



**HAL**  
open science

# La question de la formation technique des architectes aujourd'hui. La conception technique, enjeux. La pensée technique, approche théorique

Felicia Réverdito, Daniel Gross, René Tabouret

## ► To cite this version:

Felicia Réverdito, Daniel Gross, René Tabouret. La question de la formation technique des architectes aujourd'hui. La conception technique, enjeux. La pensée technique, approche théorique. [Rapport de recherche] 283/85, Ministère de l'urbanisme, du logement et des transports / Secrétariat de la recherche architecturale (SRA); Ministère de la recherche et de la technologie; Ecole nationale supérieure d'architecture de Nancy / Centre d'études et de méthodologie pour l'aménagement (CEMPA). 1985. hal-01889960

**HAL Id: hal-01889960**

**<https://hal.science/hal-01889960>**

Submitted on 8 Oct 2018

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

n° 283

S.R.A.

C.E.M.P.A.

LA QUESTION DE LA FORMATION TECHNIQUE DES ARCHITECTES AUJOURD'HUI

la conception technique - enjeux  
la pensée technique - approche théorique

Felicia REVERDITO  
Daniel GROSS  
René TABOURET

avril 1985  
rapport final de recherche  
contrat n° 81.01.579.00.223.75.01

avril 1985

LA QUESTION DE LA FORMATION TECHNIQUE DES ARCHITECTES AUJOURD'HUI

la conception technique - enjeux  
la pensée technique - approche théorique

Le présent document constitue le rapport final d'une recherche remise au Secrétariat de la Recherche Architecturale, en exécution du programme général de recherche mené par le Ministère de l'Urbanisme, du Logement et des Transports avec le Ministère de la Recherche et de la Technologie. Les jugements et opinions émis par les responsables de la recherche n'engagent que leurs auteurs.

contrat n° 81.01.579.00.223.75.01

C.E.M.P.A. - Ecole d'Architecture de Nancy - Parc de Remicourt  
54600 VILLERS-LES-NANCY - tél. (8)327.10.77

SOMMAIRE

2	AVANT-PROPOS
4	PRESENTATION
5	LA CONCEPTION TECHNIQUE - ENJEUX ACTUELS
6	ENQUETES ET DIAGNOSTIC
6	Sur la formation technique dans les écoles
10	Sur la place de la conception technique dans la production actuelle
14	LA TECHNIQUE DANS LE PROJET
14	Technique et logique des acteurs
16	Technique et projetage, trois situations
16	reproduire
18	adapter
20	expérimenter
22	LA CONCEPTION TECHNIQUE DANS LE PROJET - SES MODALITES
23	ENJEUX TECHNIQUES DANS LE PROJET ET COMPETENCE
23	Constructibilité
23	Economie du produit
25	Economie du projet
28	ARTICULATION DES POINTS DE VUE FONCTIONNELS ET CONSTRUCTIFS
28	Partie d'ouvrage
29	Systèmes fonctionnels
30	Famille d'objets
30	Système de construction
31	CONCEPTION TECHNIQUE ET PENSEE TECHNIQUE - APPROCHE THEORIQUE
33	UN CONCEPT FONDAMENTAL : LE SCHEME
	Schéme, concept, modélisations et schémas
34	SCHEMES ET SCHEMAS DANS LA CONCEPTION TECHNIQUE
	Schémas de structure, de processus, de fabrication
37	LA SCHEMATISATION DANS LE PROJET ARCHITECTURAL
	Schémas fonctionnels (de stabilité, de contrôle d'environnement)
	Problématique du parti
	Conception de la forme
	Déconstruction et types
41	PERSPECTIVE PEDAGOGIQUE
43	ANNEXES
44	ANNEXE 1 : LES ENQUETES
51	Enquête "école"
86	Enquête "professionnels"
94	Intervention de G. DENIELOU
99	ANNEXE 2 : PROJET DE FORMATION TECHNIQUE POUR ARCHITECTE
107	ANNEXE 3 : UN EXEMPLE DE SCHEMATISATION : LE PLANCHER CHAMPIGNON

## AVANT-PROPOS

Plus encore qu'au début de notre recherche, nous souhaitons sur cette question de la formation technique des architectes échapper à des visions stéréotypées. S'agissant d'une étude exploratoire, nous l'avons conduite moins à partir d'un questionnement a priori sur le rapport architecte-ingénieur, que des questions significatives que l'actualité nous posait.

Quand un groupe d'industriels installent un magasin commun pour "vente d'usine", l'édifice à projeter - dans son site, avec ses dimensions, ses partitions éphémères, ses ambiances localisées et variables... - appelle des solutions constructives neuves ; on ne refait pas pour un investissement hasardeux la Galerie des Machines, le Printemps ou La Villette.

La question du logement aussi se modifie ; objectifs sociaux, surfaces, implantation, affectations intérieures variables, contrôle d'énergie, solvabilité, nouvelle division du travail d'édification..., rencontrent des valeurs culturelles en changement, oscillant entre la nostalgie de la maison-trésor, et la capacité à vivre l'éphémère ; dans le même temps, la problématique constructive peut tenir de la productique automobile ou d'un savoir quasi ethnographique.

Lorsque mon cours de "structures", dès l'année 1970, commençait par les structures tendues, collègues et parfois étudiants y voyaient le syndrome OTTO FREI plutôt que de comprendre la rencontre d'une commodité pédagogique - l'oeil neuf sur le fonctionnement en déformation de ces structures - et d'une attention au changement : à de nouvelles demandes en matière de surfaces couvertes pouvaient correspondre de nouvelles façons (constructives) d'écrire l'espace.

Notre volonté d'alors de mettre à égalité dans le cursus les enseignements de structures et ceux du contrôle des ambiances ne prévoyait pas le choc pétrolier, mais relevait d'une conception fondamentale du projet. Notre insistance à introduire dans l'enseignement le découpage "structure/enveloppe/partitions/équipements" s'étayait sur une approche historique de la production, 1850-1950, quant aux changements dans la division du travail, opposée aux formes de production explorées dans les années 60 ; elle ne savait pas anticiper les possibilités ouvertes par de nouveaux matériaux à la fabrication d'éléments composites polyfonctionnels.

Par contre, nos étudiants pouvaient se plaindre d'une insuffisance de connaissances sur les modes traditionnels de construire. Les collègues des ateliers d'architecture qui avaient cessé d'enseigner eux-mêmes que les éléments constructifs d'un bâtiment construisent aussi l'espace - pour déléguer la "construction" à des techniciens censés porteurs de plus de savoirs et plus actuels - pouvaient dénoncer une coupure architecture/construction plus grave que dans l'ancienne Ecole, une moindre capacité

du savoir-construire à fonder un savoir-composer (sans trop mesurer que l'un et l'autre avaient changé d'objets). C'était l'époque où des "programmeurs" proposaient l'organisation de l'espace (à partir de diagrammes et de calculs d'optimisation) et où l'étudiant était démuni pour en écrire la forme ; comme aujourd'hui des analystes de l'économie du bâtiment chiffrent les projets, et où le concepteur reste démuni pour rénover sa conception technique dans une économie générale de l'espace produit et de l'activité constructive. Le retour, ces dernières années, à la figuration architecturale ne s'étaye que ponctuellement de savoirs techniques et parfois les néglige avec aplomb, en tout cas dans l'enseignement. Pendant ce temps, les politiques techniques poursuivent leur quête de productivité industrielle.

Nous sommes tous interpelés.

J'ai eu la chance de travailler à ce problème avec Felicia REVERDITO, architecte, responsable du département "construction des édifices" (I.C.E.), à la Faculté d'Architecture de l'Université de Montevideo (jusqu'en 1973), qui va peut-être retrouver ses responsabilités et reprendre ses expériences constructives, et avec Daniel GROSS, architecte, enseignant de projets aussi, et que ses recherches alertent sur l'organisation actuelle du marché du bâtiment et de la production courante. Nous souhaitons ensemble que ce travail amorce une réflexion de nombreuses personnes, et une entreprise commune qui serait au fondement de la formation technique des architectes de la nouvelle génération.

René TABOURET  
Professeur à l'Ecole d'Architecture de Strasbourg

## PRESENTATION

Nous avons accepté la question de la formation technique des architectes sans échappatoires, sans en rester aux idées reçues, sans s'en tenir à des domaines restreints de l'exercice professionnel. Contrairement à des tendances actuelles, notre parti pris a été de penser que la formation technique de base devait être commune à tous les architectes, sans préjuger d'une spécialisation éventuelle. Le travail a confirmé cette position.

Dans le premier temps de son déroulement, nous avons d'abord pris de la distance par rapport aux formations connues de nous, pour expliciter les enjeux de la formation technique, à partir d'un repérage de la place de la technique dans le travail de l'architecte comme constructeur, et explorer les démarches intellectuelles productives de décisions techniques dans leur aspect épistémologique.

Dans un second temps, nous avons procédé à une enquête sur les enseignements de construction, dans les écoles françaises et étrangères, et à une enquête-expérimentation sur des stratégies de projet récentes. Leurs résultats nous ont permis de réévaluer l'enseignement classique de la technique dans les écoles d'architecture et d'en repérer les manques. Avant d'élaborer des propositions pour renouveler la formation technique, il nous était indispensable de tirer au clair les démarches intellectuelles en jeu dans le projet architectural et technique, et en proposer une conceptualisation. Ce sont les résultats de ce travail que nous livrons au lecteur pour qu'il les confronte à sa propre expérience. De là devraient émerger des initiatives vers l'instauration d'une coopération en vue d'assurer à la formation technique des architectes des ambitions renouvelées et des moyens pertinents.

Le sommaire rend compte du mouvement de notre réflexion : une même problématique, par exemple la constructibilité, apparue dans un constat sur l'exercice professionnel et les enseignements existants, est ensuite reconnue comme caractérisant une certaine ambition de projet vis à vis de la production, puis, dans une deuxième partie, donne lieu à la spécification des compétences attendues de qui assume cette position. Dans la troisième partie, les différents aspects de la démarche technique sont l'objet de formalisations qu'on tente de ramener à une instrumentation commune : la schématisation.

S'agissant du rapport final d'une recherche exploratoire, le texte déroule les idées sans faire leur place aux nombreux exemples et expériences qui ont alimenté notre réflexion. Il demande donc au lecteur de mobiliser ses propres références concrètes et son expérience de praticien ou d'enseignant. Si un travail d'élaboration collective pouvait s'engager, ce serait, bien sûr, à partir de cette expérience informée par la présente approche.

LA CONCEPTION TECHNIQUE - ENJEUX ACTUELS



## ENQUETES ET DIAGNOSTIC

### Sur la formation technique actuelle dans les écoles

Aborder l'enseignement des disciplines techniques dans l'enseignement de l'architecture en terme de formation technique spécifique pour architecte, et non pas en terme d'enseignement de la "construction" et de sciences appliquées à la conception et à la fabrication d'édifices, relève d'un constat et révèle une volonté.

Ce constat, c'est d'abord celui de l'échec d'une conception de ces enseignements techniques et scientifiques comme disciplines strictement servantes de l'architecture, intervenant dans le cursus de formation soit comme un préalable à l'apprentissage du projet d'architecture, sous la forme habituelle d'un catalogue de recettes et de modèles destiné à infléchir la forme déjà conçue, pour ensuite en légitimer les dispositions matérielles ; soit comme une amélioration partielle de certaines de ses performances techniques. Il est rare que les aspects techniques soient véritablement pris en charge dans l'apprentissage du projet d'architecture proprement dit et participent à ses décisions essentielles, autrement qu'à l'occasion de séances de correction en atelier de projet. Aussi, l'exigence première attendue de la formation technique actuelle de l'architecte, qui devrait porter sur l'apprentissage de la pensée technique et sur son expérimentation dans l'activité de projet est rarement satisfaite.

Ce constat a pu être maintes fois fait et dénoncé dans les milieux professionnels, enseignants et étudiants. Il repose sur une critique généralisée de la faible intégration des enseignements techniques et de certains enseignements scientifiques dans le cursus général de formation. Une enquête auprès de professionnels sur l'adéquation de leur formation technique reçue à leurs pratiques montrerait que cette adéquation est rarement obtenue. Il s'en dégagerait aussi une opinion très critique sur l'utilité pratique immédiate de la formation technique reçue, et sur sa portée générale et sa capacité à fournir des éléments de démarche utiles pour guider et assumer les décisions d'ordre technique en même temps que les décisions d'autres ordres prises en cours de projet. Cette critique prendrait comme arguments initiaux le manque d'efficacité pratique, l'absence de réalisme, le peu d'emprise sur les réalités du chantier, des métiers, des spécialités et des habitudes de travail dans le bâtiment. Elle déboucherait alors, vraisemblablement, sur la justification d'une certaine démission et déresponsabilisation de l'architecte en ce qui concerne les aspects techniques de son travail. En règle générale, la formation reçue par l'étudiant architecte ne lui permet pas de jouer pleinement son rôle de prescripteur, au sortir de son école. Il est, par nécessité, conduit à suppléer à ses propres lacunes par un important travail personnel d'information complémentaire et d'adaptation aux réalités de la pratique professionnelle, avec pour souci primordial de s'insérer à moindre risque dans une activité productive. Une telle autolimitation réduit non seulement la portée de toute intervention architecturale mais favorise la reproduction de rapports de domination entre professionnels. Elle est certainement à l'origine de l'incompréhension et des critiques les plus acerbes envers l'enseignement de l'architecture, et le dévalorise dans son ensemble. Elle repose sur l'inefficacité pratique et une certaine incompétence technique du jeune diplômé.

