

Modes de marchés d'un
système automatisé

Janusz Bucki - Yvon Pesqueux
Groupe HEC -INSA

I. Introduction

L'impératif de compétitivité des entreprises pousse de plus en plus les industriels à penser que l'amélioration de la productivité passe par une automatisation approfondie de l'appareil de production. Il impose aux entreprises de recourir à des moyens de fabrication plus fiables et plus efficaces que les hommes. L'automatisation est considérée, aujourd'hui, comme nécessaire pour réussir toute modernisation d'entreprise. L'installation d'une cellule d'assemblage robotisée, la mise en place d'une gestion informatisée de production sont des exemples rapportables au processus d'automatisation de l'appareil de production. En général, l'automatisation désigne le fait que la production est contrôlée par un système artificiel minimisant les interventions humaines.

Dans cette optique, il était naturel que les constructeurs cherchent à concevoir des machines réalisant les opérations effectuées jusque là par l'homme. L'automate prend en charge l'enchaînement des opérations élémentaires en reproduisant la tâche de l'homme de façon plus fiable et plus rapide, avec moins de danger et à coût inférieur. Malgré une augmentation sensible de la complexité des systèmes réalisés, l'idée profonde de l'automatisation n'a pas bougé. Les techniques de conception des systèmes automatisés de production s'appuient toujours sur une vision fonctionnelle de l'automatisation. Cette vision privilégie l'aspect de fabrication d'une gamme de produits ou de services, souvent considérée comme la finalité principale d'une entreprise, au détriment de la prise en compte des problèmes de gestion, liés plutôt à sa pérennité. Le contexte économique et les avancées techniques remettent en cause les approches traditionnelles de l'automatisation.

L'époque où le marché, du fait de la rareté des biens offerts, était prêt à absorber tous les produits et services, appartient au passé. L'évolution de l'organisation de la production, étant donnés les enjeux économiques et techniques de la nouvelle situation, fait que la vision classique de l'automatisation est aujourd'hui dépassée. Cette vision était fortement imprégnée par la logique de la chaîne et la machine y était considérée uniquement comme une prolongation du bras de l'ouvrier. Les agents artificiels, les robots ou les ordinateurs, s'intègrent, aujourd'hui, dans les entreprises au même titre que les hommes.

La nature des tâches confiées aux machines a profondément changé. La machine aujourd'hui est appelée à assumer non seulement l'enchaînement d'une suite d'opérations sur les outils dont elle dispose mais aussi elle doit pouvoir adapter les comportements adéquats aux circonstances : pannes, ruptures de stocks, modifications des profils fabriqués,... Ce changement du positionnement de la machine dans l'organisation du système de production va inévitablement influencer les techniques de conception des automatismes. Ceci explique aussi l'origine du paradigme de l'atelier flexible.

Suite à l'automatisation des moyens de production, l'homme s'éloigne de plus en plus, dans l'organisation, des points de contact avec le processus de fabrication, en gardant toujours son rôle de gestionnaire. Par conséquent, l'impact d'une anomalie possède toutes les chances d'avoir une propagation en cascade importante avant d'être récupérée par l'homme. Il est possible de s'imaginer une panne mineure pouvant immobiliser toute l'usine avant que les décisions du passage en stratégie de repli soient prises. C'est le cas des entreprises qui s'organisent suivant les principes de gestion en flux tendus. L'insuffisance des méthodes actuelles de conception des systèmes en automatisation s'explique par le fait qu'elles sont incapables de tenir compte de la finalité du système de production définie en amont.

Les méthodes de conception proposées actuellement privilégient la transmission aux machines du savoir-faire au sens fonctionnel du terme. La machine, dans cette optique, est susceptible d'exécuter une suite d'opérations dont l'enchaînement est prédéfini de façon exhaustive et présenté sous forme d'un algorithme. La complexité croissante des automatismes réalisés actuellement pose de plus en plus de problèmes aux concepteurs. Pour pouvoir construire les comportements de la machine, ils sont obligés de tout prévoir a priori ce qui représente une tâche difficile à assumer.

Le poste automatisé de travail prend aujourd'hui l'aspect d'une activité dans laquelle le savoir-gérer est aussi important que le savoir-faire. Le savoir-faire peut se définir indépendamment de la structure d'accueil. Le savoir-gérer ne peut se concevoir indépendamment des objectifs assignés par la structure. Il consiste en une capacité d'élaboration des décisions permettant de finaliser les moyens compte-tenu de leur situation et des objectifs en respectant la convergence des buts de la totalité du système de production.

La complexité du travail confié aujourd'hui à l'automaticien est très grande. Les erreurs dues à l'empirisme individuel et l'intuition personnelle peuvent empêcher toute évolution future de l'appareil de production en compromettant ainsi sa pérennité et la qualité des services rendus. Dès lors, les études de tels systèmes se structurent souvent autour de projets longs et coûteux confiés à des équipes de spécialistes expérimentés. En effet, s'il est possible de disposer sur le marché d'un ensemble de sous-systèmes automatisés ou de composants d'automatisation (robots, machines à commande numérique,...), la coordination et l'intégration de l'ensemble restent un facteur clef de la réussite. L'empirisme prime donc sur la théorie, insuffisamment développée dans ces domaines.

La recherche continue à faire évoluer les concepts et les méthodes permettant de mieux comprendre et d'analyser de façon plus efficace le phénomène de l'automatisation. Les ingénieurs attendent des techniques et des outils d'aide à la conception construits autour d'une base tangible et permettant de sortir la conception des systèmes en automatisation des limites de l'empirisme.

