

## **LA MAQUETTE DE L'ENCYCLOPEDIE**

*L'organisation de l'Encyclopédie, son processus de constitution, les voies et moyens de sa construction avaient fait l'objet de recherches et d'une maquette à l'occasion du projet de l'Encyclopédie Multimédia Européenne de la Technologie (voir rapport final 1 Octobre 2000). Reconsidérées avec le recul de six ans, les propositions n'ont pas perdues de leur actualité et de leur pertinence, c'est pourquoi nous les reproduisons.*

Il s'agit ici de décrire la maquette de l'Encyclopédie, en d'autres termes le plan de construction de l'Encyclopédie.

L'expérimentation qui a été faite, les enseignements qui s'ensuivent, conduisent, concrètement, à la conception selon laquelle l'Encyclopédie n'est pas seulement un lieu de consultation, et comporte plusieurs chantiers de construction :

- La construction proprement dite qui est organisée autour des systèmes technologiques particuliers.
- L'organisation des connaissances et informations qui se traduit par le classement de ces informations et connaissances en divers modules, par disciplines ou par thèmes.
  - L'organisation des discussions et du travail de recherche
- Dans une perspective à plus long terme, le développement de lieux particuliers, à la fois de discussion et de service, correspondant aux diverses catégories de publics-cibles de l'Encyclopédie.

### **Les chantiers de construction.**

Dans la construction de l'Encyclopédie, il faut faire une distinction importante entre les lieux de travail dans lesquels l'Encyclopédie doit se construire et les lieux de classement et stockage des informations organisées. Il faut évidemment construire l'Encyclopédie et cette construction devant être, dans une large mesure, collective, le chantier de construction est forcément une des parties stratégiques de l'Encyclopédie. Mais ensuite, les informations et connaissances, qui auront été classées doivent pouvoir être classées et stockées, de manière à pouvoir y être consultées. Cela signifie aussi que les gens pourront pénétrer dans l'Encyclopédie, selon les cas, davantage pour contribuer à sa construction ou davantage pour consulter les connaissances et informations qui y auront été accumulées. Bien entendu les mêmes personnes pourront faire les deux, ce qui sera sans doute le cas le plus habituel.

Ceci dit, pour importante que soit cette distinction, il faut la relativiser, très fortement. Et cela pour une série de raisons, d'ailleurs complémentaires :

\* d'abord, parce que la composante " construction " n'est pas quelque chose de provisoire, qui correspondrait à une phase de construction précédant la phase d'utilisation et qui disparaîtrait ensuite, une fois l'Encyclopédie construite. Une Encyclopédie on-line sera d'une certaine manière toujours en construction.

\* ensuite, parce que, au delà de la consultation d'informations et de connaissances engrangées et la possibilité de naviguer entre les divers champs de connaissance mis en relation, l'Encyclopédie doit intégrer la possibilité de processus de questions-réponses permettant d'aller au delà des questions et réponses telles qu'elles ont été dans une certaine mesure sinon prédéfinies, du moins préfigurées et d'ouvrir d'autres possibilités de liens et mises en relation que celles qui sont d'ores et déjà incluses.

\* enfin, parce que cette Encyclopédie n'est pas seulement un lieu de navigation au sein de l'ensemble organisé d'informations et de connaissances, mais un lieu de travail et de recherche.

L'Encyclopédie doit assurer en continu l'organisation d'au moins trois types de chantiers :

1 Un chantier de construction de l'Encyclopédie proprement dite. Il s'agit de poursuivre en permanence le travail de collecte et organisation des connaissances et informations. Cela signifie en particulier :

L'extension systématique, de manière à couvrir progressivement l'ensemble des réalités technologiques.

L'actualisation et mise à jour des modèles (des systèmes technologiques) et des connaissances et informations.

De nouvelles modélisations des systèmes technologiques.

2 Un chantier de discussion/recherche sur les concepts et les méthodes de l'Encyclopédie. Il s'agit de maintenir en permanence ouverte la discussion sur les principes d'organisation de base de l'Encyclopédie. On pense en particulier :

À la discussion sur les concepts de base : la conception de la technologie (complexité, transdisciplinarité, systémique...) et les implications qui en résultent du point de vue de l'organisation des connaissances.

À l'apprentissage progressif et la formalisation des méthodes, en particulier d'une part en matière de modélisation, et d'autre part en matière de collecte et de sélection des informations et des connaissances.

3 Un chantier de construction de la "technologie générale" : il s'agit en quelque sorte de la construction de l'Encyclopédie au 2<sup>o</sup> degré, puisqu'il s'agit de déduire des analyses et expériences des divers systèmes technologiques des lois et caractéristiques communes.

En réalité, d'autres chantiers devraient être progressivement ouverts en vue de faciliter et développer les divers domaines d'application et d'utilisation de l'Encyclopédie.

L'Encyclopédie systémique de la technologie, un lieu où se trouvent accumulées et organisées quantités de connaissances et d'informations, qui reposent essentiellement sur la production de connaissances complexes (la modélisation des systèmes technologiques), des connaissances complexes.

*En résumé, l'Encyclopédie est conçue comme un lieu de production de connaissances (de compréhension de la technologie), ce qui implique des investissements immatériels (des détours de production) dans la production de connaissances complexes de base (la modélisation des systèmes technologiques).*

## La modélisation collective des systèmes technologiques.

Ainsi le principe d'organisation des connaissances et informations en matières technologiques repose sur la modélisation des systèmes technologiques. Ces connaissances et informations concernent toutes les dimensions identifiées de la technologie et dont l'identification et la mise en relation constituent l'essentiel de cette modélisation.

Le chantier devrait dès lors organisé autour d'autant d' "ateliers" qu'il y a de systèmes technologiques mis en chantier.

Le point de départ adopté a été celui d'un produit particulier, *en principe un produit courant* (par exemple le VTT, mais aussi le GSM, les télécommunications, l'automobile, la thérapie génique, le multimédia.. qui ont fait l'objet d'essais.). C'est sans doute la meilleure solution (qui correspond d'ailleurs au fait central que la technologie sert essentiellement à produire des produits particuliers), mais ce n'est pas une question de principe. Dans certains cas, il peut être opportun, voire nécessaire, de partir d'un *principe technique*, qui apparaîtrait plus décisif que la multiplicité des divers produits dans lequel il intervient ou qu'il permet de fabriquer. De toute manière, une fois qu'aurait été couverte la totalité des produits courants d'une certaine importance, il faudrait bien entendu poursuivre en adoptant, de manière pragmatique, d'autres points de départ.

Les travaux menés jusqu'ici ont été essentiellement ceux d'experts isolés, sur des données existantes (y compris les informations accessibles sur d'autres sites). Mais le principe de fonctionnement des ateliers devrait être collectif. Chaque atelier impliquerait évidemment un expert susceptible de l'animer et d'en coordonner l'activité. Chargé au départ de faire un premier exercice de modélisation, il devrait construire une première représentation du système technologique. Mais l'atelier devrait fonctionner ensuite, sur cette première base, sous la forme d'un réseau de compétences susceptibles à la fois d'apporter des connaissances et informations spécialisées (y compris des "informations sur les informations" et sur les sources d'informations), et de contribuer aux itérations successives de la modélisation. Le modèle qui s'élaborerait servirait en même temps à trier et sélectionner, puis à organiser les connaissances et informations.

La composition des "ateliers" devrait être pluridisciplinaire. Le processus des modélisations systémiques engendrerait une interdisciplinarité réelle, c'est-à-dire "un discours multidimensionnel, non totalitaire, théorique mais non doctrinal" (selon l'expression d'Edgar Morin).

Il faut faire une distinction importante entre, d'une part, ce qui peut être apporté et référencé comme informations et connaissances diverses, puisées aux sources les plus variées mais qui n'est donné qu' "à titre d'information", c'est-à-dire sans être autrement confirmé ou validé, et, d'autre part, ce qui, au contraire, dans le cadre du processus de modélisation, par voie d'approximations successives, est validé et intégré au titre des connaissances et informations constitutives du modèle retenu du système technologique. Les informations devraient ensuite être classés dans les diverses bases de données (voir ci-dessous).

Le rôle de l'expert-animateur devrait être plus ou moins important selon les cas, mais décisif en dernière instance.

S'il y a des apports multiples, comme prévus, il faut bien pouvoir organiser les mises en relation et complémentarités. L'objectif est évidemment d'arriver à enclencher au sein des ateliers de véritables processus *d'apprentissage organisationnel* de manière à amener les contributeurs à entrer, au moins progressivement, dans le travail de mise en relation et de questionnement transdisciplinaires et *d'aboutir à un modèle collectif "dans la tête"*. Le rôle de l'animateur est donc, comme dans toute gestion de projet, de les y amener, et de coordonner le travail. Et il y réussira évidemment plus ou moins bien selon les cas, en fonction de toute une série de paramètres (complexité du cas, état des connaissances, personnalités des experts, questions de codes et langages...) et, selon ces cas, il devra suppléer aux insuffisances.

Mais ensuite, comme ces compétences pourraient ne pas, ou pas suffisamment, converger, ou pire, entrer en conflit et se maintenir dans des positions contradictoires, l'expert-animateur devrait prendre ses responsabilités et trancher, quitte bien entendu à expliquer ou référencer les positions différentes ou opposées.

Il faut insister sur le fait qu'il n'y a pas et ne peut pas y avoir d'objection de principe – à condition évidemment que les choses soient très claires – que, sur un même point, les connaissances ou informations recueillies soient différentes ou même opposées. Par exemple, il n'est pas difficile de trouver, à propos de telle ou telle technologie (l'ordinateur ou le robot), des opinions d'experts compétents qui sont totalement opposées, l'un affirmant que cette technologie doit réduire les emplois (ou telle catégorie d'emplois), l'autre qu'elle doit accroître ces emplois, toute chose égale par ailleurs (dans les deux cas).