Longtemps, l'acquisition de ces qualifications était du ressort presque exclusif du travail en agence, et l'enseignement pouvait se contenter de ne fournir que quelques rudiments de base. On ne doit pas ici sous-estimer l'importance quantitative et la contribution essentielle dans la formation à la pratique architecturale de cette part d'autoformation sur le tas que représente le travail en agence, en particulier son apport sur le plan technique. Or, ce partage entre ce qui est appris à l'école et acquis en agence fonctionne tant que les capacités d'accueil des agences sont suffisantes, autrement dit, tant que la commande autorise l'embauche temporaire et régulière d'étudiants stagiaires. Il fonctionne également en raison de la nature de cette commande et de l'existence, dans la société et l'organisation de la production, d'un consensus général sur les prestations attendues d'un architecte et sur la nature de son intervention. Ces deux conditions ne semblent plus être aujourd'hui réunies en raison d'une modification du rapport entre l'offre d'emploi d'étudiants et la demande des agences d'une part, et en raison de la nécessité d'inventer des formes nouvelles et d'expérimenter des pratiques pour répondre aux aspirations et aux exigences d'une demande, qui remettent en partie en cause les habitudes et méthodes de travail acquises, de sorte que les agences voient leur capacité à reproduire ces qualifications diminuer, d'autre part.

Ainsi, l'enseignement de l'architecture aujourd'hui doit assurer les compléments de formation pris traditionnellement en charge par les stages, et faire face aux changements. Pour faire évoluer, transformer l'enseignement, la solution satisfaisante ne peut consister en un mot d'ordre : changer l'intitulé de cours, introduire dans le cadre commun de nouveaux enseignements, des stages obligatoires, et s'assurer ainsi d'un retour au "concret" ; ou bien s'inspirer d'exemples illustres et rares ; ou imposer la tradition idéalisée du cours de construction héritée de la fin du 19<sup>e</sup> siècle - les professeurs formés à cette école sont d'ailleurs de plus en plus rares aujourd'hui, et leur qualité tient autant à leur savoir-faire de constructeur et à leur compétence de professeur qu'à ce qu'il nous en reste dans leurs ouvrages - dont l'efficacité dépendait aussi d'un contexte de commande et de reconnaissance de la mission et du mode d'exercice de l'architecture qui n'est plus tout à fait celui d'aujourd'hui.

Les conclusions de notre enquête sur les cursus de formation technique dans les écoles d'architecture en France et à l'étranger, et auprès de quelques écoles d'ingénieurs, précisent ce constat et apportent des éléments de comparaison :

- on observe peu de différence dans l'organisation générale des études, et particulièrement dans les enseignements techniques, aussi bien en France qu'à l'étranger, malgré les contextes sociaux, techniques et politiques quelquefois très différents,
- la formation technique fonctionne sur la distinction entre conception technique et maîtrise d'oeuvre, et distribue les enseignements selon qu'ils concourent à la première ou à la seconde,
- en règle générale, l'enseignement de la conception technique privilégie les approches scientifiques, celles des sciences appliquées, et technologiques, celles traditionnelles des technologies descriptives et normatives, qui sont dispensées par des enseignants non architectes (ingénieurs, techniciens),

- l'enseignement concernant la maîtrise d'oeuvre vise essentiellement l'acquisition d'une capacité à produire les prestations techniques conventionnelles, voire à évaluer l'édifice, étayée par des connaissances technico-économiques, rarement par une expérience des pratiques réelles du construire,

- la formation technique manque en général de cohérence interne, elle procède plus de la juxtaposition d'enseignements et de leurs démarches induisant une progressivité qui ne révèle pas de projet global, de sorte que la pensée technique n'est pas apprise, et que la rencontre architecture-technique se fait mal, et est ressentie comme telle.

Or, la conception technique du bâti articule deux versants : un versant fonctionnel, celui des finalités particulières de la stabilité de l'édifice et du contrôle des ambiances ; un versant production, la fabrication et ses conditions. Cette articulation délimite le domaine dans lequel la pensée technique de l'architecte s'exerce ; elle définit aussi l'objet de la conception technique du bâti.

Les contenus des enseignements techniques et les démarches apprises n'y parviennent pas d'une manière satisfaisante.

Le versant fonctionnel est dans son ensemble abordé à partir des sciences appliquées puis complété par une information technologique :

- la stabilité à partir des cours de statique et de résistance des matériaux suivis par l'étude des structures selon les technologies usuelles - bois, acier, béton -,

- le contrôle des ambiances thermiques, avec les cours de climatologie appliquée, de thermique, puis la présentation des enveloppes les plus courantes - limitées le plus souvent aux dispositifs d'isolation thermique -, et celle des équipements de chauffage et de conditionnement d'air correspondants,

- le contrôle des ambiances acoustiques limité à des rudiments de physique acoustique illustrés par quelques dispositifs,

- le contrôle des ambiances lumineuses - rarement enseigné - privilégie le point de vue de l'éclairagisme.

Ces approches sont mécanistes. Les solutions présentées procèdent par addition d'une série de déterminations simples et univoques et de solutions préexistantes, alors que l'enseignement devrait montrer qu'elles résultent de compromis entre les exigences fonctionnelles à satisfaire, les modes de fabrication possibles, les effets d'espace recherchés. Les effets respectifs sur la forme, de la prise en charge de chacun de ces points de vue fonctionnels sont connus, leurs effets combinés le sont moins.

Les rapports mis en forme de l'espace/conception et dimensionnement de la structure/définition détaillée de ses éléments sont maîtrisés et enseignables. Le cloisonnement disciplinaire n'en favorise pas l'apprentissage. On peut envisager aujourd'hui d'élaborer des manuels à l'usage des étudiants et des enseignants qui mettent en valeur ces rapports dans une organisation rigoureuse de connaissances et d'exemples pour inciter à l'inventivité, à condition de dépasser ces cloisonnements.

Les rapports entre la forme et les dispositions du bâti d'une part, et les divers aspects du contrôle des ambiances et du confort d'autre part, sont beaucoup plus difficiles à appréhender. Ils mettent en jeu des processus énergétiques et d'échange qui impliquent tantôt l'espace dans ses dimensions et sa configuration, tantôt la volumétrie et l'orientation du bâti, tantôt la composition de ses enveloppes, tantôt le niveau de ses équipements. Cette complexité est accrue car il faut gérer des phénomènes physiques en fonction d'effets physiologiques, d'où la multiplicité et l'hétérogénéité des paramètres à prendre en compte.

Le versant "production" n'est pas enseignable. La logique de reproduction du capital, qui de ce point de vue est fondamentale, est certes utile pour une approche globale du secteur du bâtiment, et pour reconnaître son évolution récente et son histoire sur des périodes relativement longues (de l'ordre de la décennie). Cette logique reste complexe à saisir, en raison d'une série d'interventions (rôle de l'état dans le financement de la construction, politiques techniques, ...), d'un héritage historique et d'un jeu institutionnel (F.N.B., ...).

Au niveau de l'intervention architecturale, du projet, cette logique s'accomplit souvent de manière contradictoire à travers des stratégies locales et conjoncturelles d'acteurs, dont le jeu n'est pas susceptible d'un calcul qu'on puisse rapporter à cette logique autrement qu'en des termes si généraux qu'ils perdent toute signification.

Ces conclusions nous suggèrent un premier diagnostic :

1 - l'étayage scientifique des enseignements techniques est une des formes dominantes de reproduction de la division du travail dans l'enseignement, effectuée soit directement par des professionnels qui y projettent leur pratique et la légitiment, soit par des enseignants-relais qui médiatisent ces pratiques. Dès lors, la re-production se trouve "décalée", et la formation technique perd son objet et son efficacité ;

2 - la faible différence au niveau des programmes de formation technique rend compte de l'importance du conditionnement social. Les savoirs techniques et leur apprentissage résultent plus de l'intériorisation des conditions de production et de l'exercice professionnel que des programmes et des contenus de l'enseignement technique. Lorsque les exigences attendues de la formation technique, les pratiques professionnelles, et la demande sociale diffèrent, c'est-à-dire lorsque le conditionnement par l'aval change, les compétences acquises changent, sans pour cela que ce soit explicite au niveau des programmes de formation ;

3 - à l'inverse de ceux des écoles d'ingénieurs, les programmes et l'enseignement des écoles d'architecture semblent résister aux changements et être caractérisés par une certaine "inertie". Pourquoi les écoles d'ingénieurs évoluent-elles constamment, changent-elles leur programme tous les deux ou trois ans (flexibilité, mobilité, adaptabilité), et comment faire pour que les écoles d'architecture puissent pareillement évoluer ? Nous faisons l'hypothèse que la situation des écoles d'ingénieurs tient à ce qu'elles entretiennent des rapports permanents avec des secteurs de la production limités, et que ces deux milieux sont

en évolution parallèle et en interaction constante. Par contre, cet échange entre les écoles d'architecture et le monde de la production est indirect et médiatisé par le fait que dans ces écoles on traite d'abord de la relation générale entre "l'architecture éternelle" - le monde de l'architecture et des formes culturelles - et la "construction idéale" - le monde intangible et désocialisé de la construction avec ses modèles et ses solutions types -. Le mode d'exercice libéral, en marge du monde de la production, n'est pas sans rapport avec cette situation ;

4 - la formation technique dans la formation à l'architecture et dans l'enseignement du projet : il y a des savoirs constructifs, il y a une pratique (le projet). Le projet ne doit pas dispenser de faire la conception technique. Si cela est admis, une bonne pédagogie trouve les moyens de faire passer ces savoirs, en partie à travers une pédagogie spécifique (cours), en partie à travers une pratique de projet, et articule ces deux apprentissages de façon que les pratiques du projet soient l'expérimentation des savoirs constructifs. Cette expérimentation doit toujours se dérouler de manière à assurer une conduite "éclairée et assumée" du projet, en particulier sur le plan technique. L'enseignement doit y veiller et être en mesure de faire face aux deux situations suivantes : soit, les savoirs préalablement acquis sont suffisants pour cette conduite, le projet le démontre : il y a acquisition de savoir-faire à partir de leur maniement ; soit, les savoirs préalablement acquis sont insuffisants pour la conduite du projet, à la lumière des problèmes soulevés ou de la visée de projet recherchée. Le travail du projet motive alors un travail d'approfondissement et de recherche, individuel ou collectif, en complément de la formation initiale. Ou bien ce travail d'approfondissement et de recherche peut se satisfaire des savoirs disponibles, ou bien on se retrouve devant un non-savoir, situation qui requiert invention, remise en jeu des connaissances. Cette situation est analogue à celle des cas réels exigeant invention.

Sur la place de la conception technique dans la production actuelle

Un deuxième constat concerne les changements récents apparus dans la production du bâti. Les évolutions récentes de la commande d'espace pour satisfaire une demande qualitativement et quantitativement nouvelle, aux aspirations contraintes par un niveau de solvabilité limité ; celles dans les techniques de fabrication et dans l'organisation du procès de travail, sous les incitations des politiques techniques, et comme l'effet des stratégies des divers intervenants, en particulier des entreprises, des constructeurs, négociants, et distributeurs de matériaux et de composants ; celles dans la gestion et la production de l'espace et du territoire par le biais des politiques urbaines, se traduisent par une redistribution des rôles et une redéfinition des compétences, et risquent de remettre en cause l'existence même de l'intervention architecturale dans ses formes connues, et plus fondamentalement celle du projet.

Par exemple, les besoins actuels en logements et en construction courante sont déjà satisfaits, pour une très large part, dans le cadre d'une production organisée sur la reproduction de produits banalisés du type "clef en main". Dans cette organisation, la médiation architecturale n'est plus nécessaire dans la régulation et l'ajustement des rapports entre l'offre et la demande. Si son champ d'application reste étroitement limité par des contraintes de rentabilité financière, elle représente déjà une part considérable du marché de la construction. Il faut bien en mesurer et en assumer les conséquences aux divers plans de la gestion du territoire et de l'image de la ville, des usages de l'espace bâti et des pratiques sociales de consommation induits, de l'organisation de la production et de la qualification des métiers du bâtiment, en raison de la pratique généralisée de la sous-traitance avec l'instauration de nouveaux rapports de force au sein de l'appareil de production.

Ces besoins peuvent aussi être satisfaits grâce au travail architectural - ce qui n'est pas a priori une garantie de réussite aux divers plans mentionnés ci-dessus, mais peut présenter une souplesse utile pour se préserver de certains risques et se réserver des interventions délicates, que n'a pas le "clef en main" -, qui peut proposer par ses projets de nouveaux rapports entre des espaces qualifiés mieux adaptés à des usages et à des pratiques sociales, une meilleure insertion dans un tissu bâti culturellement marqué, et l'expérimentation de nouvelles méthodes de travail dans le cadre d'une politique de réorganisation de la production et de qualification des emplois du bâtiment. Le projet retrouve ici son sens fondamental d'articuler, dans une forme bâtie, qualification des espaces, stratégie de production et transformation du territoire.

Le premier cas, basé sur la reproductibilité - reproduction de solutions commercialement éprouvées, répétitions d'un processus codifié et optimisation de certaines de ses séquences -, ne mobilise pas, à proprement parler, de pensée technique : il n'est pas orienté vers l'invention ni l'expérimentation, mais recherche seulement des modifications locales et conjoncturelles de ses produits pour améliorer ses objectifs commerciaux et financiers. Par contre, lorsque la reproductibilité fait défaut, le recours à l'invention s'impose, ce qu'autorise le second cas : la pensée technique doit être mobilisée et impliquée dans le projet. La crédibilité de ce second cas dépend des qualités spatiales, formelles et d'usage des édifices projetés, et de leur valeur démonstrative et innovante en particulier dans leurs aspects technico-économiques, et donc des capacités de leurs concepteurs dans ce domaine. Leurs projets doivent pouvoir souffrir la comparaison sur ce plan avec les produits élaborés dans le premier cas.