Les études menées dans ce sens par l'ADEPA (Agence Nationale pour le Développement de la Production Automatisée) ont apporté les premières solutions. GEMMA (Le Gestionnaire des Modes de Marches et d'Arrêts), outil conceptuel proposé par cette agence, enrichit déjà la panoplie des automaticiens. Dans cet article sera présenté le problème des modes de marches d'un système automatisé de production en référence à deux approches se rapportant aujourd'hui à ce problème, celle de GEMMA et celle de l'analyse décisionnelle. L'analyse décisionnelle est une approche du système d'automatisation s'inscrivant dans la lignée des conceptions orientées objets.

II. Modes de marches et d'arrêts

L'analyse des modes de marches d'un système de production est indispensable si l'on veut assurer un fonctionnement cohérent et optimal dans toutes les situations pouvant se produire. La complexité des systèmes réalisés et installés aujourd'hui fait qu'une telle analyse n'est pas toujours aisée. L'identification de ces différentes situations et la définition des comportements appropriés du système de production relèvent actuellement davantage de l'expérience que d'une démarche méthodique. L'impact d'une omission durant la conception du système peut créer des conséquences néfastes durant son exploitation. Il n'est

pas rare de constater, dans les systèmes hautement automatisés, que l'intervention humaine nécessaire est beaucoup plus importante que ce qui avait été initialement envisagé.

Une machine ou un poste automatisé de travail fonctionne rarement 24 heures sur 24. Il est nécessaire de l'arrêter de temps à autre tout simplement parce que la journée est finie, ou bien par manque d'approvisionnement, ou encore suite à une défaillance. La classification des différents modes de marches repose sur trois grandes classes : fonctionnement normal, fonctionnement dégradé et arrêt de la production, ce qui constitue une première approche du problème. En réalité, celui-ci est beaucoup plus compliqué qu'il ne paraît. En effet, le fonctionnement normal englobe d'autres modes de marches, tels que les modes automatique, semi-automatique, manuel. Le fonctionnement dégradé peut être celui qui mène à un arrêt d'urgence ou bien à une reprise de production. Le mode d'arrêt varie selon la cause qui l'a déclenché. Il peut être la conséquence d'une panne, d'un arrêt en fin de journée ou d'une demande faite par l'opérateur.

L'analyse des modes de marches et d'arrêts est d'autant plus difficile qu'il ne suffit pas seulement d'énumérer les modes de fonctionnement, mais aussi de prévoir les conditions de transition d'un mode à un autre.

Il existe deux sortes de risques sous-jacents :

- celui de mettre plus de transitions qu'il n'en faut, c'est-à-dire rendre plus difficile la conception du système en ajoutant des conditions d'évolution n'ayant aucun sens du point de vue de l'exploitation, bref, de rendre le modèle plus complexe que la réalité,
- celui d'être incomplet dans le choix des transitions et donc d'omettre certaines conditions d'évolution qui pourraient simplifier et la conception et la conduite du système.

Ces risques ont donc poussé l'ADEPA à définir un guide des modes de marches baptisé GEMMA. Ce guide fournit une aide durant la conception d'un système automatisé de production et il est susceptible de permettre une étude complète de ses différents modes de marches et des conditions de leurs enchaînements. Pour des réalisations qui ne sont pas trop complexes, ceci joue le rôle d'un bloc-notes permettant de ne pas oublier de se poser des questions pertinentes durant la conception d'un

poste automatisé de production mais ne permet pas véritablement d'aboutir au concept de système d'automatisation.

III. L'automatisation lue par l'analyse décisionnelle des systèmes

Avant de pouvoir présenter le concept de l'automatisation tel qu'il est proposé par l'analyse décisionnelle des systèmes, il nous est nécessaire d'expliquer ici quelques notions de base propres à cette approche.

Le processus et son environnement

Le système de production, comme tout système, est un ensemble d'objets (ou moyens) en interaction dynamique organisés en fonction d'une finalité. Cette finalité est possible à identifier uniquement à l'extérieur de l'ensemble de moyens, c'est-à-dire dans son environnement. La notion d'environnement diffère ici de celle d'entourage.

Exemple : un élève évolue dans l'environnement de son école étant entouré par ses camarades, ses livres,...

Un robot s'active dans un environnement d'un atelier étant entouré par d'autres équipements.

L'analyse décisionnelle qualifie un ensemble d'objets immergés dans un environnement de processus. Dans ce sens, l'environnement est chargé de diriger et contrôler ce processus par rapport à la finalité dont il est le porteur. Vu du processus, l'environnement n'a aucune forme "matérielle". Sa présence est ressentie par les objets du processus à travers des actions qu'ils subissent. Le même ensemble d'objets immergé dans des environnements différents peut suivre des comportements différents car engendrés par des finalités différentes.

Exemples : une voiture (processus) dans l'environnement d'un pilote de course aurait un comportement différent de celui de la même voiture utilisée communément.

Le comportement d'un ordinateur dans un atelier de production sera différent (traitement en temps réel) de celui utilisé par le service de paye (traitement en batch).

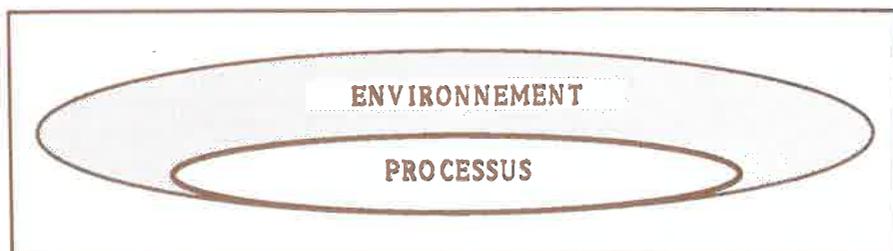


Figure 1 : La finalité d'un processus se définit uniquement à l'extérieur de celui-ci, c'est-à-dire dans son environnement.

