

JUGES ET CRITÈRES

Un innocent est un être coupable d'autre chose que ce dont on l'accuse. C'est pour cela qu'il est plus difficile de condamner de façon légitime un innocent.

On s'en aperçut au cours des procès "classiques" romains lors de l'avènement des empereurs, donc depuis Auguste. La procédure classique était l'accusation publique, une "nominis delatio"; l'accusateur signait personnellement cet acte, puis était chargé de fournir les preuves de ses allégations et ce, sous sa responsabilité pénale. Il devait aussi comparaître en personne et ne pouvait abandonner son action juridique. L'accusateur prenait donc le risque de se voir débouter, et même sévèrement condamné, en faveur de celui qu'il aurait dès lors "calomnié".

Cette procédure est alors un grand sport, consistant à obtenir "gain de cause" devant un jury, dans des joutes oratoires stériles dont l'accusateur trop téméraire ou rencontrant une forte résistance devint moins souvent vainqueur. Par le discours, le sens de la formule, le bon traitement des jurés, on emporte l'adhésion du jury, mais on ne sait pas nécessairement qui "a raison". Voilà qui préfigure déjà les scénarios de la décision politique d'aujourd'hui...

Mais le jugement commence rapidement à se tramer par des moyens connexes, qui ont conduit à arracher des aveux par des moyens... invouables.

Ainsi se constituèrent d'abord, dès le premier siècle, des fiches de renseignements sur les futurs prévenus, en cause ou potentiels. Ces renseignements collationnés chez le Prince préparaient donc des jugements, comme s'instruisent de nos jours les décisions par ceux qui peuvent les induire et les orienter.

La phase suivante est l'«enquête d'office» initiée par les fonctionnaires impériaux – on dirait le "Ministère Public" de nos jours. Les thèmes en étaient publics, tels les pillages ou les profanations de monuments, et cette "inquisition" concernera de plus en plus les choses du pouvoir et de l'État. Les décisions se fomentent, s'induisent des visées du pouvoir...

Voilà qui conduit à «l'enquête préalable, et l'interrogatoire unilatéralement conduit par le juge», et donc à une procédure fondée sur la recherche d'une "vérité".

Comme celle-ci n'apparaît pas, ne se démontre pas, lors des controverses du style "classique", il a donc fallu l'"arracher" (en latin: "eruerе veritatem") et ce, au sens littéral. La vérité est donc une fin qui justifie tous les moyens, dont le plus rigolo, justifiant le mieux la méchanceté des hommes, est et reste encore la torture.

«Le juge doit être plaint de soumettre des innocents à la torture, mais il ne peut faire autrement», disaient des braves gens, depuis Aristote, Cicéron, et surtout Augustin (dans «La Cité de Dieu», XIX, 6, d'après l'op.cit. ci-dessous). À côté de ces penseurs humanistes et affectueux, le Commissaire du Peuple Gorotchenko, chargé de la répression en URSS stalinienne, est un ange de douceur avec son «quatre murs pour punir, c'est trois de trop».

Ces "inquisitions", ces arrachages de la vérité hors du corps physique des gens, et non de leur esprit, où elle ne se trouve d'ailleurs pas, sont nées avec Leurs Majestés, les Empereurs, débusquant tout ce qui pouvait porter atteinte à leur suprême pouvoir, leur emprise absolue. Ces sévices que les manants avaient le droit de faire subir aux animaux, les maîtres aux esclaves, les capitaines aux prisonniers, puis les instructeurs publics aux citoyens, est encore montée de niveau social jusqu'au droit que s'arrogе Sa Majesté, armée de ses sbires, envers tout citoyen et bientôt même les riches et les aristocrates, pour assurer son divin empire.

Et quand des Églises sont devenues Majestés, et quand par de brutales révolutions le petit peuple hargneux en a pris le relais, c'est dans ces nouvelles mains que ces mêmes procédés, au lieu de procédures, sont encore le bras séculier du juge.

Mais pourquoi l'art du jugement s'exerce-t-il soit par les "tergiversations oiseuses" des joutes de procédure, soit de l'arrachement de "certitudes trompeuses" à des innocents, à des pseudo-témoins hébétés ou occultes, à ceux qui n'ont pas le même roi, ou pas la même vision de l'au-delà? Et pourquoi le procès des hautes têtes est-il cher et exemplaire, alors qu'on se paye si aisément la tête d'un type dont la sale gueule ou la condition sociale fait présumer de comportements que l'on réprouve?

À ces interrogations qui nous dépassent de loin, il y a quelque réponse dans la "Common Law" anglaise. On y définit progressivement «les critères objectifs qui autorisent un fait à devenir avéré, on s'y dirige vers les «règles de la preuve» (les témoins, la «force probante de l'acte écrit»), le jury se substitue à l'ancienne ordalie et «la pluralité des opinions prend le relais des controverses orales».

Le juge y exerce des devoirs d'enquête, mais ensuite il est plutôt tenu «à l'écart de la manifestation de la vérité judiciaire», tandis qu'en France il lui incombe à la fois de «dire le droit et d'énoncer la vérité» – ce qui implique un bon exposé des motifs.

C'est peut-être chargées de ces histoires, et en se détachant des Majestés vaniteuses et tortionnaires, que se sont développées les approches multicritères et multijuges (les "jurys") de la décision. En tout cas, la lecture des contributions sur ces thèmes immense de l'aide à la décision aurait fait grand bien à ces fêlés qui croient, à la chinoise, que plus cruellement on fait souffrir quelqu'un qui est possédé par le Mal, plus on extirpe celui-ci, et de cette bonne action on devient d'autant plus vertueux...

La source et les exergues (de Y. Thomas) sont de:

«Le juge et le jugement dans les traditions juridiques européennes».

Actes du colloque du 16-18 sept., Paris, 1993.
Coll. Droit et Société, Librairie générale du droit, Paris, 1996.

JUGES ET CRITÈRES

Sommaire

1 Les paradigmes de l'agrégation multicritère	5
1.1 La formulation de l'utilité globale	5
1.2 La formulation "multi-objective"	9
1.3 Les systèmes d'aide à la décision multi-attributs	10
1.4 Un paradigme de choix multi-attribut: le surclassement	12
2 Processus de choix en systémique	19
2.1 L'ingénierie systématique	19
2.2 Le décor et les partenaires	20
2.3 Les agents du processus	20
2.4 La méta-décision	21
2.5 Les options	23
2.6 Les conséquences du choix	26
2.7 L'alliance de la décision et de la systémique en ingénierie	27
3 Le procès chinois	30

1 Les paradigmes de l'agrégation multicritère

1.1 La formulation de l'utilité globale

a La description de valeur

L'approche de l'utilité globale a un fondement axiomatique avant d'être opérationnel, et s'est développée selon deux sources: la *description de valeur*, et l'*élucidation du risque*.

La science économique propose l'utilité en tant que descripteur de valeur, de ce que l'on considère comme désirable. La philosophie sociale dira plutôt "valence", car celle-ci relève de ce que l'on considère comme "moral", donc ce qui devrait être proposé à toute Société. Il circule d'ailleurs une proposition selon laquelle une attitude, ou un comportement, peut être qualifié de "moral" s'il peut être proposé comme *universel* – ce qui implique une non-contingence par rapport aux circonstances, à une situation spécifique.

L'utilité est "utilitariste", ce qui ne surprend personne; elle implique en effet de l'*intérêt* vers quelque chose, ou une *intention*. En ce sens, elle est une sorte d'indicateur de la satisfaction d'une *téléonomie*, que celle-ci soit individuelle ou collective. En tant que descripteur de référence pour de multiples aspects (de l'intérêt, de la préférence etc.) l'utilité peut alors entrer comme argument d'une fonction globale de satisfaction, permettant des modélisations analytiques présentant, à défaut de réalisme pratique, de l'élégance et de la parcimonie. Plusieurs de ses extensions sont exploitées, telles l'utilité *marginale* (par exemple de la monnaie), ou encore la *désutilité*, qui fait de bon scores sur les répulseurs.

b L'élucidation du risque

La contribution de l'utilité en matière d'élucidation du risque est offerte par l'utilité au sens de VON NEUMANN. Celle-ci est issue du choix subjectif d'équivalence entre une situation hasardeuse (c'est-à-dire aléatoire et présentant un risque) et une situation certaine; cette confrontation donne l'utilité de l'équivalent certain selon une mesure de probabilité – donc calibrée dans l'intervalle $[0;1]$. Cette version vient d'être explicitée, et utilisée, dans la section 5, "La symphonie du risque".

Le MAUT (Muti-Attribute Utility Theory, qui est l'exploitation de la formulation de l'utilité globale, met ensemble ces deux versions en utilisant le même descripteur, mais en le calibrant dans un intervalle adéquat selon son acception.

1.1.1 Le paradigme

Soit un ensemble de p fonctions d'évaluation sur les critères de choix (dans le contexte de la décision), décrites par les utilités respectives:

- $G := \{u(g_1), \dots, u(g_k), \dots, u(g_p)\}$ spécifiée par son ensemble d'indices $M := \{1, \dots, p\}$;
- Concernant les actions a_i (ou a, b, \dots)
- Ayant pour effets distribués les vecteurs θ_i (ou $\theta_a, \theta_b, \dots$).

Le MAUT a, comme son nom l'indique, la tâche d'élaborer par composition une fonction d'utilité "globale" sur les critères telle que :

$$U[g_1, \dots, g_k, \dots, g_p] = U[u(g_1), \dots, u(g_k), \dots, u(g_p)]$$

- Dans la formulation *explicite* du paradigme, la fonction agrégée a une forme que l'on peut construire à partir de ses composantes, soit l'additive, soit la multiplicative;
- La formulation est *implicite* lorsque la fonction d'utilité globale n'est pas formulée analytiquement, mais est supposée orienter les choix du décideur. Elle s'exprime via la recherche des taux marginaux de substitution entre les évaluations, lesquels révèlent les gradients de la fonction d'utilité – sorte de coupole multi-dimensionnelle concave qui plane au-dessus des cheveux du décideur.

