

AFSCET

Res-Systemica

Revue Française de Systémique
Fondée par Evelyne Andreewsky

Volume 12, novembre 2014
Modélisation des Systèmes Complexes

Res-Systemica, volume 12, article 04

Systémique et idéologie trifonctionnelle
Systèmes industriels et gestion de simulation

Michel Dureigne

article reçu le 13 octobre 2014

exposé du 07 février 2011



Creative Commons

Systémique et idéologie trifonctionnelle

systèmes industriels et gestion de simulation

Avant-propos

Vers la fin des années 70, j'ai été marqué par deux ouvrages : [1] Georges Dumézil et [2] Le macroscop. Ils modifiaient ma vision d'ingénieur automaticien où tout problème de gouverne se limitait à la conception et réalisation de boîtes noires plus ou moins hiérarchisées ; avec ces ouvrages émergeait une vision de gouverne d'organisations complexes. Au début des années 80, la pratique de la méthode Merise me faisait prendre conscience d'une couche système d'information située entre un niveau pilotage et un niveau opérant. Au milieu des années 80, en rejoignant l'Aérospatiale je découvrais la culture américaine des grands systèmes spatiaux et militaires et de leurs processus d'ingénierie.

Dans la découverte de ces grands systèmes et de leurs processus, j'ai été frappé par l'usage fréquent de description ternaire des systèmes, sous-systèmes ou processus associés. J'ai été intrigué par l'analogie entre l'idéologie trifonctionnelle de Dumezil et la façon ternaire dont l'ingénierie système était abordée.

J'ai essayé de tirer parti de cette analogie dans ma manière d'analyser les organisations complexes d'Aérospatiale (devenue EADS puis Airbus) que constituent : bureaux d'études, architectures informatiques, organisations de maintenance, production d'atelier, lanceurs et avions etc. Cette analyse avait deux objectifs :

- un objectif personnel de compréhension d'un milieu aux organisations humaines multiples, et malgré cela très innovant et très performant
- un objectif professionnel de pilotage d'équipes de recherche en informatique technique. Ces équipes ont accompagné pendant un quart de siècle le développement de l'informatique technique, passant du stade dessin industriel automatisé et usinage à commande numérique, au stade développement collaboratif de produits et processus simulés ("les systèmes virtuels").

Mon exposé vise à faire partager ma réflexion; il a plus une valeur empirique que scientifique. Il semble toutefois à la lecture d'articles récents, en particulier dans Wikipedia, que la référence à G Dumézil est plus large que je ne le pensais, cela me conforte dans ma réflexion.

I. Introduction

L'idéologie trifonctionnelle fait référence aux travaux de G Dumézil [1] sur la culture indo-européenne. Elle a trait à l'organisation ternaire et trifonctionnelle qui règle et équilibre les capacités et les compétences de chacun : prêtres qui administrent le sacré ; guerriers, détenteurs d'une force brutale canalisée et commandée par le roi pour la défense et la tranquillité de tous ; artisans et producteurs qui procurent à la communauté le moyen de subsister.

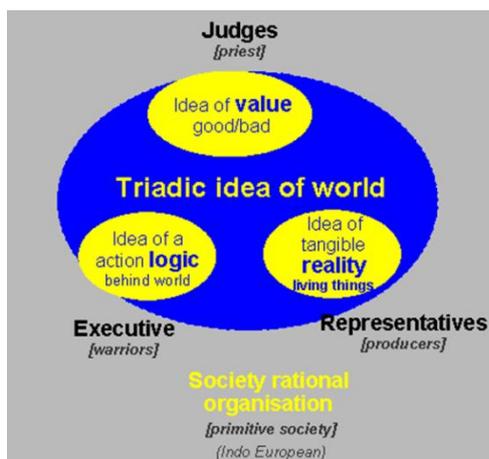
Le terme systémique est pris au sens scientifique : « manière d'analyser un ensemble complexe de faits ou d'éléments en relation, en traitant ces derniers dans leur globalité et non individuellement ».

Systèmes industriels fait référence à l'organisation rationnelle du travail de conception, production et exploitation, et aux moyens matériels associés L'informatisation constitue la partie la plus visible de la dimension rationnelle. Les machines en réseau, ou un avion de transport entrent dans la catégorie des moyens associés.

L'exposé fait dans un premier temps un balayage de la dimension trifonctionnelle dans la société occidentale, et dans le monde industriel. Il esquisse ensuite une lecture trifonctionnelle d'activités d'un groupe industriel tel Airbus. Enfin il s'interroge sur la portée et les limites de l'outil de lecture trifonctionnel présenté.