Dans un tel cas, l'expert-animateur doit évidemment commencer par amener les contributeurs à expliciter les tenants et aboutissants de leur position (non seulement les hypothèses ou références théoriques, mais les niveaux de l'analyse et les circonstances de temps et de lieu), de manière à essayer de réduire la divergence. S'il n'y arrive pas, il peut choisir entre deux positions. La première consiste à prendre lui-même position, que sa position corresponde à l'une des positions des experts ou qu'elle soit d'une certaine manière intermédiaire. La seconde consiste à maintenir, en les explicitant, les deux opinions opposées, reflétant non seulement l'état des connaissances sur le sujet, mais l'indétermination affectant la relation en question. La deuxième solution est sensiblement préférable, à la fois pour des raisons de forme (faire jouer au maximum la dimension collective du processus) et de fond (faire apparaître là où elles existent les incertitudes du système). Il faut éviter les consensus "mous" ou par lassitude. Le constat de différences est une stimulation pour la réflexion et la recherche.

Bien entendu, ces ateliers pourraient fonctionner à géométrie variable. Soit que sortiraient du jeu ceux qui ne veulent plus ou qui estiment ne pas pouvoir le jouer, par exemple en raison des exigences transdisciplinaires. Il est possible que l'élimination de certains experts puisse aussi s'imposer, en raison de divergences ou conflits trop systématiques.

Plus difficile en principe est la question des recoupements des systèmes technologiques et donc ces ateliers. On ne parle pas ici du fait, incontournable, que le même type d'élément (les mêmes connaissances scientifiques, un même principe technique, un même type d'équipement, un même matériau.....) puisse se retrouver dans des systèmes technologiques différents. Cela va de soi. Ce dont il est question ici c'est le fait que certains systèmes technologiques se recoupent forcément, au moins en partie. Ils ont des parties communes. On peut distinguer deux types de cas.

- Dans le premier cas, les systèmes étant définis à des niveaux différents, il est possible que l'un englobe plus ou moins l'autre, qui apparaît donc plus ou moins comme un sous-système, par rapport au système plus large qui l'englobe<sup>1</sup>.
- Dans le deuxième cas, le caractère relativement générique des technologies concernées fait que les champs d'application sont très larges et que l'on débouche plus sur des familles de produits que sur des produits particuliers, fortement spécifiés. De ce fait les contours des systèmes technologiques sont a priori difficiles, voire impossibles à identifier. On court donc le risque en partant de points différents, de construire des systèmes technologiques qui se recoupent plus ou moins fortement<sup>2</sup>.

On peut voir aisément, ici aussi, les avantages et les inconvénients de l'analyse selon qu'elle part du système très large, très englobant (des dynamiques d'ensembles puissantes ainsi mises en lumière, mais le risque de laisser échapper des dynamiques plus locales, susceptibles de rejaillir sur la dynamique d'ensemble) ou au contraire de systèmes plus restreints (permettant d'identifier des spécificités plus locales, mais en ayant plus de mal à apprécier les contraintes que les processus plus globaux tendent à imposer. On est bien ici au cœur des difficultés de la dynamique des systèmes dynamiques autonomes de systèmes ouverts sur leur environnement.

Modélisation par distinction des sous-systèmes, des composants, jusqu'à ce qu'on décide du niveau qui sera considéré comme une boîte noire, ou modélisation à partir d'un niveau choisi et dont on agrègera, par rapports de proximité, l'environnement de l'objet à modéliser ? "Top down" ou "Bottom-up" ? . Les deux voies sont praticables.

On ne peut, en ces matières, procéder que de manière pragmatique, mais en veillant constamment aux coordinations nécessaires, et au travers des itérations successives qui sont indispensables.

---

<sup>1</sup> Dans les travaux effectués dans le cadre d'Emet, c'est typiquement le cas du système technologique du GSM par rapport à celui des télécommunications. Traiter du GSM isolément permet d'être plus précis quant aux interactions entre les éléments en jeu. Par contre le système GSM est en lui-même étroit, et sans doute trop étroit. Traiter des Télécommunications présente l'inconvénient de vouloir traiter trop de choses à la fois, et d'ailleurs sans nécessairement bien savoir où s'arrêter (en raison de la convergence de fait de certaines technologies). Mais c'est à ce niveau qu'apparaissent les enjeux économiques et jouent les logiques d'acteurs. Il peut y avoir de bonnes raisons de partir de sous-systèmes plus partiels, avant d'élargir progressivement l'analyse à des systèmes plus larges. La question posée étant dans ce cas celui du degré d'autonomie du sous-système GSM par rapport au système Télécommunications : de toute manière, quel que soit ce degré d'autonomie, les deux systèmes sont fortement liés et doivent nécessairement être mis en cohérence. Il faudrait donc forcément coordonner l'activité des deux ateliers concernés (l'idéal serait évidemment d'avoir un seul et même animateur).

<sup>2</sup> Dans les travaux réalisés, c'est typiquement le cas du multimédia : certaines des technologies mises en œuvre sont de type générique (susceptible de recevoir des applications très diverses dans des activités différentes) et le multimédia est plus une branche (ou même une combinaison de branches) d'activités ou un groupe de produits qu'un produit très spécifié. Cette famille est d'ailleurs elle-même définie par référence à des technologies communes mises en œuvre. Il y a partiellement recouvrement avec le domaine des télécommunications, mais il pourrait y avoir recouvrement avec une série d'autres systèmes technologiques qui seraient par exemple construits à partir de la télévision, de l'ordinateur, du télétexte, des jeux....

Comme il a été dit, on peut choisir des produits et construire à partir d'eux des représentations des systèmes technologiques, organiser l'accès aux connaissances du produit, ce qui conduit à un système technologique modélisé, c'est-à-dire à une représentation construite et, par là, à un premier niveau de compréhension de la technologie dans ses diverses dimensions interdépendantes.

Les pièces maîtresses de l'Encyclopédie sont donc constituées des présentations formelles des modèles ainsi construits de chaque système technologique.

L'objectif poursuivi serait de construire, à partir du modèle général du système technologique, un nombre limité de modèles réduits (à l'essentiel), sur la base desquels des éléments de présentation diversifiés permettraient d'accéder à la compréhension de base de la technologie, en fonction de divers niveaux de connaissances de base et de maturité.

Les qualités de ces présentations formelles seraient sans doute diverses : il en est ici comme pour toute Encyclopédie, dont les contributions sont diverses et de qualité variables. Ces présentations formelles vaudront ce que valent leurs auteurs ou ce que valent à la fois leur niveau d'expérience et de maîtrise du système concerné et leur capacité pédagogique. Encore que l'on est en droit de penser que du fait des apports multiples qui pourraient être faits, y compris en ce qui concerne ce travail de présentation des modèles, ceux-ci pourraient également bénéficier d'effets d'apprentissage collectifs et s'améliorer progressivement.

### **Des lieux de discussion et de recherche.**

Ainsi qu'il a été dit précédemment, en dehors du travail de collecte et d'organisation des connaissances et informations, il faut, d'une part, faire progresser la conception même de l'Encyclopédie et les méthodes mises en œuvre pour la construire et, d'autre part, développer la technologie générale. Cette dernière est un objectif très ambitieux, qui n'est réalisable qu'à moyen, voire à long terme. Mais elle doit permettre d'accéder à des niveaux nettement supérieurs de la technologie, tandis qu'elle doit aussi permettre en retour d'améliorer la conception et la construction de l'Encyclopédie.

*Tout se tient. L'objectif étant d'accéder à la compréhension des réalités multidimensionnelles de la technologie, l'Encyclopédie doit permettre, en dehors de l'organisation des connaissances existantes, de rendre possible le développement de la " technologie générale ", qui doit elle-même contribuer à améliorer la construction de l'Encyclopédie elle-même.*

En dehors de l'aspect purement formel de l'organisation de forums de discussion et de travail – de forums plus ou moins ouverts selon les cas de manière, si possible, à trouver un certain équilibre entre l'imagination créatrice et les exigences de processus d'apprentissage suffisamment ordonnés – il faut en effet arriver à *organiser des processus d'apprentissage organisationnel dans deux domaines essentiels.*

- **Le premier domaine** concerne la conception même de l'Encyclopédie et les méthodes mises en œuvre pour la réaliser, c'est-à-dire, en somme, le contenu de ce rapport. Ce rapport définit en effet, à partir d'un diagnostic quant à la situation actuelle de l'organisation et la communication des connaissances technologiques (par rapport aux besoins en la matière), un ensemble de concepts et éléments d'organisation :

- une conception de la technologie : complexité, systémique, transdisciplinaire
- des modalités d'approche transdisciplinaires de la compréhension de la technologie,
- des principes d'organisation des connaissances et informations technologiques
- une conception de l'architecture de l'Encyclopédie systémique
- les méthodes de construction de l'Encyclopédie.

Si certains aspects de cet ensemble de propositions ne peuvent évidemment pas être remis en cause – parce qu'il s'agit du cœur du projet : comme le caractère systémique de la technologie et, par conséquent, de l'Encyclopédie - toutes les propositions quant aux modalités d'application des principes de base sont perfectibles et demeurent donc ouvertes à discussion. Il en est ainsi en termes d'ouverture à la discussion et davantage encore, de la recherche et des contributions collectives, concernant les modalités pratiques de mise en œuvre des propositions. L'expérience montre que la mise en œuvre d'approches systémiques n'est pas a priori très évidente.

