

Chapitre 1. Finalités des méthodes

1.1. INTRODUCTION

En toutes choses, ce sont les finalités qui déterminent les objectifs. Ceux-ci à leur tour déterminent les moyens. Ce chapitre a donc une allure philosophique. En effet, il faut rechercher les principes fondateurs des méthodes dans les écrits d'auteurs célèbres et de livres fantastiques.

1.1.1. Contexte méthodique de l'ingénieur

Qu'est-ce qu'un ingénieur informaticien ? On le définira en partant de la définition générale de toute personne qualifiée.

Un ingénieur est une personne possédant un niveau de connaissance(s) dans un ensemble de domaines de connaissances. Les domaines de connaissances de l'ingénieur informaticien comprennent des sciences (diverses branches des mathématiques, de la physique, électricité, électronique), des techniques (ordinateurs, gestion), de l'art (programmation, relations humaines).

Structurellement, un domaine de connaissance est la réunion de concepts (notions) et de notations (modèles), de savoir-faire (façons de faire).

1.1.2. Position méthodique numéro 1

Le cours de méthodes connaît deux temps : on étudiera d'abord les outils généraux utilisés dans toute méthode, et dans certaines méthodes en particulier ; ensuite, on verra un ensemble de méthodes utilisées de par le monde. Une méthode particulière sera étudiée, qui servira de pivot : la méthode MERISE ; elle est en effet la méthode la plus utilisée aujourd'hui dans la francophonie.

1.1.3. Position méthodique numéro 2

Une distinction opérationnelle est généralement faite en informatique entre les données et les traitements ; on dit que les données constituent l'aspect statique du système d'information (SI - concept qui sera défini plus tard), alors que les traitements en constituent l'aspect dynamique. Notre cheminement pour présenter les outils de méthode empruntera ainsi cette dichotomie, qui, bien qu'elle doive être remise en cause, constitue encore une démarche pédagogiquement valable.

L'instrument principal pour connaître les données et les traitements d'un SI est la modélisation. Le cours de cette année abordera donc bon nombre de processus de modélisation utilisables dans l'étude des SI.

1.1.4. Position méthodique numéro 3

La méthode doit être distinguée des méthodes. Une approche honnête doit consister à (re)partir des définitions communément admises dans les langages courant et scientifique. On va donc dans un premier temps commenter les définitions issues des dictionnaires. Dans un deuxième temps, on abordera la compréhension de la méthode par les scientifiques et philosophes.

1.2. INTRODUCTION A LA METHODE PAR LA LANGUE

1.2.1. La méthode et le système dans le dictionnaire

Méthode : 1- démarche rationnelle de l'esprit pour arriver à la connaissance ou à la démonstration de la vérité. 2- ensemble de procédés, de moyens pour arriver à un résultat. 4- qualité d'esprit consistant à savoir classer et ordonner les idées, à savoir effectuer un travail avec ordre et logique ; "avoir de la méthode".

Système : 1- ensemble cohérent de notions, de principes liés logiquement et considérés dans leur enchaînement. 3- ensemble organisé de règles, de moyens tendant à une même fin. Vient du grec sustēma : assemblage, composition. "Esprit de système" : tendance à tout ramener à un système préconçu au détriment d'une juste appréciation de la réalité.

1.2.2. Commentaires des définitions précédentes

Un ingénieur devrait "avoir de la méthode" sans "être systématique".

On note une forte ressemblance entre la deuxième définition de la méthode et la troisième de système. En effet, la méthode et le système ont souvent à voir avec la réalité ; la méthode part du réel (l'observation directe, l'expérimentation) ou d'une certaine idée du réel (la théorie), comme point de référence (bien que la définition 2 ne dise rien du point de départ) pour y revenir après un certain détour (le résultat) ; le système désigne des constructions qui fonctionnent dans le monde "réel".

Cependant, la méthode est en relation mathématique d'inclusion avec le système. La méthode ne concerne que le projet d'un résultat que l'on assimile ici à un système ; de façon générale on fait appel à des méthodes pour parvenir à réaliser des constructions qui ont la nature des systèmes : ces constructions sont complexes, disposent d'un fonctionnement et d'interactions internes et externes, elles peuvent évoluer, etc. Un système, dans cette définition, peut tout aussi bien être une méthode que le résultat de celle-ci. Dans la définition 2 de la méthode, on trouve le terme de procédé. Le dictionnaire de la langue française définit ce dernier comme étant une "méthode d'exécution", par exemple un procédé de fabrication ; procéder consiste à agir d'une certaine façon (la façon étant ici mise pour "avec certaines règles"). On notera en passant la nature autoréférentielle de la définition.

En fait, la méthode "traite" exclusivement du passage du néant au système réalisé, ou d'un système à un autre : la méthode permet d'accoucher d'un système. C'est la période (notion de déroulement, de temps subjectif) de conception et de gestation du système. Par cette image, le système est une méthode arrivée à terme.

La première définition de la méthode aborde celle-ci sous l'angle de la démarche, c'est-à-dire la présente comme un cheminement pour aboutir à une réalisation le plus souvent concrète. Pour la science, l'objectif est l'atteinte de la connaissance, ou la démonstration de la vérité. Attention : il s'agit bien de cela, connaissance équivalent à démonstration de la vérité. La méthode est ainsi tout cheminement menant à la vérité démontrée. Cette vérité nous servira à modifier éventuellement (mais pas nécessairement) le système "vérifié", en tout cas à en comprendre le comportement.

1.2.3. La méthode comme langue

Démontrer, c'est d'abord "montrer à voir". On repère donc l'aspect communication de la méthode. En ce sens, la méthode est un outil de communication entre le producteur de la démonstration et le sujet qui doit recevoir celle-ci.

La communication établie est un ensemble de messages produits par un émetteur vers un récepteur. On peut alors définir la méthode comme un ensemble de notations (signes + règles) appliqué sur un système que l'on veut démontrer. Ou encore, la méthode est le véhicule du message, son code interne. La méthode, c'est "comme" une langue : cela permet une transcription, une traduction, de passer quelque chose à quelqu'un d'autre.