La convergence est assurée vers les valeurs des arguments (objets de la décision) maximisant cette utilité. Une telle approche a été initiée par GEOFFRION, DYER ET FEINBERG («An interactive approach for multicriterion optimization, with an application to the operation of an academic department», *Management Science*, **19**, 1972). Elle a bien sûr conduit ensuite toute une école professionnelle de recherche opérationnelle, dite "américaine".

1.1.2 Utilités et critères

Les utilités sont par nature monotones vis-à-vis des préférences; dès lors une action a est préférée ou non à une action b selon la supériorité ou non de l'utilité du vecteur θ_a sur celle de θ_b , c'est-à-dire que :

$$u(\theta_a) > u(\theta_b) \Leftrightarrow a \succ b, \text{ ce qui indique la préférence;}$$

$$u(\theta_a) = u(\theta_b) \Leftrightarrow a \sim b, \text{ ce qui indique l'indifférence.}$$

Dans ces expressions, θ_i est bien le vecteur d'évaluation distributionnelle (sur les états possibles, ou dispersés) de l'action a_i , et $u(\theta_a)$ l'utilité de ce θ .

Il s'agit d'exprimer l'utilité de chaque action i sur chaque critère g_k , donc les $u_k(\theta_a^k)$, alors les évaluations sur chacun des critères g_k sont dispersées, disons dans un intervalle allant d'une borne inférieure $g_{k,-}$ à une borne supérieure $g_{k,+}$. Ceci donne l'écriture d'intervalle $[g_{k,-}; g_{k,+}]$.

Des niveaux "linguistiques" de telles fonctions d'évaluation g_k pourraient être par exemple "mauvais - acceptable - bien - très bien", mais on peut aussi utiliser des critères au sens habituel. Les éléments θ_a^k de la distribution pour chaque état sont les *intensités* de chaque état, des *scores*, des *pourcentages* de voix en leur faveur, ou encore les probabilités de les obtenir. Moins ancestrales, cependant, sont les expressions par des fonctions d'appartenance, ou des nombres flous.

Quels que soient ces descripteurs associés aux états possibles θ^k de réalisation des critères, une forme d'agrégation (une sorte de *médiane*) est exploitée pour pouvoir établir les utilités des conséquences des actions et donc comparer ces dernières. L'ancêtre est l'espérance mathématique, en discret ou continu, écrite ci-dessous, mais des poissons plus frais peuvent être pêchés dans la littérature spécialisée, réservé aux adultes le plus avertis.

1.1.3 Les formes d'agrégation

Les formes d'agrégation les plus courantes de l'agrégation en sont l'*additive*, formant les moyennes pondérées du type (A), ou la forme *multiplicative* (M), calibrée par un paramètre commun (w):

Additive:

$$U(g_1, \dots, g_k, \dots, g_p) = \sum_{k=1}^p w_k u(g_k)$$

Multiplicative:

$$wU(g_1, \dots, g_k, \dots, g_p) + 1 = \prod_{k=1}^p [w w_k u(g_k) + 1]$$

1.1.4 Conditions de légitimité

Ces formulations ne sont légitimes que sous deux ensembles de conditions:

- Des conditions pratiques de *normalisation*;
- Des conditions théoriques de *légitimité*.
- La *normalisation* situe les utilités dans l'intervalle [0;1] en imposant que:

$$\begin{aligned} U(g_{k-}) = 0 ; U(g_{k+}) = 1 & \quad \text{pour tout critère } g_k; \\ U[g_{1,-}, \dots, g_{k,-}, \dots, g_{p,-}] = 0 & \quad U[g_{1,+}, \dots, g_{k,+}, \dots, g_{p,+}] = 1 \end{aligned}$$

- Les conditions théoriques de *légitimité* relèvent de l'indépendance des évaluations, problème qui empoisonne la vie de toutes les approches multicritères:
 - L'indépendance au sens des préférences

Tout couple de critères $\{g_j, g_k\}$ est indépendant au sens des préférences des autres critères si les relations de préférences (donc aussi l'indifférence) qui les concernent sur toute paire de valeurs, g_j, g_k , ne dépendent pas des niveaux de valeurs établis pour les autres $\{p-2\}$ critères. Cette condition est difficile à accepter pour réaliste dans la plupart des cas de décision naturelle. Ainsi, la simple "émotion" d'un agent, d'un "juge", peut par exemple entraîner une association des attitudes vis-à-vis d'un ensemble d'évaluations.

- L'indépendance en utilité

Tout critère g_k est indépendant en utilité références des autres $\{p-1\}$ critères si les relations de préférences (donc aussi l'indifférence) qui les concernent sur toute les distributions θ_k des valeurs de g_k , ne dépendent pas des niveaux de valeurs établis pour les autres $\{p-1\}$ critères.

Le respect des conditions d'indépendance assure alors l'existence d'une fonction d'utilité globale (ou *collective*, si les critères sont des *juges*), qui soit de la forme multiplicative ou additive. La formulation adéquate dépend de la condition de normalisation des poids w_k .

1.1.5 Choix de la formulation

- Si les poids w_k sont normalisés, c'est-à-dire que $\sum_k w_k = 1$, alors c'est la forme additive qui est de mise, et $w=0$;
- Si les valeurs de w_k ne sont pas normalisées, c'est la forme multiplicative qui prévaut. Pour obtenir le paramètre de normalisation w , on remplace dans tous les g_k par leur borne supérieure g_{k+} . Ceci permet d'obtenir l'expression suivante pour le calcul de w :

$$w + 1 = \prod_{k=1}^p [w w_k + 1] \quad \text{où } w \text{ doit être } > -1$$

L'obtention des "poids" est toute une gymnastique effectuée par la littérature de l'aide à la décision multicritère, et dépasse le cadre réduit ici aux procédures les plus fréquentes exploitées dans les Systèmes d'Aide à la Décision. Le seul avertissement sérieux à rappeler, est d'éviter que les poids ne soient simplement un "facteur multiplicatif", donc amplificateur ou réducteur des évaluations numériques – ce qui est différent de leur rôle d'expression de l'importance relative des fonctions d'évaluation aux yeux des décideurs.

Bien que des mises en oeuvre modernisées du MAUT obtiennent les "poids" par des questions relatives aux taux de substitution, les inconvénients des impacts numériques des poids sont une des raisons pour lesquelles d'autres approches, telles que celle des pré-ordres sur les critères, ont pris le pas sur celles qui demandent des pondérations.

1.1.6 La mise en oeuvre du MAUT

La mise en oeuvre se fait en une succession d'étapes éventuellement interactives avec l'agent décideur, à savoir:

- L'examen de la validité des hypothèses d'indépendance, qui permet ou non de poursuivre selon cette méthodologie;
- L'élaboration des fonctions d'utilités spécifiques par critère, et leur normalisation. Celle-ci, plaçant les utilités dans l'intervalle $[0; 1]$, permet d'exploiter l'utilité au sens de VON NEUMANN, laquelle fournit un équivalent-certain aux conséquences distribuées (par le hasard), ce qui est plus malin qu'une simple espérance mathématique;
- L'obtention par interrogation ou estimation les paramètres w donnant les relations d'importance entre les critères;
- L'agrégation et la maximisation de l'utilité.

1.1.7 Critiques

Les critiques du MAUT sont sévères, mais ont déjà exprimées par ses promoteurs:

- Lourdeur des procédures d'assertion;
- Difficulté de situer et "scorer" les valeurs extrêmes;
- Calcul "artificiel" des composantes et des paramètres;
- Peu d'interactivité avec le décideur;

- Pas de mise à jour des préférence pendant le processus;
- Cardinalité et unicité de la mesure d'utilité (qui ne sera donc ni linguistique, ni floue);
- Demande une complète comparabilité des options;
- Demande la transitivité des préférences globales;
- Demande une comparabilité des mesures d'importance relative et des utilités.

Ces reproches de manque de souplesse et de "réalisme" sont cependant adressés à la mise en œuvre, au MAUT en tant que "*méthode* d'aide à la décision naturelle" – ce qu'au fond elle n'est pas.

Mais en tant que modèle, le MAUT est et reste l'archétype de l'*élégant décideur quasi-artificiel*, qui veut bien, pour s'alimenter de quelques paramètres, se pencher quelques instants sur les desiderata du petit peuple de ses agents d'exécution.

1.1.8 Hommages

Le nom d'auteur le plus attaché au MAUT, est R.L. KEENEY, dont l'ouvrage de référence est: *Decision with multiple objectives: preferences and value trade-offs*, Wiley, New-York, 1976.

MARTEL-DAVIGNON s'en tirent fort bien avec un MAUT à conséquences dispersées – ce qui amoindrit la rigidité de cette approche – dans: «Projects ordering with multicriteria analysis», *European Journal of Operational Research*, vol. n°10, 1, 1982.

JACQUET-LAGRÈZE, au prix d'un appel à la programmation mathématique pour minimiser les pénalités, c'est-à-dire les "regrets" associés aux distances par rapport à la fonction efficiente, élabore et met en oeuvre, sous le nom d'"UTA", une version de MAUT praticable formant une utilité totale additive.

1.2 La formulation "multi-objective"

Les formulations de l'aide à la décision dite multi-objective relèvent de la programmation mathématique (Multiple Objectives Programming, MOP); la multiplicité des objectifs conduisant à l'expression d'un maximum vectoriel.

Soit donc, selon les coutumes des tribus du MOP:

- $\mathbf{x} := \{x_1, \dots, x_p, \dots, x_n\}$ le vecteur des variables de décision;
- $\mathbf{g} := \{g_1(\mathbf{x}), \dots, g_k(\mathbf{x}), \dots, g_p(\mathbf{x})\}$ le vecteur des fonctions d'objectifs, à valeurs réelles;
- $\mathbf{h} := \{h_1(\mathbf{x}), \dots, h_m(\mathbf{x})\}$ le vecteur des diverses contraintes.