Au cœur des difficultés se situent les problèmes de la modélisation, étant entendu que ces problèmes peuvent d'une certaine manière être répartis en trois catégories distinctes, bien qu'étroitement complémentaires :

\* La construction du modèle proprement dit : la représentation du système technologique dans sa complexité, ce qui requiert, on l'a vu, des mises en relation transdisciplinaires relevant a priori de champs de connaissances très différents.

La difficulté ici tient à cet effort de mise en relation de réalités et connaissances habituellement tenues séparées.

\* La construction d'un (ou des) "modèle(s) réduit(s)", c'est-à-dire à dégager du modèle en quelque sorte complet (ci-dessus) des représentations réduites à l'essentiel, ce que l'on pourrait appeler le cœur du système technologique.

L'idée de base ici est que, quelque soit le niveau de compréhension possible, cette compréhension de la technologie doit toujours pouvoir se fonder, à la base, sur une même représentation, fournie par ce (ou ces) modèle(s) réduit(s).

Peut-être sera-t-il possible de déboucher sur un seul modèle réduit, au moins dans le cas de systèmes relativement peu complexes. Mais, compte tenu de la diversité des dimensions et interférences entre elles, peut-être devra-t-on recourir à deux, voire plusieurs de ces modèles réduits.

Ceci peut paraître quelque peu contradictoire. Le modèle réduit ne doit-il pas, par définition, être unique ? Oui, sans doute, sur le fond. Mais il faut tenir compte du fait que nous ne sommes pas nécessairement capables d'arriver à ce résultat recherché, dans l'immédiat. Et il peut donc s'avérer nécessaire de recourir à deux ou plusieurs modèles réduits, construits de divers points de vue. On peut, par exemple, construire des modèles réduits du point de vue de la dynamique interne du système, de sa complexité, des relations avec son environnement, de sa position dans l'espace et le temps....

Il est clair qu'il ne saurait y avoir concurrence entre ces modèles réduits qui doivent tous dans ce cas pouvoir être compatibles entre eux.

\* La présentation du modèle (à travers son ou ses modèles réduits). S'il est vrai que "ce qui se conçoit bien, s'énonce clairement", il faut arriver à utiliser toutes les ressources

des divers moyens d'expression (littéraire, graphique) pour communiquer ce modèle et le rendre intelligible. Les ressources du multimédia sont considérables, encore faut-il arriver à les exploiter à bon escient.

Ces trois difficultés, distinctes, sont liées. Elles ne peuvent être surmontées que par une "praxis" de la modélisation systémique qui progresse par essais et erreurs. La convergence des apports de compétences complémentaires peut s'avérer décisive.

En d'autres termes, il faut apprendre à le faire, et il apprendre en le faisant <sup>(3)</sup>. Ce qui, répétons-le, nécessite des processus d'apprentissage organisationnel appropriés.

**Le deuxième domaine** (de discussion/recherche) concerne la construction et le développement de la "technologie générale". Il s'agit, rappelons-le au delà de la description des technologies ou des systèmes technologiques particuliers et de l'organisation des connaissances et informations les concernant, de dégager de l'analyse comparative des technologies (des systèmes technologiques) décrites, des lois et caractéristiques communes.

Dans la partie du site "*Comprendre la technologie*" on a explicité un certain nombre de traits ou caractéristiques de la technologie. La construction de cette Encyclopédie n'est en effet pas pensable ou possible si l'on ne dispose pas, à la base, d'une conception très élaborée de la technologie, c'est-à-dire d'une "théorie" de ce qui constitue la nature de la technologie. Mais, au delà de ces caractéristiques, en quelque sorte centrales mais génériques, il est nécessaire d'aller beaucoup plus loin. C'est la raison d'être de la technologie générale.

Le processus serait cumulatif. La description des technologies, sur la base d'une première caractérisation générale de la technologie, devrait permettre, par voie d'analyses comparatives, de dégager des caractéristiques communes, permettant de construire des taxonomies et d'aller plus loin dans la description et la caractérisation des technologies particulières. En retour, ces classifications devraient permettre de développer davantage la technologie générale.

Un certain nombre de ces caractéristiques sont celles de tous les systèmes.

- Par exemple, sachant que les technologies sont des systèmes complexes, il faudrait développer la méthode de l'analyse de la complexité technologique (ACT), par référence à divers types de critères. Ceci devrait permettre d'élaborer dans les taxonomies *la dimension complexité* et devrait conduire ensuite à aller plus loin dans l'analyse des types et formes de complexité.

- Par exemple encore, tous les systèmes sont, par définition, des systèmes d'informations (avec des capacités plus ou moins importantes de traitement) et/ou des systèmes organisés ou d'organisation. Une thèse est de considérer les systèmes technologiques comme des systèmes d'information organisée, c'est un thème de recherche. Certains systèmes technologiques visent à produire des effets ou des produits (ou des valeurs). Ils existent et sont organisés afin de ou en vue de produire des effets ou des produits particuliers. Les ou certains éléments composant le système peuvent poursuivre d'autres buts (faire des profit, gagner sa vie, produire de la connaissance pour elle-même...) Peut-on spécifier - sur la base d'analyses comparatives des systèmes technologiques comment s'établissent les relations entre ces finalités ? Peut-on caractériser les systèmes d'objectifs ? sont-ils plus ou moins hiérarchisés ? Une autre recherche

---

<sup>(3)</sup> Il s'agit du bien connu "learning by doing", mais, s'agissant de la production de connaissances complexes, il fut aussi invoquer le moins connu, mais peut-être plus décisif, "learning by learning"

devrait concerner les "systèmes-objectifs" de la technologie, leur caractère plus ou moins finalisés et hiérarchisés.

L'organisation des discussions et recherches en ces domaines fait donc organiquement partie de l'Encyclopédie elle-même, ce qui implique des lieux de travail permettant d'organiser les discussions et les recherches en coopération.

Une partie importante - sans doute dominante - de l'activité de l'équipe d'animation de base de l'Encyclopédie devrait concerner l'organisation de ces discussions et recherches.

### **Des lieux de travail spécialisés par public cible.**

La structure de l'Encyclopédie doit prévoir, en outre, l'ouverture de lieux spécialisés qui, centrés sur l'accès et l'utilisation de l'Encyclopédie, viseraient, pour les divers publics cibles, à préciser les modalités et faciliter l'accès et l'utilisation de l'Encyclopédie et à développer des outils spécifiques permettant d'en étendre les possibilités d'utilisation.

Il s'agit toujours d'accéder à la compréhension de la technologie, mais, selon les cas, à des fins diverses et avec des niveaux de connaissance de base différents. Les problèmes d'accès et d'utilisation se posent selon les cas. Il y a grand public cultivé, considéré comme le public cible moyen, et les autres publics qui devraient pouvoir -sauf les jeunes enfants- y accéder directement (comme dans toute Encyclopédie). Mais pour pouvoir en tirer vraiment parti, en fonction de leurs besoins spécifiques et de leurs bagages de départ, il faudrait développer des modes spécifiques d'utilisation et, le cas échéant des compléments en matière d'outils et de connaissances de référence.

Bien entendu, les modes d'utilisation s'apprendraient et se préciseraient au gré des utilisations (<sup>4</sup>). Celles-ci cependant feront forcément apparaître, selon les cas, des problèmes ou difficultés d'accès, ou bien des manques ou insuffisances. A priori, on peut imaginer assez facilement des difficultés d'accès et d'utilisation pour les enfants (surtout les plus jeunes d'entre eux), mais aussi des insuffisances significatives pour les scientifiques comme pour les entreprises, dont les besoins spécifiques obligent non seulement à aller plus loin, mais à le faire dans des directions particulières, précisément en fonction de leurs besoins spécifiques.

Une expérimentation a porté sur les problèmes que soulève l'utilisation de l'Encyclopédie à des fins de formation, en particulier de formation professionnelle. La proposition de départ était d'utiliser les principes systémiques d'organisation des connaissances sur lesquels repose l'Encyclopédie en vue de renouveler les approches en matière de formation professionnelle. Si le travail accompli confirme la démarche, les modalités pédagogiques d'accès à l'Encyclopédie devraient faire l'objet de recherches et réflexions beaucoup plus approfondies, en liaison étroite avec la pratique dans ces lieux de travail spécialisés. En dehors de ce cas particulier, qui a donc déjà fait l'objet de réflexions systématiques, les questions d'accès et d'utilisation nécessiteraient l'organisation de lieux de travail spécifiques permettant de développer les coopérations nécessaires avec les diverses catégories d'utilisateurs.

En conséquence il faudrait organiser les **lieux de travail** suivants :

---

(<sup>4</sup>) On se situe, cette fois, dans l'ordre du "learning by using".

### A Lieu des enfants et jeux éducatifs

Ce lieu de travail, s'adressant en particulier aux parents et éducateurs, devrait permettre de développer des moyens d'expression et de communication permettant de combiner le contact direct, (la manipulation éventuellement), avec l'objet physique et le jeu, avec les premiers efforts d'abstraction. Ceci dans le cadre du modèle du système technologique. L'idée est qu'il faut nécessairement partir du concret immédiat pour introduire les éléments d'un processus d'abstraction.

### B Lieu de la formation systémique.

L'un des enjeux importants est d'arriver à inscrire la pédagogie dans le cadre des approches de type systémique de l'Encyclopédie. L'un des obstacles importants résidant dans la formation des enseignants qui ne les y prépare pas. Il faut imaginer et organiser, à destination de ces enseignants, des processus d'apprentissage collectifs de la pédagogie systémique, comportant une initiation à la systémique par des modalités adaptées d'accès à l'Encyclopédie (ou du moins à des systèmes technologiques particuliers).