Aujourd'hui, alors que nous assistons à une redistribution des rôles et à une redéfinition des missions, dans l'organisation de la production du bâtiment, l'enjeu de la formation technique des architectes est de leur assurer les moyens de proposer et de maîtriser des projets nouveaux, pour créer et valider une commande en réponse à une demande, souvent incertaine, sollicitée par le jeu concurrentiel et

soucieuse de s'assurer des garanties financières, et de la durabilité de son investissement. Dès lors, aborder le contenu technique des enseignements entrant dans la formation architecturale en terme de formation technique plutôt que de construction, répond aussi à notre volonté de contribuer, par notre travail de recherche, à la réussite de cette stratégie, basée sur l'intervention architecturale - le projet - , en proposant les moyens de la transformer.

L'exigence première attendue d'une formation technique pour architectes est dans l'apprentissage de la pensée technique, des démarches, méthodes et outils qui la caractérisent, et de son emploi dans le travail de projet, de manière qu'il y ait acquisition d'un "savoir-construire". Le "savoir-construire" désigne le savoir-faire spécifique de l'architecte comme technicien. C'est à ce "savoir-construire" que la puissance publique peut être tentée de ramener la compétence professionnelle des jeunes diplômés qu'elle garantit face aux attentes de la société. Ce problème de garantie, dont les termes s'énonçaient déjà au siècle dernier lors de la création du diplôme d'architecte\*, met en jeu des orientations politiques (politique de l'architecture et politiques techniques, réformes de l'enseignement, de la profession, ...), révèle aussi une série de difficultés à des plans différents :

- celles de tout enseignement supérieur ayant vocation à former des professionnels, et par ailleurs à développer ses problématiques (cf annexe 1, intervention de G. DENIELOU)

- celles qui résultent de la confusion entre formation de l'architecte et formation à l'architecture ; aucune des deux ne pouvant se réduire à l'autre. Dans le contexte d'une indistinction entretenue (parfois par le détour de l'atelier de projet conçu comme boîte noire de la formation), et quelles qu'en soient les raisons (légitimation professionnelle attardée ou difficulté théorique), les enseignements d'ordre technique sont à la fois sur-valorisés comme source de légitimation, de compétence, de créativité parfois, et en même temps programmés comme disciplines servantes, dont les savoirs doivent être appris tôt et à moindre coût, pour pouvoir enfin faire de l'architecture à part entière ;

- difficultés enfin liées à l'illusion entretenue sur la décision technique conçue comme un calcul scientifique, intervention toujours possible d'un savoir mathématisé, résolution toujours optimalisante de problèmes strictement définis ; illusion au fondement de l'idéologie contemporaine qui atteste l'absence d'une culture technique fondée, et autorise la pseudo-évidence de "LA solution technique aboutie". Tout ceci masque, en particulier, que suivant les acteurs impliqués, LA technique n'est pas une (à finalités différentes, contenus différents).

\* cf "Essais sur la Formation d'un Savoir Technique : le Cours de Construction" EPRON, GROSS, SIMON - CORDA 1976

Ce faisant, nous assumons la pétition théorique d'une distinction possible - et nécessaire pour la conduite de cette étude, et que nous nous efforcerons de démontrer - entre projet d'architecture et projet technique au sein d'un même processus. Sans opérer de choix a priori entre tel ou tel type d'organisation du procès individuel ou collectif de projetage, nous pensons ainsi fonder l'interaction possible entre ces deux registres, et par là la possibilité que le changement dans la production du bâti puisse aussi être un renouveau de l'architecture et, paradoxalement, que les nouvelles interrogations sur l'espace soient les conditions mêmes d'un renouvellement technique.



## LA TECHNIQUE DANS LE PROJET Technique et logique des acteurs

Le problème de la prise en charge de la technique dans la conduite du travail de projet peut être résolu à condition de montrer l'originalité de la contribution technique, et de reconnaître dans l'oeuvre architecturale, l'objet technique qui y est contenu. Le rapport de l'architecte à la technique, dans l'exercice du projet et de la maîtrise d'oeuvre, ne recouvre ni ne recoupe en totalité celui que chacun de ses partenaires entretient avec celle-ci. Spécifier leur rapport respectif à la technique, c'est d'abord assujettir la technique à des finalités correspondant à des logiques particulières d'intervention et à des stratégies d'acteurs, pour découvrir leur point de vue et leurs exigences particuliers sur l'édifice qu'ils défendent et valorisent jusque dans sa définition technique.

Le maître d'ouvrage et le promoteur, attentifs à la rotation du capital, déterminent des choix techniques sur les prestations et leur durabilité, les équipements et leur entretien, les techniques de mise en oeuvre, en fonction de la durée des travaux escomptée et de la date de mise en service attendue (vente ou location) de leurs immeubles. Ces choix reposent, pour chaque programme, et en fonction du marché visé, sur une répartition de son coût global entre la part d'investissement initial et celle destinée à l'entretien et à l'exploitation du patrimoine bâti, cette dernière pouvant être laissée à la charge entière de l'occupant.

L'entreprise, avec sa logique de reproduction du capital, voit la capacité de ses techniques de fabrication et de ses savoir-faire à satisfaire qualitativement (niveau de finition et de prestation) et quantitativement (volume et rythme de production) une commande, dépendre des orientations de ses investissements : soit, plutôt en capital mort et outillage, en employant une main-d'oeuvre peu qualifiée ; soit, en capital travail, en valorisant une main d'oeuvre qualifiée. Les conséquences de ces choix sont connus : découpage des travaux et définition des lots (avec apparition de nouveaux corps d'état), partage entre travail "in situ" et hors du chantier, avec ses incidences sur le transport, la manutention, le levage et le stockage, sur l'organisation générale, la gestion du chantier, et le déroulement des travaux. Le contenu du travail de maîtrise d'oeuvre s'en trouve modifié et le projet est assujetti à des contraintes particulières en fonction des orientations de l'entreprise dans ses investissements.

Le bureau d'étude spécialisé contribue à la satisfaction des performances particulières de l'édifice, par la conception et la vérification de certaines de ses parties. Il intervient aussi pour contrôler le coût des travaux. Son intervention est donc partielle et limitée. Elle repose sur des modélisations, faites le plus souvent a priori, pour y appliquer ses méthodes de calcul : modélisations des phénomènes physiques auxquels le bâti est soumis rapportées à celles correspondantes du bâti (l'édifice comme structure statique pour le bureau de structure et de génie civil, l'édifice comme système d'échange et de régulation des ambiances, pour le bureau en génie climatique, thermique et fluides, ...) ; modélisation du processus réel d'édification rapportée à celle d'un processus idéal, pour le rationaliser, diminuer les coûts et contrôler la répartition de la valeur ajoutée. Le bureau de contrôle, représentant l'assurance construction, vérifie la conformité des solutions proposées et leur réalisation au système normatif et réglementaire de la construction.

La contribution de l'architecte est de satisfaire simultanément à des exigences d'usage, d'inscription culturelle, et de réalisation par un projet d'espace défini formellement, fonctionnellement et techniquement, et par une stratégie d'édification conduite dans la maîtrise d'oeuvre. Du point de vue technique pour y parvenir, il prend en compte les problèmes techniques qu'il connaît ; pour ceux qu'il ne maîtrise pas, il fait appel à des spécialistes. L'architecte et ses partenaires habituels, aidés par les spécialistes nécessaires, décident en commun d'un parti. Dans cette coopération, l'architecte veille notamment à la cohérence architecturale et technique du parti retenu. Le projet peut alors être mis au point puis réalisé, chacun y contribuant selon sa spécialité et sa compétence, et dans les limites de ses responsabilités. Le savoir technique mobilisé par l'architecte n'est pas un condensé de celui de ses partenaires. L'architecte n'est pas le spécialiste de toutes les techniques, le généraliste des techniques au savoir pluridisciplinaire. On a pu y croire à une certaine époque. La question de la formation technique n'était même pas à poser, elle était résolue par une addition d'emprunts aux divers secteurs techniques reconnus utiles, dispensés tout au long du cursus.

Dans l'enseignement de l'architecture aujourd'hui, les disciplines techniques sont encore souvent enseignées par des praticiens non architectes (ingénieur conseil, technicien de bureau d'étude et de contrôle) qui y projettent leur pratique professionnelle respective, certes légitime et utile dans la production, mais qui ne correspond pas nécessairement au point de vue du projet. Les connaissances qu'ils transmettent sont mal comprises, malgré parfois un contenu de qualité, en raison des impasses qu'ils sont obligés de faire, compte tenu du peu de temps d'enseignement dont ils disposent et de la faible réceptivité de leur auditoire. L'inadaptation de leur enseignement se traduit pas une sous-compréhension de son contenu. Elle provoque une insatisfaction à leur égard qui rejailit sur leurs pratiques et leurs compétences, qui se voient dévalorisées en même temps qu'identifiées à LA TECHNIQUE. Cette dévalorisation de la technique, dont l'origine est dans l'ignorance de la logique qui fonde les pratiques et l'intervention de ces professionnels, auxquels on délègue et sous-traite l'enseignement des disciplines techniques, renforce le clivage entre architecture et technique. Cette dévalorisation explique en partie la démission et la déresponsabilisation des architectes quant aux aspects techniques de leur travail, dénoncées précédemment. Ainsi, l'enseignement reproduit les aléas de la division du travail que les étudiants intériorisent.

La technique, dans le monde du bâtiment, recouvre plusieurs significations à rapporter à la nature et aux compétences de chaque intervenant, à une division du travail et un partage des responsabilités, et aux logiques qui les sous-tendent : celles de la rotation du capital et des orientations des investissements, celles des diverses modélisations du bâti et de la rationalisation du procès de travail, celle normative du contrôle, celle de l'intervention architecturale et du projet. Reconnaître ces logiques permet d'identifier leurs effets dans la conception et la réalisation de l'édifice ; c'est aussi sortir des ambiguïtés trop communes et nombreuses attachées à LA TECHNIQUE, réduire son opacité et s'ouvrir aux réalités techniques et sociales du travail ou de la production. A l'inverse, ignorer ces logiques, c'est non seulement entretenir et renforcer cette opacité, mais se mettre en situation de dépendance de ceux qui prétendent détenir la technique.

### Technique et projetage, trois situations

L'analyse des diverses modalités d'intervention de la technique dans la conduite du travail de projet, correspondant à des situations observables dans les pratiques des architectes et dans l'enseignement, permet de dégager des notions qui seront ultérieurement précisées et articulées. Elle permet aussi de développer de premiers arguments en faveur de notre thèse centrale, selon laquelle l'existence d'une pensée technique est conditionnée par celle d'une pensée sur l'espace. A défaut d'une telle pensée sur l'espace, le projet s'inscrit dans le registre de la productibilité par addition de solutions techniques répondant à des problèmes fractionnés, eux-mêmes posés à partir de solutions constructives existantes et fractionnées ; par contre, un projet qui fait face à de nouvelles questions sur l'espace implique la pensée technique, qu'il nous faudra caractériser.

Dans le travail de définition de l'édifice, nous avons distingué trois situations.

#### Reproduire

Dans la première, le travail de projet se limite, soit à transposer dans l'espace un organigramme fonctionnel, soit à reprendre une image d'édifice ou d'élément constructif, sans chercher par exemple à exploiter les rapports de contiguïté et de voisinage entre les espaces, introduire une nouvelle variable inattendue, un parcours, des séquences, chercher à se rapprocher d'un type architectural, s'inspirer de références et de modèles architecturaux, de situations analogues, jouer avec le site, développer certains paradoxes entre les dimensions apparentes et réelles des édifices, les jeux d'échelle ; en définitive, reconnaître dans la complexité et la richesse d'un édifice qu'il n'est pas que la traduction matérielle d'un schéma fonctionnel ou d'un organigramme.

Les projets correspondant à cette première situation sont facilement reconnaissables par leur survalorisation implicite de la construction, selon deux modes, par excès ou défaut. Ils résultent de la juxtaposition d'espaces prédéfinis sans véritable hiérarchie, ni principe d'organisation interne et de distribution, si ce n'est ceux induits par un arbitraire et un systématisme (trames croisées à 45°, ...) générateurs de difficultés et dont la résolution constitue la performance du projet. Leur seule qualité est d'être constructibles et durables en raison de leur respect de conventions constructives et de normes. En dehors d'un principe général d'agencement et générateur de la forme par addition, c'est le D.T.U. qui décide du projet. La constructibilité est donc la seule exigence prise en compte et satisfaite, et la technique y est considérée comme un stock de solutions fiables, additionnables qui offrent alors un registre de justifications et de cautions de la forme bâtie.