La formulation est alors:

Max* \mathbf{g} , sous contraintes \mathbf{h} .

Il est écrit ici "Max*" pour indiquer que, la poursuite des objectifs divergents ne permettant pas une optimisation classique, la procédure cherche la convergence vers un *compromis* tel qu'il soit accepté par le décideur par épuisement, renoncement, écoeuement ou, plus souvent, parce qu'il n'a toujours rien compris.

Les itérations successives de la recherche de convergence s'efforcent de progresser par incorporation d'information plus précise sur les préférences et l'abandon de directions non prometteuses parce que "dominées" dans l'espace des critères. Ces phases d'interaction avec le décideur introduisent la composante "naturelle" dans la procédure opérationnelle, sous la forme de gradients de préférences ou d'élucidation des taux marginaux de substitution entre les valeurs des actions sur les échelles d'évaluation $\mathbf{g}(\mathbf{x})$.

1.3 Les systèmes d'aide à la décision multi-attributs

1.3.1 La formulation du paradigme

Le paradigme de la décision multicritère répond à une situation d'intention d'un agent, individuel ou collectif, qui hésite en raison de la dispersion des conséquences sur leurs évaluations différentes sur plusieurs critères et/ou par différents juges. Dans ses notations les plus courantes, la structure de cette situation est amenée à :

- Un ensemble de n actions, $A := \{a_1, \dots, a_i, \dots, a_n\}$ spécifié par son ensemble d'indices $N := \{1, \dots, n\}$;
- Évaluées sur une liste de p critères, $G := \{g_1, \dots, g_k, \dots, g_p\}$ spécifiée par son ensemble d'indices $M := \{1, \dots, p\}$;
- Impliquant les effets y_{ik} , formant les vecteurs \mathbf{y}_i par action a_i ;
- Une relation de préférence sur A , qui établit le préordre des fonctions d'évaluation.

Les méthodologies multi-attributs visent à aboutir à une fonction d'utilité $U: Y \rightarrow \mathfrak{R}$ (les réels) telle qu'elle implique un tri ou préordre des actions de sorte que globalement :

$$a_i, a_j \Leftrightarrow \mathbf{x}_i, \mathbf{x}_j \Leftrightarrow U(\mathbf{x}_i), U(\mathbf{x}_j), \forall \mathbf{x}$$

Cette belle généralité est mise en oeuvre dans un océan de méthodes et de contributions d'auteur où il faut être gonflé comme une bouée pour en sauver les plus prometteuses des Lectrices. En faire ici une typologie exhaustive ou opérationnelle est pusillanime, et de toute façon le domaine s'enrichit de façon très dynamique, formant une caste renommée, l'Académie des SIAD.

1.3.2 L'Académie des SIAD

Quand le décideur est un ivrogne, ou une collectivité publique, ou les deux, ou hésite et est incapable de choisir, on entre le domaine de *l'aide à la décision* et, quand on y fait appel à un systémicien, ce sont les Systèmes Interactifs d'Aide à la Décision, SIAD.

Cette déclaration, d'une mauvaise foi telle qu'elle en fait un schisme d'hérétique, a eu pour conséquence heureuse des développements théoriques et pratiques superbes et fascinants dans cette direction. L'exposé «Vers le Décideur artificiel» montre leur Académie dans un Panthéon d'auteurs et de méthodes, et en recommande la visite et les publications.

La liste suivante fournit un certain nombre d'entrées pour spécifier les méthodes, parfois contestées (par ceux qui en ont proposé une autre), dans un essai de typologie :

- Les méthodes *multi-objectifs*, dont une formulation très résumée a été montrée en 6.2 ci-dessus, et qui ont leur propre typologie (linéaires, non-linéaires, stochastiques ou non, du gradient d'utilité etc.);
- Les méthodes *multi-attributs*.

Une panoplie de critères permet ensuite de typifier les méthodes multi-attributs, et certains sont mentionnés ci-après. Cependant, ils ne peuvent ni avoir l'ambition d'être exhaustifs ni conduire à un arrangement... systématique:

- Le type d'*information*, et les phases du processus où les informations de la part du Dec sont requises;
- Le degré d'*interactivité* entre le processus formel et le Dec;
- Les échelles de *mesure* des données et des résultats; par exemple, certaines méthodes présentent les conséquences de façon entièrement ordinales, ou encore par des nombres flous;
- Les types de structure de *préférence*: strictes, fortes, faibles, floues;
- Les *échelles* des critères spécifiques;
- Le mode d'*agrégation*. Ceci concerne par exemple le rangement par *ordre d'intervalles*, par *ordre strict* ou encore l'acceptation de classes d'*équivalence*, lesquelles se traduisent souvent par l'*indifférence* ou l'*incomparabilité*;
- Les *transformations* que subissent les informations subies par le décideur;
- Les *relations* entre les valeurs des préférences, qui peuvent être:
 - Compensatoires;
 - Non-compensatoires;
 - Partiellement compensatoires.
- La procédure de *confrontation* des actions disponibles, par exemple:
 - Suivre une logique de *comparaisons* successives par paire;
 - Établir une structure globale de *dominance* fondée sur les distances entre les descripteurs des conséquences des actions.

Le point commun est qu'aucune de ces méthodologies admises dans le cercle des Systèmes *Interactifs* ne se passe d'une information subjective de la part du décideur; la dominante de cet appel au "naturel" est l'établissement et l'exploitation de la *structure de préférences*. D'évidence, c'est la *procédure* et le mode de convergence du processus (souvent une heuristique) qui sont le plus confiés à des opérateurs indifférents, ou artificiels.

Certaines publications en donnent un répertoire (en leur temps) utile, telle celui très synthétique de COLSON et CHR. DE BRUYN, p.1201-1213, dans G. COLSON et CHR. DE BRUYN, Édts., *Models and Methods in Multiple Criteria Decision Making*, Pergamon Press, Oxford 1989. Dans le même ouvrage, voir surtout l'article de J. TEGHEM, «An interactive decision support system for multicriteria decision aid», offrant une typologie page 1318. Plus étendu, et exposant des méthodes citées ainsi qu'une copieuse bibliographie, est l'ouvrage de PH. VINCKE: *L'aide multicritère à la décision*, Éditions de l'ULB, 1989.

La tâche du répertoire est donc laissée aux publications de ce domaine, celui des méthodes quantitatives de gestion et de la recherche opérationnelle. Quant à la systématique, elle se contentera courageusement ici de ramasser un certain nombre de noms de méthodes, de ne rien systématiser du tout, et de tout jeter en désordre dans le grand bac situé en fin de cet exposé, et intitulé "Les méandres de l'indécision". Cela évitera des débordements d'encre et surtout des noyades de Lecteurs qui déjà réclament une bouée.

1.4 Un paradigme de choix multi-attribut: le surclassement

Ici-bas, on en présentera la substantifique moëlle, comme disait le docteur François Rabelais, à partir d'une nouvelle *logique des prédicats*, si neuve qu'elle est proposée par des auteurs encore vivants ce matin, et en "concaténant", avec les notations les plus répandues, des exposés de ce paradigme.

1.4.1 Les Prédicateurs et la Vérité

La non-certitude peut être due au fait de ne pas pouvoir faire directement l'assertion " θ_j est vrai" ou " θ_j est faux" – ce qui rend impraticable l'assertion exclusive et exhaustive des probabilités des événements, ou simplement l'exploitation sûre d'un message annonçant telle vérité ou telle réalisation.

Dans le domaine de l'indécision, la confiance que l'on peut avoir dans une information détermine les choix, ou les attitudes vis-à-vis des risques des choix. Or une information atteint l'agent par un *message* relatif à la réalisation d'un événement – ce qui est équivalent à affirmer son appartenance ou non à un sous-ensemble. De la sorte s'ouvrent deux voies formelles de traitement de l'hésitation pour raison d'information insuffisante:

- L'approche des *probabilités conditionnelles*, se traduisant par la négentropie (le gain en information) et son exploitation dans la décision *bayésienne*;
- L'approche de la *logique des prédicats floue* s'occupant, en quelque sorte, des "degrés de vérité" d'une phrase, d'une assertion.

L'approche des *probabilités conditionnelles*, et son exploitation dans la décision dans l'incertitude, a fait l'objet de toute la section 5, dans sa version du risque de Bayes. A présent, quelques mots sont dits sur la *logique des prédicats floue* mais, comme elle n'est pas créée ici, son exposé est confié à ses prédicateurs, dont d'excellents versets sont par exemple dans: A. TSOUKIÀS, P. PERNY ET PH. VINCKE, «From concordance/discordance to the modeling of positive and negative reasons in decision aiding», Selected Papers from the 50th meeting of the EURO Working Group on MCDA, 2002. Une bibliographie accompagne cette présentation.

L'extension de la logique des prédicats distingue d'une part le sous-ensemble de \mathbf{U} (l'univers du discours) qui vérifie la négation d'un prédicat (une assertion de vérité, disons " θ "), et d'autre part le complément de ce sous-ensemble, c'est-à-dire celui qui représente le sous-ensemble de \mathbf{U} qui ne vérifie pas le prédicat.

Ceci amène les auteurs cités (*p. 13*) à proposer quatre "valeurs de vérité" aux états d'un agent vis-à-vis de l'assertion θ :

- θ est vraie (**t**): il y a au moins un argument probant en faveur de sa vérité, et il n'y a pas d'argument montrant qu'elle est fausse;
- θ est fausse (**f**): il n'y a pas d'argument probant de sa vérité, mais il y en a montrant qu'elle est fausse;
- θ est inconnue (**u**): il n'y a ni argument probant en faveur de sa vérité, ni de sa fausseté;
- θ est contradictoire (**k**): il y a au moins un argument montrant qu'elle est vraie, et au moins un montrant qu'elle est fausse.

Les symboles "**t**, **f**, **u**, et **k**" sont utilisés par les auteurs de cette école pour désigner "true, false, unknown, contradictory".