### C Lieu des besoins et offres d'emplois

Une partie des problèmes d'emplois, tout le monde en convient, résulte de l'insuffisance des informations utiles dont disposent les formateurs pour adapter - en termes de profils et surtout dans le temps - les formations aux besoins, et/ou à l'incapacité dans laquelle se trouvent les entreprises à donner des informations utiles à cet égard. L'Encyclopédie doit s'efforcer d'intégrer les dimensions des systèmes technologiques qui concernent les compétences, les qualifications et les formations. Ensuite, il faut développer - à destination des formateurs et des entreprises - des modalités d'accès et d'utilisation traduisant les indications relatives à la dynamique des systèmes technologiques en termes d'expression de besoins et de définition de profils et programmes de formation.

### D Lieu de la transdisciplinarité

Les découpages scientifiques traditionnels sont, on le constate, plus ou moins fortement remis en cause. Dans le même temps, on sait que la technologie est par définition transdisciplinaire, et oblige pour la penser à recomposer les champs de connaissance. Pour répondre aux besoins des scientifiques en la matière, il faudrait pouvoir aller au delà de la simple navigation au sein des systèmes technologiques. Il faudrait pénétrer dans les questions d'épistémologie et en particulier celles des relations des champs de connaissances aux domaine du "faire" ou de l'action. En fait les "ateliers" envisagés seraient une école d'inter et de transdisciplinarité.

### E. L'éventail du faisable.

Si l'analyse des systèmes technologiques intéresse directement les entreprises (on pourrait dire que ce sont elles qui en voient le plus spontanément l'intérêt) à la fois pour des raisons de fond (les forces en présence) et pour des raisons de langage (dans leurs échanges avec d'autres catégories d'acteurs), les entreprises auraient en

autre besoin d'avoir accès aux réponses à des questions techniques immédiates, c'est-à-dire aux solutions faisables.

Il faudrait donc construire des modalités d'accès permettant d'identifier rapidement l'éventail complet des solutions faisables, c'est-à-dire de solutions déjà apportées ailleurs à un problème technique identique ou semblable (par exemple en matière de collage, filtrage, mélange...), et transposable tel que ou moyennant adaptations plus ou moins mineures. C'est une des fonctions de la "veille technologique". L'Encyclopédie ne pouvant tout faire pourrait être une base d'information sur les organisations et mécanismes de la veille technologique. Elle remplirait alors une fonction "d'information sur l'information".

#### F. Le lieu de la prospective<sup>5</sup>.

La prospective technologique est désormais une pratique essentielle pour les entreprises ou les États dans la mesure où la technologie est devenue une variable essentielle du jeu industriel et de la sécurité des nations. La prospective, en général, répond au besoin permanent d'anticipation de l'humanité. Ce besoin est maintenant celui d'un projet sociétal.

Aujourd'hui la technologie est regardée comme un danger pour la biosphère ou comme l'espoir de millénaire. Ces deux attitudes reflétant chacune leur vérité. Mais en dehors des technophobes, la majorité de la prospective professionnelle est dominée par le comportement "HOT", l'Hyper Optimisme Technologique. La prospective n'est pas insensible aussi au contexte dans laquelle elle a été faite, à "l'esprit du temps". À ce que les psycho-sociologues appellent pudiquement "les comportements de conformité".

Des travaux considérables sont entrepris<sup>6</sup>. On espère qu'ils apporteront des éléments solides au "policy making" de la Communauté. Il faut reconnaître que dans le passé le bilan de ces exercices est peu convaincant<sup>7</sup>. Quand on examine de plus près ces anticipations on se rend compte qu'elles ont été obtenues par des exercices DELPHI et dans le champ de vision scientifique et technologique actuel. Il n'est pas sûr que ces visions aient réellement été pensées, ou repensées, à la

---

<sup>5</sup> Pour une analyse approfondie voir Pierre GONOD "Prolégomènes à la prospective technologique" Analyse de systèmes N° 2 juin 1989.

<sup>6</sup> On pense à ceux de l'IPTS, voir THE IPTS FUTURES PROJECT, synthesis report, euro 19038, January 2000.

<sup>7</sup> Les prospectives technologiques sont toujours sujettes à caution. Elles sont induites souvent par des extrapolations et par "l'air du temps". La *rétro-prospective* est un exercice sans pitié. L'évaluation des prévisions 10 ans, 20, 30 ou 40 ans après leur formulation est affligeante pour la Futurologie. L'examen d'études majeures réalisées à différentes époques démontre qu'environ 15% seulement des prévisions peuvent être considérées correctes ou susceptibles de se réaliser à la fin du siècle, 10% partiellement correctes avec beaucoup d'indulgence, 25% sont inévaluables et plus de 50% sont des erreurs manifestes qui ne portent pas seulement sur des différences constatées dans les degrés de réalisation mais sur le manque total de la visée. Les meilleures Futurologies ne comptent pas plus de 25% de réussite. Elles ne sont pas meilleures pour les Instituts spécialisés, les experts ou les Corporations, il semble même qu'elles sont plus mauvaises pour ces dernières. Circonstance aggravante, les résultats ne se sont pas améliorés au fil du temps malgré l'emploi de centaines de méthodes plus ou moins sophistiquées (par exemple les courbes enveloppes, courbes en S et modèles analogiques, méthodes statistiques, "state of the art", Delphi, matrices d'interdépendance, matrices de passage "mission-technologie-science", analyse morphologique etc... ) La liste des anticipations ratées est longue mais instructive. S. P. SCHAARS " *Megamistakes, forecasting and the myth of rapid technological change* " The Free Press, 1989. On trouvera dans le livre de Nicholas RESCHER " *Predicting the future, an introduction to the theory of forecasting*", State University of New York Press, 1998, une analyse relative à l'amalgame des prédictions des experts : "la méthode Delphi et le consensus",.

lumière des hypothèses venant d'autres disciplines. Dans une perspective à 10 ans on retrouve généralement le développement de recherches déjà engagées, et, en fait, pratiquement pas d'idées nouvelles. Les résultats sont donc plus ceux d'une "veille technologique" que d'une percée imaginative. On peut se demander, au demeurant, si cette limitation n'est pas inhérente à tout exercice de prospective scientifique.

Pour avancer il conviendrait de répondre aux questions suivantes :

- Peut-on traiter la prospective de la science et celle de la technologie de la même façon ?
- A défaut d'une impossible prévision, par définition, de la découverte scientifique, est-il possible d'envisager les perspectives de percées majeures ?
- L'identification des thèmes de recherche des laboratoires -en d'autres termes la veille scientifique - peut-elle mettre sur la piste, non seulement des processus scientifiques en cours, mais de leurs développements futurs éventuels ?

On peut avancer **quelques pistes**

### 1 Considérer le statut de l'incertitude

On sait que la méthodologie prospective distingue généralement *prévision* et *prospective*. Les rapports entre prévision et prospective sont un problème mal posé si l'on s'en tient à une opposition rigide et si l'on ne voit pas ce qui les différencient. Mais qui s'éclaire si l'on introduit une typologie de la dynamique des processus qui est au cœur des méthodes d'exploration des futurs. Cette question a été clairement présentée par Yehezkel Dror<sup>8</sup> qui distingue quatre types d'incertitudes:

**Type 1.** Prévision à contenu déterministe, et quasi mécaniste. C'est le domaine de la certitude. Il s'agit de processus dont les lois de transformations sont connues et quantifiables. Ces lois de la nature sont utilisées et concrétisées par la technologie. Elles sont plus rares dans les sciences de la société.

**Type 2.** Prévision aléatoire, stochastique. Là aussi les lois de transformation sont connues ainsi que leurs équations conditionnelles. La connaissance des corrélations, des coefficients d'élasticité, permet de prédire les alternatives futures à n'importe quel point du temps avec leurs probabilités de réalisation. Les mots clés de ce type sont "if >then", "si >alors".

Dans le domaine technologique l'évolution de la puissance et de la vitesse de traitement des micropuces peut être connue compte tenu des processus en cours et de la connaissance de leurs lois physiques, y compris de leurs limites. Ces limites sont dépassées quand la technologie est saturée par la mutation vers d'autres technologies. Par exemple les technologies reposant sur le silicium pourraient être dépassées par des technologies utilisant le matériel biologique. Dans ce cas les progrès des performances sont habituellement de l'ordre des puissances de 10.

**Type 3.** Certitude qualitative et incertitude quantitative. L'orientation des processus est connue mais ne peut être assortie d'un jeu de probabilités de leur réalisation. Dans

---

<sup>8</sup> DROR Yehezkel "Statecraft as fuzzy gambling with history" *Futures Research Quarterly*, fall 1993, volume 9, N°3, World Future Society.

le domaine technologique, par exemple, le développement industriel des artefacts de la supraconductivité entre dans ce groupe. Dans l'aire sociale il en est ainsi de la propagation du Sida, mais aussi des effets d'entraînement de la métropolisation, de ceux d'une autoroute et du TGV...D'un point de vue général, il faut souligner que dans ce type de certitude, nous avons affaire à des certitudes non-linéaires, à des systèmes dynamiques, dans certains cas à des systèmes stables et convergents vers un équilibre, à des oscillations qui peuvent aussi diverger. Il y a des comportements chaotiques, qui peuvent s'opérer de manière prévisible.

**Type 4.** Incertitude qualitative et quantitative. Il est impossible de connaître les alternatives des futurs. Cette incertitude peut venir de l'absence de connaissances et d'informations, mais surtout de la nature même de phénomènes de mutations, de rupture, d'écroulement de structures mal identifiées.