La prise en charge des problèmes techniques est considérée comme une entrave à la liberté de conception, dont on peut se dégager par renoncement et respect scrupuleux des normes. La technique est aliénante, et le concepteur ne peut recouvrer sa liberté que par autolimitation et apprentissage de solutions-types protectrices. Dans l'enseignement, cette situation est celle du traditionnel "projet construction", complément du cours de construction. La forme proposée est le plus souvent simplifiée pour faciliter l'emploi de solutions techniques-types. L'exigence architecturale est ici reléguée au second plan. L'apprentissage de la technique procède essentiellement de la copie, du dessin et de codes de représentation graphiques (plans à 1/50e, détails de construction à 1/20e, 1/10e, ...), il répond dans l'élaboration de prescriptions à une des premières exigences pratiques attendues de la formation de l'architecte. Le cours de construction y trouve sa raison pratique et sa légitimation. L'acquisition de cette capacité à décrire et à prescrire par le dessin technique permet à l'architecte de construire.

Deux attitudes peuvent être observées dans l'emploi de ce registre technique. La première consiste à l'utiliser en lui déniaut toute expression architecturale : l'édifice n'est que l'addition et la juxtaposition des seules solutions techniques jugées utiles, et qui peuvent paraître quelquefois bien dérisoires ; le projet peut revendiquer de n'être que constructible, et le montre. La seconde valorise ce registre technique au nom d'un expressionisme architectural : c'est une prise de position doctrinale. Un principe de vérité, de lisibilité et de rationalité des formes construites peut être invoqué - "la console doit montrer ce qu'elle est" (cf VIOLLET LE DUC) - ; ou bien une esthétique du pittoresque et du dérisoire populaires, l'hymne au pavillon de banlieue ; celle d'une certaine modernité industrielle avec des trames, des systèmes spatiaux proliférants ; ou bien celle d'une post-modernité libérée de toute contrainte et ouverte aux citations et aux emprunts, avec la modénature et la texture et leurs traductions techniques dans le détail de construction comme fondement de l'architecture. Ces deux attitudes entretiennent, par le biais d'un argument technique, un rapport ambivalent à l'architecture, en lui déniaut tout fondement autre que technique, ou au contraire, en la fondant sur une image de la technique, dont l'architecte est le porteur et qu'il met en forme, ce qui constitue sa contribution spécifique.

Dans le premier cas, l'architecture est strictement contenue dans la technique, et l'architecte doit être un "poly-technicien" rompu à tous ses usages et ses formes.

Dans le second cas, l'architecture est un "en plus" de la technique, et ce dépassement ne peut être assuré que par la figure de l'architecte. Lorsque les discours doctrinaux et les propos commerciaux tenus dans le système médiatique architectural aujourd'hui et dans un passé récent, utilisent l'argument technique, ils adoptent tantôt l'une ou l'autre de ces deux attitudes, tantôt les deux simultanément. Les discours sur la variété, le retour à l'industrie, le design, le "high-tech", l'autoconstruction et la participation des usagers se sont prévalus de cet argument technique. La technique y est réduite à un catalogue d'objets et à des modes graphiques de représentation, au service de stratégies professionnelles. Heureusement qu'elles sont soutenues par des pratiques, notamment sur le plan technique, qu'il nous reste à élucider.

### Adapter

La seconde situation se rencontre lorsque la compatibilité des solutions techniques existantes pose problème dans l'édifice projeté. Le problème technique est de résoudre cette compatibilité par des modifications locales et partielles, sans trahir l'espace projeté et souhaité, sans trahir aussi les conventions qui régissent le travail, ni remettre en cause l'organisation de la production. Alors que la situation précédente est celle d'une stricte reproduction - on copie les solutions existantes -, ici, on procède à leur ajustement. Faire face à cette situation mobilise une connaissance raisonnée des solutions techniques conventionnelles, une connaissance des raisons de leur disposition détaillée, pour évaluer les conséquences de toute modification proposée dans l'effet d'espace obtenu et l'aspect de l'édifice, dans sa durabilité, son vieillissement et ses dégradations éventuelles, et enfin dans les difficultés de mise en oeuvre et le processus de fabrication, étant entendu que cette modification doit être autorisée par les règlements.

Dans l'enseignement, le traditionnel cours de construction et de technologie ne peut y suffire, il serait même un premier obstacle à l'apprentissage d'une telle démarche. Cet apprentissage a lieu lorsque l'atelier de projet peut bénéficier de l'expérience et du savoir-faire d'un enseignant, souvent ingénieur, quelquefois architecte, sensibilisé et particulièrement rôdé à la résolution de ce type de problème. Si l'expérience acquise dans diverses situations professionnelles s'avère être ici irremplaçable, c'est que ce problème est très courant dans la pratique professionnelle. Il est difficile pour un praticien d'assurer la constructibilité des édifices par l'emploi de solutions techniques conventionnelles apprises à l'école, qui sont progressivement tombées en désuétude, peu employées dans son lieu d'exercice, ou non conformes à la dernière réglementation. Cette adaptation est donc indispensable pour faire face aux évolutions locales des techniques, prendre en charge certains particularismes régionaux, et, dans une certaine mesure, pouvoir bénéficier du jeu concurrentiel des entreprises en s'adaptant à leurs façons de faire. Cette situation est aussi celle de l'ultime réglage du projet dans sa définition technique précise, après consultation des entreprises. Il est fréquent qu'après dépouillement de leur offre, leur sélection, on procède à un dernier ajustement du descriptif qui inclut certaines de leurs propositions jugées préférables et négociées après coup. L'adaptation des solutions techniques existantes au projet, et celle du projet aux offres des entreprises sont deux situations symétriques. Elles sont toutes deux doublement limitées par les exigences du projet et sa visée sur l'espace d'une part, par le respect des conventions techniques en vigueur et des normes réglementaires d'autre part. Le statut de la solution technique de référence, qui subit ces modifications locales s'apparente à celui d'un modèle, dans la mesure où le concepteur s'en inspire pour résoudre le problème de sa compatibilité ; ses marges d'adaptation et son champ d'application restent bien délimités. L'enseignement de la construction aurait plutôt tendance à les présenter comme des normes. La conception technique d'ensemble de l'édifice résulte alors de l'addition de compromis négociés et de modifications locales entre les différents secteurs techniques.

Dans le pratique, ce travail d'adaptation se pose, en règle générale, à partir de la mise en oeuvre et de la conduite des travaux pour, le cas échéant, dans un second temps, infléchir le travail de conception proprement dit. Le concepteur acquiert ainsi progressivement par son expérience professionnelle des habitudes de travail correspondant à son insertion dans son milieu professionnel avec ses partenaires habituels (maître d'ouvrage, bureau d'étude, entreprise). Cette acquisition peut être positive : simplifier et clarifier les rapports professionnels, améliorer les conditions de la collaboration, et peut favoriser une coopération autour d'un projet collectif. Elle peut être négative : accroître la résistance aux changements et aux innovations, introduire des rapports de force et conduire à une situation de domination de certains partenaires au sein de ce milieu.

L'expérience acquise dont peuvent se prévaloir les professionnels, et qui les différencie des jeunes diplômés, concerne ces deux aspects d'une même réalité professionnelle. Il est paradoxal que l'enseignement ne puisse véritablement transmettre cette expérience autrement que sous des formes dégradées, qui en affaiblissent le contenu, en des termes, soit trop généraux et évidents pour être utiles (les enseignements de pratique professionnelle et de gestion d'agence ont trop souvent un contenu faible), soit trop particuliers et difficilement généralisables (l'explication de la réussite d'une stratégie professionnelle est trop complexe pour être contenue dans le compte-rendu qu'en fait son auteur et en occulte l'essentiel). La raison de cette incapacité de l'enseignement à faire bénéficier les étudiants de cette expérience est peut-être aussi à rechercher dans le mode d'exercice dominant de l'architecture, la situation d'extrême concurrence au sein de ce milieu et l'isolement du projeteur condamné à tout savoir, dans le mode de distribution de la commande et l'absence de véritable stratégie professionnelle collective autre que celle qui vise à préserver les acquis corporatifs.

Enfin, un cas particulier de cette situation de négociation, et qui tend à se généraliser dans la production bâtie, du logement en particulier, correspond à ce que recouvre abusivement aujourd'hui, selon nous, l'expression "économie du projet". Nous préférons lui substituer celle d'"économie du produit", car il s'agit bien du problème général des rapports entre la valeur d'échange d'un bien produit et la rationalité technico-économique de sa production. Dans l'économie du produit - au sens général où nous l'entendons -, le projet est déjà là, partiellement dans son image, ses caractères formels et spatiaux. La recherche d'économie consiste à lui faire subir, après coup, des modifications locales, partielles, souvent très nombreuses, pour satisfaire à des objectifs imposés. L'analyse de la valeur est ainsi une méthode de recherche d'économie du produit (elle peut aussi favoriser l'invention par l'analyse fine à laquelle elle conduit, et la mise en question systématique des solutions). La recherche d'économie du produit est centrale dans la production locale, pour satisfaire des exigences de coût dans le cadre d'un

appareil de production donné. Elle l'est aussi lorsqu'il faut infléchir l'organisation de l'appareil de production au nom d'objectifs techniques, économiques ou sociaux. C'est le cas des politiques techniques, c'est celui général de tout projet sur l'organisation de la production, à la réalisation duquel l'architecte contribue dans son travail de conception et de maîtrise d'oeuvre - sa contribution étant souvent ressentie par lui-même, comme condition d'assurance et de renouvellement de la commande -. Il orientera alors son projet vers l'emploi de solutions techniques, de systèmes de construction, de procédés et de façons de faire qu'il estime préférables, ou qu'on l'incite à utiliser. Il privilégiera leur emploi et cherchera à les adapter aux diverses circonstances. Il leur réservera des zones d'emploi dans ses projets, de manière à leur assurer les meilleures conditions de reproductibilité ; il les exprimera dans son parti, et l'expérience acquise lui permettra alors d'affirmer sa maîtrise des coûts dans le jeu concurrentiel des entreprises. La recherche d'économie du produit comporte une part d'expérimentation, car la mise au point de solutions et de procédés reproductibles nécessite d'en tester et d'en évaluer les capacités et les conditions d'adaptation. Elle est bien le cas limite de notre deuxième situation.

### Expérimenter

Les deux premières situations correspondent à l'idée courante et banale selon laquelle "il n'y a pas d'architecture sans construction", "la technique est au service du projet", "elle en conditionne l'existence et les formes". La première situation est enseignée dans le traditionnel cours de construction ; la seconde l'est plus rarement, par la présence d'ingénieur ou d'architecte "constructeur" dans l'atelier de projet. Les connaissances proprement dites correspondant à cette seconde situation - par exemple analyses technico-architecturales et comparatives de typologies d'édifices - restent fragmentaires et sont peu enseignées. Il reste à examiner la troisième situation inversion des propositions précédentes : l'existence d'une pensée technique est conditionnée par celle d'une volonté et celle d'un projet architectural d'espace . La reproduction faisant ici défaut, la nécessité d'inventer implique le recours à la pensée technique. Dans notre domaine, un projet d'espace est nécessaire à l'existence d'un projet technique. De nombreux projets architecturaux ne reposent, ni n'impliquent, de projets techniques.

Cette troisième situation, où la technique n'intervient pas après coup pour parachever et légitimer des formes préexistantes, comme dans les deux précédentes, apparaît dans deux circonstances. Celle de bâtiments uniques, exceptionnels, en réponse à un programme et dans un contexte nouveau. L'histoire de l'architecture est jalonnée d'édifices exemplaires exprimant une volonté sur l'espace, dont l'invention et la réalisation reposent sur un projet technique novateur. Ils ont une valeur inaugurale et possèdent un caractère expérimental. Celle de programmes courants, le logement par exemple, dans le cas où les projets instaurent de nouveaux rapports entre les espaces d'usage et leur qualification, les formes construites et leur signification culturelle, les conditions de leur production et l'organisation du travail

dans leur processus d'édification ; autrement dit, des projets qui proposent de nouveaux rapports entre les trois univers de problèmes qu'articule tout projet architectural : l'univers de la commande d'espaces qualifiés pour des usages ; l'univers des formes dans une culture architecturale, son héritage historique et ses débats doctrinaux ; l'univers de la production matérielle et des capacités techniques de son appareil.

Les édifices de la première catégorie sont peu nombreux, leur commande est rare, leur caractère novateur est reconnu, et il est admis que leur conception et leur réalisation peuvent bénéficier de moyens exceptionnels, par exemple l'appel à un concours international.

Ceux de la seconde catégorie, problématisés par une perspective innovante, présentent aussi un caractère expérimental et démonstratif. En cela, ils sont comparables aux précédents, à la différence qu'ils sont souvent moins spectaculaires, ne mobilisent pas de moyens financiers, techniques et humains exceptionnels, ont des répercussions sociales plus larges, leurs innovations peuvent être plus facilement diffusées et socialisées. Ils sont porteurs de l'expérience d'une équipe, cumulative avec d'autres et diffusable dans les milieux professionnels et le public. Ils représentent l'essentiel de la commande architecturale dans les années à venir. Aussi doit-elle pouvoir être saisie par les architectes d'aujourd'hui et ceux de demain. Ils constituent un des enjeux présents et futurs de l'enseignement de l'architecture, et donc de la formation technique des architectes.

Or aujourd'hui, l'enseignement ne sait pas encore former des gens susceptibles de faire face à cette troisième situation. Sauf lorsqu'il ne s'agit que de prendre en charge et de répondre dans le projet à des exigences techniques et programmatiques sur des points particuliers pris isolément, dans certains cas deux à deux. On sait résoudre, et partiellement enseigner les rapports espace et structure, dans une moindre mesure de manière satisfaisante ceux entre espace et contrôle environnemental (acoustique, thermique, lumineux). On ne sait pas résoudre la prise en charge ni le traitement simultanés de plusieurs points de vue techniques particuliers, en les rapportant chacun au projet global pour en évaluer les contributions respectives, autrement que de manière soit additive, soit simplificatrice : par addition de solutions partielles et localisées d'une part, ou bien, par une réduction de la complexité, en ne retenant qu'un nombre limité de facteurs, et en négligeant les autres.