Telle méthode est-elle meilleure que telle autre ? Se pose ici la question des qualités d'une méthode. Deux aspects sont à envisager. Tout d'abord, une méthode doit être cohérente de façon interne. Cela signifie que l'ensemble des notations doit disposer d'une unité logique. Puis une méthode doit être validée par rapport à son objet.

La validité d'une méthode sera jugée selon ces deux axes : son unité logique interne (sa complétude, sa non contradiction en termes de notations), et sa puissance d'explication du système auquel elle s'applique. Par conséquent, on ne pourra pas envisager la méthode simplement de son point de vue formel, c'est-à-dire sur l'axe seul de la notation qui la constitue ; il nous faudra aussi voir sa validation par rapport au réel particulier (l'informatique, la gestion) qu'elle veut manipuler.

D'un point de vue structurel donc, une méthode est un "corps" qui dispose des qualités vérifiées suivantes :

- conforme à son objet,
- cohérence interne (consistency) ou non contradiction de ses concepts, notations et règles,
- complétude par rapport à ses concepts,
- de plus, certaines situations délicates doivent être déterminées comme étant fidèles, c'est-à-dire qu'apparemment anormales, elles sont décidées normales.

C'est donc lorsque la méthode est prouvée (éprouvée dans la pratique) qu'elle pourra être considérée comme une "machine" à preuve (general problem solver).

Nous constatons que beaucoup de méthodes disposent pour représenter le réel de systèmes de notation à base de dessins. Chaque type de dessin (rectangle, ovale, trait) a un sens précis et traduit donc un concept propre à la méthode ou/et à son objet ; par exemple dans le modèle E/A, tout rectangle signifie une entité du monde réel, tout ovale une association.

Comme nous l'enseigne la linguistique, le système idéographique et le système phonétique (syllabique ou alphabétique) sont les deux systèmes d'écriture des langues. L'idéogramme est le graphisme ou dessin d'une idée n'ayant pas toujours de lien figuratif avec l'idée elle-même (on constatera qu'un synonyme de dessin est "image", qui renvoie à reflet ou à "Imag-iner", ainsi qu'à "métaphore"). Dans un sens un peu différent à l'explication de F. De Saussure, on note que l'écriture idéographique propre des méthodes est altérée (ou complétée) par l'utilisation conjointe du système alphabétique. Ainsi, on adjoint un nom écrit à l'aide de caractères majuscules dans le rectangle ou l'ovale afin de spécifier un objet donné ou une relation particulière.

Les langues "méthodes", du fait de l'utilisation d'idéogrammes (plus justement que de graphies ou graphiques car ces termes renvoient seulement à "écrit") proposent ainsi des signifiants visuels qui sont de même nature que les signaux maritimes. Les idéogrammes offrent au cerveau tout le complexe pensé par autrui, sur plusieurs dimensions à la fois.

Du fait de l'incrustation d'éléments du système alphabétique dans les idéogrammes, la langue "méthodes" se mue en un système de graphie mixte, comportant un niveau linéaire (les mots incrustés) et un niveau multidimensionnel (les idéogrammes). La langue "méthodes" permet donc de disposer d'un cadre visuel global pour représenter le réel, tout en obligeant celui qui veut comprendre à passer par la linéarité de la lecture alphabétique.

On constate alors que les langues méthodes cherchent à s'affranchir de la linéarité de l'écriture, sans toutefois y parvenir totalement.

Gagnerait-on à disposer d'un système totalement idéographique ?

F. de Saussure insiste sur le fait que le signifiant est arbitraire. On peut le choisir comme on veut, l'essentiel résidant dans la distinction qu'il permet avec les autres "concepts" ou signifiés.

A ce stade, "on connaît l'air, mais pas les paroles" et il faut traduire les mots eux-mêmes. Mais on peut commencer par rappeler que la signification du rectangle n'est pas explicitée dans le modèle E/A lui-même. La compréhension nécessite alors un apprentissage des notations employées.



Chapitre 2. Approches de la modélisation

2.1. QU'EST-CE QU'UN MODELE ?

2.1.1. Définitions pragmatiques et courantes

4- Modèle : Objet destiné à être reproduit. Par exemple, un modèle de fonderie. Objet reproduit industriellement à de nombreux exemplaires. Par exemple, le modèle Renault Safrane. Représentation d'un ouvrage, d'un objet que l'on se propose d'exécuter. Par exemple, modèle réduit.

Au Moyen-Age, les architectes avaient l'habitude de présenter un **modèle réduit** de la cathédrale à construire. Il ne s'agit pas de simples représentations réduites, mais aussi d'outils de simulation (constater qu'un bateau ne coule pas, qu'une cathédrale peut s'élever, etc). Plus largement, on peut envisager quatre intérêts à présenter des modèles :

- tester une chose avant de la construire,
- communiquer avec autrui à son sujet,
- visualiser ce que donnera la construction,
- réduire la complexité.

La dernière raison peut englober les précédentes et permet de prendre en compte les systèmes trop compliqués pour être appréhendés directement par l'esprit humain.

En informatique, le modèle réduit est souvent associé à la notion de **maquette** (en anglais : mockup). La maquette joue effectivement le rôle d'outil de communication et de "pré-visualisation" de la future application.

5- Sciences : schéma théorique visant à rendre compte d'un processus, des relations existant entre divers éléments. Par exemple, la science physique est un modèle du réel.

6- Mathématiques : un modèle mathématique est un ensemble d'équations et de relations servant à représenter et à étudier un système complexe.

Cette dernière définition aborde ainsi le système à étudier sous l'angle de sa structure (représenter) et sous celui de son fonctionnement (étudier).