Les quelques formulations (fondées sur TSOUKIÀS et al., *op. cit.*) présentées ci-dessous montrent que cette logique est prometteuse dans l'orientation de la décision artificielle, car elle se prête bien à l'expression et la maîtrise de l'incertitude sous forme de *règles*. Le domaine privilégié de leur exploitation en systémique est celui de l'investigation, et plus spécifiquement celui des systèmes-experts logiques et des prothèses de l'esprit. Ces aspects-là sont évoqués dans l'exposé sur «L'Investigation».

En ce qui concerne la décision, l'application de la logique floue des prédicats se situe au niveau de l'affirmation des surclassements dans les *comparaisons par paires* selon des critères multiples. Dans les méthodologies des SIAD qui procèdent de cette façon, chacune des N actions disponibles, ici désignées par a, b, c, \dots , est confrontée à chacune des autres dans un tableau général $N \times N$ de confrontations. Dans ce cadre, les assertions suivantes peuvent être faites pour chaque assertion $S := "a \text{ Surclasse } b"$:

- S est acceptée (**t**): il y a au moins un critère en faveur de $a \mathcal{S} b$, et il n'y a pas de critère en faveur de $b \mathcal{S} a$;
- S est rejetée (**f**): il n'y a pas de critère en faveur de $a \mathcal{S} b$, mais il y en a pour $b \mathcal{S} a$; dans ce cas, la convention courante est d'accepter cet opposé, $b \mathcal{S} a$;
- S est inconnue (**u**): il n'y a ni critère probant en faveur de $a \mathcal{S} b$, ni de son opposé;
- S est contradictoire (**k**): il y a au moins un argument, ou critère, en faveur de la véracité de $a \mathcal{S} b$, mais il y en a aussi montrant qu'elle est fausse.

C'est évidemment ce dernier cas qui est intéressant, justifiant les hésitations due à la multiplicité et *non-congruence* des critères. Les méthodologies d'aide à l'indécision, nombreuses, intelligentes et variées, contribuent alors à faire basculer des assertions sur la relation S de la catégorie **k** vers les catégories **t**, **f** ou **u**.

Si ces efforts, dialogues et tolérances ne permettent pas un tel transfert, et que la confrontation reste dans la catégorie **k**, on admet la conclusion que les options confrontées sont *incomparables*.

Pour accepter ce passage hors du "contradictoire", cependant, les méthodologies les plus reconnues admettent d'affaiblir la rigueur des catégories, qui deviennent, plus floues, plus tolérantes – des noms comme *surclassement fort ou faible*, *pseudo-critère*, *quasi-critère*, *ordre d'intervalle*, apparaissent alors dans la panoplie de l'aide à la décision multicritère.

Les mérites de ces contributions sont notamment d'offrir à la fois d'une part une meilleure correspondance avec des situations réalistes et des flottements de décideurs, et d'autre part un formalisme logique, et mathématique pour certaines, lui faisant bien mériter son statut "scientifique".

Ainsi qu'on l'a insinué dans la logique des prédicats, la formulation courante de l'aide à la décision multi-attribut repose sur l'assertion de *surclassements* dans les *comparaisons par paires* selon de multiples fonctions d'évaluation, et qui sont posées sur des échelles au moins ordinales. Vu l'importance de ce processus d'agrégation des choix en systémique dans le domaine de la gestion, une section spéciale y est dépêchée présentement. Elle sera confrontée à une démarche beaucoup plus proche du décideur artificiel, à savoir une approche modernisée de l'ingénierie des systèmes.

1.4.2 Formulation du processus du surclassement

Dans les méthodologies des SIAD qui procèdent par surclassement, chacune des N actions disponibles, ici désignées par a, b, c, \dots , est confrontée à chacune des autres dans un tableau général $N \times N$ de confrontations. C'est donc un processus d'itérations binaires très différent de celui de l'utilité globale, où les actions ont des scores d'utilité, lesquels les rendent dominantes ou dominées selon les méthodes de rangement.

Une relation générale (il y a des raffinements après) de surclassement $S := "a \text{ Surclasse } b"$, est établie lorsqu'on maintient l'assertion que "a est au moins aussi bon que b". Pour toutes les confrontations d'options, cette validation éventuelle est fondée sur les trois ensembles d'informations suivants :

- Les vecteurs d'évaluation des deux options sur les (mêmes) critères :

$$G^a := \{g_1^a, \dots, g_k^a, \dots, g_p^a\}$$

$$G^b := \{g_1^b, \dots, g_k^b, \dots, g_p^b\}$$

- Les préférences du décideur (individuel ou collectif), lesquelles peuvent être élucidées progressivement au cours de la procédure interactive;
- Des paramètres spécifiques, tels que des seuils de veto ou d'indifférence.

L'obtention de la validation repose sur deux conditions qui doivent être simultanément vérifiées: la *concordance* et la *non-discordance*, cette dernière pouvant comprendre aussi une condition de *non-veto*. Tout critère g_k est dit concordant avec l'assertion $a \geq b$ si a est au moins aussi bon que b sur ce critère. L'assertion multicritère de concordance est maintenue si le sous-ensemble de critères conformes à cette assertion est suffisamment grand.

- Lorsque c'est le *nombre* (relatif) de critères qui détermine l'assertion, le point de vue est dit "de Condorcet", c'est-à-dire un point de vue de majorité, quels que soient les écarts

de performances sur les évaluations. Lorsque ce point de vue est parfaitement respecté, l'approche est dite *non-compensatoire*;

- Lorsque la concordance s'obtient par l'importance relative (les "poids") et les valeurs de évaluations, le point de vue est "de Borda", et l'approche est dite compensatoire, en ce sens que la variation des paramètres de valeur et de poids peut modifier les dominances et surclassements;
- Peu de méthodes relèvent exclusivement de l'une ou l'autre catégorie. Ainsi, si une méthode "de majorité" utilise une pondération explicite sur les critères, elle ouvre déjà la porte à la possibilité de compensation.

La condition de non-discordance quant à elle, est satisfaite si aucun critère n'oppose un veto à l'assertion g_k^a . Ce veto est asséné lorsque la différence $g_k^a - g_k^b$ entre les deux évaluations est incompatible avec l'assertion $a \succ b$. Cependant, l'ensemble des arguments qui s'opposent opérationnellement au surclassement proposé peuvent être réunis dans un indicateur global de la discordance – ou de la "non-discordance", qui viedra en **1.4.4**.

Dans la mise en œuvre, une variété d'indicateurs et d'opérateurs ont été proposés pour exprimer la concordance ($C(a,b)$) et la discordance ($d(a,b)$). Ils paraissent dériver des indices de concordance en statistique non-paramétrique, notamment celui de KENDALL, qui met en jeu le nombre relatif d'attributs que les objets ont ou non en commun.

Ainsi, une variété de tels indicateurs peut être obtenue à partir de l'opérateur:

$$\min [C(a,b), 1-d_k(a,b)]$$

Les règles d'attribution peuvent être paramétrisées, comme annoncé, par l'intervention de seuils sur les critères, ce qui va se faire en **6.4.3** ci-après. S'ils sont, comme un cas réaliste le demanderait, établis par un décideur ou juge "naturel", ils peuvent alors être confiés à la machinerie artificielle qui développe la procédure. Ces seuils sont associées aux structures de préférences, donc à un téléonomie.

- Lorsque cette dernière est confiée comme consigne à un processus qui prend en charge la suite, et qu'on peut en suivre l'exécution, puis enfin contrôler le degré d'obtention de la téléonomie injectée, on commence à s'approcher sérieusement des propriétés d'un système;
- Si, de surcroît, il est possible de réviser le processus et par des paramètres de commande (comme des seuils, des poids) alors la procédure est bien un SIAD, Système Interactif d'Aide à la Décision, et mérite bien sa place dans ces exposés.

1.4.3 Indice général de surclassement

Les expressions de surclassement et de non-concordance données ci-dessous sont, dans des notations cohérentes avec celles du présent exposé, conformes à celles de publications de ce millénaire, en particulier de l'ouvrage *Multiple Criteria Decision Making* ("MCDA, 2002"), cité plus haut, et spécifiquement son article de A.TSOUKIÀS, P.PERNY ET PH.VINCKE (*op. cit.*).

Une expression opérationnelle générale d'un indice de surclassement est fournie par l'expression (2) ci-après. Cette expression fait usage de deux paramètres définissant des seuils, et sont depuis longtemps admis dans la liturgie de l'école confessionnelle française des SIAD. Soient donc:

- $q_k(g_k)$ une fonction-seuil situant l'*indifférence* – c'est-à-dire que sa valeur doit être dépassée pour accepter les écarts de valeurs d'évaluation comme significatifs;
- $p_k(g_k)$ une fonction-seuil situant la *préférence* – c'est-à-dire que son dépassement par les écarts d'évaluation est suffisant pour accepter la préférence; donc $p > q$, sinon rien.

Ces paramètres peuvent être *absolus* ou *relatifs*. Dans ce dernier cas, ils sont établis par critère g_k en fonction des échelles d'évaluation et des intervalles des *scores* des actions sur ces échelles. Avec cela on peut faire un beau petit indicateur du surclassement de a par rapport à b , soit $S_k(a, b)$, selon (1):

$$(1) \quad S_k(a, b) = \frac{p_k(g_k(a)) - \min\{g_k(b) - g_k(a), p_k(g_k(a))\}}{p_k(g_k(a)) - \min\{g_k(b) - g_k(a), q_k(g_k(a))\}}$$

Si l'on introduit une pondération numérique w_k , normée telle que $\sum w_k = 1$, on peut construire un indice de concordance *agrégé* (sur les critères) par la somme pondérée:

$$(2) \quad C(a, b) = \frac{1}{\sum_{k=1}^p w_k} \cdot \sum_{k=1}^p w_k \cdot S_k(a, b)$$

La pondération *numérique*, et la moyenne pondérée (2) qui y est associée, sont des versions primitives, mais elles sont encore utilisées par des gens qui n'en connaissent pas d'autres, ou simplement qui souhaitent se faire comprendre des décideurs, ce qui est un gageure. Plus souples, et de dialogue plus aisé, sont les *importances relatives* sur les critères exprimées de façon *ordinaire*, ce qui est fait notamment dans l'élégante méthode "ORESTE" de M. ROUBENS (cf. l'ouvrage *Aide à la Décision multicritère* de PH. VINCKE, (*op. cit.*)), et dans "MELCHIOR" de J.P. LECLERCQ (*ibid.*).

