Esquisse des tâches futures des ingénieurs et des architectes

Autor(en): **Thiemann, Hugo**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **99 (1973)**

Heft 6

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-71648

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Esquisse des tâches futures des ingénieurs et des architectes[1]

par HUGO THIEMANN, Dr ès sc., Directeur général de Battelle, Centre de recherche de Genève

C'est avec grand plaisir que, à l'occasion de l'entrée à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne d'une nouvelle volée d'étudiants, je m'associe à l'accueil qui leur est fait en ce jour.

Ils ont pris la décision de se consacrer au métier d'ingénieur ou d'architecte, considéré actuellement comme essentiellement technique ou scientifique. Mais, étant donné leur âge, c'est dans un monde différent qu'ils seront appelés à exercer leur activité, puisqu'ils participeront à la vie de la fin de ce siècle et entameront le suivant. Je voudrais donc essayer d'esquisser le « scénario » dans lequel ils auront un rôle à jouer.

Pourquoi ce scénario préoccupe-t-il beaucoup d'entre nous aujourd'hui et pourquoi le jeune technocrate ne pourra-t-il se limiter aux problèmes de la technique actuelle?

Parce que nous sommes conscients de son rôle de créateur de la technologie de l'avenir. Il fait le pont entre les connaissances acquises et les réalisations pratiques. Il a le pouvoir de faire progresser la science grâce aux nouveaux instruments et procédés issus de l'avancement de la technologie. Cela lui impose de se préoccuper surtout des besoins de l'avenir. L'expérience montre que le laps de temps qui s'écoule entre le début d'un développement technique et son aboutissement pratique est souvent de l'ordre de dix ou vingt ans. Dans les études prospectives, il ne convient donc pas de se limiter à extrapoler le présent, mais il faut s'ingénier à représenter au plus proche les réelles situations à venir. Et, bien que les limites imposées par les institutions politiques et les entreprises commerciales les obligent souvent à traiter d'abord les problèmes à court terme, l'ingénieur et l'architecte liés à la technique doivent en même temps penser aux échéances lointaines.

La technique et l'industrie, symboles de progrès?

La technique a toujours fasciné le monde parce qu'elle répondait à un besoin profond de l'homme qui aspirait à une vie et à un travail plus faciles. Ce besoin a été la source de la plupart des développements accélérés qu'a connus notre planète. Si nous considérons les nécessités premières de l'humanité, nous pouvons évaluer la portée de cette technique sur notre mode de vie. Considérons, par exemple, le besoin de se nourrir et celui de se déplacer, qui viennent du tréfonds de l'individu. C'est ainsi que sont nés le chemin de fer, la voiture, l'avion, la transformation des produits d'alimentation et la révolution de l'agriculture, les progrès énormes réalisés sur le plan de la santé, de l'habillement, de l'habitation, des télécommunications et de l'énergie. Dans ces domaines, on a assisté à un développement d'une rapidité saisissante.

L'industrie est devenue le symbole du progrès ; elle se propage sur tout le globe à une vitesse étonnante. On peut qualifier d'obsession ce désir qu'ont tous les peuples de pousser à tout prix l'industrialisation. Dans ce cadre, l'ingénieur et l'architecte semblent être placés dans une situation extrêmement privilégiée puisqu'ils ont devant eux un champ d'action pratiquement illimité. Tout ce qui fait partie du domaine des possibilités s'invente et se réalise. Les projets importants qui permettent de développer des technologies nouvelles sont souvent motivés par le prestige des nations et l'on a pu voir que les grandes poussées de la technologie moderne sont souvent dues aux militaires.

Mais aujourd'hui, plusieurs manifestations, telles que la crise monétaire, l'inflation, les réactions violentes des masses et le manque de clairvoyance à long terme de beaucoup d'industriels font sentir le besoin de changements importants. Par ailleurs, les privilèges d'une minorité deviennent de plus en plus accessibles à tous. Ils font tache d'huile.