II. Esquisse d'une théorisation

La représentation la plus parlante du concept trifonctionnel est le triangle. Chaque sommet exprime une vue de l'entité analysée. Comme développé plus loin, au §III, le concept sert à observer un univers complexe avec trois points de vue : celui de la valeur, celui de la logique d'action, et celui des objets tangibles. Comme précisé au §VI, le concept relève fondamentalement de la culture occidentale ou indo-européenne.



Dans un univers social trifonctionnel on trouve trois sous organisations : juges, forces d'interaction (maintien de l'équilibre interne et externe : police et armée), et producteurs (synergie avec l'univers tangible).

L'organisation trifonctionnelle de l'univers social est à la fois une réalité pour les membres d'une société occidentale, et en même temps un schéma intellectuel inscrit au plus profond de sa culture.

On peut faire l'hypothèse que chaque fois qu'un membre ou groupe de ce type de société cherche des repères pour organiser sa pensée, l'organisation trifonctionnelle lui semble aller de soi. On peut même spéculer que la langue, c'est-à-dire le vecteur de la pensée, est porteuse dans sa structure même de cette organisation.

Le trifonctionnel peut être reformulé par la triade : valeur, logique d'action, réalité tangible. A titre d'illustration, prenons les concepts de Dieu, d'information, et de système. Dieu est appréhendé par la Sainte Trinité : le Père (le bien et le mal), le Saint Esprit (souffle divin qui pousse à l'action), le Fils (homme et créateur de l'univers). L'information peut signifier valeur (valable ou non), processus (fait changer l'état des connaissances) ou contenu. Un système a une valeur (donnée par les parties prenantes), a une logique fonctionnelle (cycle de vie et comportement) et a une architecture physique (ensemble de composants en relation).

Enfin, soulignons l'aspect non commutatif des termes du triangle trifonctionnel. Si l'on prend l'exemple de la triade de Donnadiou [2] : {information, énergie, matière}, l'énergie est liée à la notion de force et la matière à celle d'univers tangible. En revanche si l'on permute en {information, matière énergie}, la matière est une logique d'interaction entre particules ponctuelles paramétrées (masse, charge ou couleur), et l'énergie quantique est la seule réalité tangible. Par permutation, on passe de la vision physique classique, à celle de physique contemporaine : les mots matière et énergie changent de signification (cf. §3.2).

III. Foisonnement des idées et concepts du trifonctionnel

Le tableau ci-dessous (Jean Claude Rivière Edition Copernic 1979 Georges Dumézil) synthétise le concept du trifonctionnel développé par G Dumézil. Il doit être complété par la phrase de G Dumézil : « Pour importante, centrale même, que soit l'idéologie des trois fonctions, elle est loin de constituer tout l'héritage indo-européen que l'analyse comparative peut entrevoir ou reconstituer ».

	F1	F2	F3
dieux	Jupiter, Mitra, Odin	Mars, Indra, Thorr	Quirinius, Nâsatya, Freya
Fonctions	souveraineté juridico-politique	Force physique	Fécondité, jeunesse, santé, volupté
Idées associées	Ordonnancement et administration ; justice ; sagesse, méditation ; magie	Usages pacifiques et guerriers de la force	Richesse, abondance, fécondité, activités économiques et marchandes
Groupes sociaux	(rois), prêtres ; oratores	Guerriers ; noblesse bellatores	Pasteurs, agriculteurs, producteurs, laboratores
symbolique	Tête (fc intellectuelles) blanc	Cœur, poitrine ; feu foudre ; rouge	Ventre ; eau, terre ; noir-bleu foncé

Il est bon de noter que la fonction F2 traduit une force « cachée » difficile à maîtriser, alors que F3 est un foisonnement de vie. Jusqu'à l'émergence de la physique à la fin du XVIIème siècle, les grandes forces de la nature étaient imaginées comme produites par des sortes de dieux cachés. C'est le progrès de la réflexion philosophique qui a amené l'idée que ces forces étaient gouvernées par des lois logiques à découvrir. C'est la raison pour laquelle, il me semble que la fonction F2 doit être définie comme une logique d'action, observable par son modèle mathématique, et où la seule chose physiquement observable est les effets observés sur l'univers tangible (fonction F3).

3.1 Modèles sociaux et culturels

Les représentations ternaires abondent dans tout ce qui relève de l'organisation sociale ou culturelle en Occident.