La conception orientée objets

la conception ou la vision orientée objets, au sens décisionnel, est un couple (E- environnement, P-processus) tel que :

- la conduite des objets faisant partie du processus P est déterminée dans l'environnement E,
- les objets appartenant au processus P, vus de l'environnement E, sont mutuellement indépendants.

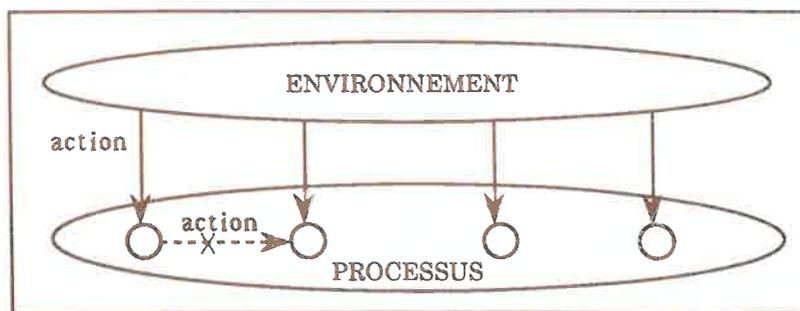


Figure 2 : Les objets sont mutuellement indépendants, si une action effectuée sur un de ces objets n'engendre jamais aucune autre action non décidée explicitement par l'environnement sur un autre objet.

Ces deux axiomes sont généralement utilisés dans la conception des langages orientés objets qui se développent actuellement en informatique (par exemple le langage Eiffel développé par M. B. Meyer).

La double nature d'un objet

Un objet d'un processus peut constituer l'environnement d'un autre processus. L'environnement peut prendre l'aspect d'un objet dans un autre environnement. Le modèle de l'analyse décisionnelle implique la double nature d'un objet et une vision par niveaux des systèmes de production où deux niveaux successifs vérifient les postulats de la conception orientée objets.

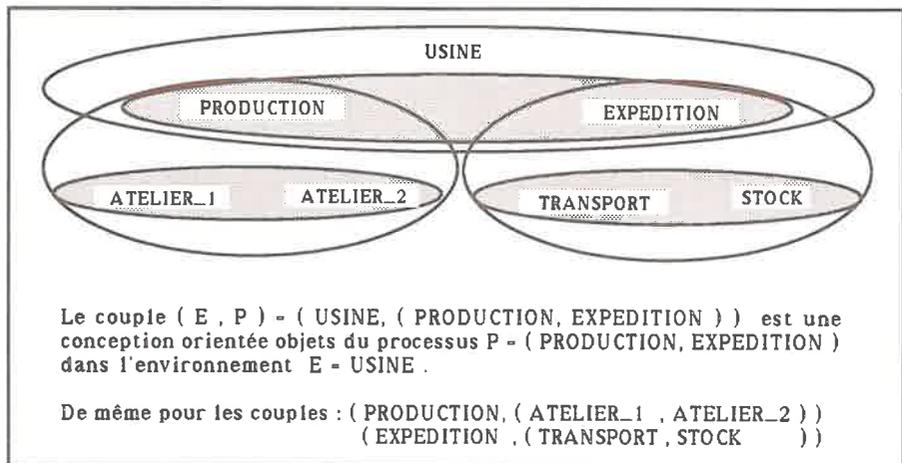


Figure 3 : Le niveau dans lequel un objet est identifiable comme tel constitue son propre niveau d'abstraction.

La décision et l'action

Une décision est le résultat d'une délibération ayant pour but d'apporter une solution concernant le comportement du processus dans le futur. Une décision n'indique jamais les moyens de sa réalisation et elle ne modifie pas directement la réalité.

Exemples : "Démarrage de la fabrication", "Envoi de la puissance" sont des décisions. L'expression : "Envoyer le liquide en ouvrant la vanne" n'est pas une décision au sens de l'analyse décisionnelle car elle

indique les moyens de sa réalisation (la vanne).

Une décision porte sur un processus vu dans sa totalité. Elle devient opérante une fois traduite en vecteur d'actions aboutissant à une action pour chaque objet du processus. La traduction des décisions en actions est effectuée par l'interface décisionnel Id , élément externe par rapport à l'objet décideur.

$Id : (\text{Décision}, \text{Processus}) - (\text{Action-1}, \dots, \text{Action-n})$.

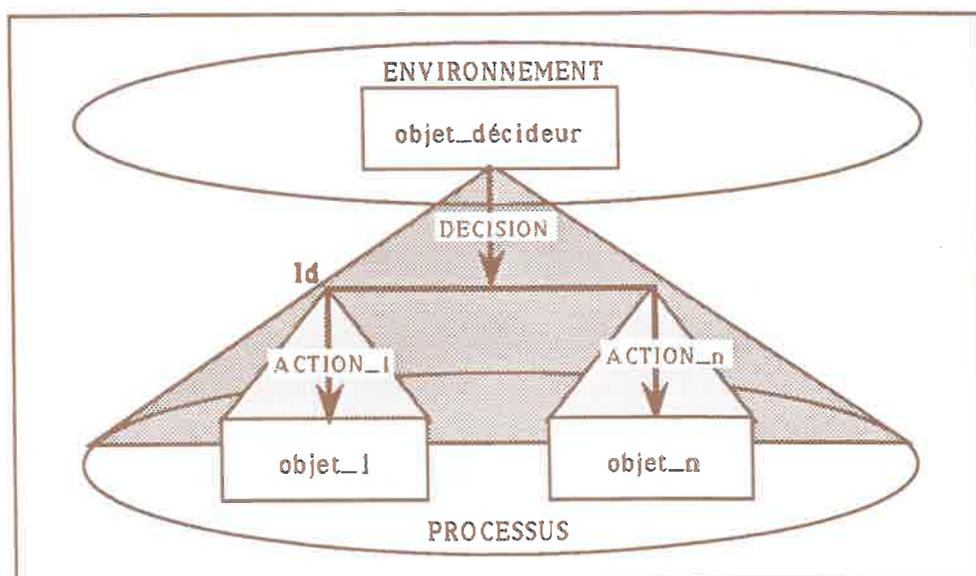


Figure 4 : La portée d'une décision et d'une action.