Il nous manque donc ici des éléments de démarche technique opératoires, homogènes et comparables, et dont la confrontation peut susciter l'invention de formes et de parties d'ouvrages, qui puissent être reprises et valorisées par le projet.

Un travail d'approfondissement sur la pensée technique en général - démarches, méthodes, outils - et ses emplois dans notre domaine s'avère nécessaire. Si l'enseignement de l'architecture aujourd'hui a tout à gagner d'une amélioration de son contenu technique, le monde de la technique et des techniciens a, quant à lui, tout à gagner à se confronter à l'architecture, tout édifice étant aussi un objet technique.



LA CONCEPTION TECHNIQUE DANS LE PROJET - SES MODALITES

## ENJEUX TECHNIQUES DANS LE PROJET ET COMPETENCE Constructibilité, convention

Une première compétence concerne la constructibilité de l'édifice projeté : "on peut le construire et il se comportera "bien" par rapport à ses conditions de vie ultérieure (climat, usage, entretien...)". De ce point de vue, la démarche la plus générale est de se référer aux bâtiments construits, à une production courante bien établie.

Pour ce faire, on fait appel à un corpus d'informations et de règles illustrées : énoncés de "règles de l'art" concernant certains procédés et produits, présentation de solutions éprouvées et de types d'édifices majeurs, ensemble qui traduit et confirme une convention constructive correspondant à une aire historique de production du bâtiment, faite de ce sur quoi les différents acteurs sont d'accord ; mais aussi, convention tenant à son mode d'expression, à la façon de coder l'information qui circule entre les acteurs (avec pour conséquence un figeage de ce qui est communiqué et des rapports sociaux où celui qui prescrit est doté du pouvoir de coder). C'est sur l'apprentissage de cette (re)présentation codée d'un catalogue que s'acquiert une compétence à construire et à articuler construction et composition.

Ce savoir-construire vaut dans un contexte général où la reproduction des solutions existantes se légitime de l'autorité du concepteur, et en même temps l'assoit. Objet des cours de construction classiques, on doit y reconnaître les acquis d'une production en tant qu'elle est matérielle, socialisée, et installée dans la durée d'une étape historique définie ; formation non fermée donc, si le "cours de construction" adopte une démarche comparatiste et fournit une argumentation historique. Les références utilisées (le "catalogue"), les monographies, peuvent alors privilégier des cas exemplaires où : 1. le rapport technique-forme est démontrable au positif (il est au fondement du "parti") ; 2. code de représentation et conventions constructives illustrent une organisation précise de la production.

Au-delà de ses aspects pragmatiques, encyclopédiques ou simplificateurs (les "principes"), le cours de construction ainsi étayé de références significatives dépasse le seul objet de la "constructibilité" et peut être le socle d'une réflexion primordiale sur l'architecture construite et sur l'espace concret dans leurs déterminations techniques.

## Economie du bâtiment, du produit, parties d'édifice, déconstruction

Une seconde compétence concerne l'économie du produit, la rationalité de sa production. Elle porte sur l'adaptation des formes du bâtiment à une organisation de la production donnée ou souhaitée. La rationalité technico-économique du produit est recherchée dans le cadre d'un projet sur l'organisation de la production que l'architecte fait sien ; il s'agit d'optimiser le procès de production par la définition de l'édifice.

A un premier niveau, l'architecte utilise les ressources de la production existante. Les dispositions prévues au projet visent l'utilisation rationalisée de produits, procédés et entreprises connus en vue d'une économie globale. Pour ce faire, il est difficile de disposer d'une information directement utilisable sur les mécanismes et coûts de la production. Ce qu'en dit l'entreprise, par exemple, doit être rapporté à ses objectifs propres et à la façon dont elle a saisi les données (il faut avoir pratiqué la gestion analytique d'un chantier pour mesurer la très relative rigueur des coûts de production et des arguments concernant la productivité). La démarche complémentaire est de saisir les opportunités à travers le jeu concurrentiel des appels d'offres ; mais encore faut-il que le projet s'y prête, c'est-à-dire qu'il soit susceptible d'être découpé en parties assez autonomes - découpage correspondant ici à la partition du travail entre les entreprises -. Un découpage ouvrant toutes les possibilités d'interchangeabilité étant impossible, il faut s'orienter sur celles qui présentent les enjeux les plus importants ; ceci requiert un "pré-dialogue" avec la production à travers chantiers récents, relations privilégiées avec des entrepreneurs de confiance, coopération avec des ingénieurs-conseils, dont la spécialisation correspond au fait qu'ils expriment les possibilités et les contraintes d'un secteur bien défini de la production et qu'en principe ils devraient pouvoir interpréter son économie.

En situation d'école, conception et découpage font l'objet d'une simulation. On a avantage à s'appuyer sur des systèmes de construction et procédés connus et bien documentés. Les visites de chantier et d'édifice sont alors informées par la pratique professionnelle des enseignants, et les rapports entre forme, matériaux et procédés de mise en oeuvre peuvent être travaillés du point de vue de l'économie aussi.

A un deuxième niveau de recherche de l'économie du produit, il s'agit de déplacer la production établie. Il n'est pas interdit à l'architecte de s'impliquer dans les processus complexes de fabrication et de lancement de produits, et de modification de l'organisation du travail ou de la structure du capital. Toutefois, sa responsabilité propre quant au développement d'un procédé est de faire des projets d'édifices qui d'abord sollicitent sa mise au point puis se prêtent à son emploi et à sa diffusion : conception construite autour de ce procédé dont on espère à terme un impact prédominant sur l'ensemble, ou conception composite accueillant ce procédé parmi d'autres, et dont le coût total bénéficie d'un faisceau de solutions économiques partielles (compatibles bien sûr).

A quelles compétences techniques de l'architecte est-il ici fait appel ? D'une part à la capacité de découper l'ouvrage en parties et composants, suivant l'organisation des travaux ou les produits disponibles, de façon à autonomiser les décisions les concernant et à gérer les contraintes d'assemblage. D'autre part, à la compréhension de l'articulation des opérations de fabrication, de façon à pouvoir participer à l'élaboration collective de décisions impliquant des changements dans ces processus.

Découpage de l'ouvrage et décomposition des processus nous paraissent pouvoir être "appris" par l'exercice approfondi de la déconstruction d'édifices du point de vue de leur fabrication, orientée vers l'élaboration d'une méthode descriptive en termes de "système de construction". Le cours

de construction évoqué précédemment (comparatiste et historique) peut y contribuer, s'il est complété par une information raisonnée sur l'organisation de la production matérielle (et il ne s'agit plus seulement du chantier), sur les processus industriels, sur les niveaux d'intégration de fabrications préalables en chantier. Plus généralement, il convient d'introduire le futur architecte au monde de la production technique, celui du chantier mais aussi celui de l'usine avec ses laboratoires, afin d'y reconnaître les impératifs de la reproduction du capital et de l'organisation du travail, et les stratégies qui s'en suivent. Et ce faisant, d'accentuer les deux versants de la conception d'un produit : penser son utilité, penser sa production, articulation en principe présente dans le projet d'édifice mais qui est la règle dans la conception d'un produit industriel.

Economie de projet, stratégies de projet, cohérence et parti

Une troisième attitude face au projet peut être qualifiée de "stratégie pour une économie de projet", où il faut entendre économie au sens large d'organisation des moyens et des processus. Au-delà de la réduction du coût de construction de l'édifice, ce sont les transformations dans le mode de production et dans l'utilisation du bâti qui sont prises en charge par le projet, avec leurs implications.

Avec la "constructibilité", on privilégie a priori une forme architecturale globale dont l'architecte se fait le garant et le maître d'oeuvre ; pour éviter les impasses (techniques ou financières) et les risques ultérieurs, il y a auto-limitation de l'invention formelle ; la doctrine architecturale peut y contribuer en affirmant une esthétique du "bon" emploi (discret ou affirmé, masqué ou transparent, ...) des éléments et principes constructifs existants qu'elle légitime du même coup.

Avec "l'économie du produit", l'invention formelle est guidée par l'exploitation des ressources et de la conjoncture dans le monde de la production, elle concerne un édifice considéré globalement comme produit marchand, ou comme susceptible d'incorporer en les adaptant des produits spécifiés (mais la connaissance des degrés de modification que ceux-ci peuvent supporter sans que l'économie de leur fabrication soit compromise, est incertaine).

Dans la visée d'une "économie de projet", tout peut être mis en question : les spécifications du programme, les potentialités de l'appareil de production, les effets de sens de la forme construite. Quel qu'ait été le projet, l'édifice construit matérialise

- une production d'espaces utiles caractérisés par leurs dispositions et leurs ambiances (en réponse à une commande plus ou moins précise),
- une production de bâtiment, avec ses implications techniques, économiques, sociales,
- une production de sens du fait de l'inscription de la forme construite dans un univers formel existant (contexte, corpus architectural).

Au-delà de cette articulation de fait des trois univers, le projet cherche cette fois à instaurer une cohérence significative entre eux. Comme c'est le cas pour l'invention technique, c'est la cohérence trouvée qui justifie en retour les déplacements opérés dans chacun des univers et les rend opératoires : reformulation de la commande qui s'avère payante et significative, investissement permettant la modification de l'organisation productive qui de nécessaire devient possible, forme nouvelle qui s'affirme comme signe de cette cohérence, en assure la reconnaissance et facilite le changement dans les différents registres. Cette attitude est celle de l'innovation architecturale conséquente. Même si le changement reste discret, il y a alors projet qui interpelle les différents acteurs et amène chacun à assumer le parti proposé. Deux remarques nous paraissent ici essentielles :

1 - manipuler toutes les potentialités intéressantes dans les trois univers est une tâche impossible. Plus précisément, il n'y a pas de critères et de procédures de rationalisation valables de façon générale. L'invention n'est pas le fruit du calcul. Tout technicien créatif sait bien qu'en technique aussi il s'agit de choix globaux (en architecture on dit "partis"), avec ce qu'ils ont de problématique : ils ne sont que relativement vérifiables dans l'après-coup de la réalisation et la décision a comporté l'évaluation des risques que l'on a décidé de courir ;

2 - ce projetage ouvert qui produit sa propre rationalité sans a priori d'ordre formel ou productif renvoyant à la production conventionnelle ou à une innovation technique venue d'ailleurs, ne mobilise pas d'autres ressources (produits ou connaissances) que le projetage en termes de constructibilité ou d'économie du produit.

Dans cette troisième stratégie de projet, quel est le "plus" de compétence technique requis ? Si les connaissances techniques ne sont pas foncièrement différentes, l'architecte doit être capable de les mobiliser plus largement dans un processus de proposition/évaluation articulant les trois univers et en constant déplacement. La formation peut y préparer.

L'apprentissage du projet comprendra, pour son versant technique aussi, l'exercice du changement des points de vue et des échelles, de l'autonomisation momentanée de tel aspect fonctionnel ou objet partiel, des mises en rapport répétées entre objet en service (simulé) et objet en fabrication.

Les enseignements techniques y contribuent sur deux plans :

- développer et instrumenter la conceptualisation des phénomènes physiques en jeu, et celle de la fabrication, pour pouvoir articuler sur un même objet ce qui détermine son fonctionnement (en "performances") et sa fabrication (scénarios et produits). Nous précisons dans la suite les formes de conceptualisation ici évoquées : schèmes, schémas, types ;

- développer et instrumenter la vision globale de l'ouvrage en train de se constituer dans le projet et de s'y transformer.

La dé-construction d'édifices exemplaires, déjà évoquée comme productrice d'un découpage de l'édifice et d'une décomposition du procès de sa production, doit alors s'enrichir d'une réflexion sur ce qui a pu être à l'oeuvre dans sa conception initiale, sur les concepts et la figuration qui ont pu être pertinents pour gérer la cohérence du projet. Au-delà de la définition d'un "système de construction", elle comporte de définir ce qui a été articulé et comment. Mettant en rapport l'objet construit et un procès possible de sa conception, cette démarche de dé-construction nous paraît fondatrice de toute pensée technique ; son évocation ici témoigne que, sur un versant, l'édifice est bien un objet technique.

Appliquée à des édifices anciens, elle conduit à s'interroger sur les techniques de l'époque ; elle peut alors se construire avec notre instrumentation conceptuelle contemporaine (qui s'en trouve testée), mais aussi conduire à retrouver celle des concepteurs anciens, leur épistémé. La déconstruction est ainsi doublement fondatrice de la pensée technique, au sens où elle permet d'en construire une histoire liée à l'histoire des techniques et de la production.