Dans l'exercice de leur carrière, les jeunes diplômés entreront dans un monde où la technologie devra donc faire face à de nouvelles tâches. Ils seront notamment confrontés à un phénomène brûlant, celui de l'augmentation de la population mondiale. L'encombrement se fera sentir d'une façon aiguë. Toutes les études actuelles sur la population du globe montrent que cette dernière aura doublé à la fin du siècle, tandis qu'aucune mesure pratique n'est encore en vue pour influencer ou diminuer cet accroissement. Il en résulte que c'est la jeune génération qui affrontera le problème gigantesque de satisfaire aux besoins de quatre milliards d'individus de plus, en nourriture, en bâtiments, en énergie, en postes de travail, en ressources naturelles, etc.

Il faudra d'autre part résoudre les nombreux problèmes sociaux liés aux tensions inhérentes à cet encombrement. Il faudra ainsi fournir autant de réalisations nouvelles que l'humanité en a produit depuis qu'elle existe. Cet accroissement exponentiel de la population se produira sans doute essentiellement dans les pays en voie de développement, alors que les contrées industrialisées atteindront probablement une stabilisation où les naissances compenseront les décès.

Il semble, aujourd'hui, qu'il n'y ait pas de solution et, partout, ce problème de la croissance est devenu une préoccupation majeure. On se trouve devant une sorte de dilemme : la croissance rapide de l'économie a permis d'atteindre un niveau de vie élevé, mais ce dernier s'assortit du problème effrayant de la surpopulation. Cette croissance est due en partie au comportement de l'individu qui cherche à acquérir des privilèges, face à autrui, tout en ignorant délibérément les indispensables contraintes à observer.

C'est le résultat d'une certaine arrogance provoquée par un sentiment de supériorité que la science donne à l'homme, du manque d'humilité et de respect de la nature. Cette attitude de l'homme en général et des industriels en particulier est aussi celle des nations. Il semble ne plus y avoir d'impératifs moraux limitant ce phénomène de la croissance, alors que les contraintes physiques commencent à se manifester cruellement.

[1] Texte de l'allocution de bienvenue prononcée à la Journée d'accueil de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, le 20 octobre 1972.

Croissance et rupture d'équilibre

La croissance a provoqué une utilisation accélérée des ressources naturelles et beaucoup d'entre elles ne sont pas récupérables, comme le pétrole, l'air, l'eau ou la terre dont on a toujours usé librement et que l'on a considérés comme inépuisables. Les activités de l'homme ont pris une dimension telle que l'on perçoit déjà des interférences avec la biosphère. Nous constatons des changements dans notre atmosphère, causés par la poussière et par l'augmentation de la concentration en CO_2. En effet, les phénomènes de combustion engendrés par l'homme ne sont plus tous absorbés par la végétation et la science ne semble pas encore suffisamment avancée pour en comprendre les répercussions. Comme on le sait, la concentration en CO_2 dans l'atmosphère est un corollaire de la matière vivante et l'on se demande dans quelle mesure on a le droit de modifier cet équilibre. On connaît les méfaits du DDT, qui a pourtant permis de résoudre certains problèmes de l'agriculture et de la santé. On le retrouve maintenant dans tous les océans et leurs produits. Même constatation avec le plomb, réparti sur tout le globe par suite de la combustion d'essence de l'automobile. On a amélioré les rendements de l'agriculture d'une façon éclatante à l'aide des engrais et des pesticides, mais souvent au détriment de la terre qui ne peut plus produire sans ce traitement intensif.

Mais ce qui est le plus frappant comme conséquence de cette explosion dans tous les secteurs, c'est la rupture de l'équilibre de la sélection naturelle qui a entraîné l'accroissement de la population. On a voulu bien faire en améliorant les conditions sanitaires ; l'industrie pharmaceutique a produit d'immenses quantités de médicaments ; on a augmenté la production alimentaire (« green revolution ») par l'emploi des engrais et des pesticides, ce qui a permis, entre autres progrès, un développement rapide des industries de ce domaine. Un des résultats en est, dans une certaine mesure, l'élimination des famines et l'augmentation de la durée moyenne de vie.