Ces types peuvent s'associer dans les situations où des processus de type 2 et 3 existent avec des incertitudes de types 4 qui les englobent. La dynamique des processus peut aussi se modifier et passer d'un type à l'autre.

L'expression clé de ce type est "What if?", "qu'est-ce qui se passerait-si?". Car le fait qu'on soit dans l'incertitude la plus profonde, doit inciter, non pas à l'impuissance et à la résignation, mais à se poser des questions. C'est là en vérité la ligne de partage entre prévision et prospective. La prospective concerne les 4 types de dynamiques. Mais pour les perspectives sociétales, la majorité des anticipations sont des types 3 et surtout 4. Il en découle des conséquences qui passent le plus souvent inaperçues. Ainsi quand on questionne des experts sur des éventualités futures et qu'on leur demande d'estimer leurs probabilités de réalisation, d'abord les experts ne diront pas qu'ils ne savent pas, ensuite ils auront tendance à affecter d'une faible probabilité les fortes incertitudes. Par ailleurs les économètres construiront des modèles sur la base des variables qu'ils savent quantifier, excluant les autres, qu'on rejettera dans le fourre-tout du facteur résiduel. Mais cela conduira quand même à des prévisions...

La reconnaissance de l'incertitude est essentielle pour la pratique prospective. En multipliant les interrogations dans la zone de l'incertitude, elle fait surgir d'autres futurs et a des implications dans l'art de conduire les affaires de l'Etat (statecraft). "Un jeu limité de scénarios est dangereux pour cet art, en masquant la nature véritable du choix critique, qui est, dans une large part, un jeu flou avec l'histoire (fuzzy gambling with history).

## **2 Relier le statut de l'incertitude à l'édifice technologique considéré dans la modélisation du système.**

L'idée est de relier le statut de l'incertitude avec la modélisation systémique pour déboucher sur la modélisation d'anticipation.

Le processus d'anticipation est à l'interface de celui de la modélisation. Mais alors que dans ce dernier on ne fait qu'essayer de comprendre le système, à différents niveaux d'entendement, dans la premier *on crée, on imagine, on invente des futurs.*

Le processus d'anticipation a pour base les configurations exprimant la situation d'état du système et le mouvement des processus en cours.

Il a pour règles la "Configuration des *types d'incertitudes*" qui délimite les déterminismes et les indéterminations, les contraintes et les libertés, la "Configuration

temporalisée”, les *temps* étant soit des contraintes inéliminables, soit des contraintes maîtrisables.

Il a pour *activateur* les acteurs.

Le processus d’anticipation épouse les niveaux de la modélisation du système. Dès lors les possibilités respectives de la prévision et de la prospective technologiques n’appellent plus une réponse globale mais des réponses plus fines fonction des niveaux de l’édifice et des stages du procès technologique. Le tableau suivant est un essai dans cette direction<sup>9</sup>.

Il s’ensuit que malgré la place occupée par la prospective technologique, le domaine de la recherche méthodologique reste un domaine où il y a encore beaucoup à faire.

## Prévisibilité des composants du système technologique

niveaux de la structure	prévisibilité	stages du procès	prévisibilité
<i>lois scientifiques</i>	non prévisible T4	invention	non prévisible T4
<i>principes technolog. et propriétés</i>	non prévisible T4	innovation	T2, T3,T4 et normative
<i>procédés</i>	prévisible T2, T3	développement de l’innovation	T2, T3,T4 et normative
<i>éléments</i>	non prévisible T4 et normative T3	diffusion et transfert de l’innovation	approche prospective T2,3,4
<i>sous-systèmes</i>	approche prospective T3	temps des processus	approche prospective T2,3,4
<i>système technologique</i>	approche prospective T3		

<sup>9</sup> P.F.GONOD "L'incertitude quant aux technologies de demain" Économies et Sociétés, hors Séries, N°33, 11/1995.

## Les modules ou bases de données.

La modélisation du système technologique mobilise et met en relation des ensembles de connaissances et informations qui, bien que relevant de champs de connaissances, sont complémentaires du point de vue de la compréhension de la technologie. C'est au travers du modèle du système technologique qui les mobilise et les met en relation qu'il est possible de les retrouver.

Toutes ces connaissances et informations sont elles-mêmes classées et stockés par catégories plus homogènes, dans divers modules – c'est-à-dire des bases de données – correspondant à des champs de connaissances particuliers, qui peuvent être disciplinaires, thématiques ou autres. Il s'ensuit la tâche de construire des bases de données permettant de regrouper les divers types de connaissances et informations correspondant aux diverses dimensions de la technologie.

Formellement le dispositif des bases de données serait à deux étages <sup>(10)</sup>, le premier étage comportant des bases de données contenant des connaissances et informations technologiquement spécifiques, tandis que le deuxième étage comporterait des bases de données contenant les mêmes connaissances et informations mais rendues plus ou totalement génériques, et par là plus abstraites.

- 1<sup>er</sup> étage : connaissances technologiquement spécifiques.

Au 1<sup>er</sup> étage, se situeraient les modules regroupant, par catégories, les connaissances et informations que l'on peut qualifier de spécifiques : il s'agit de connaissances d'un certain type, par exemple des connaissances correspondant à une loi scientifique, à une forme d'organisation du travail ou à un certain mécanisme économique, mais telles qu'elles s'appliquent, de manière spécifique, dans le cas du système la technologie étudié.

Il s'agit en fait, ni plus ni moins, de l'explicitation de toutes les connaissances et informations mobilisées dans le modèle du système technologique.

Si, par exemple, le système technologique du VTT fait ressortir comme l'une des dimensions importantes la question du rendement énergétique, les connaissances relatives au rendement énergétique de VTT seront explicités dans le module énergie du 1<sup>er</sup> étage.

Il est entendu que certaines connaissances et informations relatives à un système technologique particulier ne peuvent être que spécifiques et ne sont pas généralisables.

- 2<sup>ème</sup> étage : connaissances génériques

Les modules du 2<sup>ème</sup> étage regrouperaient le même type de connaissances et informations, mais cette fois rendues génériques, c'est-à-dire dépouillées de tous les éléments de spécificité liées aux cas d'application particuliers (qui ne servent plus, au mieux, que d'exemples). Il s'agit donc de connaissances de nature plus générale.

---

<sup>(10)</sup> On construirait par la suite d'autres bases de données permettant de regrouper, par catégories, les connaissances et informations qui seront produites dans le cadre du développement de la "technologie générale". Certaines de ces bases de données pourraient apparaître comme représentant une sorte de 3<sup>o</sup> étage par rapport aux deux dont il est ici question. Certaines lois ou caractéristiques communes des technologies – par exemple, en ce qui concerne les caractéristiques de complexité apparaîtraient en effet comme des généralisations à partir de connaissances contenues dans les bases de données dont il est présentement question.

Si l'on reprend l'exemple du rendement énergétique, on regroupera cette fois les connaissances relatives aux rendements énergétiques en général, dépouillés des spécificités du cas du VTT.

Ces bases de données conserveraient néanmoins la mémoire des cas d'espèce de systèmes technologiques dans lesquels ces connaissances sont mises en application, en l'occurrence par exemple celui du VTT.

Quels seraient les liens entre ces bases de données ?

1. on accéderait directement aux bases de données du 1<sup>er</sup> étage, à partir de la présentation du modèle du système technologique
2. on accéderait aux bases de données du 2<sup>ème</sup> étage à partir des connaissances similaires, mais spécifiques, contenues dans les bases du 1<sup>er</sup> étage.
3. on accéderait, à partir des connaissances génériques contenues dans les bases de données du 2<sup>ème</sup> étage à tous les cas d'application des dites connaissances tels qu'ils sont explicités dans les bases de données du 1<sup>er</sup> étage.

Il serait ainsi possible de repasser des connaissances génériques relatives aux rendements énergétiques au cas du VTT dans lequel ces connaissances s'appliquent selon des modalités particulières.<sup>(1)</sup>

Sur quelle base décider des modules ou bases de données à constituer ?

Ce n'est sans doute pas, compte tenu des possibilités qu'offre l'informatique, une question très essentielle. C'est davantage une question pratique et pédagogique. Cela permettrait en effet de faire apparaître et par là de faire prendre conscience de la diversité des dimensions et de la transdisciplinarité incontournable de la technologie.

L'idée retenue est qu'il faudrait y aller progressivement, et cela dans sens d'une différenciation (variété) croissante des modules.

Dans l'expérimentation du système VTT, dont le caractère novateur ne doit pas être perdu de vue, on a dû, pour des raisons pratiques, simplifier. Mais la conception d'ensemble ne doit pas être perdue de vue. Elle est décrite ci-dessous.