La "pondération" au sens large peut même être linguistique, ce qui paraît folklorique pour l'ingénieur, mais est devenue opérationnelle via les sous-ensembles flous. On dispose alors d'expressions comme "avec joie", ou "y en a rien à cirer" qui se prêtent à des jeux pervers de superposition de nombres flous.

En ce qui concerne la *discordance* sur $a \mathcal{S} b$ par rapport au critère k , soit $d_k(a, b)$, une expression générale est (3); elle fait appel au seuil de veto, soit $v_k(a, b)$:

$$(3) \quad d_k(a, b) = 1 - \frac{v_k(g_k(a)) - \min\{g_k(b) - g_k(a), v_k(g_k(a))\}}{v_k(g_k(a)) - \min\{g_k(b) - g_k(a), p_k(g_k(a))\}}$$

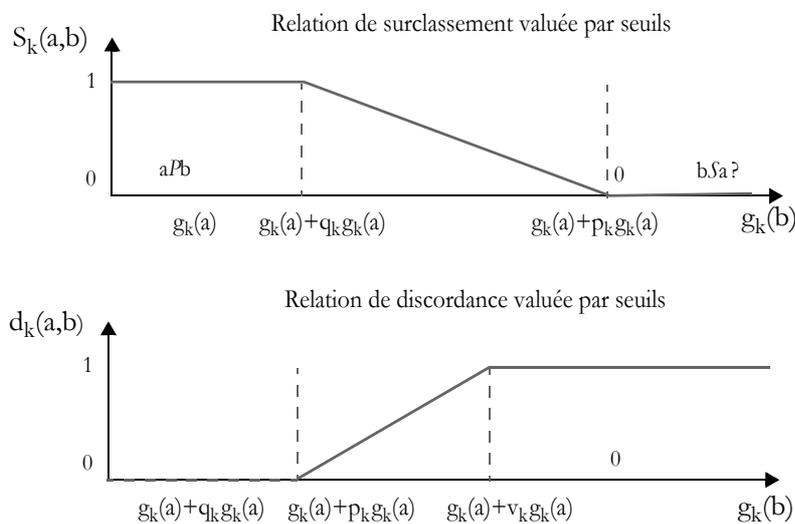
Les grandeurs S et d sont présentées graphiquement à la Figure 1 avec pour argument en abscisses la valeur des fonctions d'évaluation g_k , calibrées sur l'intervalle $[0; 1]$.

1.4.4 Une relation globale de non-discordance

Le maintien de l'assertion que a surclasse b repose sur l'insuffisance de sa contradiction. La contradiction est issue des critères dont les fonctions d'évaluation sont dans le sens de préférence opposé, bPa .

La relation globale non-concordance représente le degré auquel ces critères de minorité opposent collectivement, sur l'ensemble des critères, un veto à l'assertion que a est au moins aussi bon que b . Elle est fondée à la fois sur l'indice de concordance $C(a, b)$ et sur les relations de discordance d_k .

Figure 1. Le surclassement et la discordance



L'indice global de non-discordance $ND(a, b)$ est *calibré* si:

- $ND(a, b) = 0$ si les critères de minorité sont totalement opposés à l'assertion aSb ;
- $ND(a, b) = 1$ si aucun critère n'oppose un veto à aSb .

Soit D l'ensemble des indices des critères discordants, tels que $d_k(a, b) > C(a, b)$; une expression de discordance globale, figurant dans la source "MCDM, 2001", est:

$$ND_k(a, b) = 1 \quad \text{si } d_k(a, b) \leq C(a, b)$$

$$ND_k(a, b) = \frac{1 - d_k(a, b)}{1 - C(a, b)} \quad \text{si } d_k(a, b) > C(a, b)$$

Donc:

$$ND_k(a, b) = \text{Min} \left\{ 1, \frac{1 - d_k(a, b)}{1 - C(a, b)} \right\}$$

L'indice global s'écrit:

$$ND_k(a, b) = \prod_{k \in D} ND_k(a, b)$$

1.4.5 Implications de la non-discordance globale

L'indice ND a des avantages logiques et opérationnels: en effet, il est formulé comme une *règle*. Ceci permet une exécution de la procédure avec un minimum d'intervention, ce qui le rend candidat à l'exploitation dans certains automatismes, comme les heuristiques de tris en robotique.

En effet:

- Il suffit qu'un seul écart d'évaluation, $g_k(b) - g_k(a)$ soit supérieur au seuil de veto, $\nu_k(g_k(a))$, pour que la relation de surclassement aSb soit invalidée. Donc:

$$\text{S'il n'existe pas d'indice } k \in D : d_k(a, b) = 1 \Rightarrow S(a, b) = 0$$

- De par la définition des d_k , il est possible d'avoir un effet de veto même quand la différence d'évaluation est inférieure au seuil ν_k . C'est pourquoi la relation globale de discordance, $ND(a, b)$, ne prend en charge que les indices des critères pour lesquels la discordance est suffisamment criante, donc tels que $d_k(a, b) > C(a, b)$;
- La formulation de ND tient aussi compte du niveau de concordance $C(a, b)$. Opérationnellement, l'effet des discordances d_k sur l'indice global est d'autant plus grand que le niveau de l'indice de concordance est faible.

En conclusion de ces implications, les expressions de concordance et de discordance qui ont été montrées ci-dessus (issues des sources citées) ont des propriétés intéressantes justifiant leur notoriété:

- Elles répondent à une logique satisfaisante, permettant à la fois les exclusions absolues, les dominances faibles et fortes;
- Elles permettent aussi de "valuer" les relations, soit par des sous-ensembles flous ou approximatifs, soit par des nombres et relations vulgaires. Ceci a pour implication de poursuivre la procédure en construisant:
 - soit un préordre sur les actions considérées, d'où ressortent les meilleures, comme il est souhaité;
 - soit une procédure de tri répondant à la logique des prédicats à quatre niveaux, celle des systèmes de choix modernes, rappelée ci-dessous:

S est acceptée (t) ; S est rejetée (f) ; S est inconnue (u) ; S est contradictoire (k) ;

Le cas "**t**" (pour "true", donc "vrai") est celui de l'acceptation directe: il y a au moins un argument en faveur de l'assertion concernée, et il n'y en a aucun qui lui soit opposé;

Le cas "**f**" (pour "false", donc "faux") est celui du rejet direct: il y a au moins un argument opposé à l'assertion concernée, et il n'y en a aucun en sa faveur;

Le cas "**u**" est "unknown" (donc "inconnu") en raison de l'absence d'arguments, et S est "contradictoire" s'il y a à la fois des arguments opposés et en sa faveur.

- Si l'on ne peut s'en tirer avec ces catégories, et ne peut élucider le cas contradictoire (donc multijuges, ou multicritère) on conclut à la non-confrontabilité.

Une exploitation de cette approche par seuils bien orientée vers l'artificiel est celle des *tris*, ce qui est le niveau de moindre complexité de choix, et ceux-ci sont donc les premiers candidats pour les procédures confiées aux automatismes. Un exemple de tels tri (mais à trois niveaux) en gestion est située dans l'exposé sur «L'Investigation», montrant une procédure de choix des projets de l'Organisation Mondiale de la Santé, par la procédure dite de "segmentation trichotomique", dont les auteurs sont cités dans cette section.

2 Processus de choix en systémique

2.1 L'ingénierie systématique

L'érotisme est la suggestion esthétique de l'accessibilité du sexe. La systématique est donc la science qui s'occupe de la suggestion esthétique de l'accessibilité d'une solution. Appliqué par cette voie à la systémique en gestion, le paradigme de la décision devient celui des processus de choix; il doit comprendre alors, comme il se doit, une intégration de la *structure*, du *processus* et du *contrôle*, avec une entrée d'*information* et au moins un critère de *performance* de l'ensemble.

Il est donc nécessairement plus étendu que le précédent, dont il rachète cependant la *structure* et le mode d'*exploitation* qui convient à la problématique, mais il intègre celles-ci dans des décors plus grandioses et plus tragiques. Ceux-ci encadrent des représentations où se déroulent des pièces d'auteurs (des "SIAD") publiées dans des grandes revues, comprenant des *actes*, ou des *actions*, jouées par des *acteurs*, menant des dialogues *interactifs*, selon des procédures mises en scène par des *opérateurs* et ce, devant un parterre de propriétaires du problème", pour satisfaire les petits besoins des *décideurs*. Grâce aux progrès de l'axiomatique, elles sont devenues de vraies pièces classiques, avec l'unité de lieu, de temps et d'action.

Mais, approchant à présent de la retraite et du Jugement Dernier, on peut se dire que, tout compte fait, quelles que soient les langues dans lesquelles se jouent ces pièces, le thème dominant, la mission commune, reste toujours l'*ingénierie des systèmes*, son design et son analyse, dont on reprend à présent le développement.

L'exposé sur «La Genèse» a effectivement transmis la Parole des premiers prophètes de ce "systems engineering", tels OPTNER, HITCH, HAGUE & HALL, JENKINS. Depuis lors, celui-ci a été frappé par des schismes doctrinaux, tels que la logique floue, les problèmes mal structurés, des indices de discordances criantes, des interactions, des rétroactions, des lagrangiens augmentés et des gradients réduits. Mais surtout, il y a eu la mise en évidence de ce que les décideurs sont en général des incapables, ce qui a remis en cause les autorités traditionnelles et la doctrine de formalisation de la décision. Heureusement, touchées par la grâce multicritère, les Écritures des modèles ont été remises à jour par les Docteurs en SIAD, les Systèmes Interactifs d'Aide à la Décision.