Mais l'attitude fondamentale de l'homme n'a pas changé. Il met au monde autant d'enfants qu'à l'époque où ces moyens n'existaient pas, causant ainsi l'explosion démographique mondiale. Et c'est avec inquiétude que l'on se demande si l'humanité arrivera à stopper cette croissance de la population ou s'il faut compter sur l'imprévu pour provoquer une stabilisation. Sera-t-il vraiment possible de limiter la population mondiale — actuellement de 3,6 milliards — à 7 milliards vers la fin du siècle, ou ce chiffre va-t-il grimper jusqu'à 10, 20 ou même 60 milliards ? Quel sera donc le niveau de vie quand la terre sera pareillement encombrée ? La capacité de notre planète étant limitée, l'homme sera-t-il satisfait d'être dans cette fourmilière ?

Bien sûr, il s'agit là de problèmes fondamentaux liés à l'attitude des individus et à l'organisation de notre société.

Comprendre et admettre un système global

Prenons des exemples sujets à réflexion.

La société, toujours en quête de nouveaux marchés, a poussé et favorisé la consommation dans tous les domaines. C'est ainsi qu'aux Etats-Unis, où l'on a pourtant déjà atteint la limite des ressources en gaz naturel, tout usager qui en utilise de grosses quantités bénéficie d'un prix de faveur ; il s'ensuit que ce gaz est utilisé à des fins purement décoratives pour les enseignes des restaurants, des night-clubs, des drugstores, etc., et que cette utilisation particulière dépasse, à elle seule, la consommation totale de gaz en France.

Un autre exemple, qui illustre bien ce genre de problèmes, est l'approvisionnement en électricité. Celui-ci dépend d'entreprises qui cherchent à répondre à des critères à court terme, car elles se doivent d'être rentables dans une situation donnée du marché et elles adoptent par conséquent la solution la moins chère du moment. Un des corollaires de cet état de choses en Europe apparaît dans le fait que l'on achète aujourd'hui aux Etats-Unis des réacteurs nucléaires initialement développés pour la propulsion en milieu marin. Un tel système de production d'énergie n'y occasionnait aucun problème de refroidissement, puisque l'on disposait de suffisamment d'eau. Mais le même système semble absurde transposé sur terre dans des pays où une limite à la pollution thermique fait que le refroidissement par eau devient impossible à cause de l'accroissement du nombre des centrales nucléaires sur les mêmes cours d'eau. Cette absurdité n'est sensible qu'à long terme dans le cadre des institutions actuelles qui agissent comme bon leur semble sans aucune restriction ni contrainte.

Il est donc de plus en plus évident que le développement de technologies nouvelles doit s'effectuer au sein d'un système global et non pas seulement sur la base d'intérêts momentanés d'un individu, d'une entreprise ou d'une institution.

Mais accepter des restrictions n'est pas une chose très commodément admise.

Par leur formation, l'ingénieur et l'architecte sont mieux à même de saisir le comportement d'un système que ne le sont les membres d'autres professions. Je pense qu'ils ne doivent pas se soucier seulement de l'existence des systèmes techniques — système d'une turbine, d'un ordinateur, de contrôle de navigation ou de construction — mais aussi de l'application de ces systèmes au-delà du domaine purement technique. Ils doivent s'intéresser également aux conséquences de leurs applications au niveau de la vie. Sinon, l'augmentation du nombre de ces systèmes et de leur complexité et les interactions toujours plus intenses entre leurs différents éléments offriraient l'image inquiétante d'un bateau se déplaçant dans une masse liquide qui deviendrait de plus en plus visqueuse et le freinerait inexorablement.

Faut-il changer les objectifs

A quoi faudra-t-il arriver ? A ce que les systèmes en vigueur dans nos sociétés soient soumis à des contrôles multiples ? Il ne semble pas que cela soit une solution satisfaisante.

Lors d'une réunion de l'OCDE des ministres de la science en 1971, il a été admis que le fameux miracle de l'augmentation du produit national brut par habitant — PNB — ne peut plus être considéré comme objectif unique de l'évolution de la société. En fait, que représente ce PNB ? Prenons l'exemple de l'automobile.