Le modèle féodal des prêtres, guerriers et producteurs, devenu par la suite clergé, noblesse et tiers état, a fait place au modèle démocratique des trois pouvoirs : judiciaire, exécutif, et législatif (i.e. les représentants du peuple).

Ce modèle indo européen est très présent aussi bien dans les organisations d'activités humaines, que dans les courants philosophiques.

Le triptyque prêtres, guerriers, producteurs est prôné par l'école pythagoricienne. Il est adapté par Platon (dans *la république*) pour son gouvernement idéal divisé entre trois groupes : gouvernants (les sages), gardiens et producteurs. La définition de l'âme pour Platon est tripartite : le raisonnable ou divin (logistikon), la colère ou passions/cœur (thumos) et l'appétit ou désirs matériels (epithumia). Chez son disciple Aristote la tripartition devient les fonctions : pensante, sensitive-motrice et végétative.

Sur un plan plus culturel, nombre de concepts abstraits reprennent le schéma ternaire.

- La devise Egalité (valeur), Liberté (action), Fraternité en est un exemple.
- L'idée de Dieu sous l'influence des pères de l'église, tous de culture grecque, est exprimée dans le mystère (vérité de foi) de la Sainte Trinité.
- Le temps humain est mieux perçu avec les concepts de présent- décision, futur- logique d'évolutions possibles et passé-expérience.
- Le théâtre classique, reprenant Aristote, adopte la règle des trois unités : d'action (un seul thème), de temps (force de déroulement), de lieu (organisation du réel).
- Clausewitz (ouvrage : de la Guerre) distingue stratégique (lié au politique qui fixe les buts et horizons), tactique (schéma logiques d'actions possibles) et opérationnel (activité de terrain)
- Descartes formule la démarche scientifique en : " valeur de la connaissance à prouver par les applications, formalisation d'une loi de la physique, expérimentation ".
- L'économie distingue trois secteurs : tertiaire (service ou valeur ajoutée), secondaire (industrie ou force des machines), et primaire (agriculture ou matières premières).
- L'organisation type des conquêtes coloniales était prêtres, soldats et commerçants
- La pratique des grands travaux s'appuie sur la triade : maître d'ouvrage (valeur pour le client), Architecte (organisation logique du travail), maître d'œuvre (sur le terrain).

Inversement l'ambiguïté de mots concepts réside dans le fait qu'ils ont souvent un sens trifonctionnel : le Marché décide des valeurs, est une loi offre demande, ou est un lieu physique d'échange de biens ; la vie est essence, existence ou substance.

Il va de soi que le trifonctionnel n'est pas la panacée pour décrire une organisation, ou pour lever une ambiguïté.

3.2 Modèles de la physique et des mathématiques

Un point fondamental, pour aborder physique et mathématiques est, me semble-t-il, le courant philosophique qui émerge au moyen-âge (probablement sous l'influence de penseurs arabo-andalous, eux-mêmes pétris de culture grecque) et s'arrête avec Leibniz au siècle des lumières. Ce courant conçoit l'existence de deux livres [4], les livres de la Nature et de l'Écriture. Le livre de l'Écriture (la Bible ou le Coran) est révélé et fait l'objet d'une exégèse. Le livre de Nature donne les lois Divines universelles et simples, cachées derrière la nature apparente ; il s'oppose à l'idée d'un univers irrationnel (avec « des démons derrière les phénomènes physiques »). La géométrie qui décrit formes et cinématiques des choses doit pouvoir être généralisée. C'est avec Galilée que se précise cette vue mathématique des choses, et c'est avec Leibniz qu'elle se finalise.

Leibniz apporte le calcul intégral-différentiel comme langage de l'univers des forces, et pose les bases d'un langage de la pensée rationnelle qui sera repris par Boole.

La physique classique, est une vision de la matière tangible. Elle est construite sur une Mathématique trifonctionnelle : la logique (théorie des ensembles), l'analyse et la géométrie. Ces trois modes de langages permettent respectivement la description de la pensée rationnelle, de l'énergie, et de la matière. Ces langages sont les outils de base des trois fonctions intellectuelles techniques : Organisateur-informaticien, Ingénieur¹, Architecte.

La physique contemporaine propose une vision énergétique trifonctionnelle de la Nature : entropie probabiliste, modèle standard de la matière, ressource énergie quantique. Cette permutation de la position des mots énergie et matière est en fait le résultat d'une longue évolution de la pensée, initiée avec la révolution industrielle.