L'automatisation et le système d'automatisation

Dans ce contexte, l'analyse décisionnelle définit l'automatisation comme :

la délégation au système d'automatisation par l'environnement de décisions concernant la conduite du processus. Suite à cette délégation, l'environnement devient responsable de décisions nouvelles, plus générales et avec des buts plus lointains dans le temps que ceux des décisions confiées au système d'automatisation.

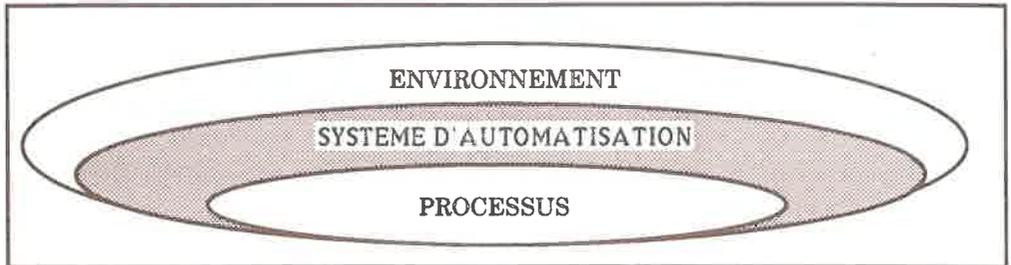


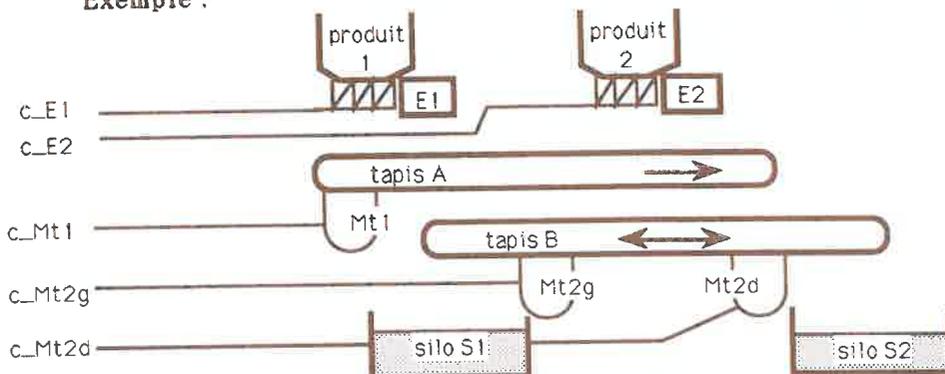
Figure 5 : La système d'automatisation greffé sur le processus et entouré par son environnement.

Pour concevoir un système d'automatisation il est donc nécessaire de :

- bien identifier le processus et son environnement, c'est-à-dire définir la conception orientée objets de la zone d'intérêt,
- distinguer l'ensemble des décisions pouvant être automatisées, c'est-à-dire confiées au système d'automatisation,
- spécifier le rôle de l'environnement une fois le système d'automatisation greffé sur le processus,

Tout en sachant que :

- l'installation d'un système d'automatisation ne change ni la nature ni le comportement du processus mais uniquement sa perception et sa conduite au niveau de l'environnement.
- le système de production ainsi modifié devra vérifier les principes généraux d'automatisation, c'est-à-dire :
 - amélioration qualitative de fonctionnement suite aux décisions plus pertinentes élaborées par le système d'automatisation, l'environnement n'ayant plus à s'en préoccuper ;
 - augmentation quantitative de la production suite aux décisions plus pertinentes élaborées par le système d'automatisation, l'environnement n'ayant plus à s'en préoccuper ;
 - diminution des coûts d'exploitation, dans les couches supérieures du système de production, suite à une simplification des décisions restant à la charge de l'environnement.

Exemple :**Description du processus :**

Une installation de manutention comporte deux trémies contenant chacune un produit différent. Chaque produit se déverse au moyen d'un extracteur E1 ou E2 sur un tapis A préalablement mis en rotation et, de là, sur un tapis B pouvant tourner dans les deux sens de façon à déverser le produit extrait dans le silo S1 ou dans le silo S2.

Description de l'environnement (conduite au niveau de l'environnement) :

De façon à limiter les points d'appel de courant et tenir compte des temps respectifs de mise en route, la séquence de démarrage doit s'effectuer dans l'ordre suivant :

- rotation du tapis B dans le sens choisi : G-vers silo S1, D-vers silo S2 ;
- 5 secondes après : mise en rotation du tapis A ;
- 10 secondes après : mise en marche du ou des extracteurs E1 et E2.

L'arrêt normal s'effectue par la procédure inverse :

- arrêt immédiat des extracteurs E1 et E2 ;
- 10 secondes après : arrêt du tapis A ;
- 5 secondes après : arrêt du tapis B.