Une mise à jour de l'ingénierie des systèmes qui tient compte de quelques-uns de ces ingrédients plus récents est présentée dans cette section, et portée en apocalypse in fine par la future Figure 3. Pour flatter les Chefs du plus haut niveau, on y adjoindra quelques compléments qui y donnent une ampleur "stratégique", avec ses vastes horizons et long terme, ces Stratèges-là ayant entre leurs mains des destinées humaines, et surtout leur ruine et leur désolation. Ainsi de ceux qui, sortant des lits d'initiés en empochant le gros lot, ont encore sonné récemment le désarroi de milliers de familles épargnantes – qui en ont fait une chute de pension. C'est stragique à en pleurer d'émotion.

Mais voilà qu'on frappe trois coups: le rideau va se lever sur l'Opéra de quatre dessous (c'est le plus érotique).

2.2 Le décor et les partenaires

Un opéra stragique moderne de systems engineering est un assemblage organisé des composantes suivantes:

- Des *agents* de la problématique, dont:
 - Un *propriétaire du problème*;
 - Un ou des *décideurs*;
 - Les *récepteurs* des effets;
 - Les *acteurs* du processus:
 - Les *participants*,
 - Un *opérateur*;
- Un ensemble d'*options* disponibles;
- Des raisons de *difficultés*;
- Les *conséquences* des choix ;
- Un *processus* d'information;
- Un processus de *contrôle* assurant la convergence de la *sélection d'options* vers une issue;
- Un *validant* des options retenues.

2.3 Les agents du processus

Les problématiques de choix n'existent qu'en raison de situations dans lesquelles des *agents* sont dans une situation d'*intention*, et consacrent de l'énergie à satisfaire une téléonomie, ou à écarter de répulseurs. Selon la complexité, un seul ou plusieurs types d'agents peuvent être concernés; en voici quelques portraits.

a Le propriétaire du problème

Le propriétaire du problème est l'agent qui exerce un pouvoir déterminant sur:

- La *méta-décision*: Celle-ci concerne les exigences imposées au processus de choix et à ses effets – citée en 7.4 ci-après;
- La *validation*.

Ce serait au propriétaire qu'il incomberait d'établir le *cahier des charges*, être le *mandant*

ou *principal* de la relation d'*agence* par laquelle un ensemble exécutif se voit déléguer de l'autorité et des ressources. Il est souvent initiateur, mais en principe toujours le récepteur ultime, et le "créancier résiduel", au sens de l'agence, de l'ensemble du processus;

- Les *ressources* octroyées à l'investigation et aux suites à donner au processus de choix.

b Les décideurs

Ceux qui ont le pouvoir de terminer le processus – donc en valider la convergence – et d'exploiter l'issue du processus sont appelés les *décideurs*. À ce sujet, les Américains distinguent, quand ils y voient clair, les "decision makers" qui sont les agents du processus (ci-dessous les participants et l'opérateur), du "decision taker", qui est le responsable ultime de l'issue du choix – celui qui "tranche", disent les Belges.

c Les récepteurs des choix

Les *récepteurs* de l'issue des choix et de ses conséquences sont généralement des GAES (Groupes d'Agents Économiques et Sociaux), des "clients", des bénéficiaires, des frustrés ou des victimes.

d Les acteurs du processus

- Les *participants*

Ce sont des juges, touristes, naturels de l'endroit, commissaires du peuple etc., qui savent fort bien que les suites données au processus de choix n'auront rien à voir avec les heureuses élues parmi les options confrontées, les décisions étant toujours prises par d'autres agents, et longtemps avant que ces fameux systèmes dits interactifs ne puissent les remettre en question;

- Un *opérateur*

C'est généralement le type qui y comprend quelque chose, qui a vendu le truc, qui installe le rétroprojecteur, loue la salle, fait venir les sandwiches (sinon les autres fichent le camp), qui plante, arrose et déplante son Windows portable, fait des itérations, des compromis, des agrégations pendant que les acteurs téléphonent ailleurs, n'ose pas dire que personne n'a lu les dossiers, et enfin gère le processus de façon à ce qu'il converge vers la sortie (de la salle).

2.4 La méta-décision

La "méta-décision" concerne les dispositions prises concernant la structure et le processus de choix en fonction de la situation, des enjeux, des critères d'attitudes et de valeurs.

Elle est en principe du ressort du propriétaire du problème, le mandant du processus de choix. Elle peut être partitionnée selon l'*adéquation* voulue des objets suivants:

- La situation;
- Les processus de choix;
- Les options résultantes.

a La situation spécifique

Les facteurs spécifiant une "situation" en ingénierie sont:

- L'information disponible;
- Le type de design d'engineering à réaliser – ou de projet dans le cas de stratégie;
- Les compétences de l'équipe qui en est chargée;
- Les raisons pour lesquelles le choix est difficile: raisons techniques, d'attitudes, de pouvoir, ou de réactions d'agents appréciatifs;
- Les champs d'incertitude et d'influences.

En appréciant cette situation, le propriétaire du problème, en tant que *principal*, gère les exigences relatives au processus et à ses résultats, c'est-à-dire son *cahier des charges*.

b Adéquation du processus de choix

- Être compréhensible par le décideur (ce qui est optimiste!);
- Être connu avant sa mise en oeuvre, et pouvant être "retracé" après qu'il ait fourni son issue;
- Offrir la possibilité d'apprendre comment améliorer les décisions, et d'identifier les raisons pour lesquelles des décisions inadéquates ont été prises dans le passé;
- Aboutir à une option unique, qui serait transférable ou répétable sous condition des mêmes paramètres. Ceci implique que le "mode de génération" est stable et décrit;
- Avoir un "timing" conforme à celui de la problématique, à son éventuelle urgence;
- Être conforme à l'éthique et aux valeurs culturelles de son milieu, et éviter le dictat de certains décideurs.

c Adéquation des options

- Issues d'un compromis tenant compte de l'ensemble des exigences et des critères;
- Comprises et réalisables par une équipe d'ingénierie normale;
- Calibrées sur des ressources raisonnablement accessibles.

d Propriétés de la procédure de choix

Les propriétés de la procédure de choix sont en principe confiées aux opérateurs du processus. Elles se décrivent par des taux de compensation à trouver entre les alternatives suivantes: performance-apprentissage, timing, souplesse, globalité – les qualités typiques que l'on retrouve chez les Lectrices préférées:

- Du point de vue de la *performance* et de l'apprentissage:
 - Minimum de risque;
 - Minimum de probabilité d'inversion de la décision;
 - Maximum de productivité:
 - Moins de temps pour arriver à l'issue;
 - Minimum d'efforts;
 - Certitude d'être à l'heure au golf,

- - ou le maximum d'*implication* des agents. Il va de soi que les procédures *interactives* sont à cette fin supérieures aux algorithmes, vu qu'il s'agit d'initier les agents aux élégantes heuristiques de l'aide à la décision qui les extraient de leur affligeant réalisme, et de changer les "décideurs" en des êtres mathématiques sautant comme des galets aux rebonds gracieux sur les eaux fétides de leurs désirs les plus flous.
- Du point de vue du *timing*:
 - L'*urgence* et son manque éventuel d'information,
 - - ou la *postposition*, ou la mise en oeuvre retardée; il y a alors une pénalité de ce délai à comparer à l'Espérance de Gain en Information. Cette approche a été présentée ici même, dans ce riche exposé, à la section 5.4 sur l'ENVIE, c'est-à-dire l'Espérance Nette de la Valeur de l'information expérimentale.
- Du point de vue de la *souplesse*:
 - La flexibilité (capacité d'être adaptée, modifiée), de l'option,
 - - ou l'engagement ferme dans une option, et la rigidité de celle-ci.
- Du point de vue de la *globalité*:
 - L'amélioration progressive d'un existant,
 - - ou le "re-engineering" global. Ces deux approches ont été confrontées dans l'exposé sur «L'Investigation», spécifiquement lors de la discussion sur la mesure dans laquelle une intervention "dérange" un Ensemble d'Activités Humaines.

2.5 Les options

Les options de la liste peuvent être caractérisées de plusieurs façons, par exemple selon le degré d'activité qu'ils impliquent, ou l'énergie que leur choix conduit à devoir déployer :

- Des *objets passifs*, qu'on va sélectionner, trier, ou élaborer;
- Des *actions*, c'est-à-dire des comportements qui impliquent un *travail* appliqué à un sujet ou à un objet. Par exemple, aller faire une sieste;
- Des *décisions*, engendrant des futurs possibles, des situations nouvelles.

Voici un petit mot gentil pour chacun de ces types d'options de choix en systémique.

2.5.1 Les objets passifs

Lorsqu'il s'agit d'*objets passifs*, l'énergie de l'agent-décideur s'éteint pour cette phase; sa "mission" dans la problématique de choix est terminée, et il peut faire face, tout de suite ou plus tard, à une nouvelle situation de choix. Ainsi, un robot qui aurait sélectionné et prélevé une pièce située dans un présentoir, revient tout frais revoir ce qu'il y a dedans; une autre énergie extérieure prend ensuite en charge le résultat de son choix.

Dans le contexte de l'engineering, les options sont plutôt appelées des "variantes", car il s'agit normalement d'un projet situé de façon très générale, et dont ce sont différentes versions et modes de réalisations qui forment la liste des options disponibles. Elles peuvent être:

- Des solutions, des variantes, comme on a dit, de nouveaux objets;
- Des spécifications de design, donc une liste d'exigences;
- Des procédures, des méthodes, des logiciels de design;

Ces variantes sont qualifiées par deux types de propriétés physiques et de performances, ainsi que par leur mode de description.

a Propriétés physiques

Les propriétés *physiques* sont celles par lesquelles les options sont décrites comme suffisamment *adéquates* techniquement et à des fins opérationnelles, par exemple des paramètres de dimension, de poids, de matériau, de capacité d'immersion etc.