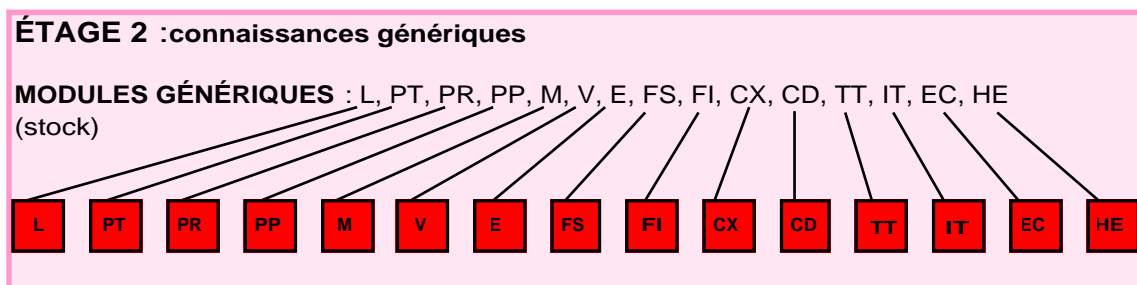
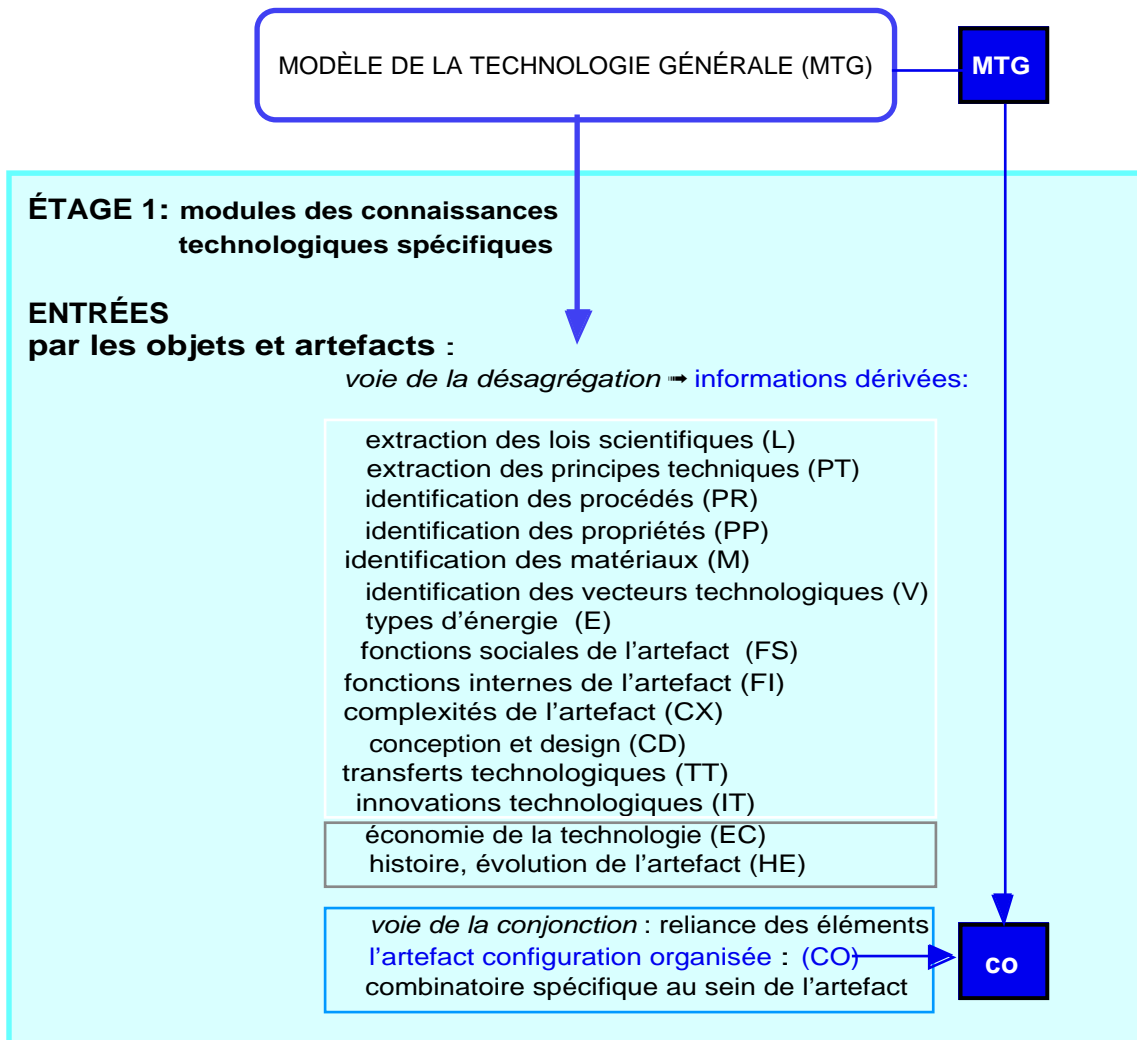
**Le processus de constitution des modules** est schématisé dans les figures 1, 2, 3.

---

<sup>(1)</sup> Ce retour aux cas d'espèces doit permettre d'en faire l'analyse comparative. On pourrait alors, par la suite, dans le cadre de la construction de la "technologie générale", passer au 3<sup>ème</sup> étage dans lequel on dégagerait de l'analyse comparative des cas d'espèces, des lois et caractéristiques communes. Pour reprendre l'exemple du rendement énergétique, on aurait une base de données contenant toutes les connaissances et informations sur les lois communes des technologies en matière de rendement énergétique.

## PROCESSUS DE CONSTITUTION DES MODULES (1)

### LA BASE D'INFORMATION



## PROCESSUS DE CONSTITUTION DES MODULES (2)

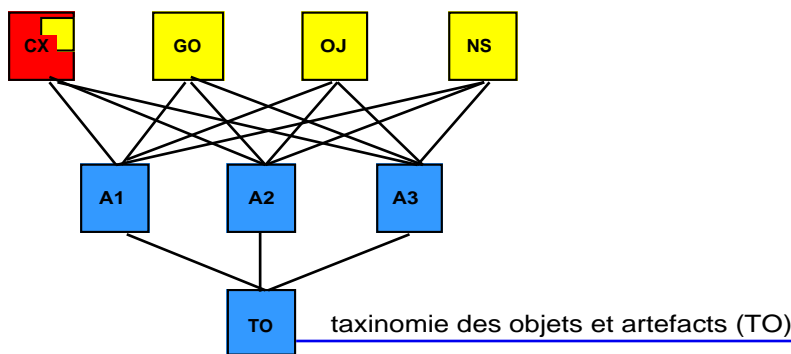
**autres entrées :** *voie de l'induction :*

**par les valeurs d'usage :** famille d'objets : même valeur d'usage, principes techniques différents → **artefacts correspondants (A1)**  
 lignée d'objet : même valeur d'usage et principes techniques → **artefacts correspondants (A2)**

**par les principes techniques :** filiation technique : même principe technique, fonctions d'usage différentes → **artefacts d'analogie technique (A3)**

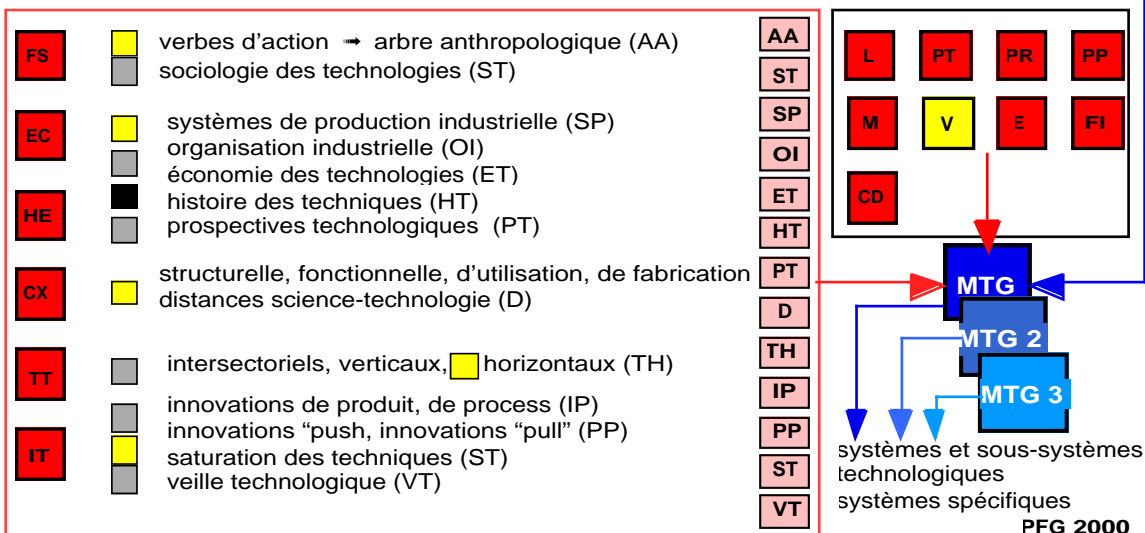
**MODULES DES OBJETS ET ARTEFACTS :** recherche d'une taxinomie génétique de l'objet (GO)  
 objets de tous les jours (OJ)  
 complexités structurelle, fonctionnelle, d'utilisation, de fabrication (CX)  
 niveaux systémiques des objets (NS)