L'environnement (un opérateur) réagit directement sur l'installation à l'aide des commutateurs :

- c_E1 : marche/arrêt de l'extracteur E1,
- c_E2 : marche/arrêt de l'extracteur E2,
- c_Mt1 : marche/arrêt du tapis A,
- c_Mt2g : marche_gauche/arrêt du tapis B,
- c_Mt2d : marche_droite/arrêt du tapis B.

Ceci nous donne la conception orientée objets :

(E, P) - (opérateur, (c_E1, c_E2, c_Mt1, c_Mt2g, c_Mt2d, horloge)).

Les décisions concernant la conduite de processus appartiennent toutes à l'opérateur :

- D0 - démarrage de l'extracteur E1,
- D1 - arrêt de l'extracteur E1,
- D2 - démarrage de l'extracteur E2,
- D3 - arrêt de l'extracteur E2,
- D4 - mise en rotation du tapis A,
- D5 - arrêt du tapis A,
- D6 - mise en rotation gauche du tapis B,
- D7 - arrêt de la rotation gauche du tapis B,
- D8 - mise en rotation droite du tapis B,
- D9 - arrêt de la rotation droite du tapis B,
- D10 - attendre le délai (t).

Supposons que le but d'un système d'automatisation du processus présenté ici soit de prendre en charge les séquences de démarrage et d'arrêt des tapis.

Dans la nouvelle configuration (E - environnement, S - système, P - processus) la distribution des décisions sera la suivante :

- les décisions D0 à D3 restent toujours à la charge de l'environnement,
- les décisions D4 à D10 sont déléguées au système,
- l'environnement est chargé des nouvelles décisions :

D11 : démarrage de l'ensemble_de_tapis_vers_silo_S1,

D12 : démarrage de l'ensemble_de_tapis_vers_silo_S2,

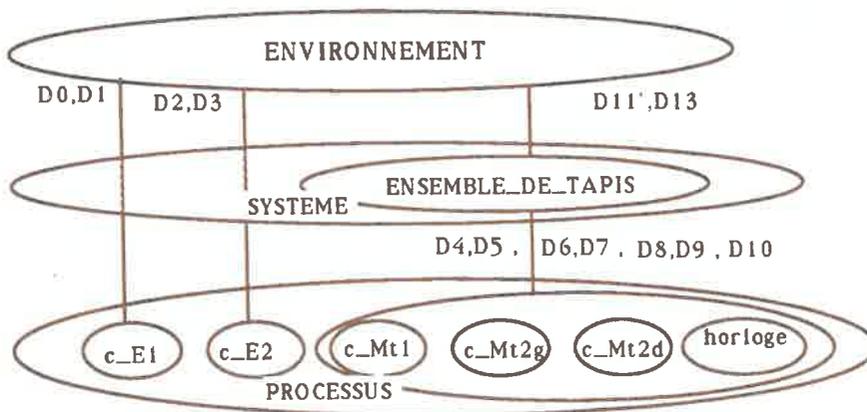
D13 : arrêt de l'ensemble_de_tapis.

Les décisions D11 à D13 sont plus générales et avec des buts plus lointains dans le temps que les décisions D4 à D10 confiées maintenant au système. Vu de l'environnement le processus est devenu plus simple à contrôler grâce à l'apparition d'un nouvel objet qui est l'"ensemble_de_tapis". C'est à cet objet que l'on attribue la responsabilité des décisions et l'intelligence de leur élaboration.

Il est facile de s'apercevoir que les décisions D11 et D12 peuvent être substituées à une seule décision avec une consigne :

D11 : démarrage de l'ensemble_de_tapis (sens)

où : sens : vers_silo_S1/vers_silo_S2



Il est important de souligner ici que l'installation d'un système d'automatisation augmente la complexité de l'ensemble du système de production par introduction de niveaux d'abstraction supplémentaires. Elle peut augmenter aussi sa "consommation" de temps. L'élaboration de toute décision consomme un laps de temps. Etant donnée l'apparition des décisions nouvelles au niveau de l'environnement, la totalité des temps consacrés à l'élaboration des décisions successives, en partant des objectifs généraux jusqu'à l'arrivée aux points de contact avec le processus, peut couvrir, voire dépasser, tout le temps disponible dans l'organisation. Un système d'automatisation, même correctement conçu au sens architectural, peut engendrer, dans le système de production, le syndrome de Parkinson des structures si souvent observé dans les différentes administrations. Ceci explique aussi de nombreux échecs des

réalisations de systèmes informatiques temps réel, ces systèmes consacrant l'essentiel de leur énergie à se gérer.

Les méthodes de conception dérivées de l'analyse décisionnelle, méthodes de conception par objets décisionnels, permettent une analyse suffisamment fine du problème pour qu'on puisse éviter ce type de surprises désagréables après l'installation et l'intégration du système d'automatisation.

L'activité, le pilote, l'organe décisionnel

La délégation de décisions vers les niveaux inférieurs de la structure provoque l'apparition d'objets nouveaux auxquels les décisions sont déléguées. Chaque objet, dans ce sens, représente une activité à part entière. L'organisation obtenue suite aux délégations successives des décisions reflète la hiérarchie de ces activités construite d'après le postulat de convergence des buts.

Toute activité, alors, est caractérisée par trois éléments indissociables :

- une finalité englobant l'ensemble des objectifs que l'activité est susceptible de reconnaître et d'assumer,
- des moyens c'est-à-dire des sous-activités mises en œuvre qui permettent la réalisation des objectifs validés,
- une conduite qui définit l'ordonnancement des moyens.

Une activité A (F-finalité, C-conduite, M-moyens) est une notion purement conceptuelle. Elle se réalise par son pilote. Une activité avec un pilote désigné est qualifiée d'organe décisionnel.