Dans les trois stratégies de projet distinguées, il y a, de façon plus ou moins explicite, conception d'un objet technique, c'est-à-dire "projet technique" constitué de la somme des aspects techniques des décisions globales de projetage retenues. Dans le procès de conception comme dans la dé-construction d'un édifice existant, il convient de dénouer les implications entre ces différents aspects. Pour cela, l'édifice en projet, conçu comme un ensemble matériel plus ou moins composite soumis à transformation, est analysé dans la double articulation déjà évoquée, 1. par rapport aux espaces caractérisables dans leurs dispositions et leurs ambiances physiques eu égard aux activités qu'on y prévoit, 2. par rapport aux opérations de fabrication, emploi des produits ou composants, en chantier, en sachant bien que cette double articulation est elle-même nouée au travail spécifiquement architectural d'écriture de l'espace. Dans cette démarche où la complexité doit être réduite afin d'autoriser la décision, on peut identifier trois tactiques complémentaires : a) ramener l'ensemble des phénomènes physiques à quelques réalités fonctionnelles "isolables", b) nouer ces réalités fonctionnelles au niveau d'objets partiels où elles sont rendues compatibles, voire solidaires, et qui sont susceptibles de scénarios de production, c) articuler les objets partiels dans un système de construction unique où se totalisent les performances fonctionnelles et se dégage le scénario général. Pour les constructions courantes, les choses apparaissent certes beaucoup plus simples ; mais notre description - fondée pour les projets complexes - met en évidence ce qu'on s'abstient de mettre en jeu et qui peut être remobilisé dans une recherche de cohérence nouvelle : l'innovation.

Dans un premier temps, nous allons préciser la question des objets partiels, puis nous aborderons les abstractions nécessaires à leur conception fonctionnelle et productive.

## ARTICULATION DES POINTS DE VUE FONCTIONNELS ET CONSTRUCTIFS

Quels "objets partiels" peut-on dégager dans l'analyse ou constituer dans le projet ?

Découper l'édifice en parties permet de rapporter le projet aux espaces spécifiés par leurs scénarios d'usage, leur place dans la disposition d'ensemble, leur rapport particulier à l'environnement. Il n'est pas sûr que ce découpage se recouvre de façon significative avec celui correspondant à un phasage de l'opération, à des tranches de chantier, à des séquences d'intervention des entreprises. Pour chaque partie d'édifice, découper l'objet-bâtiment en parties fait appel aux mêmes deux entrées : d'une part, le fait que ces parties de bâtiment interviennent pour constituer l'espace voisin et comme opérateur du contrôle de ses ambiances ; d'autre part, le fait que ces parties résultent d'une séquence de travaux définis, éventuellement de l'assemblage de produits spécifiés. Là non plus, le recouvrement n'est pas garanti. Les anciens traités font apparaître des divisions simples : fondations, murs et planchers, toitures comportant charpentes et couvertures, menuiseries et escaliers. Les ambiguïtés que ce découpage recouvre correspondent en fait à de bonnes conditions de genèse de ces parties de l'objet technique : compacité fonctionnelle de chaque partie qui satisfait globalement les exigences d'espace ou d'ambiances, et séparation entre des interventions cohérentes d'entreprises ou de corps de métier. La convention constructive courante qui a hérité les manières de dire et de faire des chantiers des époques antérieures est ainsi organisée en fonction de ces objets partiels qu'on nomme volontiers "parties d'ouvrage", dénomination qui renvoie au fait qu'est privilégiée l'entrée "travaux" qui fait du bâtiment un "ouvrage".

Comment la division en parties d'ouvrage est-elle remaniée, lorsque de nouvelles exigences sur l'espace et ses ambiances vont de pair avec de nouvelles méthodes constructives ?

Dans un premier temps, il s'agit de modifications mineures qui vont intervenir par additions d'éléments constructifs et d'interventions d'entreprises. La division ancienne en "parties d'ouvrage" reste opératoire et la complexité va s'organiser en fonction des contrats des entreprises, de l'évolution de l'appareil productif et des structures du capital. Les "parties d'ouvrage" paraissent donc plutôt devoir rester des artifices provisoires produits dans l'analyse ou le projetage, à partir de points de vue opératoires.

S'il s'agit au contraire d'une modification majeure qui reprend l'ensemble du problème, la division en parties d'ouvrage répondra à la distribution des données fonctionnelles et productives.

Il n'est pas interdit de penser que les modifications mineures de l'habitation, dues à l'évolution réglementée des normes d'espace et d'ambiance et à la mécanisation des chantiers, ont été possibles au sein d'une convention constructive, à la fois accueillante aux détails d'exécution et inerte quant aux processus et instruments de conception des ouvrages, et par là ont retardé la modification majeure de la conception technique de l'habitation que la commande de masse de l'après-guerre aurait pu susciter.

Si la notion de "parties d'ouvrage" semble irremplaçable, ce sera en renonçant à une acception du terme conduisant à un tableau du bâtiment comme celui du boeuf de boucherie, puzzle de morceaux d'appellation fixe, convention de débitage valable pour tous, de l'éleveur au consommateur, permise par la permanence de l'objet. Il est nécessaire de faire de la "partie d'ouvrage" un concept, celui d'une unité opératoire de projetage à définir pour chaque type de projet.

Sous l'angle fonctionnel, l'édifice présente une finalité complexe qu'on peut rapporter à deux groupes principaux d'exigences :

- la permanence de la forme construite, dont les déplacements, déformations ou modifications contrôlables (ouverture/fermeture) ne doivent pas mettre en cause les exigences fonctionnelles : supporter les charges, assurer la clôture (clos, couvert, hors d'eau) ;
- le fonctionnement, à diverses échelles de temps, d'une régulation des ambiances physiques caractérisant les espaces en rapport aux activités prévues, face aux variations du milieu.

Le premier groupe met en jeu des phénomènes physiques relevant du point de vue de la mécanique ; il définit un système structural, formé de sous-systèmes en interaction mécanique dont la fonction est le transfert des charges à travers ces interactions.

Le second groupe met en jeu des phénomènes physiques de transmission-transformation d'énergie (nous aurons à revenir sur leur hétérogénéité) ; il définit un ensemble (système ?) de transmetteurs d'énergie (écrans, filtres, capteurs, transformateurs, accumulateurs et sources complémentaires) ; leur fonction propre et celle de leur système d'interactions est d'assurer les processus d'échange et leurs variations régulées soumises à une double information : les paramètres définissant les variations du milieu et ceux assurant la constance relative des ambiances.

Entendons bien que ces "systèmes fonctionnels" sont des représentations de l'ouvrage produites à partir de points de vue particuliers : des abstractions (on pourrait parler métaphoriquement de projections de l'ensemble matériel sur un "plan" particulier - le plan de l'acoustique par exemple -). Dans le calcul de l'édifice (les moments de l'évaluation du projet en cours), ce sont ces systèmes fonctionnels qui sont identifiés et dont on vérifie les performances. Mais, dans les moments d'invention de l'objet, on procède en général par parties d'ouvrage, en anticipant leur contribution aux performances fonctionnelles globales ou locales de l'édifice. Deux positions limites balisent ce travail. Dans un cas, la partie d'ouvrage participe des divers systèmes fonctionnels, elle agrège les fonctions. Dans l'autre cas, elle les sépare et autonome la ou les fonctions assumées ; chacune est alors assurée par un objet partiel monofonctionnel. L'ensemble des objets partiels consacrés à une fonction constitue alors, à l'échelle de l'édifice, un système matériel qui coïncide avec le système fonctionnel (abstrait) défini précédemment ; on peut le mettre au point de façon indépendante pour peu que les interfaces entre systèmes matériels soient fonctionnellement "neutres".



Dans la pratique, il y a entre la vision globale de l'édifice et la détermination des parties d'ouvrage une échelle intermédiaire de conception : les parties d'ouvrage peuvent être rapportées à quatre familles d'objets dont la définition résulte d'une série de distinctions successives.

D'abord une distinction dans le plan fonctionnel entre :

- ce qui assure la transmission des charges, la stabilité, la pérennité de la forme, ensemble dit système porteur ou structure ;
- ce qui assure le contrôle des ambiances.

A l'intérieur de cette catégorie, une distinction d'ordre spatial entre

- ce qui contrôle les échanges énergétiques avec l'extérieur : c'est l'enveloppe, qui contrôle aussi le passage de l'eau, des personnes...,
- ce qui contrôle ces échanges et circulations entre espaces intérieurs : les partitions.

Enfin, une distinction entre l'édifice ainsi décrit et ce qu'on peut y "ajouter" : machines et dispositifs contribuant à réguler les ambiances, à transporter les personnes ou les fluides ; ce sont les équipements.

On voit que la définition de ces quatre familles, entièrement pragmatique, n'est pas conceptuellement défendable. Ce sont pourtant des notions parfaitement opératoires qui permettent d'orienter la conception technique et d'organiser la description des édifices.

Pour articuler la définition formelle et fonctionnelle des objets projetés avec les espaces et les performances fonctionnelles d'une part, avec l'organisation de la production d'autre part, nous disposons ainsi de deux concepts correspondant à deux niveaux de cette articulation.

Le système de construction, au niveau de l'édifice, est le projet d'articulation globale entre systèmes fonctionnels et parties d'ouvrage. Il est à définir en fonction de l'importance attachée à telle fonction privilégiée ou en fonction de l'organisation de la production. Il implique des parties d'ouvrage qui agrègent ou séparent. Il s'énonce d'un rapport spécifié entre les quatre familles. Il a des implications majeures sur la forme architecturale.

La partie d'ouvrage, à un niveau de conception plus poussé, est constituée d'éléments constructivement compatibles ; elle réalise une unité fonctionnelle, opérateur localisé et localement pertinent d'un ou plusieurs des systèmes fonctionnels ; elle constitue une unité de production résultant de plusieurs opérations de fabrication et assemblages, de composants, susceptibles d'agrégation préalable.

Adopter un parti, sur son versant technique, c'est adopter un système de construction, définir les quatre familles dans leurs rapports à l'espace et le principe de leurs interfaces, arrêter la définition en parties d'ouvrage et esquisser les plus significatives.

CONCEPTION TECHNIQUE ET PENSEE TECHNIQUE - APPROCHE THEORIQUE

Après avoir défini les objectifs d'ordre technique des missions de l'architecte et explicité le contenu technique du travail de projet et de maîtrise d'oeuvre, il convient maintenant de spécifier les instruments nécessaires à l'accomplissement de ce travail, constitutifs de la pensée technique dans notre domaine. De façon générale, celle-ci se distingue des démarches ci-après :

- la pensée scientifique orientée vers la production de connaissances, c'est-à-dire vers la description et la modélisation d'un domaine de réalité ;
- les sciences appliquées, procédures de modélisation et de quantification de phénomènes physiques vérifiées statistiquement, élaborées sur la base d'hypothèses réductrices, destinées à informer et à orienter certaines décisions techniques, mais surtout à les contrôler et à les conforter (réduire leur incertitude) ;
- le savoir pratique de l'artisan, du bricoleur, de l'homme de métier ou de l'entreprise, fondé sur l'acquisition d'un savoir-faire, capable de compléter la prescription technique, de l'adapter, et garant de la bonne exécution.

Nous avons souligné que le projet architectural comporte nécessairement projet technique, car la concrétisation d'un espace passe par la concrétisation d'un bâti ; projet technique qui fait converger dans un projet et résoud dans un objet - l'édifice - des problèmes très hétérogènes relevant de savoirs conceptuels différents. Comment est-ce faisable ? Nous abordons ici la problématique des rapports abstrait-concret. Pour notre domaine, elle peut s'énoncer en quatre points :

1. dans le travail de projet, on part toujours d'une idée de concret, d'une idée du résultat matériel ;
2. toute solution concrète matérielle résoud plusieurs problèmes fonctionnels : elle est une prise de position face à ces problèmes et en propose un traitement particulier. Chaque problème fait appel à des démarches et à des modèles de connaissance spécifiques ; la forme matérielle en institue un agencement particulier ;
3. on ne peut traiter les uns par rapport aux autres ces modèles hétérogènes qu'en passant par la concrétisation d'un objet unique. La gestion dans cet objet concret de ses réalités fonctionnelles respectives devrait au moins assurer leur compatibilité réciproque, si possible leur complémentarité, éventuellement produire un renforcement mutuel ;
4. si toute idée - de forme - peut s'actualiser ou se réaliser à travers plusieurs formes concrètes (analogues), chacune d'elles propose un agencement particulier des problèmes fonctionnels et d'organisation de la production.

Il faut donc reconnaître l'écart irréductible entre les phénomènes et leurs modélisations abstraites, d'une part, et la solution matérielle qui y répond par le traitement particulier qu'elle leur impose, d'autre part. Dans cet écart fonctionnent schèmes, schémas, types..., dont nous allons esquisser l'épistémologie.

## UN CONCEPT FONDAMENTAL, LE SCHEME

Le terme schème est présent dans le "Vocabulaire Philosophique" de LALANDE comme mot de la langue courante pour schéma, plan, projet..., et comme concept philosophique proposé par KANT et renouvelé par BERGSON. L'"Encyclopedia Universalis" ignore "schème" dans son thésaurus si ce n'est sous "composition musicale" où le "schème formel" est la figure canonique d'organisation du temps de l'oeuvre, figure de convention qui rend compte du rapport entre son architecture d'ensemble et les structures closes ou ouvertes formées des thèmes et développements (ce sont les termes mêmes de l'article). Dans ces deux témoins de la culture générale, le terme schème n'est donc pas référé à la pensée technique.

Retour à KANT pour élaborer notre concept. Dans la "Critique de la Raison Pure", au chapitre III, il tisse entre l'expérience sensible du monde et les concepts qui en rendent compte un réseau intermédiaire destiné à fonder les concepts purs de l'entendement. Nous y trouvons matière à définir trois acceptions de "schème" en termes actuels :

- démarche qui règle l'imagination, non plus à former des images de toutes les expériences particulières, mais à saisir l'unité de ces expériences en anticipant la formation d'un concept ;
- figure produite par cette démarche qui, dans la réalité façonnée par nos sens et nos appareillages, aide à saisir ce qui peut être considéré comme l'actualisation d'un concept ;
- figure à laquelle on peut réduire l'information prise sur le réel considéré comme la matérialisation d'un concept, et ainsi représentation opératoire de ce concept.