légende : information non disponible, recherche à effectuer



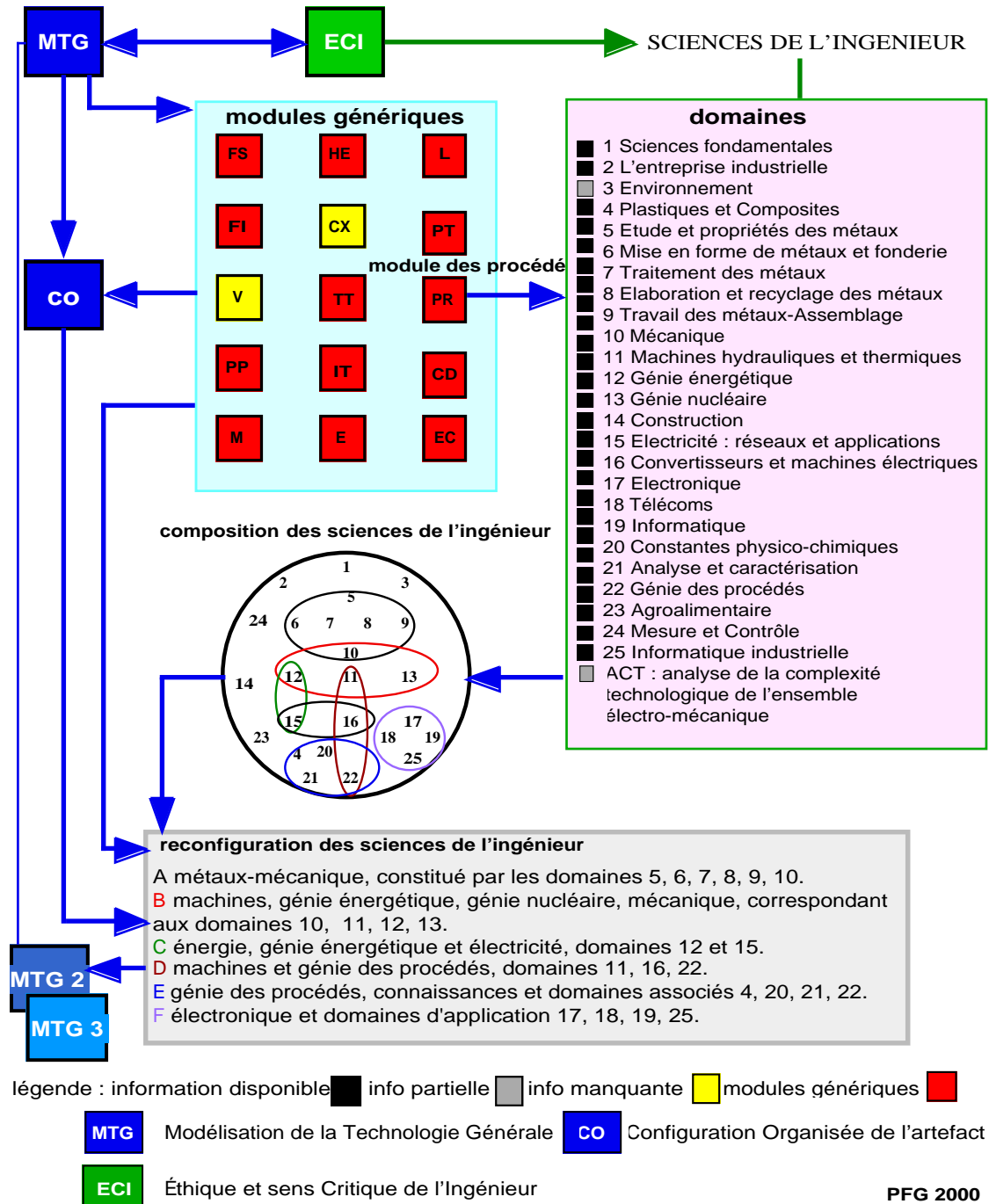
### Développement des modules (exemples)

légende: information disponible  info partielle  nouveau module  modules génériques



## PROCESSUS DE CONSTITUTION DES MODULES (3)

### DEVELOPPEMENT DES MODULES (exemple : identification des procédés PR)



**La figure 1** concerne la base d'information.

Le Modèle de la Technologie Générale (MTG) est l'hypothèse et le guide pour l'organisation des informations.

L'étage 1 est celui des modules des connaissances technologiques spécifiques et celui de l'entrée par les objets et artefacts.

La modélisation, dont le premier stade est d'identifier, opère par désagrégation du système. Les informations dérivées correspondent aux échelons de l'édifice technologique.

Dans le bloc de ces informations on distingue celles relevantes de la nature "physique" du système et celles issues des "sciences sociales" économie, sociologie, histoire.

Le second stade suit la voie de la conjonction. Les éléments précédents sont reliés entre eux. L'artefact est alors considéré comme une "configuration organisée" . Chaque artefact a une combinatoire spécifique.

L'étage 2 est celui des connaissances génériques.

Les modules génériques sont les "outputs" de l'étage 1. On peut aussi y accéder directement quand il y a des informations disponibles ne provenant pas du traitement des connaissances spécifiques.

**La figure 2** concerne d'autre entrées et développement de l'information.

Les autres entrées se font par les valeurs d'usage et par les principes techniques.

Une hypothèse initiale avait été de partir des principes techniques, et de détecter les objets et procédés dans lesquels ils étaient incorporés. Mais il est apparu que ces principes techniques devaient être extraits des objets eux-mêmes. On a donc dû renoncer à cette voie. Cependant on peut penser qu'avec une masse critique suffisante de configurations organisées d'artefacts, cette voie devrait être praticable. On obtiendrait alors une collection d'artefacts d'analogie technique.

Les "familles d'objets" sont ceux ayant la même valeur d'usage mais des principes techniques différents, les "lignées" sont des objets ayant la même valeur d'usage et principes techniques.

La combinaison des modules de la génétique de l'objet, des objets de tous les jours, des complexités structurelle, fonctionnelle, d'utilisation, de fabrication, des niveaux systémiques des objets, permettrait de construire une taxinomie des objets et artefacts.

Une dimension supplémentaire serait le croisement avec les verbes d'action sous forme d'un arbre anthropologique des activités.

Il ne faut pas se dissimuler que nombre de modules génériques demanderaient des travaux de recherche et que les connaissances ne sont pas présentement disponibles. Il en est ainsi, notamment, des systèmes de production industrielle, des complexités, de la saturation des techniques, de la nomenclature des éléments vecteurs.

Les modules génériques auraient une rétroaction sur la modèle de la technologie générale. Elles permettraient d'enrichir, de modifier celui-ci dans des versions successives.

Les modules génériques et leurs sous-modules entreraient comme nouveaux inputs de la modélisation initiale de la technologie générale et auraient une rétroaction sur la modèle, qui se développerait par versions successives d'ordre 2, 3, etc...

Il faut prendre conscience de l'importance des tâches à accomplir. On dispose bien de masses de données, par exemple, sur les propriétés, les matériaux, les procédés, mais les transformer en information organisée, est une toute autre chose. L'information, au demeurant, c'est des données organisées. Aussi étrange qu'il paraisse, ces grands instruments que sont les bases de données sur des champs essentiels du savoir et de l'action, n'existent pas. Du moins à notre connaissance.

**La figure 3** est relative à un exemple de développement de la base d'information.

On sait que les procédés sont du domaine des sciences de l'ingénieur. On a vu ("Comprendre la Technologie") que celles-ci étaient éclatées en des savoirs très spécialisés<sup>12</sup>. On a donc fait un "zoom" sur le module générique des procédés. On retrouve dans le schéma les 25 domaines d'aujourd'hui qui vont dans le sens d'une nouvelle organisation des savoirs.

Poussant plus avant ce mouvement on peut envisager de nouveaux ensembles scientifiques et techniques. La reconfiguration suggérée des sciences de l'Ingénieur se manifesterait par l'agrégation, voire la fusion de domaines qui continuent à être séparés dans l'enseignement. Cette reconfiguration serait aussi opérée par les apports des modules génériques et les configurations organisées des artefacts, tels qu'ils sont décrits dans les schémas 1 et 2.

A son tour la reconfiguration des sciences de l'Ingénieur aurait une rétroaction sur la modélisation de la technologie générale.

Un nouvel élément apparaît dans le schéma : "*L'éthique et le sens critique de l'Ingénieur*" (ECI). On est ici au cœur d'un fondement d'EMET. Avec elle il ne s'agit pas seulement de faire une Encyclopédie descriptive, mais systémique, non pas une grande chose morte mais un être vivant. Il n'y a pas de système sans acteurs. Et les ingénieurs sont les premiers de ceux-ci, ils savent, créent, imaginent, dessinent notre futur. Ils sont chargés d'une responsabilité pour notre présent et notre avenir. Ils avaient pu jusqu'alors être en accord avec leur conscience en œuvrant dans leurs activités selon l'impératif du "Comment ?". Ils répondaient aux demandes du marché, aux maîtres d'ouvrages de la réduction des coûts et de l'accroissement de la

---

<sup>12</sup> "On rappellera qu'en 1990, le catalogue général des Sciences de l'Ingénieur recensait 3394 items dans les domaines couverts. Les domaines redéfinis donnaient lieu en 2000 à 373 sous-ensembles. "" *ENGINEERING TOMORROW, today technology experts envision the next century*"" , Janie Fouke , editor, IEEE Press, 1998.

productivité. Ils recherchaient la performance technique et se laissaient porter par l'optimisme rationaliste du progrès. Aujourd'hui ces paradigmes sont remis en cause. La puissance technologique qu'ils ont déchaînée devient une menace pour la biosphère. Des progrès techniques sont questionnés en raison de leur coût social, pour l'emploi des hommes, notamment. Au "Comment ?" succède l'interrogation "Pourquoi ?".

Une nouvelle dimension éthique, déjà sensible dans le domaine biologique, surgit dans les activités de l'Ingénieur. Certaines sociétés d'ingénieurs, par exemple thé Institute of Electrical and Electronics Engineers, ont créé des chapitres éthiques et des codes de conduite. La technologie comme construit social est entré dans les consciences. Au troisième millénaire les experts réfléchissent sur les technologies pour l'infrastructure de la société, les applications humaines des technologies, les priorités pour l'ingénierie : l'environnement, la guerre et la paix, la préparation des ingénieurs pour demain<sup>88</sup>. La commande sociale a changé.

En conséquence ce fait majeur devrait avoir des répercussions sur la modélisation de la technologie générale, sur l'adjonction du normatif à l'objectif, et sur les conduites concrètes dans les sciences de l'Ingénieur. Telle est la signification de l'inclusion dans le schéma de l'élément "*L'éthique et le sens critique de l'Ingénieur*" (ECI).