Exemple : Dans ce sens, un logiciel correspond à une activité, l'ordinateur au pilote, le système informatique composé de l'ordinateur et du logiciel représente un organe décisionnel.

Le processus rassemble des moyens, eux-mêmes étant concevables comme activités réalisées par des organes décisionnels. Le comportement des organes décisionnels s'explique par la finalité projetée sur cet ensemble d'organes.

Les interactions entre l'organe décisionnel et son entourage passent par :

- un flux d'informations descendantes propagées de l'environnement vers le processus : les actions et les décisions,
- un flux d'informations ascendantes propagées du processus vers l'environnement : les signalisations d'évolution du processus et les états.

Les signalisations sont obtenues via un interface de signalisation Is à partir des états des organes appartenant au processus.

$Is : (Etat_0, \dots, Etat_n) - Signalisation$

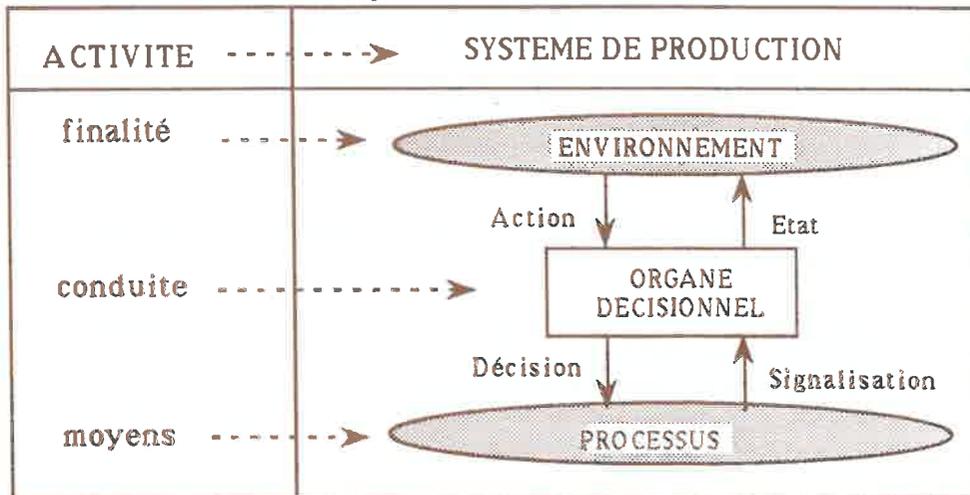


Figure 6 : Le positionnement d'un organe décisionnel dans un système de production.

Vus de l'extérieur, les flux descendants et ascendants d'informations sont dissociés. L'organe décisionnel est chargé de la régulation du processus en fonction des consignes (objectifs) qui sont transmis de l'environnement. Il matérialise, alors, dans son expression la plus simple, l'intersection des deux boucles de régulation :

- boucle 1 : elle réalise la régulation par l'environnement de l'organe en fonction de la finalité du système de production,
- boucle 2 : elle réalise la régulation par l'organe du processus en

fonction de ses objectifs externes.

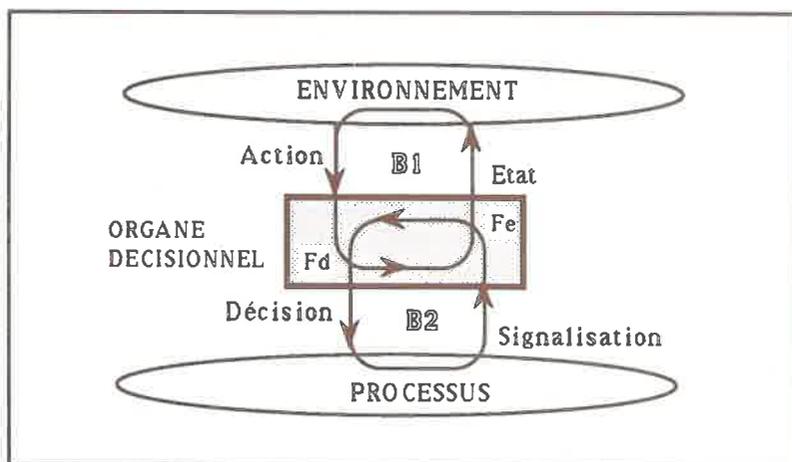


Figure 7 : L'organe décisionnel vu comme l'intersection de deux boucles de régulation.

les points d'intersection de ces deux boucles de régulation correspondent à des fonctions :

- la fonction de compréhension et de validation d'état - Fe,
- la fonction d'élaboration des décisions - Fd.

VI. Marche automatique, semi-automatique et manuelle dans les systèmes d'automatisation possédant une structure décisionnelle.

La complexité des systèmes de production réalisés aujourd'hui va de pair avec l'impossibilité de tout prévoir a priori, tant les combinaisons des états des moyens sont nombreuses. Cette situation ne remet pas en cause les techniques d'analyse utilisées pour définir les modes de marche. Elle matérialise tout simplement l'insuffisance des connaissances dont nous disposons aujourd'hui pour réaliser les conceptions. Même s'il est possible de s'imaginer une démarche permettant d'identifier tous les cas de figure, il nous sera difficile d'identifier, parmi eux, ceux dont l'apparition est réellement probable.

L'application d'une démarche pour résoudre ce problème, outre des interrogations quant à sa faisabilité, risque d'aboutir à des systèmes dont la complexité dépasse celle de la réalité.

Durant la conception d'un système automatisé, il faut alors tâcher d'intégrer les comportements correspondants aux situations probables et prévisibles. La structure du système devrait, par ailleurs, permettre, dans des situations nouvelles et exceptionnelles, de récupérer, dans un premier temps, la conduite au niveau de l'environnement (récupération en temps réel) afin de lui permettre d'agir en tant qu'opérateur. Par la suite, l'environnement doit être capable de faire évoluer facilement le système en y intégrant les connaissances relatives à la situation vécue (récupération en temps différé, c'est-à-dire apprentissage). La capacité à apprendre est un facteur prédominant de la flexibilité.