Elles ne sont pas nécessairement précises, mais peuvent être qualifiées par des variables scalaires, discrètes ou continues, ou par des intervalles $[b < x_{ik} < B]$. Une option a_i est donc un vecteur de tels attributs:

$$\mathbf{x} = [x_{i1}, \dots, x_{ik}, \dots, x_{ip}]$$

Plus généralement, une option est considérée comme *admissible* si elle ne viole pas de loi éthique, économique ou physique.

b Performances

Les performances sont des propriétés décrites par des critères ordonnés et monotones, tels que vitesse, résistance, longévité, puissance, fiabilité etc. Ces propriétés sont des variables d'output du processus, car elles traduisent des objectifs du projet. Elles peuvent être synthétisées dans un vecteur;

$$\mathbf{y} = [y_{i1}, y_{ik}, \dots, y_{ip}]$$

La description des attributs et propriétés des options par des variables numériques conduit aux processus de choix *multi-objectifs*, dans lesquels les spécifications requises (valeurs et intervalles de \mathbf{x} et \mathbf{y} ci-dessus) forment un ensemble admissible pour les solutions, lesquelles sont alors élues par les approches relevant de la programmation mathématique.

Ainsi les "plus proches de" ou "minimum requis" etc. sont typiques des expressions par la programmation par buts, dite évidemment "goal programming" Outre-Manche. Des procédures interactives orientant la recherche via un gradient de la fonction de performance (multi-valuée), font appel aux méthodes multi-objectives de GEOFFRION, DYER et FEINBERG, BENAYOUN et TERGNY, ou encore "POP" (Procédure par Orientation Progressive), ou "STEM". Cela marche pas mal et, selon des confessions entendues, il y a des ménages qui pratiquent comme cela (mais pas au Club Med).

Pour cette raison, elle constitue une voie ouverte vers la très élégante et très British programmation mathématique.

c Modes de description

En pratique de l'ingénierie, les variables descriptives sont souvent discrètes. Par exemple les conducteurs sont de sections et de résistivité par paliers, les courroies de tels crans, les barges de tels tonnages et les marie-salopes de telle capacité de transports. Les exigences et les performances peuvent aussi être exprimées par des variables linguistiques, telles "suffisamment", ou "meilleur que", traduites ensuite en variables floues; de même, les rangements comparatifs des performances peuvent suivre tout préordre monotone. Les variables sont alors discrètes et on se dirige vers le multi-attribut.

2.5.2 Les actions

Une *action* est une application ordonnée d'un travail par un agent à un ensemble de sujets ou d'objets d'une situation. Un travail étant l'exploitation d'une puissance (énergie par unité de temps) par un déplacement, une action fait donc quelque chose, ce qui a un effet sur un objet.

Ces actions peuvent être:

- *Exécutables* directement: faire, élaborer;
- *Exploratoires-informatives*: il y a postposition d'exécution, mais mise en oeuvre d'un processus d'information, par exemple des enquêtes, des études, ou des recherches menées par un expert.

On se rappelle, en effet, les trois options du décideur artificiel (de la section 2.6.5):

- *Agir*, donc se considérer suffisamment informé;
- *Poursuivre* l'investigation (sur des données absentes, ou laissant trop d'incertitude);
- *Renoncer*, les itérations faisant des bouclages, ce qui conduit à devoir conclure à l'*incomparabilité*.

La productivité et la répétition sont bien sûr des critères de performances associées à cette version située dans un contexte de l'artificiel, mais cette référence n'est pas si naïve: dans des situations de gestion, les processus et critères de choix peuvent être très différents selon que les "décideurs" sont impliqués ou non dans les conséquences, c'est-à-dire soit doivent y consacrer de l'énergie et des ressources, soit n'en ont rien à cirer.

2.5.3 Décisions

a Comportement imprévisible

Dans ce contexte d'engineering, la décision est considérée en tant qu'*issue du choix*, ou une fin de l'hésitation. Mais c'est aussi un *temps fort* (expression de B. ROY) d'un processus plus vaste dans lequel l'élucidation de ce choix est une phase importante. Cette phase serait par exemple précédée de la conception et information des choix disponibles (fleuron de l'analyse systémique), et serait suivie des processus engendrant certains futurs plutôt que d'autres.

Ce temps fort a le statut de décision car il est caractérisé par l'exercice d'un *comportement imprévisible* (expression de Chr. DE BRUYN, qui le pratique beaucoup) induit par les degrés de liberté de l'ensemble décideur.

Alors que le simple choix d'un objet peut reposer sur ses qualités intrinsèques et son adéquation à un certain usage, la prise de décision envisage des suites plus complexes qui en résultent, et sera dès lors fondée sur des "futuribles" qui y sont associés. De plus, si elles sont mises en oeuvre, les décisions conduisent à appeler des ressources pour engendrer des futurs possibles, des situations nouvelles.

b Politique

Une décision qui a à la fois la lâcheté d'une postposition, et la vertu d'une prise de position commune, ou majoritaire, a pour objet l'adoption d'une "politique".

La politique se caractérise par l'adoption d'une *ligne de conduite* pour l'avenir. Cela signifie qu'elle se décrit par le choix des *invariants* de comportements, en dépit d'éventuels mouvements des situations et environnements.

c Stratégie

La stratégie est fondée sur une attitude *prépostérieure*, dont des formulations dans un contexte probabiliste sont présentées à la section 5. À présent, il s'agit plutôt de *variants*, de comportement préparés en réponse à des informations, situations, circonstances ou comportements d'agents dont on n'a pas la maîtrise (par exemple des circonstances aléatoires, ou des "joueurs" auxquels on serait opposé, ce qui est la tradition stratégique).

2.6 Les conséquences du choix

Une typologie commode des conséquences des choix est de considérer quatre entrées, qui forment la traditionnelle "analyse d'impacts", donc les "effets sur " annoncés dès la Genèse, et cités dans la section sur l'*intervention*, à savoir:

- le *domaine*;
- l'*intensité*;
- la *valeur*;
- l'*incertitude*.

a Les domaines réel et temporel

- *Quels* effets? Les "impacts" attendus;
- Sur *qui*? Les divers clients, "bénéficiaires" et victimes des choix ;
 - Sur *quoi*? Les objets et situations qui en sont affectés;
 - *Quand*? La répartition dans le temps des effets directs et secondaires sur ces objets et situations.

Lorsqu'il y a plusieurs effets sur plusieurs "qui" et plusieurs "quoi" et "quand", la problématique implique des effets multiples, ce qui est une généralisation de ce qui a été évoqué comme "conséquences dispersées". L'aide à l'analyse de ces effets complexes et répartis selon des timings différents est une des contributions majeures des méthodes exposées dans «La Dynamique de systèmes en gestion».

b L'intensité

- *Combien*
 - De *quels* (effets) *sur* les *quoi* (objets)?
 - De *quels* (effets) sur les *qui* (les "clients", donc les "GAES", qui seraient affectés par les projets confrontés dans le processus de choix;
 - *Quels* effets ont une valeur *pour qui*?

Il s'agit donc de degrés d'atteinte de la *téléonomie* en tant que référentiel des valeurs (la *valence*), pris en charge, a-t-on dit, par le "propriétaire" du problème. Ceci en appelle à l'*évaluation*, laquelle peut être exprimée de façon :

- *Appréciative*: par linguistique différentielle ("très bien", "merdiférique"...);
- *Ordinale*: les qualités, les préférences;
- *Discrète*: les attributs, les qualifications;
- *Continue*: des seuils, des intervalles.

c Les difficultés

Les incertitudes concernant les propriétés des objets ont été présentées dans le cadre du paradigme de la décision à la section 1. Elles sont enrichies ci-dessous dans l'optique des choix stratégiques et de design par des difficultés et raisons d'hésiter dues à des facteurs plus généraux :

- La non-connaissance de l'*environnement*, de la situation lors de l'exploitation des options, de la mise en oeuvre des décisions;
- La non-fiabilité des sources d'*information* qui les concernent;
- La *complexité* due à la présence de différents référents de valeurs (par exemple écologiques, militaires, religieux);
- La complexité due aux *interactions* des politiques avec d'autres effets;
- *Nouveaux futurs potentiels*, qui sont dus à des comportements, des réponses d'autres agents – éventuellement le hasard. Envisager ces réponses possibles est typique de l'attitude "stratégique";
- L'incertitude des conséquences, qui peuvent être:
 - *Déterminées*: l'option retenue (ou les options) est *suffisante* pour la conséquence; le résultat ou l'effet du choix peut être considéré comme certain; cette qualité d'être plus prévisible est bien sûr un privilège de l'artificiel;
 - *Non-déterminées*: le résultat est imprévisible précisément, du fait qu'il est:
 - *Inconnu*, notamment parce qu'il peut dépendre d'autres facteurs que les actions mises en oeuvre;
 - *Incertain*, parce qu'on n'est pas sûr que ce soit celui-là.