2.1.2. Approches formelles

2.1.2.1. L'isomorphisme

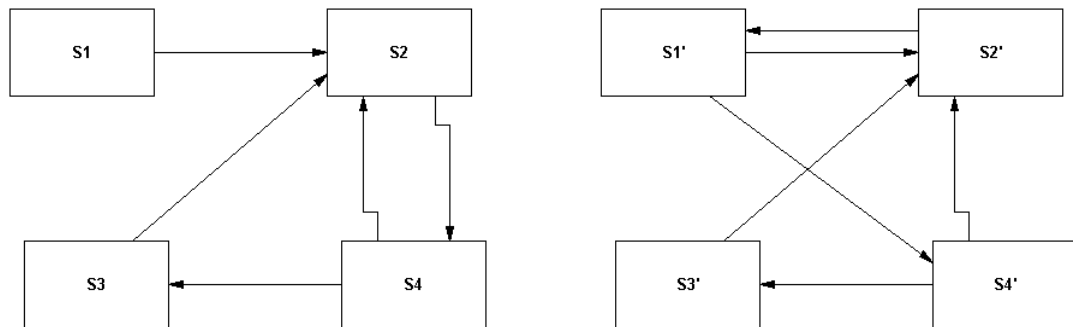
Deux systèmes sont isomorphes s'il existe une correspondance bijective entre les caractéristiques du premier et celles du second.

Les caractéristiques à prendre en considération sont les suivantes :

- pour des systèmes à états, les entrées, les états, les sorties ; on parle de "système réduit" pour un système isomorphe en X et Y contenant un minimum d'états distincts.

$$\begin{array}{l} X \xrightarrow{h_1} X' \\ \Sigma \xrightarrow{h_2} \Sigma' \text{ tel que } \left\{ \begin{array}{l} h_2(f(x, \sigma)) = f'(h_1(x), h_2(\sigma)) \\ h_3(g(x, \sigma)) = g'(h_1(x), h_2(\sigma)) \end{array} \right. \\ Y \xrightarrow{h_3} Y' \end{array}$$

- pour les systèmes quasi-décomposables, on parle de correspondance entre réseaux de sous-systèmes.



Réseaux isomorphes

S1 → S3'

S2 → S2'

S3 → S4'

S4 → S1'

- pour les systèmes définis par leurs caractéristiques dynamiques, on établit une correspondance entre leurs structures, leurs fonctionnements et leurs évolutions.

On appelle **code** la correspondance qui permet de passer de l'expression d'un système à l'autre. L'attention est portée sur la minimisation de la distance entre deux systèmes (en fonction des propriétés homomorphes ou non).

2.1.2.2. Propriétés

On distingue deux catégories de caractéristiques d'un modèle :

- caractéristiques de définition, qui caractérisent le modèle donné,
- propriétés, caractéristiques déductibles des précédentes, permettant de décrire la nature du modèle. Il est souvent intéressant de repérer des hiérarchies dans les systèmes à partir de leurs propriétés : un carré, c'est la réunion des propriétés d'un rectangle et d'un losange, un rectangle ou un losange, c'est un parallélogramme particulier, un parallélogramme est un quadrilatère particulier. On retrouve alors des hiérarchies de modèles.

2.1.2.3. Les relations entre le système et son modèle

Un modèle se manifeste comme un système homomorphe au système qu'il représente, parce qu'il retient certaines des caractéristiques de ce système (notion de surjection). Un code permet le passage du système à son modèle. On peut comparer des systèmes en faisant intervenir deux modèles qui pourront être isomorphes entre eux.

On peut retenir une typologie des propriétés :

- **propriété compatible** : elle appartient à la fois au système et à son modèle,
- **propriété réelle** : elle appartient au système, mais pas à son modèle,
- **propriété formelle** : elle appartient au modèle, mais pas au système.

Exemple : la couleur dans une photo noir et blanc est une propriété réelle (on ne la retrouve pas dans le modèle), la bidimensionnalité est une propriété formelle (n'existe pas dans le réel), les positions relatives des objets sur la photo et dans le réel sont compatibles.

D'où :

- un **modèle parfait** est tel que toute propriété du modèle appartienne aussi au système (il n'existe aucune propriété formelle),
- un **modèle complet** est tel que toute propriété du système est aussi une propriété du modèle (il n'existe aucune propriété réelle).

Généralement, les modèles sont incomplets et imparfaits car on privilégie certaines propriétés et puisqu'on y introduit, à cause du support du modèle, des propriétés n'appartenant pas au système. On parle cependant (par abus de langage) de modèle informatique complet dès lors que toutes les caractéristiques demandées par les besoins des utilisateurs sont définies par le modèle.

2.1.3. Notions de système formel

On appelle **langage formalisé** la donnée de deux ensembles :

- un ensemble X des symboles de base, arbitraires et tous différents,
- un ensemble G de règles d'organisation de ces symboles de base munis d'une interprétation.
- On appelle **langage formel** un langage formalisé tel que l'ensemble G permette la formation d'expressions appelées "formules bien formées" (propositions).

On appelle **système formel** un langage formel pour lequel on se donne :

- un ensemble K d'axiomes, qui est un sous-ensemble de l'ensemble des formules ; un axiome est une proposition considérée comme VRAIE sans démonstration) ;
- un ensemble T de règles de déduction permettant de définir, à partir des axiomes K, un nouveau sous-ensemble de formules nommé "théorèmes" (un théorème est une proposition considérée VRAIE par démonstration).

On appelle **système axiomatisé** un système formel où tous les éléments de base et les axiomes sont explicités exhaustivement et les règles d'organisation et de déduction sont décrites sans ambiguïté.

On appelle **système semi-axiomatisé** un système formel dans lequel les éléments de base et les axiomes sont définis de façon moins rigoureuse et les règles d'organisation et de déduction sont utilisées de façon plus floue.

2.2. QUATRE CONDITIONS PREALABLES D'UN MODELE

Qui dit modèle, dit modélisation (2) et préalablement modélisateur (1).