L'objectif des techniques de conception découlant des systèmes automatisés est de fournir l'ensemble de règles permettant d'aboutir aux systèmes flexibles. Les connaissances transmises à l'origine au système lui permettent de construire les différents comportements, c'est-à-dire les différents modes de marche. Elles dépendent de l'application et de "l'état de l'art" du métier.

Le mode automatique de fonctionnement est le mode normal de marche.

Le mode semi-automatique de fonctionnement est une conduite du processus durant laquelle l'environnement récupère provisoirement tout ou partie du pouvoir décisionnel normalement confié au système d'automatisation.

Le mode manuel de fonctionnement est, alors, un cas particulier du mode semi-automatique. En mode manuel toutes les décisions concernant la conduite du processus sont élaborées par l'environnement.

Le passage en conduite semi-automatique ou carrément manuelle peut avoir lieu suite à une défaillance du système d'automatisation ou suite à la nécessité d'une conduite exceptionnelle et non prévue à l'origine. Ce deuxième cas est particulièrement important pour des PME/PMI fonctionnant souvent dans le contexte comparable à celui de l'atelier flexible, c'est-à-dire dans les conditions que les amènent à fonctionner dans les conditions non prévues à l'origine.

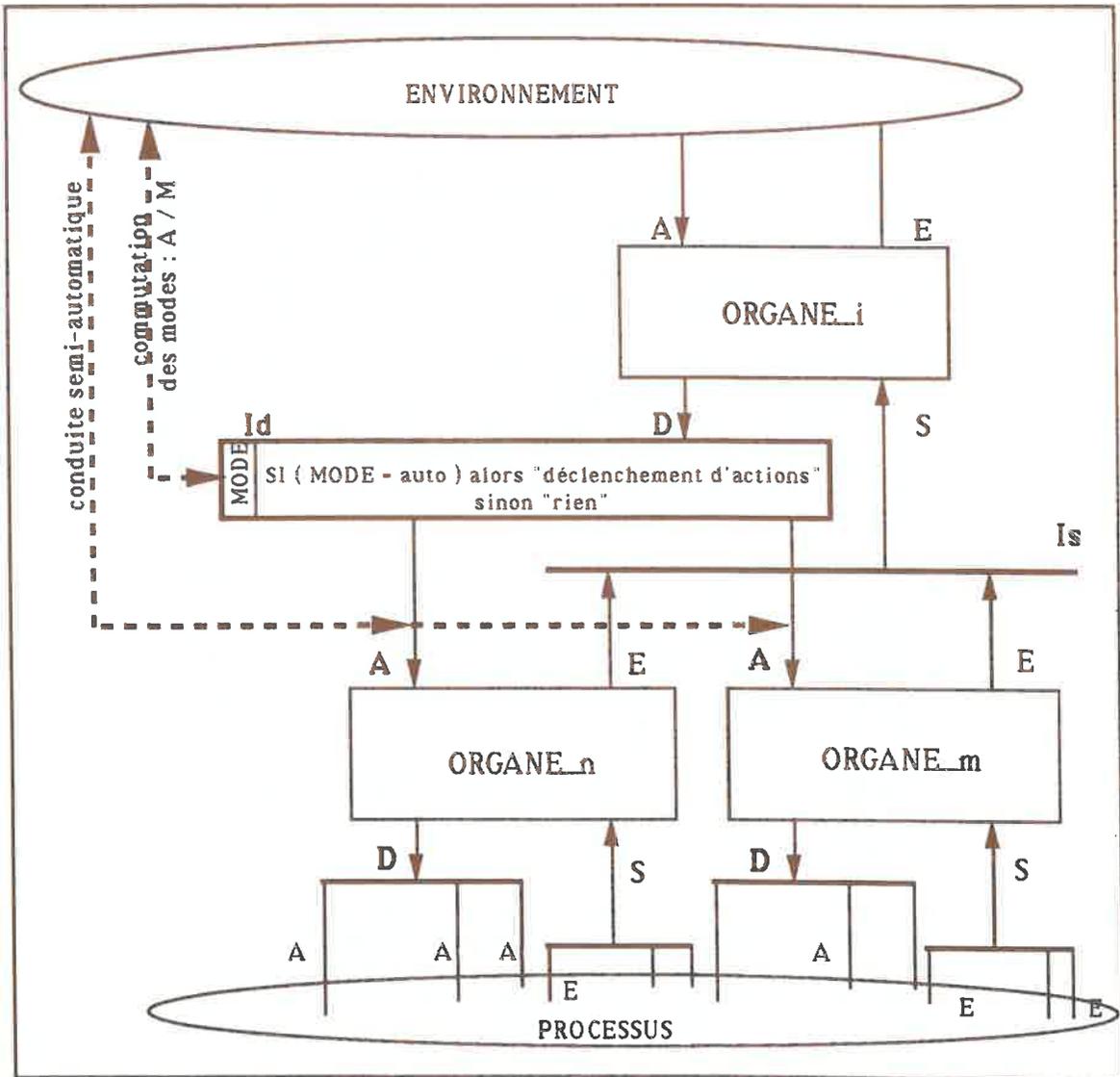
Dans des systèmes d'automatisation ayant une architecture décisionnelle, le passage en marche semi-automatique ou manuelle consiste en une désactivation de l'interface décisionnel associé à l'organe qui gère le processus concerné. L'activité de l'organe en question est maintenue mais les actions correspondant à ses décisions ne sont plus propagées. La partie court-circuitée du système d'automatisation, dans certains cas, peut être considérée comme apportant une aide à la décision dans la mesure où elle intègre les connaissances correspondant à la situation traitée.