D'un côté, la révolution industrielle introduit "l'usine" nouveau type sociétal. C'est une organisation du travail avec des moyens énergétiques groupés en ateliers. Le système de valeurs est l'usage de l'énergie ou "valeur travail" ; la logique d'action alloue des tâches à des unités productives ; la réalité tangible est la fédération de ressources-énergie.

D'un autre côté, la pensée scientifique évolue. Au départ, l'énergie (principe de moindre action) est une logique d'interactions entre barycentres de particules massiques idéalisées ; la matière est la réalité tangible faite d'atomes pérennes avec liaisons reconfigurables ; en l'absence de Dieu ou de démons de Maxwell, le monde est sans valeur et va vers le chaos (principe d'entropie). Puis se fait jour l'idée que seule l'énergie est porteuse d'invariance, et qu'elle est quantique et mesurable. La matière est une logique de champs d'interaction possibles entre particules élémentaires ponctuelles paramétrées (masse, charge ou couleur). Un principe d'observation-supervision et d'incertitude probabiliste complète la triade de cette physique-énergie.

La physique de la matière et celle de l'énergie, intègrent mal le vivant à la Nature. La révolution de l'information change la donne.

¹ Ingénieur, dans le domaine militaire celui qui fait les machines de guerre actives (engins) ou passives (les structures). La physique classique fait passer son métier de bricoleur et exploitant de formules empiriques à celle de producteur et exploitant de calculs rationnels.

3.3 Modèles de la systémique et de l'informatique

Le premier impact de la révolution de l'information porte sur le monde des machines par le biais des automates de régulation de l'énergie. L'évolution de ces automates d'abord mécaniques, puis électroniques et enfin logiciels, est allée de pair avec l'idée "d'information" intrinsèquement liée à la nature physique.

Cette idée d'intrication de l'informationnel au physique s'est traduite par une migration des concepts de machines régulées vers celui de systèmes industriels, une conception du vivant comme entité biologique, et enfin une renaissance du discours philosophique ou épistémologique avec l'idée de systémique.

La dimension systémique et trifonctionnelle est au cœur de la pensée de M Lemoigne, d'E Morin ou de M Serres comme analysé par ([3] G Donnadieu).

Elle se retrouve viscéralement dans le monde de l'informatique, qui est issu des travaux de Boole : valeur logique, logique de changement d'état, états logiques. Au plan matériel ceci se traduit en périphériques d'aide à la décision, processeurs de traitement logique, mémorisation des états. Au plan logique d'action ceci se traduit dans les logiciels : objets-messages, procéduraux, ou structuraux (experts-règles de production).

Pour être plus exhaustif dans le monde des langages rationnels, il faut mentionner les travaux sur la linguistique de Chomsky, ou ceux de Richard Kayne (1990) pour qui les langues sous-tendent une structure Sujet-Verbe-Objet (intention). De son côté Claude Vogel (méthode KOD) propose un modèle cognitif comprenant des schémas d'interprétation (type connaissances profondes), des actinomies (schémas mentaux d'actions type heuristiques) et des taxinomies (description hiérarchique du monde physique). Dans le même ordre d'idées, les théories des ontologies et concepts reprennent les bases ensembliste trifonctionnelles: vue définition (terminologie), vue en compréhension (logique d'appartenance), vue en extension (liste d'éléments réels).

Enfin, juste retour des choses, le concept de système issu des automatismes de l'industrie, a impacté très fortement les pratiques industrielles.

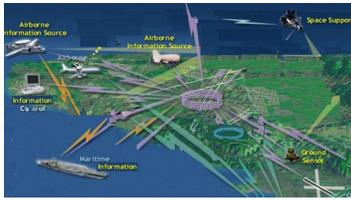
IV. Focale sur les grands Systèmes industriels

Le paradigme trifonctionnel de l'atelier industriel est largement connu. Il est facilement observable avec sa salle de contrôle, ses flux logiques de production/distribution, et ses îlots machines/ressources. Sa logique de fonctionnement rationnel a été théorisée par Taylor et son organisation scientifique du travail.

D'autres systèmes comme les grands bureaux d'études de l'aéronautique, et les systèmes de défense ou de transport ont une moins grande lisibilité que l'atelier. On perçoit de grandes organisations matricielles aux interactions multiples, et la question du jeune ingénieur est souvent comment ça marche et pourquoi c'est efficace. Une esquisse de réponse est d'aller du plus parlant au plus flou : systèmes vendus, logique des cycles de vie, métier des acteurs.