La fortune ultérieure du terme philosophique a effectivement tourné autour de cette idée d'un mécanisme non directement accessible pour articuler le réel du monde, ou le réel de l'expérience qu'on peut en avoir, avec l'idée qu'on peut s'en faire, modèle donc d'un fonctionnement psychique qui insiste sur ces aspects réducteur, dynamique et orienté par la possibilité d'une action, en opposition à l'effet d'image statique qu'évoque la notion de reflet. C'est aussi dans cette intention que le terme est employé en psychologie contemporaine pour indiquer une disposition, un potentiel d'action pré-programmée (finalisée ?), ce qui, dans une perception ou une représentation, l'oriente et la structure.

La pensée technique comme façon de saisir dans la réalité ce qui peut en être transformé vise à énoncer les procédures de cette transformation en rapport avec son utilité présumée. Façon d'envisager de gouverner le réel en y projetant un objet (ou un processus) et en définissant la façon de fabriquer cet objet (ou gérer ce processus). La notion de schème nous paraît pertinente pour décrire cette activité intellectuelle, à condition d'opérer un ajustement de la notion philosophique d'origine.

Il ne s'agit plus pour nous d'un mécanisme psychique postulé (qui s'effacerait à l'avènement du concept), mais d'une représentation abstraite énonçable : on peut l'articuler dans la langue ou par figuration graphique (voir plus loin schémas). Donc d'un mode de connaissance communicable.

Il s'agit d'une représentation du réel construite, et ce explicitement à partir d'observations et de pratiques d'intervention matérielle. En évitant d'isoler le schème de ce qui a permis de le formuler, on balise un domaine de validité de cette représentation, on mesure l'intérêt ou le risque de la transférer dans un autre domaine.

S'agissant d'intervenir dans le réel, le schème est opératoire au sens où 1) cette représentation du réel ouvre la voie à une modélisation plus complète dont il annonce la finalité et le domaine de validité, et 2) il supporte l'inversion de la démarche : du concept ou du modèle vers la fabrication d'un réel qui fonctionne suivant leurs règles.

Un concept renvoie à un autre concept ; il ne renvoie au réel qu'à travers ce jeu d'oppositions et d'articulations : champs sémantiques dans une langue, système conceptuel d'une science. Le schème renvoie directement au réel, avec la brutalité qu'une telle réduction suppose. Il ne mobilise des concepts (des mots de la langue) que pour proposer la description de son propre fonctionnement, imagée ou logiquement structurée. Configuration de relations, mouvement saisi dans un de ces moments, il semble très généralement susceptible d'une représentation spatiale, d'une figuration graphique : le schéma. (1).

En un sens un peu différent, le schéma (2) est une représentation de la réalité par les éléments qu'y sélectionne un point de vue. Le schéma (1) générique (représentant un schème de structure par exemple) peut être transformé en un schéma (2) descriptif, qui offre une lecture privilégiée d'un réel existant ou à fabriquer : la structure "concrète" ou ce qui, dans le réel, relève de cette mise en structure. Inversement, plusieurs schémas (2) viendront étayer la validité du schéma (1) (donc du schème) en offrant diverses expériences concrètes susceptibles de cette même lecture. On pourra, à ce propos, évoquer à titre d'exemple le schéma (1) d'une structure de parenté et les schémas (2) décrivant la parenté concrète dans des sociétés de même type.

Quels schèmes sont à l'oeuvre dans une activité technique ?

#### SCHEMES ET SCHEMAS DANS LA CONCEPTION TECHNIQUE

Un premier type est le schème définissant un système mécanique, c'est-à-dire un ensemble matériel finalisé pour répondre à des actions extérieures en terme de déplacements et déformations ; le mécanisme qui transmet un mouvement avec dépense d'énergie minimale, la structure de stabilité qui transfère des charges avec des déformations contrôlées et mineures. Prenons ce dernier cas qui nous est le plus familier ; le schème doit rendre compte du fonctionnement de cet ensemble matériel fait de multiples déformations locales qui, à l'instant de la réponse

"stable", sont compatibles et figées : déplacement bloqué et déformation finie. il va se réduire à un système d'éléments indéformables et de liaisons internes et extrêmes qui se trouvent en situation de "déplacements empêchés". Ce schème structural est susceptible d'une représentation : le schéma statique, dont la pertinence est de montrer les mécanismes de déplacement (ou de déformation) qui sont bloqués (dans l'état de charge considéré) et qui pourraient ne plus l'être.

Un autre type de schème peut rendre compte du contrôle d'un processus localisé se développant dans la durée, par exemple un transfert d'électrons source → cible modulé dans le temps. Notons que cet énoncé résulte déjà d'un schème qui n'a pas été le seul à représenter l'électricité. Un schéma représente le schème du contrôle de ce transfert source → cible qu'un troisième élément va faciliter, amplifier, garantir ou déplacer dans l'espace. C'est l'exemple pris par SIMONDON (dans "Du Mode d'Existence des Objets Techniques") : la lampe diode dont la finalité est d'opérer une modulation continue, analogique, et ses dérivées obtenues par transformation du schème et chaque fois spécifiées par un schéma.

S'il s'agit par contre d'une modulation par tout-ou-rien, digitalisée, utilisable dans les circuits d'ordinateur, le problème de faire passer le maximum d'électrons dans un minimum de temps, relève d'un schème différent, représentable aussi par un schéma de fonctionnement.

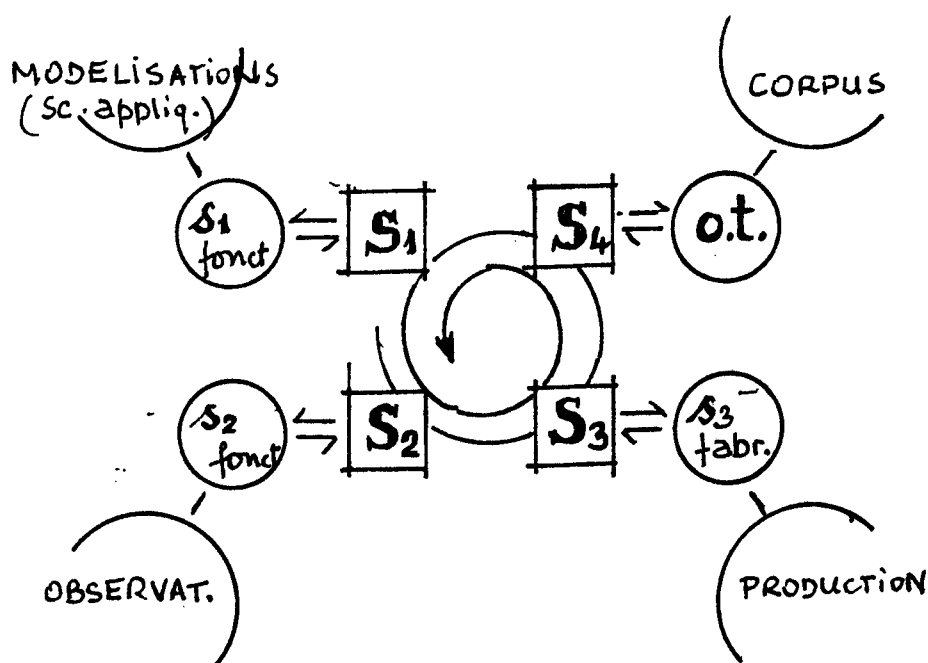
La vertu de ces schémas est que sous certaines conventions de lecture, ils représentent aussi l'objet complexe qu'est le lieu et l'opérateur des phénomènes pris en compte par le schème. Si le schème permet de passer du réel à sa représentation, un même schéma est en mesure de figurer et le schème et le réel dont ce schème rend compte (nous l'avons souligné pour la structure de parenté). Dans le cas de la pensée technique, un même schéma pourra représenter et le schème de fonctionnement maîtrisé et l'objet fabriqué pour y réaliser cette maîtrise : le schème de l'émission électronique et de sa modulation et l'organisation spatiale des éléments matériels qui opèrent ce contrôle.

Un troisième type de schème représente la logique d'une succession temporelle d'opérations matérielles complémentaires, et singulièrement d'un procès de fabrication. Une fabrication implique des transformations de la matière, des dispositions successives, la possibilité matérielle d'opérer ces transformations et assemblages. Un schème de fabrication articule les points de passage décisifs dans cette séquence d'opérations.

Le schéma qui décrirait l'objet (quant à son organisation fonctionnelle), peut aussi être lu comme représentant l'objet quant à sa fabrication : le montage fonctionnel de la diode peut être confronté à son procès de montage (production). Schémas fonctionnels compatibles entre eux, schémas fonctionnels traduisant ce fait ou proposant une agrégation fonctionnelle (la "concrétisation" de SIMONDON) et pouvant coïncider avec un schéma de fabrication possible, ce sont là dans un déploiement un peu démonstratif les instruments de l'invention de l'objet technique, articulant son utilité (à travers son fonctionnement-réponse aux sollicitations extérieures) et sa production.

De plus, comme nous sommes dans l'univers technique de la production, les schémas de fabrication possible informent constamment les schémas représentant l'objet ou ses schèmes fonctionnels. Les schémas de montage de la lampe dans le réel informent son schéma représentatif et interrogent sur les schèmes fonctionnels à l'oeuvre (régulation de la température, rétroaction...). C'est le correspondant dans la schématisation de ce que LEVY STRAUSS décrit sous le terme de bricolage. Reprenons le cas de la régulation électronique par tout-ou-rien, 1 ou 0. Ce contrôle digitalisé fait l'objet d'un schème initial qui sera remis en cause avec la miniaturisation et la complexification des circuits : schéma du circuit à câbles et éléments milimétriques, schéma du circuit intégré sur support neutre avec clonage d'éléments transversaux, schéma des actuels circuits obtenus par traitement de surface de réseaux cristallins (trous, impuretés...) des couches microniques successives d'un feuilleté. Ce dernier schéma, simplifié, propose le schéma qui rend compréhensible le schème de fonctionnement du circuit ; le schéma exact (de fabrication) ne mérite plus, lui, d'être dessiné, il coïncide avec le circuit lui-même, au point que la procédure de conception ne se distingue plus de la procédure de fabrication, les deux moments, conception détaillée et réalisation, se trouvent confondus dans un processus de C.A.O. = F.A.O. Actuel point extrême d'une histoire du schème qui a débuté quand celui-ci a commencé à se substituer au savoir du corps, du geste manuel, pour déléguer son efficience à un mécanisme artificiel et remplacer l'apprentissage du moulage ou du forgeage par un enseignement de mécanique. On sait d'ailleurs combien l'enseignement de la statique, par exemple, est tenté de faire éprouver le contenu de ses schèmes dans la mécanique du corps des étudiants, et le monde de 1985 a été ravi de voir les cosmonautes de Challenger bricoler une tapette pour faire démarrer un satellite récalcitrant.

Au total, la schématisation met en oeuvre des schémas S1, S2, S3, S4, représentant l'objet technique lui-même (o.t.) ou des schèmes (intellectuels) de son fonctionnement s1, s2, et de sa fabrication s3.



Sont ainsi mis en jeu le monde des phénomènes, connu par observations et modélisations (sciences appliquées), celui de la production, celui des objets techniques, corpus contextuel, historique ou typologique. La conception technique est faite de confrontations entre les schémas et de plongées vers les connaissances et informations qu'ils peuvent mobiliser. La formation technique comporte d'apprendre ce jeu et d'en produire les premiers éléments : schémas de base et corpus de types.

Peut-être cette perspective est parfois négligée dans la formation des ingénieurs embarrassée par les développements des sciences appliquées. Elle est en grande partie nouvelle pour l'édification qui avait pu jusqu'à présent manipuler "directement" les objets eux-mêmes. Si de nouvelles exigences sur le fonctionnement et la fabrication du bâtiment nécessitent bien de faire appel à une pensée technique comportant abstraction, de quels schémas et corpus aurons-nous besoin.?

#### LA SCHEMATISATION DANS LE PROJET ARCHITECTURAL

schémas fonctionnels, schémas formels, déconstruction et types.

Concernant l'aspect fonctionnel stabilité et conservation de la forme de l'ouvrage, conception des systèmes porteurs et structures, la schématisation a déjà fait ses preuves. Un travail plus approfondi devrait permettre de :

1. articuler différentes échelles de schémas assez précis pour que les ingénieurs les adoptent au sens d'y confronter leurs modèles de sciences appliquées (résistance des matériaux par exemple). Le schéma correspondant travaille les déformations plutôt que les actions, ce qui devient plus familier depuis l'importance des structures tendues. Les schémas statiques et schémas d'objets sont "animés" par les interactions et les déplacements relatifs ;

2. mettre en rapport ces schémas correspondants avec des schémas de fabrication qui correspondent aux différents matériaux et aux noeuds et liaisons, de façon assez précise pour se rapporter à leur mise en oeuvre concrète et aux détails d'exécution.

Bagage technique commun aux architectes et aux ingénieurs qui leur permettra d'assurer ensemble la prise de parti structurale, au mieux, les aspects structuraux d'un parti global.

Concernant le contrôle des énergies diverses, la schématisation fonctionne aussi à différentes échelles, mais en faisant intervenir la durée.

1. Très globalement, à l'échelle de l'édifice, pour définir sa forme en fonction de l'environnement climatique ou sonore. L'édifice est considéré comme un corps unique, sa surface comme filtre et son intérieur comme source/récepteur. Le schéma exprimera la spatialisation grossièrement quantifiée des échanges et une composition performancielle indicative (qualitative) des parties d'enveloppe.



