exprime sa conception de l'entreprise. Deux paragraphes sont donnés ci-dessous. Ils ont une très large portée, mais concernent à plusieurs titres, l'étude de l'autonomie.

M. Bich présente la prodigieuse progression de son entreprise dans les vingt premières années.

« Ce développement est basé sur le risque : le gain est proportionnel au risque : plus vous risquez, plus vous avez de chance de gagner... ou de perdre. Solution pratique : couvrir le risque en totalité dès le départ, cela fait que vous ne pouvez que gagner. Ceci vous explique pourquoi dans nos bilans, vous ne trouverez pas d'emprunt à long ou moyen terme, chose rare à notre époque où avec la dévaluation des monnaies la tentation est grande d'emprunter.

La deuxième base de notre affaire est de faire confiance à la responsabilité individuelle. Nous sommes férocelement anti-technocratiques. On ne tient pas le prix du bœuf en contrôlant les bouchers, on tient le prix du bœuf en produisant du bœuf. La technocratie est le mal de notre époque... elle rend les gens moroses parce qu'ils s'ennuient dans leur travail sans initiative. Par la confiance donnée à l'ouvrier, à l'employé, au cadre, tout se trouve simplifié. Contrairement à ce qui se dit, les chances de réussite de l'entreprise libre et indépendante sont plus grandes aujourd'hui qu'hier. »

Le groupe BIC est composé d'un grand nombre de PME construite chacune autour d'une compétence. L'ensemble des compétences assure la production et son évolution. La variable principale de pilotage de cette évolution est le rapport qualité-prix des produits de la marque. Son amélioration mobilise la plus grande part des ressources. Cette démarche montre une conviction et une foi dans la valeur de l'activité industrielle.

Le premier paragraphe montre sans qu'il soit besoin de le développer, les caractéristiques systémiques de l'entreprise. Il montre à l'évidence, le rôle des réserves dans l'acquisition et l'évolution de l'autonomie comme les ouvrages de Pierre Vendryès et Jacques Lorigny l'explicitent. Quant au style, il révèle la volonté et l'énergie interne du manager...

Il convient d'ajouter à cela « le conseil » que prodiguait Marcel Bich à ses collaborateurs. Ce conseil vaut instruction, cela va de soi. S'il y a dix décisions à prendre dans une journée, les dix doivent être prises, même avec le risque d'en prendre trois de mauvaises. Parmi les dix du lendemain, trois corrigeront les trois mauvaises de la veille. Deux questions sont évoquées ici. La première traitée dans cet article est le temps de réponse. En gestion d'entreprise, « du jour au lendemain », est l'épaisseur de la date de réactivité. La seconde est l'introduction d'une probabilité de réussite dans l'action d'un système sur son environnement. Certes, pour l'envisager, le décideur doit être autonome. Mais est-ce un facteur autonomisant ? En automatisme, il nous paraît délicat de franchir le pas, pour des raisons de sécurité !

Dans le second paragraphe, il faut envisager la notion d'individualité au sens fort. Au centre, se trouve un individu entouré de compétences formant corps avec lui. Il porte en lui des objectifs qu'il aura « inventés » en entrant en relation avec les autres individualités. Le niveau hiérarchique supérieur apporte les ressources nécessaires. Selon les lois naturelles, ne perdurent que les individualités qui tiennent les objectifs. L'individu devient une individualité en entrant en relation avec le milieu extérieur, donc en acquérant son autonomie. Le milieu extérieur dans ce cas est le milieu intérieur du groupe. La structure est proche de l'architecture d'automatisme décrite ci-dessus.

Cette conception d'organisation, bien que de toute évidence, des plus performantes et à un niveau mondial, comporte quelques points fragiles et impose certains comportements de la part des acteurs. Entre autres, deux éléments fondamentaux de l'autonomisation méritent d'être signalés. Une entité du groupe gère l'ouverture-fermeture de la frontière. Le protectionnisme naturel, le perfectionnisme pousse à fermer la frontière exagérément. Il s'en suit une difficulté de communication horizontale. Par contre la relation à l'environnement matériel ou vertical est favorisée. La démarche d'accroissement de l'autonomie et donc des performances passe par une meilleure ouverture mais sans déstabiliser l'individualité.

L'autre partie est la prédictibilité sur le comportement d'une individualité et de l'entité qu'elle dirige. Comme observé plus haut pour les systèmes d'automatisme, il faut avoir une connaissance des réactions les plus probables, des autres. En particulier, deux voies le permettent : connaître le caractère des autres autant que faire se peut, mais surtout entrer en rythme avec les autres entités autonomes, individuellement ou collectivement. D'un côté, c'est l'aspect permanent ou à lente évolution : le caractère, de l'autre, c'est la relation de l'information à l'inertie ou relation temporelle, c'est-à-dire le rythme.

AUTONOMIE DES ACTEURS INDIVIDUELS DANS LES ORGANISATIONS COLLECTIVES

Régis RIBETTE ¹

Résumé

L'autonomie de l'homme est-elle un leurre, une non-conscience des programmations individuelles et collectives de tous ordres qui, bien souvent, nous déterminent implicitement ? Quel peut-être notre libre arbitre dans un univers personnel conditionné dont, paradoxalement, nous sommes acteur et... auteur car nous en construisons les structures fondamentales en tant que résultantes de nos propres structures internes et des structures environnantes ?

Nous ne pouvons élaborer des « modèles » d'un monde extérieur connaissable que par le biais de représentations mentales personnelles, ce qui explique les difficultés de communication que les hommes vivent dans leurs organisations collectives.

Seules certaines mises en résonance à forte charge émotionnelle peuvent utilement relier nos structures internes aux autres structures des hommes et du monde extérieur.

Abstract

As far as human free willing is questioned, we may wonder whether it is just a common illusion or a non-awareness of the various, personal or mass, programmed determinism that are mostly ruling life.

A great paradox is that we keep playing our own part within our own restricting world and are, meanwhile, creating it on the basis of our personal conditionings. The basis structures of this world is no more than the resultant of our own internal structures and of those of our surroundings. The only way we have to work out a knowable surrounding world is to produce our own mental representations. This is why human beings have so many problems for communicating within their organizations.

It appears that our internal structures are only capable to start resonating with others surrounding structures when echoes can be awoken by a sufficiently strong emotional charge.

1. Professeur au Conservatoire National des Arts et Métiers, titulaire de la Chaire d'Administration et Gestion du Personnel, 10, rue Saint Roch, 75001 Paris.