Pour faire face à l'accroissement du nombre des voitures, il est nécessaire de construire des routes ; comme il y a davantage d'accidents par l'augmentation des vitesses, il faut augmenter les forces de police, les secours, la capacité des hôpitaux. Tous ces éléments haussent le PNB. Est-ce là vraiment le but de notre société ? Peut-on en être fier ?

L'expérience a montré que lorsque le PNB est très faible, il y a famine, pauvreté et maladie. Mais on découvre également que lorsque celui-ci est très élevé, il y a apparition d'autres troubles sociaux, l'aliénation, etc., tout aussi néfastes. La question est donc de savoir comment optimaliser le système afin d'atteindre ce que les économistes nomment le maximum du bien-être ou de la prospérité.

L'évolution, dans un système de plus en plus soumis à d'indispensables contraintes, va nous obliger à rationner presque toutes les ressources naturelles ; elle conduira à une planification socio-économique beaucoup plus poussée, et l'on verra l'apparition d'accords sur l'utilisation des matières premières, comme il s'en dessine déjà à l'heure actuelle, pour le pétrole. Mais tout système doit se soumettre à une certaine autorité pour bien fonctionner et c'est là le point le plus difficile à résoudre, surtout dans une démocratie. Une fois le système compris, chacun de nous devrait se soumettre à une autorité.

En considérant ce scénario, nous en voyons les conséquences pour les nouvelles technologies. Comme exposé plus haut, la technique a répondu à un besoin profond de l'homme et l'industrie a pu satisfaire à ses besoins. Nous avons été à même de développer des moyens de transport extrêmement astucieux ; nous avons réalisé un système de télécommunications permettant des liaisons à l'échelle du globe dans un laps de temps extrêmement court ; nous avons créé un réseau de distribution d'énergie qui a permis de développer un niveau de vie très élevé, etc. On peut dire que la plupart des besoins primitifs de l'homme ont été satisfaits.

Alors ?

Comment agir dans le cadre de nouvelles conditions limites ?

Il me semble donc assez évident que, dans le cadre des technologies nouvelles, il s'agit donc non plus tellement d'inventer des fonctions nouvelles pour l'homme, mais de trouver, en passant par différentes phases de transition, une solution aux problèmes posés par les fonctions connues dans le cadre des nouvelles conditions limites imposées par le système dans lequel nous aurons à vivre. Nous savons depuis longtemps que la pollution de l'air et de l'eau dans les agglomérations urbaines et les concentrations industrielles est devenue un facteur dangereux pour la vie humaine ; qu'il y a une détérioration de l'environnement et des ressources naturelles. Il est clair que, dès à présent, les processus industriels et les méthodes de fabrication devraient être adaptés de manière à éviter ou à diminuer sérieusement cette pollution. Une nouvelle technologie est déjà en cours de développement pour purifier l'air et l'eau sortant de nos usines. Des progrès considérables sont possibles et les économistes comme M. Tinbergen ont calculé qu'un investissement de l'ordre de 3 % du PNB suffirait à améliorer sensiblement cette situation. Toutefois, une étude de l'OCDE sur le SO_2 démontre que, même quand toutes les stations thermiques seront munies d'un équipement permettant d'éliminer le SO_2 dans le gaz de combustion, la situation en 1980 ne sera pas meilleure que celle d'aujourd'hui. En effet, les dispositifs actuellement connus n'étant pas à même d'éliminer tout le SO_2 et le nombre des stations thermiques allant en augmentant la production totale de SO_2 restera inchangée.

De manière générale, il va falloir fournir un effort de mutation. Nous constatons que l'ingénieur va se trouver devant la tâche énorme de concevoir des procédés et des dispositifs nouveaux, offrant le même service mais avec un rendement beaucoup plus élevé, au niveau de la production comme à celui de la consommation.

Prenons l'exemple de la production de l'énergie électrique par des procédés thermiques. Le rendement global d'une station nucléaire actuelle est de l'ordre de 30 % seulement, si bien que 70 % de l'énergie se dissipent en chaleur. Il semble impératif qu'une nouvelle technologie vise à doubler ce rendement, c'est-à-dire à diminuer la dissipation de chaleur à 40 %.