4.1 Catégories de systèmes aérospatiaux et usage

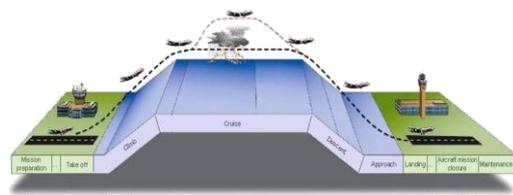
Un groupe comme Airbus adresse trois catégories de grands systèmes aérospatiaux : système de commandement, système mission de transport, système machine volante complexe.



Le premier type est le système de systèmes. Typiquement il est constitué d'une salle de commandement distribuée, de réseaux de production et distribution d'informations (centres de données, de traitement, et réseaux de communication), et de capteurs et effecteurs mobiles (eg : radar embarqué et missile embarqué).

Le système de système est essentiellement tourné vers l'aide à la prise de décision fonction du contexte. Le mot clé est la coordination. Le système de systèmes est par nature réactif aux événements, évolutif, et reconfigurable par mission. Le cœur du système de systèmes est un système informationnel distribué² avec interopérabilité au niveau des flux de données.

L'entreprise avec ses cotraitants est souvent assimilée à un système de système ; il s'agit là d'une vision réductionniste, source de malentendus et de querelles d'experts. En effet l'entreprise doit jongler avec la satisfaction des actionnaires, des employés, et des clients, là où le système de système privilégie essentiellement la vision mission technique.



Le deuxième type est le système de mission. Typiquement il est constitué d'une salle de mission, d'un vecteur, et d'une charge utile. La salle de mission et la charge utile n'entrent pas dans la fourniture du système de mission ; la fourniture est

le logiciel de gestion de la mission, le vecteur (eg lanceur Ariane), et les interfaces entre charge utile et vecteur.

Le système mission est essentiellement tourné vers la dynamique du transport, de la phase réception de la charge utile à la phase livraison (eg mise sur orbite). De ce point de vue la dynamique au sol est à prendre en compte autant que celle en vol³.



Le troisième type est le système machine volante. Typiquement il est constitué d'un cockpit (bord et sol), de vecteurs énergétiques, d'une structure habitat. Les vecteurs énergétiques sont les régulateurs, les systèmes actifs (réseaux de moteurs, compresseurs, ...) et les structures passives.

Le système machine volante est essentiellement tourné vers la satisfaction du besoin énergétique de la charge utile (communication, propulsion, fonctions vitales).

4.2 Standards d'ingénierie et processus

Le cycle de vie d'un système aérospatial, de l'expression de besoins au retrait de service est une activité distribuée entre de nombreux acteurs ; son ossature logique est le programme. Le programme débute par une phase prototype avec la validation des besoins à satisfaire et de

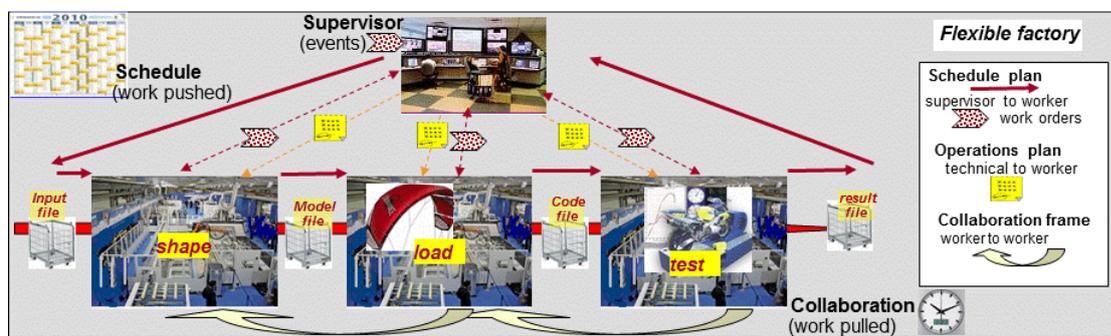
² Le fournisseur d'un système de systèmes spécifie les équipements (machines, capteurs, effecteurs) à intégrer et les procédures de recette. Il ne fournit pas ces éléments, et en vient parfois à mettre en concurrence les équipements produits par sa propre entreprise avec ceux d'autres équipementiers !

³ Un avion est autonome de bout en bout d'une mission de vol. Un lanceur a une phase transport routier

l'intégration technologique ; vient ensuite la phase développement avec la validation du dossier d'industrialisation et l'intégration des moyens de réalisation et maintenance; vient enfin la phase série de réalisation et particularisation du système pour divers clients.