- 1- Un **créateur du modèle** est indispensable. Il n'existe de modèle que parce qu'il y a un sujet modélisateur. Cette remarque est importante dans la mesure où une part de "subjectivité" peut apparaître dans le modèle créé : un modèle est le Point de Vue du modélisateur sur un objet ou un système.
- 2- Un **travail de création du modèle** est le préalable à son existence. La fabrication de modèles est une activité humaine, un processus qui connaît des règles, voire des phases, des étapes et des tâches.
- 3- Un **objectif** de représenter quelque chose. L'objet (ou le système) étant là face à nous, pourquoi cherche-t-on donc à le représenter sous une autre forme que sa réalité première ?
- 4- Des **outils de modélisation**.

2.2.1. Définitions de la modélisation

Modélisation. Sciences : Conception, établissement d'un modèle théorique. Ce mot n'est apparu qu'après 1950. La conception provient du verbe concevoir (latin : "concipere" = recevoir) et signifie former dans son esprit.

Il est ici intéressant de constater que lorsque l'on produit la conception d'un logiciel, on le modélise. Cependant, la modélisation est aussi une activité de la phase d'analyse. En informatique donc, le sens du mot « modélisation » est plus large. Le terme anglais pour conception en informatique est « design », qui veut aussi dire « dessin ». On constate bien la proximité des termes, puisque les modèles comportent assez souvent des schémas.

Mais la modélisation du réel est-elle possible ? La réponse est positive, car on constate qu'elle s'effectue tous les jours. C'est un phénomène intellectuel humain absolument ordinaire, qui fait partie de l'expérience commune. Cependant, ce qui paraît trivial l'est-il vraiment ?

Prenons le cas du langage. Tous les jours nous parlons "sur" le réel. Ce faisant, nous le représentons. Par exemple, quand on dit puis écrit "le chien mord la grand-mère", on a émis un

ensemble de sons qu'on a pu traduire en un ensemble de caractères typographiques (le processus inverse est à nouveau possible, des caractères écrits vers des sons) ; ces deux formes constituent des modèles d'une situation singulière, où l'on voit une pauvre femme se faire croquer le mollet par un cabot.

1. N'oublions pas que, mis à part la typographie (la forme des signes écrits) et la modulation des sons, on a compris quelque chose (une réalité sûrement douloureuse). C'est-à-dire qu'il se trouve une charge (non de nature explosive, mais analogue à la charge électrique) de sens dans l'ensemble de caractères comme dans l'ensemble des sons.

2. Voici trois phrases :

(1) "El perro muerde la abuela"

(2) "Der Hund beißt die Grossmutter"

(3) "The dog bites the grand-mother".

Tous ces modèles ne seront pas compris par tout le monde. Or la charge de sens est présente et elle est équivalente. Un espagnol comprend l'énoncé (1), un allemand l'énoncé (2), un anglais l'énoncé (3). Chacun d'entre eux dispose des mécanismes lui permettant d'en capter le sens identique.

Les langues parlée et écrite constituent donc des modèles très puissants, dont les mécanismes sont aussi complexes que leur utilisation semble simple et évidente.

Nous observons aussi que pour faire passer le sens :

- soit les modèles devront être adaptés aux interlocuteurs à qui ils sont destinés : celui qui veut faire passer un message sur le réel devra procéder à sa traduction ;
- soit les interlocuteurs devront être formés pour comprendre les modèles ; celui qui veut faire passer un message sur le réel devra procéder à l'apprentissage du modèle du modèle par l'interlocuteur. Le modèle d'une langue - ou encore le modèle du modèle - c'est sa grammaire plus son vocabulaire. Les interlocuteurs doivent donc disposer de connaissances de la structure et du fonctionnement des modèles (moules) de traduction.

2.2.2. Modélisation, code et sens

Y-a-t-il du sens dans un énoncé ? En d'autres termes, le sens est-il dans le cerveau qui perçoit l'énoncé ou sur les signes (qu'ils soient des sons ou des caractères typographiques ou des idéogrammes) ?

On constate que le sens ne se propage pas s'il n'y a pas de sujet comprenant. Il est illusoire de croire que le sens serait autonome par rapport au sujet. La charge de sens n'est que potentielle. Elle sera perçue (éventuellement) si un sujet "touche" l'énoncé (le lit ou bien l'entend). Pour preuve les hiéroglyphes, dont le sens n'a été redécouvert qu'au début du XIXème siècle.

En d'autres termes, plutôt que de parler de charge de sens dans un énoncé, peut-être pourrait-on dire que l'ensemble des signes qu'est un énoncé constitue un conducteur de sens, comme un fil électrique est conducteur d'électricité. Le sens est donné par le sujet qui se connecte au conducteur (assemblage des signes) en parcourant des yeux ce conducteur (« connexion visuelle »). Le sens parcourt le texte de l'émetteur (l'auteur du texte) au récepteur (le lecteur) via les capteurs (les yeux et les yeux de l'esprit), alors qu'émetteur et récepteur peuvent se trouver en des lieux et des temps différents. Certains textes sont de "bons conducteurs" du sens parce que l'agencement des signes, des mots, y est "bien" fait, c'est-à-dire facile à comprendre. Ecrire un texte c'est alors déposer une charge potentielle ou fabriquer un fil conducteur (support de la charge), lire ce texte c'est s'approprier sa charge de sens (qui reste après lecture et appropriation par le lecteur, potentiellement, mais intégralement, dans le texte).

Généralement, on dit que le décodage de l'énoncé par le sujet constitue la compréhension, c'est-à-dire la perception du sens de l'énoncé. Le décodage n'est-il pas un nouvel encodage, le même code sous une forme équivalente ? Quel serait alors ce nouveau code, dans le cerveau du sujet qui est en train de comprendre l'énoncé ? Peut-on connaître ce code ultime ? Peut-on aussi connaître la langue ultime dans laquelle est écrit ce code ?

2.3. LA MODELISATION EN CONCEPTION INFORMATIQUE

La modélisation est envisagée de manière dichotomique, en distinguant la modélisation descriptive de la modélisation prescriptive. La première est chargée de coder le recueil de l'existant, tandis que la seconde code la conception du système futur. La modélisation produit donc un modèle de l'existant et un modèle du SI futur.