En conséquence, nous voyons que la charge en chaleur supportée par l'environnement serait réduite d'un facteur de 4 pour la même puissance électrique. Cela n'est pas négligeable, même s'il s'agit de mutations ou d'améliorations qui ne suffisent pas à long terme.

Quand les ingénieurs ont proposé des dispositifs améliorés mais plus coûteux, il y a quelques années, on ne les a pas pris au sérieux parce que les entreprises existantes, avec leur économie à court terme, étaient satisfaites du système pourtant peu performant qui prévalait à ce moment-là. Dans le cas de la voiture, dont le rendement est à l'heure actuelle de 10 % à 20 %, tout ingénieur sait qu'il existe des dispositifs jugés trop coûteux qui doubleraient ce rendement. Cela n'est pas négligeable non plus. Aujourd'hui, cette recherche de dispositifs nouveaux même plus coûteux est devenue une tâche prioritaire.

Pour économiser les ressources naturelles, il faudra concevoir les produits tels que la voiture, les bâtiments, etc., en fonction de leur destruction prévue pour la récupération des matériaux et en raison de leur désuétude à un moment donné. Il est en effet à prévoir que ces produits ne correspondront plus aux fonctions qu'impliqueront les divers modes de vie des générations futures et que certains matériaux utilisés pour leur construction deviendront de plus en plus précieux.

Un progrès formidable a été fait en aviation par l'introduction de la turbine à gaz ; la plupart des avions volent aujourd'hui à une vitesse assez proche de la limite de la vitesse du son. Il est peu probable que l'avion de l'avenir, à part quelques exceptions, vole au-delà du mur du son. Mais quand il y aura dix fois plus d'avions, nous verrons surgir le problème du bruit en relation avec l'environnement. Même si la technique actuelle est un chef-d'œuvre de l'ingénieur, les conditions futures seront telles qu'il faudra réinventer autre chose pour satisfaire aux exigences de l'environnement. Le bruit est l'une des contraintes les plus importantes, et l'on se demande pourquoi la société tolère encore aujourd'hui un moteur diesel dans une agglomération alors que l'ingénieur entrevoit déjà d'autres solutions permettant d'éviter son bruit et ses déchets nauséabonds.

Tous ces exemples démontrent clairement que la nouvelle technologie est certainement apte à trouver des solutions valables, mais plus coûteuses. C'est pourquoi elles ne sont pas encore exploitées. Elles rencontrent également l'hostilité en raison de la concurrence qu'elles représentent. Il faudrait donc de nouvelles institutions pour résoudre ce problème. Il est évident que la société (« affluent society ») qui veut garder des privilèges dans un système de plus en plus complexe doit en payer le prix. Pour le moment, il semble impensable que, privilégiée, elle sacrifie tout ou partie de ses privilèges. Au contraire, elle va faire l'impossible pour les garder. C'est la raison pour laquelle elle acceptera de payer le prix du développement de nouvelles technologies, répondant à ces conditions limites.

Il ne tient qu'à vous de devenir de vrais entrepreneurs

Si la croissance actuelle est profondément liée à l'avancement des sciences et de la technologie du passé, elle pose en revanche des problèmes énormes et complexes en raison des dimensions limitées de notre planète.

Les nouvelles contraintes que j'ai essayé d'esquisser ici doivent être perçues à temps pour arriver à réaliser les produits et les procédés de demain. Nous savons bien que la technologie ne peut pas fournir des solutions à elle seule. Tout dépendra, dans une mesure considérable, d'un changement de notre attitude ainsi que de la création de nouvelles institutions et de mécanismes de contrôle.

Le chiffre d'affaires d'une société par actions qui reste le seul baromètre de l'entreprise depuis sa création lors de la première révolution industrielle n'est plus valable. Il existe d'autres échelles de valeurs, et elles sont devenues plus importantes.

On ne peut plus négliger le fait de savoir qu'une entreprise est un ensemble d'hommes et de femmes qui doivent être satisfaits dans le cadre du système auquel ils appartiennent. Les solutions des problèmes de l'avenir ne seront pas trouvées si l'ingénieur et l'architecte de demain n'agissent qu'en technocrates. Ils doivent comprendre le système dans son entier pour y agir avec efficacité.