La philosophie d'un programme est une logique d'action basée sur un flux d'objets informationnels. Ces objets peuvent être des annotations, des données formelles, des mesures réelles ou simulées. La standardisation des interfaces, processus et données est un besoin critique des grands systèmes industriels. Tout programme implique un choix de standards.

La fonction programme est à l'image des ateliers flexibles d'usine : évolution supervisée (requêtes, jalons, et crises), gestion des logiques d'action (workflow, planification, tâches allouées à cellule), cellules d'activité en maîtrise opérationnelle. L'évolution est maîtrisée par le passage de jalons qualité : tous les documents attendus des cellules ont été produits, vérifiés et validés.



Le rôle critique des données et des processus associés explique l'attention toute particulière que l'industrie aérospatiale et défense a porté de tout temps à leur normalisation.

4.3 Parties prenantes et valeur système

La valeur d'un système aérospatial est directement liée à ses parties prenantes. Cette valeur conjugue valeur d'usage, valeur de disponibilité opérationnelle, valeur métier (technologique). , La maîtrise de cette valeur induit pour les grands systèmes industriels une organisation dite programme car focalisée sur le cycle de vie du système.

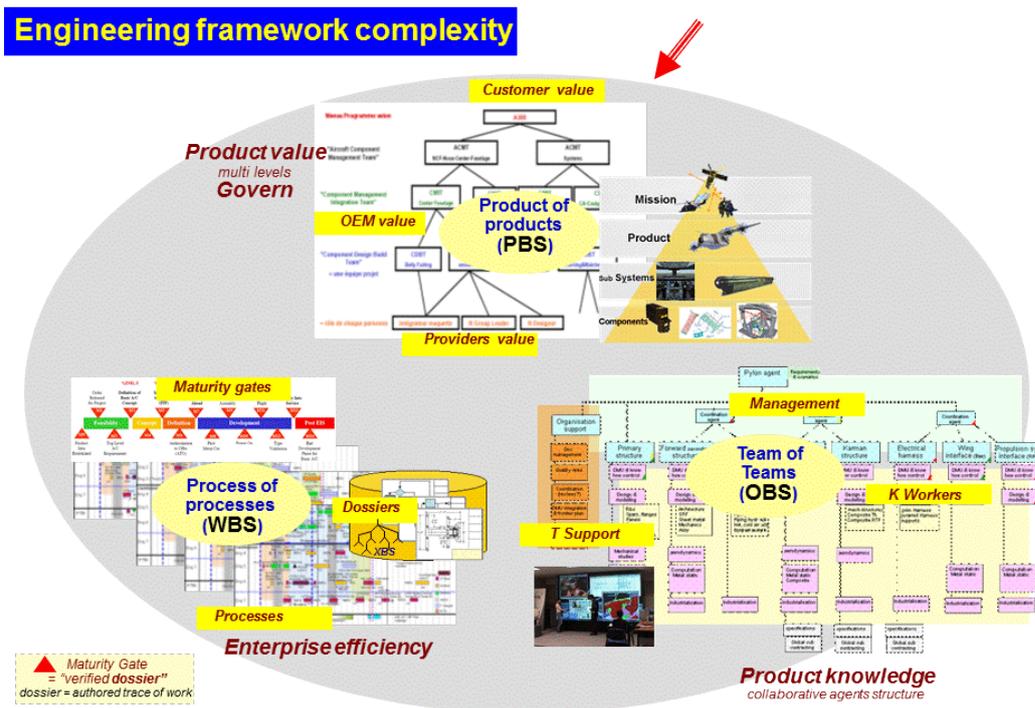
Cette organisation a trois vues fonctionnelles (voir schéma ci-après) : évaluation de la qualité du système, animation du cycle de vie, et métiers de l'intégration du système. Elle est en accord avec le paradigme indo-européen : juges, guerriers + roi, producteurs.

La fonction *évaluation qualité système* met en synergie : les clients utilisateurs, les architectes du système, les fournisseurs des composants à intégrer. L'architecture système gérée en configuration permet de cascader le besoin client sur les composants technologiques, et d'intégrer les fournitures technologiques en un système opérationnel. Les architectes assurent le dimensionnement énergétique, configurent la composition logique du système pour en maîtriser l'évolution, et spécifient le protocole d'essais.

La fonction *animation logique* est l'énergie du cycle de vie du système, et met en synergie les clients acheteurs, les équipes programme, les fournisseurs de ressources. Elle conjugue

maîtrise de la disponibilité opérationnelle (délais de sortie d'usine ou de remise en état) et coût de possession du système. Elle s'appuie sur les configurations logiques système et processus.