Si l'on détaille les contenus de ces modèles, on observe qu'ils se composent également de modèles : des modèles de données et d'activité, des modèles organisationnels et dynamiques.

La question se pose alors de savoir si les "sous-modèles" sont bien intégrés les uns aux autres, d'abord dans le modèle descriptif, puis dans le modèle prescriptif, et enfin entre les deux.

Les différentes méthodes peuvent être classées selon leurs "approches". Le terme approche est pris en méthodes dans le sens qu'il a en langue anglaise "approach", ou façon d'aborder un sujet.

2.4. L'ABSTRACTION ET LA MODELISATION

Les méthodes utilisent les concepts fondamentaux de la statique et de la dynamique. La perspective statique concerne les éléments structurels du système, la perspective dynamique s'intéressant à son fonctionnement et son comportement. En science physique, la dynamique fut une perspective pour rendre compte mathématiquement du mouvement des objets ; elle explique que l'on peut retrouver, à partir d'une position d'un objet, sa trajectoire depuis le début. L'importation du terme de dynamique en informatique n'a pas la prétention de prouver mathématiquement qu'il serait possible de connaître les états initiaux ou les états finaux des objets d'un système informatique sur la base de leur observation à un état intermédiaire quelconque. Cependant, l'idée que les objets d'un système passent bien par des états successifs connus déterminés par leur comportement est très présente.

2.4.1. L'abstraction dans l'approche orientée traitements

L'approche orientée traitements est celle des débuts de l'informatique. Historiquement, l'informatique a débutée avec des calculateurs, pour lesquels les données étaient toujours externes. L'aspect prédominant était constitué par les algorithmes contenus dans les programmes.

2.4.2. L'abstraction dans l'approche orientée données

L'approche orientée données est celle de l'époque d'apparition des bases de données (vers 1965-1970). On a insisté sur les données, les considérant comme le problème le plus important des systèmes d'information. L'information présente dans l'organisation (entreprise, administration) doit être mise dans un "réservoir" unique, où un système vient puiser et déposer en fonction des besoins de l'utilisateur. Un système, appelé SGBD ou Système de Gestion de Base de Données, constitue l'interface avec l'utilisateur ; les fonctionnalités d'un SGBD doivent faciliter la conception des traitements grâce à des langages de haut niveau. Le modèle relationnel a fourni la théorie et les préceptes de cette approche.

2.4.3. L'abstraction dans l'approche orientée dynamique

L'approche orientée dynamique apparaît dans les années 1975-1980. Elle envisage les systèmes sous leur angle dynamique. Le concept-clé est ici l'événement, le domaine majeur d'utilisation d'une telle approche est le contrôle de processus. On notera que cette perspective prend son origine dans les travaux sur les automatismes, par exemple, l'étude des réseaux de Pétri. Le système en fonctionnement est envisagé comme passant par des états. La séquence Etat-Transition-Etat est conditionnée par la synchronisation des événements. On pourrait définir la modélisation dans l'approche dynamique comme la procédure de conception par graphes de flux et de processus.

2.4.4. L'abstraction dans l'approche orientée-objet

L'approche orientée-objet apparaît dans les années 1990 suite à l'apparition des langages de programmation à objets et orientés-objet ainsi qu'aux nombreux travaux méthodologiques pour prendre en compte le nouveau paradigme objet. Tout système est une composition d'objets interagissant. L'abstraction concerne ici tant les traitements (méthodes ou opérations ou services) que les données (données-membres ou attributs ou aspects statiques).

2.4.5. Définitions de l'abstraction

Le processus de conception de système est essentiellement composé de phases d'abstraction, quelle que soit l'approche retenue. Il convient de comprendre le sens accordé au terme d'abstraction.

Pour paraphraser Einstein, le bouillon-cube n'est pas de l'abstraction. Le concentré que représente l'abstraction que l'on fait d'un phénomène de l'expérience sensible n'a rien de consubstantiel au phénomène lui-même, contrairement au bouillon-cube qui est extrait de la viande. L'image du numéro de porte-manteau au vestiaire par rapport au manteau qu'on y trouve, voilà la véritable "place" de l'abstraction. L'abstraction est ici "quelque chose" qui renvoie au phénomène, qui est mis à sa place pour le représenter.

Abstraction. 1. Opération par laquelle l'esprit isole dans un objet une qualité particulière pour la considérer à part. 2. Idée abstraite. Raisonner sur des abstractions. Le terme provient du latin "abstractio" pour séparation, isolement.

On peut dire avec Rumbaugh¹ que c'est l'examen de certains aspects d'un problème, dans l'objectif d'isoler certains aspects importants et d'évacuer les autres, considérés comme mineurs. Toute abstraction est particulière à un objectif, rendant possible des abstractions différentes d'une même chose.

Le rapport entre un phénomène "réel" et l'une de ses abstractions est celui de l'abrégé, du raccourci, de l'incomplet, parce que le "réel" est comme une toile d'araignée. On reconnaît bien en cela que l'artifice "monde réel" est quelque chose de complexe. On notera aussi le paradoxe : bien souvent, on considère l'abstrait en opposition au concret ; ainsi un raisonnement est-il jugé "trop abstrait", et demande-t-on à l'étudiant d'être "plus concret". Ici l'abstraction a le sens de simplification (évacuation de détails), là elle a le sens de "pensée éthérée". Le langage lui-même est une abstraction. On constate en outre que certains langages (informatiques) contiennent des détails superflus par rapport à l'algorithme qu'ils veulent coder. Un bon langage pourrait donc être très abstrait, c'est-à-dire évacuer des aspects secondaires.

2.4.6. Les phases d'abstraction dans les méthodes

Quelle que soit l'approche utilisée, le mécanisme d'abstraction est présent.