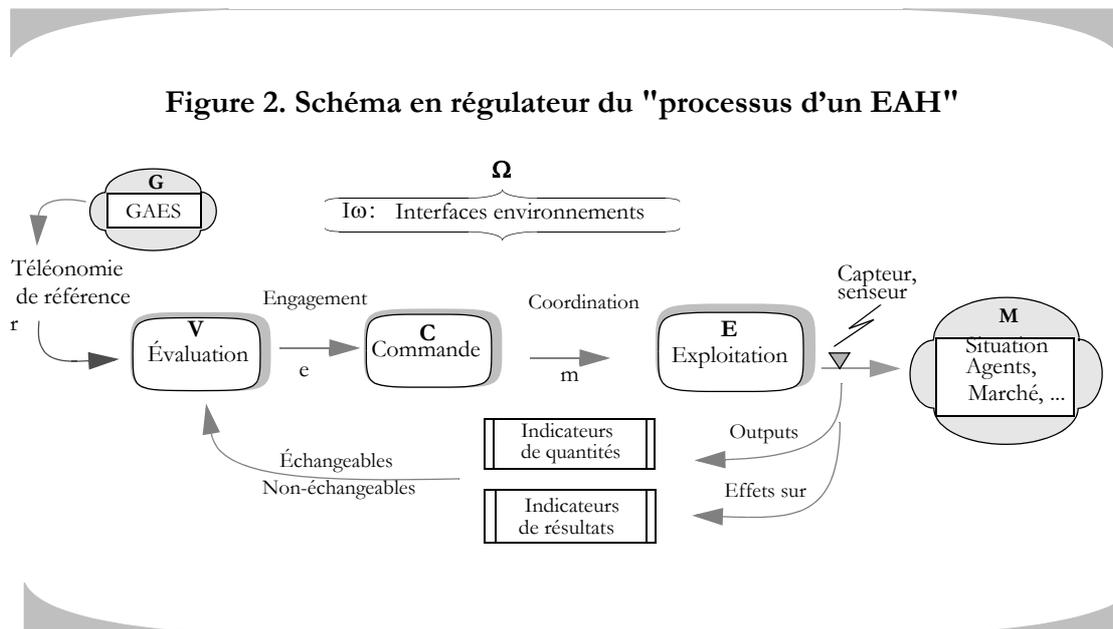
2.7 L'alliance de la décision et de la systémique en ingénierie

Depuis l'exposé sur «La Genèse» et son "systems engineering", la systémique a été frappée par la grâce multicritère. Un espoir immense s'est levé face à l'hébétéude des décideurs: c'est la Nouvelle Alliance de trois partenaires qui associe:

- La contribution de l'*étude systémique* pour l'éclairage des choix dans la complexité;
- Les *processus* de choix gérés par les Systèmes Interactifs d'Aide à la Décision, et les composantes du "décideur artificiel";
- Ces composantes sont placées selon le design de *décideurs artificiels*.

Pour la *système*, la contribution est celle de la forme canonique du régulateur adapté à en gestion, récupérée de la Figure 12 de l'exposé sur «Le Domaine de la gestion», et ayant pour titre «Analogie entre un régulateur et le processus d'un EAH». On pourrait même la qualifier de forme "académique" car, comme l'a dit Georges BERNANOS au sujet de l'Académie Française, «Quand je n'aurai plus qu'une paire de fesses pour penser, j'irai l'asseoir à l'Académie»

Comme cette figure se trouve dans le Tome Sud, son schéma très simplifié est rappelé ci-après sur la Figure 3 pour mémoire, les capacités de stockage du Lecteur étant certes dépassées.



En ce qui concerne l'*aide à la décision*, ce sont évidemment les composantes des "SIAD" qui viennent d'être présentées.

Pour le *décideur artificiel*, ce sera la "macrotâche" citée à la section 2.4 concernant le décideur artificiel en robotique, selon PH. COIFFET (*op. cit.*). Elle comprend les "niveaux de description" rappelés ci-dessous:

- La tâche *objectif*, ("TOB") comprenant les objets, les états et propriétés désirés;
- La tâche *outil*, ("TOT") description des *procédures* et outils nécessaires;

- La tâche d'*interaction*, ("III") donnant les paramètres et les interactions;
- La tâche *robot*, ("TRO") consistant à engendrer les vecteurs de repères spatiaux, puis le vecteur de coordonnées généralisées, et ensuite les trajectoires commandées.

Cette assimilation aux mœurs de la robotique est facilement reconnaissable dans les SIADM faisant face à des situations complexes.

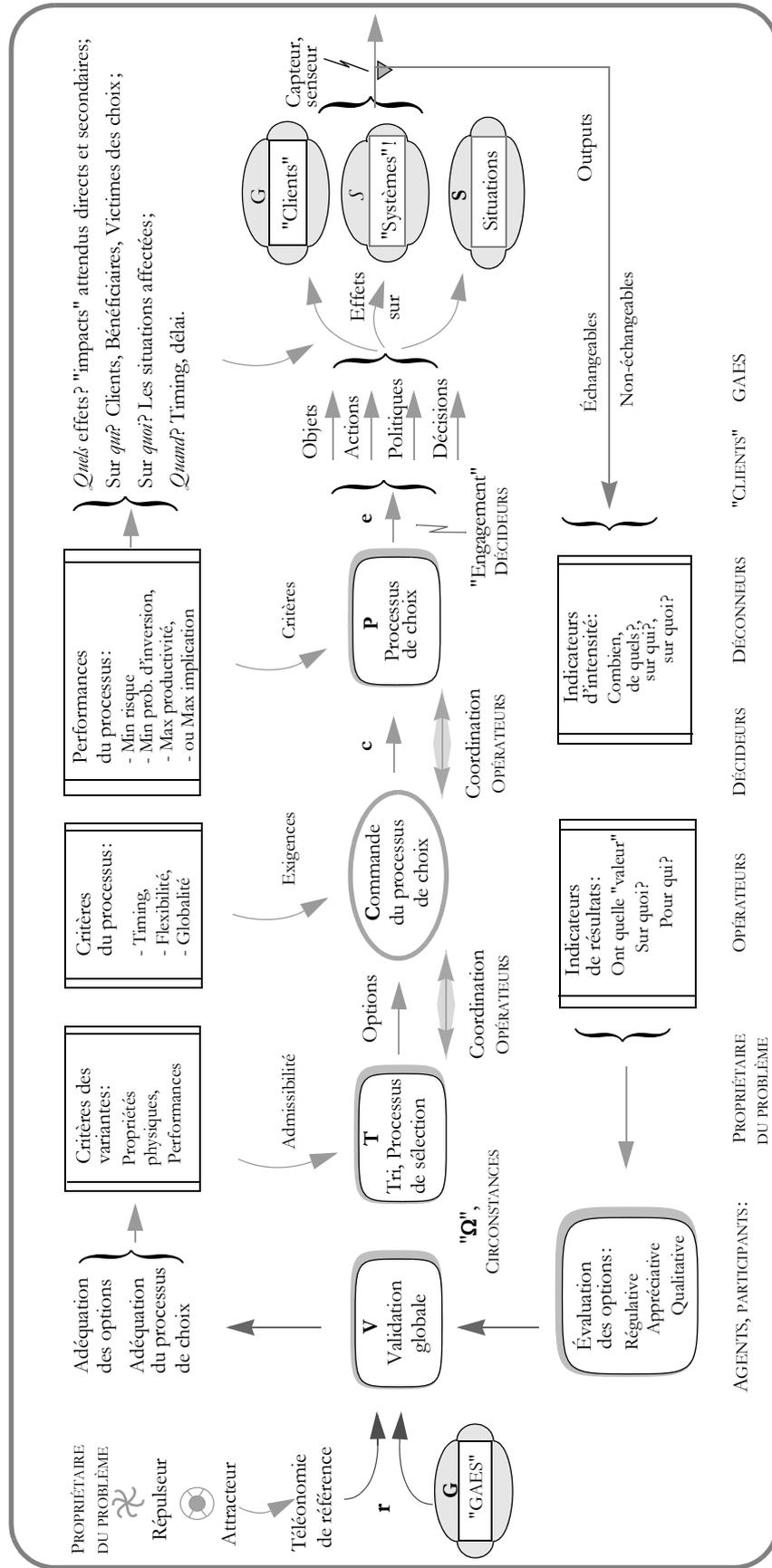
Avec ces machins-là, on va à présent jouer au systémicien: les assembler de façon cohérente, intégrer le design et le contrôle etc. pour en faire un tout beau "systems engineering". On notera surtout la forme générale de *régulateur* de l'ensemble, de façon à rester conforme aux illusions d'optique de la systémique.

Là aussi, on peut rappeler les commentaires acerbes sur l'Académie, surtout émis de la part de ceux qui n'y ont pas été élus (le record est Émile Zola, refusé 24 fois). Par exemple Madame de Linange:

Les Académies sont des sociétés comiques ou l'on garde son sérieux.

Remplacer "académiciens" par "systèmeiciens" – et le tour est joué.

Figure 3. Alliance de l'ingénierie de systèmes et de la décision multicritère



3 Le procès chinois

Le procès chinois est celui du bourreau, accusé de meurtre et de cruauté, dont le livre de Pierre BOULLE fait le poignant récit. Issu d'une noble famille dont la haute charge est d'être Bourreau, il est d'abord accusé d'avoir déshonoré son titre et sa lignée, et d'avoir causé la honte des siens. En effet, il a quitté le Mandarin pour errer dans des villages et des bas quartiers, gaspillant son patrimoine dans les mains tendues des pauvres, puis est revenu un jour, les cheveux coupés, ramenant une femme maigre! Et un chien borgne!

Il a repris la charge honorable – et c'est là qu'il est devenu un ignoble assassin. Les coupables avaient le droit d'avoir la tête tranchée, proprement et adroitement. Mais, plutôt que de leur accorder cette grâce méritée, le bourreau leur administrait un poison les rendant inconscients, ce qui ne se voyait pas tandis qu'il les soutenait dans leur montée hagarde vers l'échafaud.

Donc, non seulement ces malheureux étaient voués au supplice de la décollation, mais encore le bourreau y ajoutait un morbide empoisonnement. Le procès chinois a montré jusqu'où pouvait mener un fond déjà cruel envers sa respectable famille, puis le comble, envers les malheureux condamnés.

C'est bien l'histoire de l'auteur de cet ouvrage devant ses Juges: ses impitoyables Lecteurs, ses sévères Lectrices. Une maison d'édition n'est pas une maison de tolérance, le verdict en donne une nouvelle preuve: ce Tome d'Ouessant doit finir comme l'Empire du Soleil Levant, comme le bourreau de Pierre BOULLE.

Comme cet immonde bourreau, il a généreusement distribué des complexes aux simples d'esprit, il a éclairé la vue de Lecteurs borgnes, il a même nourri ses maigres Lectrices de baisers chinois. Mais il est jugé que, en plus de ces méfaits trahissant les bien-pensant et les gens de science, il a empoisonné *systématiquement* ses Lecteurs avant de les renvoyer écouter la corne de brume de son Vaisseau Fantôme émanant toutes voiles dehors, sans étrave et sans sillage, dans les brumes fantasmagoriques du Tome Nord.