La *fonction métier* produit la connaissance système. Elle implémente un mécanisme de gestion des connaissances : identification et qualification d'un savoir utile au système, processus logique d'acquisition et exploitation des connaissances, production de connaissances système à partir des connaissances métier. Elle peut être organisée en services généralistes, en plateaux multidisciplinaires, en laboratoires disciplinaires ; ces trois types favorisent respectivement la réactivité à une demande client, l'efficacité d'un déroulement programme, la pérennité et l'évolution du savoir-faire de l'entreprise.



V. Intégration informatique des grandes ingénieries système

5.1 Introduction

Les grandes ingénieries ont un côté spectaculaire, avec le nombre d'acteurs mis en synergie autour de chaque système aérospatial, et déroutant avec ses organisations matricielles. Ces ingénieries, comme évoqué ci-dessus ont pour moteur l'évaluation, la circulation, et la production de données et documents techniques. Tout progrès en intégration informatique : concepts, méthodes, et outils dynamise le fonctionnement des ingénieries. Il peut s'agir de la capacité à évaluer la qualité d'un système, à améliorer le fonctionnement interne ou contractuel avec les partenaires, à capitaliser et représenter les connaissances techniques.

5.2 Simulation

La simulation industrielle système est une technique d'évaluation du degré de maturité des connaissances système. Elle va bien au-delà du calcul numérique : c'est un essai virtuel se déroulant au sein d'un laboratoire virtuel. Comme tout essai en laboratoire industriel, elle répond aux besoins d'un client, a un cycle de vie, intègre des modèles comportementaux.

On distingue : simulation opérationnelle du système, en contexte mission, pour valider la valeur d'usage ; simulation fonctionnelle pour valider le comportement énergétique attendu ; simulation physique pour valider le comportement réel. Les modèles comportementaux peuvent être : simplifiés/paramétrés, logico techniques, pseudo physiques (éléments ou différences finis). Trois grands métiers du logiciel technique se conjuguent : experts qui jugent le degré de simplification du réel acceptable, organisateurs de la logique de simulation et de mise à disposition des résultats, spécialistes du numérique.

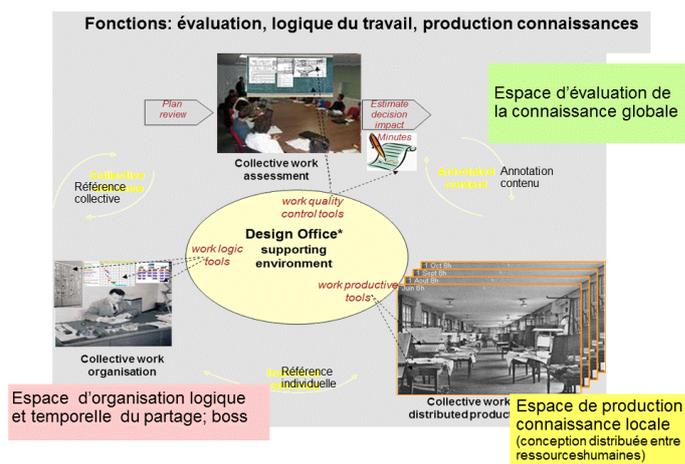
5.3 Entreprise étendue

Le cycle de vie d'un grand système fédère de nombreux partenaires qui peuvent être concurrents pour d'autres systèmes. Les flux de données qui animent ce cycle de vie traversent les frontières contractuelles entre partenaires ; l'architecture logique et l'intégration rationnelle de ces flux autorise un fonctionnement dit d'entreprise étendue.

L'architecte ajoute un découpage contractuel à l'arbre système (i.e. structure fonctionnelle et technologique) ; le programme fait de même avec les processus de cycle de vie ; les conventions techniques sont harmonisées. Ces découpages se traduisent en contraintes d'interopérabilité pour les workflows, processus, et données techniques des partenaires.

5.4 Plateaux

Un plateau constitue une unité de découpe, de la production de connaissances système. Un



plateau est une cellule autonome organisée en trois zones physiques ou virtuelles : zone de revues (évaluation de la maturité ou de la santé du système), zone de gestion des flux de données (ordres, tâches et documents), zone de production multidisciplinaire. Un plateau est fortement structuré par le choix et l'intégration de ses outils d'informatique technique (Visualisation collaborative, GDT, XAO).