La notion de mode de fonctionnement se réfère à une application donnée et elle n'intervient nullement dans les spécialisations des composants qui sont les organes.

Durant le fonctionnement en mode semi-automatique ou manuel le flux des informations remontantes n'est pas interrompu. Ceci garantit le retour en mode automatique sans qu'une mise à jour de l'état du système d'automatisation ne soit nécessaire.

L'objectif de la gestion des modes de marche ainsi présentée est d'éviter le blocage des systèmes de production suite à une défaillance (technique ou logicielle) ou encore de permettre de faire face à de nouvelles conditions d'utilisation. C'est le déficit conceptuel en la matière qui amène à constater la non flexibilité des ateliers dits flexibles. Dans le contexte de leur installation, la justification qui avait prévalu était que, devant tourner à près de 100 % de leur capacité et pouvant évoluer d'une production à l'autre aussi bien pour ce qui était prévu (flexibilité instantanée) que pour des productions nouvelles (flexibilité dynamique), ceci validait les énormes investissements qu'ils induisaient. L'observation des temps de fonctionnements effectifs montrent qu'ils restent inutilisés durant de longues périodes si les défaillances matérielles ou logicielles ou la nécessité d'intégrer une évolution non prévue à l'origine apparaissent. Or rien ne justifie ce chômage complet des ateliers si la gestion des modes de marche avait été prévue. Même partiellement, il aurait été concevable de les voir réaliser une fabrication autre que celles pour lesquelles ils sont défectueux ou encore la production partielle de ce pour quoi ils ont été installés. C'est encore l'ambiguïté conceptuelle de cet aspect que l'on retrouve au niveau du débat qui s'établit autour de l'Airbus A 320, avion pour lequel existe un conflit entre le mode de pilotage manuel et automatisé.

Figure 8 : Le passage en mode semi-automatique ou le retour en mode automatique sont obtenus suite à la modification d'état d'une variable de contrôle associée à l'interface décisionnelle.



V. Conclusion

L'introduction des systèmes d'automatisation ne peut se concevoir aujourd'hui sans une réflexion sur son impact sur l'ensemble de système de production.

Deux aspects méritent une attention particulière :

- la sécurité des installations,
- l'efficacité de l'ensemble du système de production.

La sécurité des installations hautement automatisées diminue avec l'éloignement des niveaux de récupération des anomalies en amont du système. Une décision rapide sur la transition des modes de marche prise par le système lui-même évite des arrêts de production et la remise en état de l'installation, sources de pertes en temps, en qualité, en argent puisqu'il peut, pour tout ou partie, continuer à fonctionner. La polyvalence du système de production conditionne la continuité de son exploitation, donc de son efficacité, face aux ruptures de stocks ou aux changements de produits. Il arrive de voir des ateliers hautement automatisés refuser la fabrication d'une gamme, même pas trop éloignée de ses produits de base, faute de pouvoir passer en production semi-automatique sinon manuelle.

La prise de conscience de ces deux problèmes, sécurité et efficacité, stimule, d'un côté, la création des guides ou grilles d'analyse permettant une sensibilisation des ingénieurs concepteurs, de l'autre, la recherche des méthodes de conception permettant la création des systèmes d'automatisation réellement flexibles et tenant compte de la finalité du système de production.

La gestion de production n'est plus une préoccupation exclusive des managers. Elle concerne aussi, et ceci de plus en plus, les concepteurs des automatismes.

Le savoir-gérer et le savoir-faire intégrés dans le système d'automatisation donnent un sens au concept de CIM et de Productique en associant les perspectives techniques, liées aux automatismes aux perspectives économiques, liées à la gestion des ateliers automatisés.

Bibliographie

- /1/ "GEMMA : Guide d'étude des modes de marches et d'arrêts"
- ADEPA - 1981.
- /2/ Bucki, J., Pesqueux, Y., Lasoudris, L. : "B-COD - Méthode de conception par organes décisionnels".
- Cahier du Forum de Génie Décisionnel - n° 1 - 1990.
- /3/ Bucki, J., Pesqueux, Y. : "Intelligence d'un système"
- Cahier du Forum de Génie Décisionnel - n° 2 - 1990
- /4/ Bucki, J., Pesqueux, Y. : "Organe décisionnel et contrôle - délégation et automatisation".
- Cahier du Forum de Génie Décisionnel - n° 3 - 1990.
- /5/ Bucki, J., Pesqueux, Y. : "Système d'information"
- Cahier du Forum de Génie Décisionnel - n° 4 - 1991.
- /6/ Bucki, J., Pesqueux, Y. : "Atelier flexible"
- Cahier du Forum de Génie Décisionnel - n° 5 - 1991.
- /7/ Bounabat, B. : "Methodologie d'automatisation des systèmes complexes de production "
- Institut National de Télécommunication - sept. 1990.
- /8/ Gilardi, JC., Tarondeau, JC. : "Technologies flexibles et organisation du travail"
- Revue Française de Gestion - n° 63 - 1987.
- /9/ Iticsohn, P. : "Tôlerie, le premier atelier flexible"
- Industries et Techniques - 1/10/1984.
- /10/ Messine, P. : "Les Saturniens"
- Editions La Découverte, Paris - 1987.
- /11/ Meyer, B. : "Conception et programmation par objet"
- Inter Editions, Paris - 1990.
- /12/ Tarondeau, JC. : "Technologies flexibles : l'impact sur les performances"