Le passage d'une évaluation ex-post à une évaluation ex-ante des technologies concerne non seulement les ingénieurs, mais la société dans son ensemble. C'est une mutation difficile à mettre en œuvre, le défi est d'appliquer le principe de précaution sans, pour autant, bloquer le développement de la technologie. Sous des formes à définir EST pourrait contribuer à ce débat.

### **Retour sur la maquette**

Les modules des bases de données sont une présentation du mécanisme de constitution d'EMET. Si l'on se place maintenant du point de vue des usagers, la maquette peut être dessinée par grands thèmes.

**Le schéma** "*Maquette d'une Encyclopédie de la Technologie*" est un regroupement thématique des modules.

On a distingué les activités et fonctions technologiques, l'arbre anthropologique. On est au niveau du complexe des sociétés et des techniques. On a privilégié le phénomène majeur de l'artificialisation d'où émerge la technosphère, et la dimension prospective.

Dans le premier agencement l'utilisateur trouvera les grandes classifications des artefacts et objets, des matériaux, des propriétés, des procédés techniques. Figurent également les complexités technologiques présentes, et leur évolution historique.

Dans le second sont réunis les vecteurs de l'artificialisation et de l'organisation technologique: l'innovation et le transfert technologiques, les technologies génériques et les nouvelles technologies caractérisées par l'invasion de l'informatique et des biotechnologies, d'autres éléments de compréhension du mouvement technologique tels les niveaux systémiques des objets, les distances science-technologie, la saturation des techniques, les rapports du savoir et du savoir faire, les facteurs du "pull" technologique : l'économie et la sociologie de la technologie, les systèmes de production industriels.

Dans le troisième la critique sociale de la technologie est tournée vers la construction des futurs. Cette critique s'exerce à travers celle des objets de tous les jours et celle des produits. L'évaluation technologique sort du cadre exclusif de l'économie et du marché pour prendre en

compte l'environnement. À défaut d'un projet global de société la thèse du "développement durable" pourrait constituer un principe directeur pour repenser la prospective technologique.

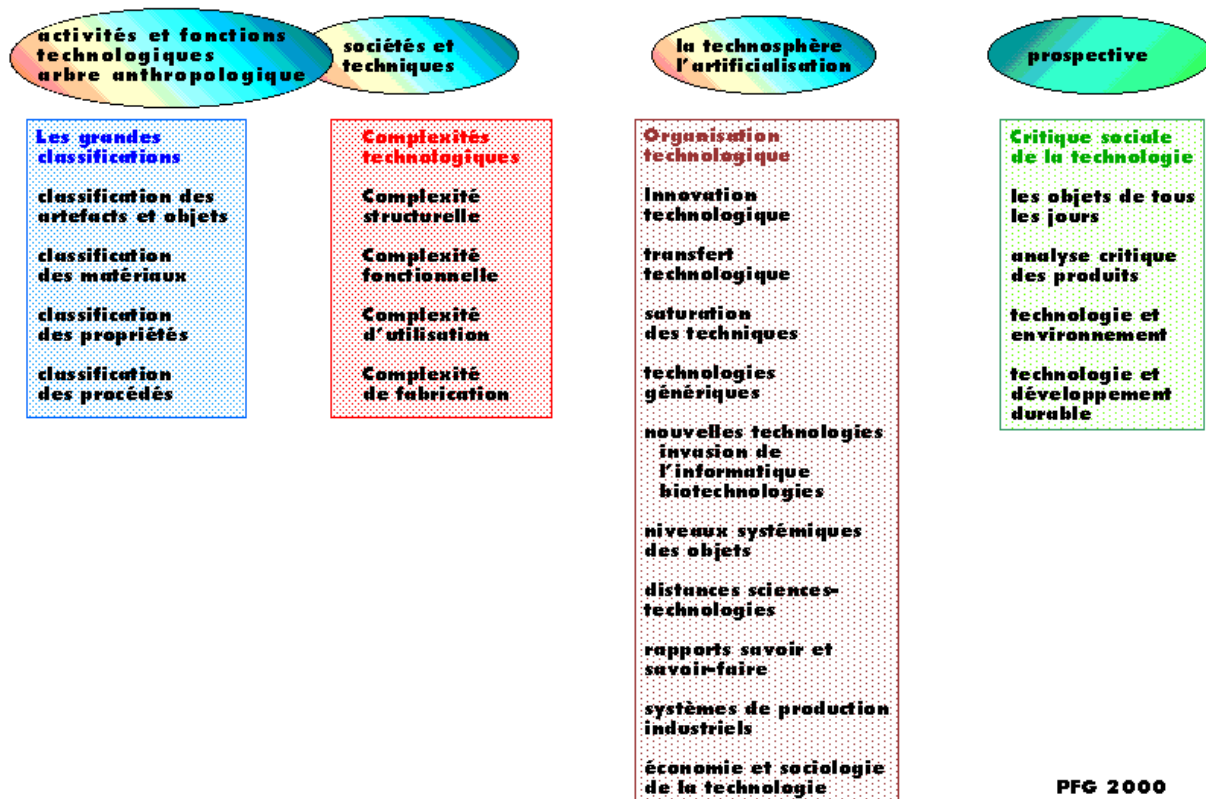
Ces thèmes ne sont pas isolés, ils sont en interdépendance.

**Le schéma** " *Reliance systémique interdisciplinaire de l'encyclopédie de la technologie*" constitue une sorte de carte des itinéraires de la réflexion des usagers.

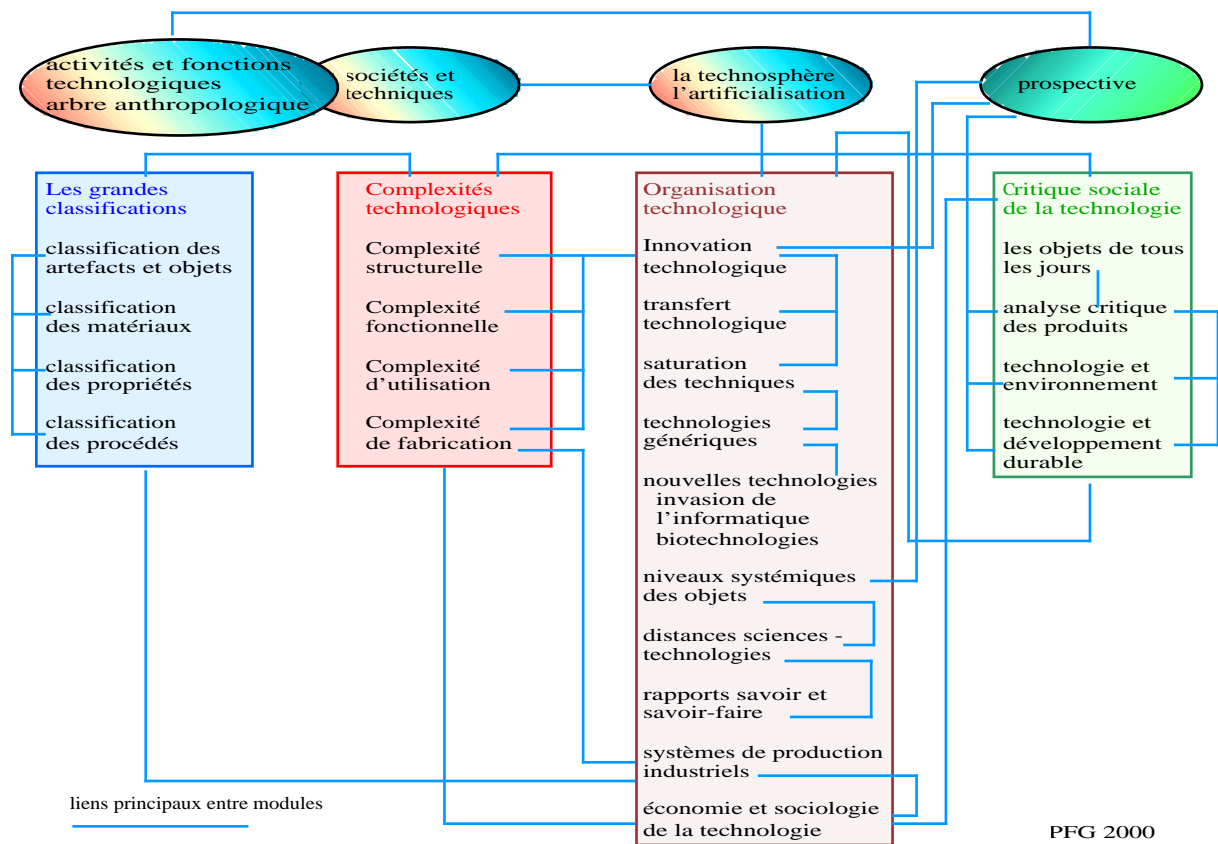
La conception d'EMET ne s'arrête pas là. Si la maquette constitue le cœur de la construction, sa structure contient d'autres blocs qui lui sont reliés. Il s'agit, on l'a vu, de la compréhension de la technologie et de son épistémologie, et des systèmes technologiques. Mais une des finalités du projet, la réorientation des enseignements technologiques amène à investiguer les systèmes de l'éducation, l'exploration des relations de correspondance entre les contenus systémiques de la technologie et les contenus éducationnels, l'objectif étant de fournir aux enseignants et formateurs des ressources pédagogiques.

**Le schéma** "Structure de l'Encyclopédie Multimédia Européenne de la Technologie" présente donc sa conception d'ensemble.

### Maquette d'une Encyclopédie de la Technologie



## Reliance Systémique Interdisciplinaire de l'Encyclopédie de la Technologie



## STRUCTURE de l'ENCYCLOPÉDIE MULTIMEDIA EUROPÉENNE de la TECHNOLOGIE