2.4.6.1. L'abstraction dans les données

Dans l'abstraction des données, on tente de projeter les phénomènes étudiés sur certains de leurs attributs, à savoir ceux que l'on considère importants vis à vis de l'objectif. Par exemple, J.J. Rabearivelo et Ny Havana Ramanantoanina sont des auteurs, tandis que Rija Ramanantoanina et Henri Ratsimbazafy sont des auteurs-compositeurs. On regroupe dans cet exemple les caractéristiques communes. Si notre centre d'intérêt est le recensement culturel, les quatre personnages sont intéressants. Nous reconnaissons entre les quatre leur fonction commune, et établissons leur catégorie. AUTEUR_COMPOSITEUR est donc une abstraction candidate au statut d'entité-type.

Si on estime que le genre et la couleur de cheveux n'ont pas d'effet sur le recensement culturel, ces caractéristiques seront abandonnées comme des détails sans importance (ne pas déduire qu'un auteur-compositeur serait toujours un homme). Par contre, on aurait pu relever que leurs statuts sont différents (vivant ou non, ayant la double nationalité, ...). Qu'est-ce qui est pertinent pour l'objectif visé ? Autrement dit, le niveau d'abstraction adéquat n'est pas immédiat. On pourrait avoir une entité-type Statut ou Nationalité à côté de AUTEUR_COMPOSITEUR.

2.4.6.2. L'abstraction dans les traitements

L'abstraction dans les traitements connaît la même difficulté de mise en niveau. Faut-il s'arrêter à la description de grandes fonctions (comptabilité, ressources humaines) décrivant des domaines, ou faut-il descendre au niveau d'un module de mise-à-jour, ou jusqu'à celui de la multiplication ? Les auteurs s'accordent à reconnaître la dose de subjectivité qui prévaut dans cette abstraction.

¹ Créateur de la technique de modélisation objet OMT et de son langage de notation graphique.

2.4.6.3. L'abstraction dans les événements

L'abstraction des événements consiste à repérer "ce qui se passe" sur les phénomènes.

Le problème de l'abstraction est le suivant : l'abstraction que l'on fait suit une logique de rejet de l'inessentiel eu égard à un projet (ou objectif) et de généralisation (agrégation, mise en classe) que l'on sait justifier. Le découpage (décomposition des traitements) subit quant à lui toute la subjectivité de l'analyste ou du concepteur, et il est délicat d'en trouver des justifications ; face au manque de justifications de fond, un découpage semble en valoir un autre.

2.5. LA THEORIE DU MODELE GENERAL (L'ENTREPRISE COMME SYSTEME).

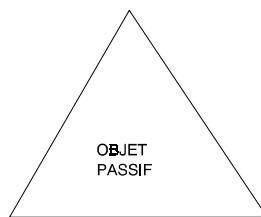
Cette partie va consister essentiellement en une présentation théorisée de l'entreprise, permettant de dégager le concept de système d'information, ce qui va permettre de découvrir l'objet de l'analyse et de la conception informatique.

Les fondements théoriques d'une telle représentation proviennent de la Théorie générale des systèmes, qui emprunte divers enseignements à des disciplines telles la physique, la mécanique, la thermodynamique, la biologie. Elle procède des résultats de la cybernétique revus et adaptés. Une présentation complète en a été faite par Le Moigne².

L'entreprise est décortiquée et appréhendée comme un objet pouvant être décrit en neuf niveaux successifs.

2.5.1. Premier niveau : l'objet passif et sans nécessité

L'objet n'a rien d'autre à faire qu'être ; on dira qu'il est vu "tel quel". La pierre, le soleil étaient, sont et seront. On a donc un postulat d'existence de l'objet.



Objet passif

2.5.2. Deuxième niveau : l'objet actif

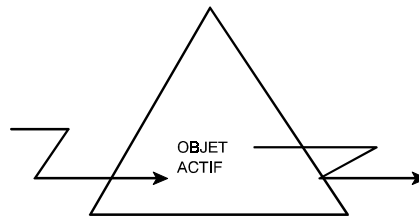
L'objet fait, intervient et nous le connaissons par son activité, dans son contexte : le soleil dans le système solaire, la lune dans son mouvement autour de la terre, l'atome en cohésion avec la molécule, le mot dans une phrase dont il assure le sens.

L'objet processe, c'est-à-dire qu'il est sensible à l'événement et qu'il extériorise un comportement que l'on pourra percevoir.

L'objet est donc en fonctionnement : actif par rapport à lui-même (mouvements internes), actif aussi dans son environnement (mouvements externes).

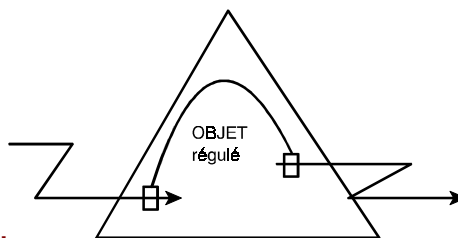
²Le Moigne : "La théorie du système général, théorie de la modélisation", PUF, Paris, 1984, 2^e édition, 320 p.

"Par exemple le moulin entre la rivière et le grain et la farine, la plante entre le gaz carbonique, l'eau et l'oxygène, la famille entre l'individu et le corps social" (Lemoigne page 130).



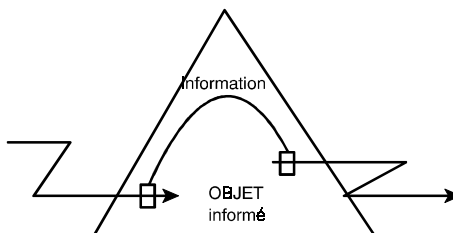
2.5.3. Troisième niveau : l'objet actif et régulé

L'objet manifeste des permanences, des régularités dans son fonctionnement : son activité observée dans le temps n'est pas erratique, son comportement actuel dépend de son comportement passé dont il tire des enseignements dans le cadre d'un projet. Graphiquement, cette régulation se traduit par une relation de bouclage (feed-back ou rétroaction de la cybernétique).



2.5.4. Quatrième niveau : l'objet s'informe

Il existe un processus informationnel qui permet d'assurer les bouclages de régulation de l'objet (assurant ainsi la stabilité ou la permanence de l'objet actif).