L'ingénierie d'un grand système aérospatial a une structure de plateau de plateaux.

Sur un plateau, le travail est mieux ciblé, plus rapide et plus efficace : les acteurs présents ont le même objectif, anticipent par accès informatique consenti aux données non matures de leurs collègues, mettent à niveau leurs connaissances relatives au système.

VI. Portée et limites du concept

L'analyse systémique trifonctionnelle peut se déployer suivant trois directions : sémantique, dynamique, structurelle.

- Sémantique avec un macroscopie qui fractalise l'objet analysé : le tout (triangle), les 3 vues (sommets), triplement des vues (chaque sommet engendre un triangle). En ingénierie ceci conduit à une décomposition organisationnelle par métier (information, énergie, matière)
- Dynamique avec un chaînage des sommets d'un triangle, parcours temporel en ouvrant le cycle en un sommet. C'est le cas du cycle en V d'ingénierie : départ en besoin et arrivée en validation, avec passage par le dossier de conception, et le produit physique intégré.
- Structurelle (implémentation) en réifiant les sommets et en introduisant des relations.

Cette technique analytique très poussée dans l'ingénierie système coexiste dans l'entreprise avec d'autres raisonnements (inductifs, de dialectique, d'heuristiques) ou pratiques (développement incrémental, adaptation d'un existant à un nouveau de contexte).

Néanmoins, l'usage d'un macroscopie trifonctionnel reste une pratique intellectuelle ; il peut induire des erreurs d'interprétation, des glissements sémantiques, ou rendre trifonctionnel ce qui ne l'est pas.

L'image d'un macroscopie trifonctionnel comme outil d'analyse n'a pas de valeur universelle comme le montre le mode de pensée Chinois.

Il n'y a pas de faits isolés aux yeux des chinois, tout est contexte et partie de contexte, et sans cesse tout fonctionne ; rien n'est stable et fixé ; tout dure mais change et devient (Universalis)

La systémique approche globale, est implicitement une vision indo européenne. Comme toute pensée elle se traduit (ou est influencée) par le vecteur d'échange collectif qu'est la langue.

Côté occidental, en restant dans le cadre structuraliste et sa triade : objet (sens), groupe verbal, groupe nominal. Ces trois éléments sont relativement autonomes; la base est vocale (enchaînement temporel); Forte importance de la grammaire ; mode d'expression logique



Le **verbe** est abstrait et autonome (conjugaisons); il est porteur du temps avec ses modes passé, présent, futur ; le nom est concret, spatial et précis (il a une définition).

Côté Chine la base est le caractère ou image spatiale (lui-même composé spatialement de briques), et l'assemblage « thème ou contexte » et « commentaire ou cible ». Large utilisation de « dictons » ; mode d'expression analogique



Le verbe est un caractère indépendant du temps (« infinitif ») avec des modes vécu, réalisé, progressif à placer dans un contexte temporel (un peu comme un film qui mémorise une scène et la place dans le temps). Le mot ne peut être défini car son sens dépend du contexte.

VII. Conclusion

L'analyse trifonctionnelle prend toute sa force quand elle est couplée avec un besoin d'introduction d'informatique dans un univers complexe ; en effet l'informatique est par nature trifonctionnelle : l'interface utilisateur (le sens ou valeur du contenu), la logique de fonctionnement (le software) et la machinerie électronique.

Le cas de la maquette virtuelle est typique, suivant les interlocuteurs d'une ingénierie il s'agit : d'une représentation virtuelle d'un système (vue qualité exploitée dans les revues de travail collaboratif), d'une configuration de modèles issus d'un arbre système (vue logique de données), de modèles numériques interfacés et en devenir (vue concepteur).

L'approche trifonctionnelle appliquée à divers domaines, force en quelque sorte à "raisonner informatique" ; le prix à payer est un dessèchement de la pensée et qui doit être compensé par un souci de rester au plus près du "concret". Elle se justifie d'autant plus que l'on parle de complexité et d'organisation logique de sociétés humaines.

[1] G Dumézil de Jean Claude Rivière Edition Copernic 1979

[2] Le microscope de Joël de Rosnay, Seuil, 1975

[3] De quelques illustrations de la trialectique Jean Donnadiou 1992
www.afscet.asso.fr/resSystemica/Crete02/DonnadiouTrialectique.pdf

[4] Le thème des Deux livres de la Nature J Lagrée in *L'écriture sainte au temps de Spinoza et dans le système, spinoziste* publié par Groupe de recherches spinozistes . Presses Paris Sorbonne, 1992