N'attendez pas, vous qui vous préparez à aborder ces professions, que l'on vous indique ce qu'il y aura à faire.

Il faudra prendre vous-mêmes l'initiative de comprendre ces grands problèmes et leurs interactions si vous voulez devenir des entrepreneurs complets et le rester tout au long de votre vie professionnelle.

Adresse de l'auteur :
H. Thiemann, Dr ès sc.
Directeur général
Battelle Centre de recherche de Genève
7, route de Drize
1227 Carouge-Genève

Le génie de l'environnement, un enseignement transdisciplinaire

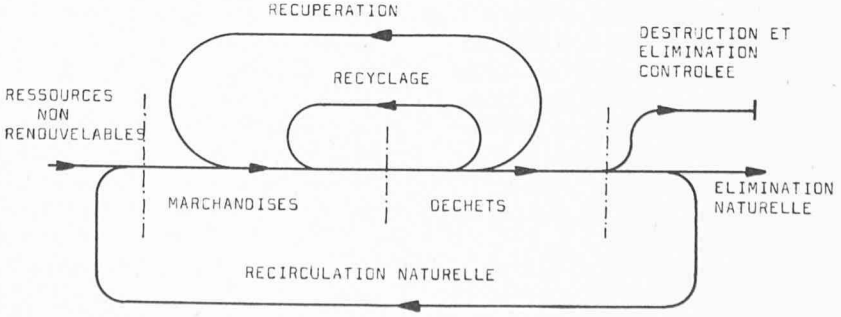
par Y. MAYSTRE, professeur à l'EPFL

Pour la deuxième année consécutive, l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne organisera, en 1974, un programme post-grade d'enseignement en génie de l'environnement, dit 3e cycle de spécialisation. Cet enseignement est placé sous le signe de la transdisciplinarité, c'est-à-dire la recherche d'une axiomatique commune à un groupe de disciplines.

Si discipline signifie : ensemble spécifique de connaissances qui a ses caractéristiques propres sur le plan de l'enseignement, de la formation, des mécanismes, des méthodes et des matières, la multidisciplinarité et la pluridisciplinarité ne sont que juxtaposition de disciplines plus ou moins voisines. L'interdisciplinarité, c'est plus que cela. On entend, par ce terme : interaction existant entre deux ou plusieurs disciplines ; cette interaction peut aller de la simple communication des idées jusqu'à l'intégration mutuelle des concepts directeurs, de l'épistémologie, de la technologie, de la méthodologie, des procédures, des données et de l'organisation de la recherche et de l'enseignement s'y rapportant. Un groupe interdisciplinaire se compose de personnes qui ont reçu une formation dans différents domaines des connaissances (disciplines) ayant chacun des concepts, méthodes, données et termes propres. C'est sans doute le point de départ du génie de l'environnement. Non seulement en ce qui concerne les disciplines étudiées, qui sont énumérées vers la fin de cet exposé ; non seulement en ce qui concerne la formation et l'expérience des enseignants ; mais également en ce qui concerne les enseignés, ainsi qu'en témoigne la liste de la première volée en 1973 : elle compte un architecte, deux ingénieurs civils, un ingénieur du génie rural, deux ingénieurs sanitaires, trois chimistes, deux biologistes, un ingénieur en sciences naturelles et un physicien.

Un modèle logique

La recherche d'une axiomatique commune transparaît dans le modèle qui suit, constituant le fondement logique du programme d'enseignement. Ce modèle n'est qu'un premier pas. Il présente les aspects technico-économiques de la transformation des matières (et de l'énergie-chaleur associée à la matière) manipulées par l'homme.

Explication du modèle :

La nature offre à l'homme une multitude de ressources. Dès que l'homme y applique son travail, ces ressources deviennent des marchandises (notion économique). Exemple : par prospection, on découvre un gisement de pétrole dans la mer du Nord. La ressource existait depuis des milliers d'années. Maintenant, elle est négociable, elle a