2.5.5. Cinquième niveau : l'objet décide de son activité

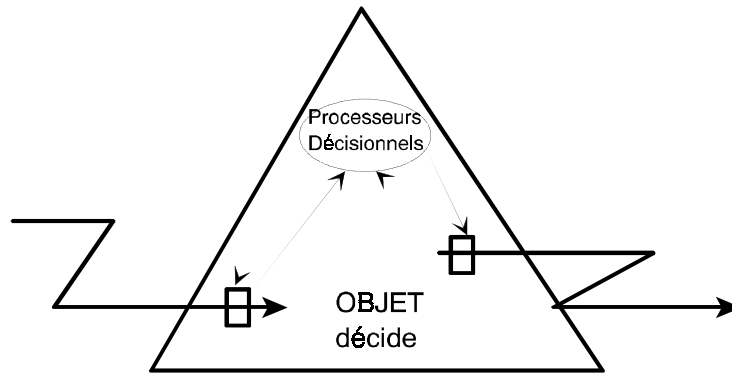
A ce niveau intervient la notion de décision, très proche et souvent difficile à discerner de l'information, car la décision est une sorte d'information. Ce niveau suppose l'existence de projet de l'objet.

La décision est une information créée par un ou des processeurs et circulant dans l'objet afin d'engendrer une action de l'objet lui-même.

Les processeurs de décisions utilisent comme intrant des informations ; ils ne procèdent que des informations...

Ils possèdent une logique interne, et n'obéissent pas essentiellement au hasard. L'existence d'un projet interne à l'objet implique que la détermination des décisions n'est pas seulement le fait de l'environnement.

"Tout se passe comme si la logique du comportement de l'objet par rapport à ses projets était traitée par un groupe de processeurs différenciés, les processeurs décisionnels : leurs intrants sont des informations, leurs extrants des décisions d'intervention au sein du Système Général, leur processus, celui des logiques qui se réfèrent par rapport aux projets de l'objet. Tout se passe comme si ces projets étaient confiés à des processeurs décisionnels." (Lemoigne op. cit. p.136).



Objet avec décision.

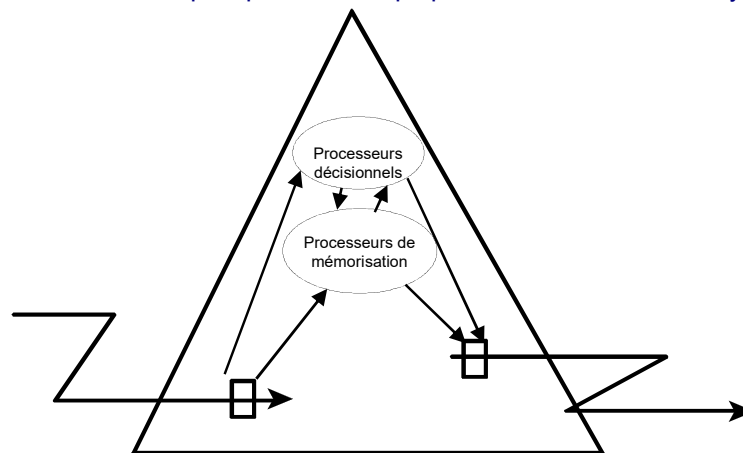
La théorie systémique débouche ainsi sur une interprétation "téléologiste" ou finaliste de l'objet. Elle sépare alors dans la représentation de tout objet deux processeurs au moins : un processeur décisionnel et un processeur opérant ; les deux.. sont connectés par des informations bouclantes (informations de représentation de l'opérant vers l'amont ou décisionnel, informations de décision du décisionnel vers l'aval ou opérant).

2.5.6. Sixième niveau : L'objet actif a une mémoire

"Un décideur sans mémoire et dont le comportement ne serait pas aléatoire ne peut être qu'un algorithme, et on peut lui substituer cet algorithme."(Lemoigne op.cit . p.138).

Il sera important pour les processeurs décisionnels de l'objet de disposer de la chronique des événements antérieurs en même temps que d'une représentation de l'événement actuel, puisque leurs décisions s'inscrivent dans le temps.

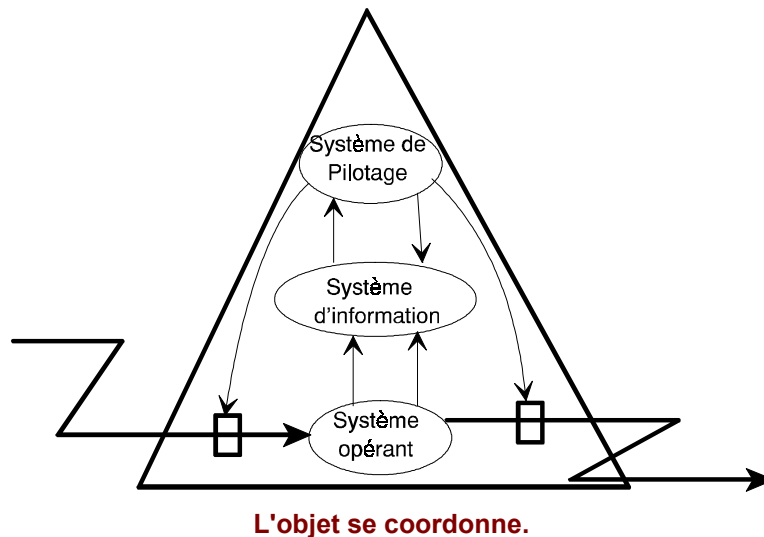
Un nouveau processeur est alors perceptible : le processeur de mémorisation, situé en aval du processeur décisionnel et en amont du processeur opérant. Ce processeur est tout à la fois capable de retenir l'information dans le temps, que de la dupliquer, de la restituer au système grâce à des moyens d'accès.



Objet avec mémoire.

2.5.7. Septième niveau : l'objet actif se coordonne

L'idée fondatrice de ce niveau est un rejet de l'hypothèse centralisatrice hiérarchique. Le système de pilotage est doté d'une capacité de coordination impliquant une capacité de se mettre en relation avec d'autres processeurs et d'une capacité de traitement des informations (capacité cognitive par analogie à l'humain).



2.5.8. Huitième niveau : l'objet actif imagine, donc s'auto-organise

Les processeurs décisionnels sont supposés aptes à générer de l'information symbolique

*"sans relier cet extrant à aucun intrant informationnel ou décisionnel, ni à un décodage du bruit qui accompagne souvent les intrants informationnels".
(Lemoigne, op. cit. p. 144)*

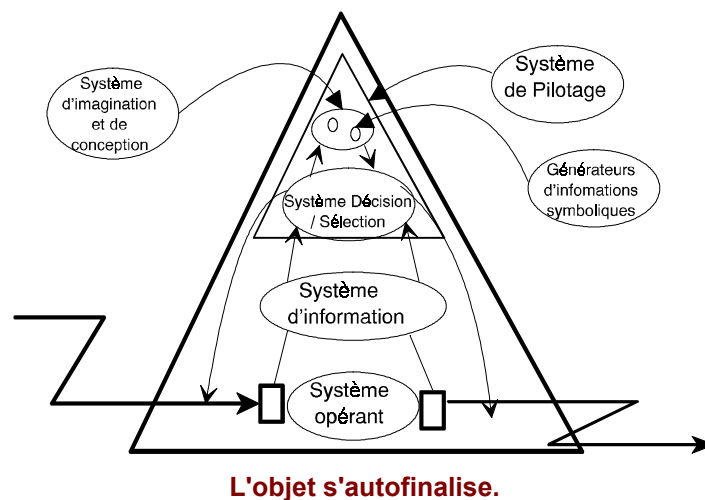
Ils peuvent développer des processements spécifiques, de nouvelles logiques produisant des comportements nouveaux de l'objet. Cette aptitude génère des perturbations dans l'objet en injectant des informations obligeant à de nouvelles décisions : nouveaux réglages des processeurs opérants, nouvelles connexions entre processeurs du système, c'est-à-dire l'apparition de facultés auto-organisatrices.

Si des traces (mémorisation) de ces informations symboliques sont conservées, un autre processeur décisionnel pourrait les interpréter, produisant alors l'apprentissage ou l'intelligence du système.

2.5.9. Neuvième niveau : l'objet actif s'auto-finalise.

L'objet est supposé capable d'engendrer lui-même ses propres projets. On parle alors de la conscience de l'objet. Ainsi la théorie systémique conçoit-elle de façon génétique l'objet actif, considérant en lui :

"une intervention finalisante, structurée en un réseau de processeurs, dans ou sur un environnement fait de processus."



2.5.10. Conclusion.

La théorie systémique veut expliquer comment un système donné peut être décomposé en sous-systèmes ou comment il est le résultat d'interconnexions d'autres systèmes. Le cadre de départ du modèle systémique s'organise finalement par la mise en correspondance d'un système opérant et d'un système de décision (ou de pilotage) par l'intermédiaire d'un système d'information (ou de mémorisation).

2.6. CONCLUSION : MODE OPERATOIRE POUR LA MODELISATION.

La modélisation produit un modèle opératoire. Mais comment modéliser ? Il faut partir du langage pour modéliser un réel. Le modélisateur (JE) fera parler les acteurs de l'univers à modéliser (c'est-à-dire du domaine, par exemple l'univers d'une entreprise) et il en recueillera les phrases et les mots. La transcription de cette perception des acteurs SUR "leur" réel par JE peut se faire en 3 premiers niveaux :

- 1- Recueil des phrases ;
- 2- Repérage dans les phrases des NOMS et des VERBES ;
- 3- Tentative de rattachement des NOMS à des OBJETS et des VERBES à des ASSOCIATIONS.

Il est sûr que JE est un système lui-même - au sens de la théorie du système général (cf Le Moigne), de même que chacun des acteurs :

La modélisation est donc une démarche d'abord INDUCTIVE. On part de ce que perçoivent les acteurs du réel à modéliser, pour arriver à une abstraction, à une REPRESENTATION du réel. RE-présentation, c'est-à-dire quelque chose qui dispose d'un "pouvoir diplomatique": cette abstraction a le pouvoir du REEL, elle agit pour lui en un autre territoire.

RE PRESENTATION, c'est-à-dire en même temps présentation scénique, abstraction qui s'expose devant un ou des spectateurs et présentation RENouvelable à l'infini de cette abstraction.

Le rattachement des noms et des verbes à des objets et à des associations constitue un processus d'ENTITATION (3ème niveau).

Le 4ème niveau : les entités suivent des règles et obéissent à des contraintes, dans le réel (de l'entreprise par exemple), elles se comportent d'une certaine façon qu'il est important de connaître. Les entités ont des propriétés qui servent (sont utiles) à l'entreprise (notion de finalité, d'intérêt pour la gestion). Elles sont perçues par les acteurs de ce réel ; les autres propriétés inutiles continuent à exister dans le réel, mais n'étant pas pertinentes pour le point de vue des acteurs, elles sont ignorées du modélisateur (les yeux de SARROU).

Voici donc une deuxième définition possible du modèle :

Le modèle est la description des états possibles de l'univers du discours comprenant, en particulier, les classifications, les règles, les contraintes. Le modèle décrit aussi le comportement de l'univers du discours (UDD).

A cette définition on ajoute celle de la base d'information :

La base d'information est la description des objets qui, à un instant donné, sont supposés exister dans l'UDD ainsi que leurs caractéristiques.

Il y a donc deux processus à mettre en œuvre pour décrire l'UDD (le réel) :

- 1- un processus d'entitation et de caractérisation (niveaux 3 et 4) ; et sur cette base,
- 2- un processus d'enregistrement dans la BDI des occurrences d'entités et des caractéristiques du monde réel appartenant à l'UDD. Il s'agit des données réelles décrites par une réalisation du modèle, c'est-à-dire d'un ensemble singulier d'occurrences d'objets, de relations, de propriétés qui respectent les règles.