2. Localement, le schéma d'une partie d'enveloppe la représente avec la disposition des matériaux et composants, et supporte la schématisation des phénomènes (hygrothermiques par exemple) en jeu spatialisés. On saura ainsi se positionner par rapport à un premier bilan thermique, ou localiser le déplacement du point de rosée dans le composite. Le schéma renvoie à la fabrication du sandwich ou à la séquence de chantier du mur et de ses doublages ; il alerte sur ce qui se passe sur les tranches.

Entre ces deux échelles, la question de la schématisation est à approfondir (importance des échanges intérieurs, cycle de température, régime thermique...). Les phénomènes sont complexes à gérer, complexes à évaluer quant à leurs effets d'habitabilité. Peut-être une transcription d'observations spatialisées en fonction d'une schématisation potentielle serait une voie pour en proposer le principe et intégrer les variations temporelles de façon assez simple pour informer la conception, ou assez méthodique pour être prise en charge en C.A.O., voire en simulation rapide.

Le premier constat est celui d'une immédiateté apparemment plus grande des schèmes structuraux. La pensée technique la plus directement soutenue par des schémas est bien celle qui doit inventer une forme dans l'espace, aux variations temporelles secondaires ; c'est le cas des édifices, l'architecture peut-elle y faire recours sans se renier ?

L'habitude de la schématisation liée à l'exercice d'un pouvoir peut entraîner un schématisme de la pensée, souvent décelé chez les ingénieurs qui interviennent dans des domaines non strictement fonctionnels : l'urbanisme, les relations sociales... Schématisme qui revient à ne se poser de problèmes que ceux qu'on sait savoir traiter et pouvoir résoudre (si nécessaire en appliquant à la réalité le traitement qui la rend conforme aux données susceptibles d'être prises en charge ou aux résultats attendus). Cette démarche n'est l'apanage d'aucune profession, qui substitue aux contradictions la fonction d'une variable optimisable ou la statistique du probable. Il nous paraît que, s'agissant de la conception de l'édifice, une schématisation simple et explicite de ce qui est schématisable, laisse entière la nécessité de négocier le parti de l'édifice (et ce avec des logiques hétérogènes entre elles) et confirme le caractère problématique de cette décision. La question de la forme, alors clairement autonomisée par rapport aux problèmes techniques, ne peut que rendre ce parti plus problématique encore..., et donc plus significatif qu'il s'agisse de l'édifice ou de la ville.

Par ailleurs, la schématisation technique suscite toujours un renouveau du travail fondamental sur la forme. La notion première de schème s'applique aussi bien à la réalité formelle de l'édifice, à ce qui fonctionne

dans le donner-à-voir, à ressentir, à lire. La composition spatiale, la forme à différentes échelles ont aussi une figure abstraite qui seule permet de mettre en regard une voûte de briques et un arc de fonte, ou, dans le registre de "ce qui donne de la mesure à l'espace", une nef avec une pergola, faites de matière et de lumière pourtant toutes différentes. La psychologie a révélé que dans la forme concrète pouvait se percevoir une Gestalt, cette "forme de formes". Les références de l'architecture sont supportées par l'analyse formelle qui reconnaît dans les formes complexes des schèmes et des règles (on a déjà dit pour cela "concepts formels"), et propose des schémas exemplaires de tels schèmes d'écriture de l'espace. Prenons le schéma informant la production d'une tôle de panneau de carrosserie sous presse. On peut vérifier que ce schéma correspondant au schème de l'emboutissage, règle les courbures dans les angles et peut être lu comme un schème formel qui informe un espace, y instaure des tensions (métaphores de la Gestalt sans doute). Transferts formels non négligeables si on se réfère aux productions graphiques de MENDELSON, AALTO ou MIES VAN DER ROHE.

Travail concret de la forme, travail formel de l'édifice passent par l'emploi simultané de schémas, les uns d'ordre formel, les autres d'ordre technique, autonomes certes, mais sommés de se rencontrer dans l'objet construit.- on connaît des "contagions" entre schémas de nature différente.- Instrumentation du paradoxe affirmé dans ce travail, que la pensée technique a besoin des défis de la pensée spatiale pour se renouveler, ne pas répéter la division du travail et la séparation conception/maîtrise d'oeuvre. Dans une étude précédente ("Figuration Graphique et Architecture", R. TABOURET, A.R.E.A.), on en rapportait largement la problématique et l'heuristique au travail de figuration graphique dans le projet. Au type de modélisation des sciences appliquées étaient alors opposés des "modèles d'intervention" correspondant très directement à ce que nous préférons ici appeler schémas ; et le travail de la figuration graphique était analysé y compris quant aux effets de l'ambiguïté des lectures possibles ou du dynamisme des traces. Au moment de l'informatisation des tracés, toute une réflexion est à faire sur ce qui peut être apporté/restructuré/supprimé par la schématisation sur ordinateur et le tracé informatisé.

Reste la question de la vision globale de l'édifice comme objet architectural et technique, dont nous avons montré qu'elle saurait se fonder sur un exercice systématique de la déconstruction d'édifices exemplaires.

Au-delà d'une description monographique, un effort d'abstraction est là aussi nécessaire pour aboutir à une représentation réutilisable ; en définissant les points de vue selon lesquels opérer l'abstraction, on peut aussi schématiser et aboutir par distinction, opposition au sein d'une collection à définir des types. Plus globalement, avec les deux points de vue de l'organisation spatiale et du système de construction, on peut définir une typologie spatiale et une typologie constructive. Un type, sans autre précision, nous paraît correspondre à un double schème spatial/constructif révélant une adéquation forte entre "le projet spatial et le projet constructif", cohérence marquée par la difficulté à modifier l'un ou l'autre des schémas sans compromettre l'autre. Le type

spatial/constructif révélant une adéquation forte entre "le projet spatial et le projet constructif", cohérence marquée par la difficulté à modifier l'un ou l'autre des schèmes sans compromettre l'autre. Le type est à l'intersection des deux typologies spatiale et constructive. Réalisé, c'est un modèle qui sera reproduit (convaincant) et donnera lieu à variations et dérivées. D'autres typologies sont possibles.

Ce travail de mémorisation organisée, portant sur l'objet dans ses différentes composantes (mais aussi sur sa conception et sa production), est peu entrepris ; un corpus (qui s'inspirerait de ALBERTI, VAN DOESBURG ou QUATREMER DE QUINCI) offrirait pourtant des ressources sérieuses en vue d'une pratique informée de l'espace par des éléments constructifs pertinents, dans une situation historique donnée de production et de culture.

PERSPECTIVE PEDAGOGIQUE

En soulignant la possibilité de connaissances plus organisées, faisant appel à l'abstraction de la schématisation, et qui pourraient être à l'oeuvre dans le projet (dès le temps de la formation), nous pensons esquisser l'instrumentation d'une conception technique liée à l'architecture, telle qu'on pourrait l'enseigner. Mais, tout autant que la formation spécifique à l'architecture, la formation technique des architectes ne peut être banalisée. Les écoles sont vivantes si elles affirment leur projet pédagogique dans un rapport singulier à l'environnement régional, aux équipes enseignantes qui s'y constituent pour une certaine durée, aux relations avec d'autres formations ou sur le plan international, à l'actualité de la construction et du débat, à l'expérimentation et aux aspirations de leurs étudiants. Chaque cursus technique devrait toutefois pouvoir s'appuyer sur un ensemble de documents esquissé comme suit :

- un corpus de références et d'analyses type déconstruction posant des jalons pour une histoire de la production du bâtiment et de l'architecture, et dégagant schèmes et concepts à l'oeuvre ;

- une série de manuels. Une politique d'écriture et de publication y est nécessaire. A l'opposé du catalogue ou d'une ambition encyclopédique, leur orientation - manuels tournés vers l'intelligence du construit et l'invention de formes techniques - serait de fournir des éléments et de proposer des démarches qui soutiennent le développement d'une pensée technique sur le mode de la schématisation. A charge pour les enseignants dans leur cours de les mettre en rapport avec les enseignements d'architecture propres à leur école, de proposer des développements pertinents pour l'histoire des formes, et des informations plus nombreuses et plus actuelles quant à la production du bâti.;

- des publications, enfin, qui contribuent à la culture technique : informations sur d'autres milieux techniques, d'autres productions et approches de technologie générale.

Cette entreprise, fondamentale pour les architectes à venir, déborde de notre milieu professionnel et devrait contribuer au débat général sur la modernisation et ses multiples voies.

ANNEXES

ANNEXE 1 - LES ENQUETES

INTRODUCTION

- enquête "professionnels" : programme et hypothèses
- enquête "école" (France et étranger) : programme, hypothèses, questionnaire

PREMIERE PARTIE : résultats enquête "école"

DEUXIEME PARTIE : résultats enquête "professionnels"

TROISIEME PARTIE : intervention de G. DENIELOU au colloque "Pédagogie, Professionnalisation et Efficacité de l'Enseignement Supérieur" (U.T.C. Compiègne - 26 et 27 mai 1983)

## INTRODUCTION

### Enquête "professionnels"

- différencier les positions des différents acteurs de la production du bâti ; discours différents, discours uniquement sur la technique se référant à des champs, objectifs, démarches contradictoires.

- pour les architectes, différencier travail technique et recours aux techniciens, suivant les édifices, les conditions de production du projet.

- différencier les attitudes individuelles suivant la production personnelle dominante (éventuellement par périodes), la formation initiale, les positions doctrinales et idéologiques.

- différencier le savoir technique invoqué, ce qui en est opératoire, et ce qu'il en est dit (pratique et idéalisation positive ou négative).

- repérer les démarches techniques à l'oeuvre.

Hypothèse transversale à ces questions : le savoir technique résulte d'une intériorisation des conditions de production, ce qui révèle un manque de la formation initiale.

- repérer les objectifs d'ordre technique assumés : constructibilité, composition technique à partir d'une production courante, conception technique et architecturale en adéquation forte, assomption d'une évolution programmée de la production.

- préciser les démarches techniques du point de vue de leur point d'application, de leur instrumentation, des savoirs mobilisés :

- . comment sont retenues et travaillées les parties d'ouvrage,
- . présence d'analyses fonctionnelles d'ensemble,
- . présence de schèmes implicites ou explicites (nota : une piste est de repérer les moments "d'entente" architectes-ingénieurs),
- . présence des objets analogues, de processus analogues, ...,
- . détails de construction,
- . rédaction des descriptifs.

- repérer les effets en retour sur l'architecture, entendre les discours sur la technique, la formation, la production du bâti, et



repérer les autres domaines qui sont invoqués comme exemplaires. L'idéalisation et ses effets.

Hypothèse latérale à ces questions : intérioriser les contradictions du travail de projet et de la production, y enferme les professionnels avec un discours partagé sur LA TECHNIQUE. Reconnaître ces contradictions autonomise les acteurs dont la coopération exigera de s'entendre sur des schèmes.

#### Enquête "écoles"

- différencier enseignements de science et pensée scientifique, science appliquée avec corpus des productions justifiées, technique et pensée technique, technique au sens des métiers, acquis de la construction, histoire de la production du bâti, représentation de l'information technique, ....
- poids relatif de ces enseignements.
- part de ce qui concerne structure, ambiances, édification ; type de connaissances différencié suivant le domaine.
- expérience ou observation du travail technique dans la production : stages, enquêtes, stages en participation.
- fourniture et exploitation de données (documentation, références, ...).
- rapport à l'enseignement de l'architecture, du projet, ....
- place du travail technique dans le travail de projet : séparation ou intégration ; cursus, séquences ; présence des parties d'ouvrage, détails de construction, schèmes, ....
- discours généraux (doctrine architecturale, mission sociale de l'architecte, ...) faisant une place à la technique, positive ou en creux.

#### Hypothèses :

- la rencontre technique-architecture ne se fait pas bien, et est ressentie comme manquée, donc possible en principe.
- une des raisons est que les enseignements résultent de la projection dans les écoles de la division du travail de la période précédente et de ses avatars actuels. Plus particulièrement, ils sont donnés par des professionnels qui y transfèrent leur pratique de légitimation.
- là où cette rencontre réussit, c'est lorsque peut être levée l'indétermination des rapports architecture et technique, ce qui suppose une clarification aussi bien de la pensée architecturale que de la pensée technique (leur objet, leur démarche, leur instrumentation et celle qui peut faire joint entre les deux domaines).

- d'une façon générale, la pensée technique n'est pas "apprise" et ceci correspond à un défaut de sa formulation théorique générale (y compris dans les écoles d'ingénieurs). Poser ce problème transversalement à plusieurs domaines paraît nécessaire au progrès de l'un d'entre eux, en tout cas du nôtre.

CONTRAT DE RECHERCHE "FORMATION TECHNIQUE DES ARCHITECTES".  
ENQUETE DANS LES ECOLES D'ARCHITECTURE 1982-1983

Madame, Monsieur,

Nous avons en cours une recherche sur contrat de la Direction de l'Architecture. Après une première phase consacrée aux aspects techniques du travail de l'architecte et aux problèmes du savoir technique, nous voudrions faire le point sur les formations en France et à l'Etranger. Nous allons procéder en deux étapes :

- (1) la présente demande d'information et de réflexion générale, envoyée dans 30 écoles ;
- (2) une réflexion collective sur la base de cette première enquête.

Nous vous serions très reconnaissant de répondre personnellement à ce premier questionnement ; nous nous engageons à en diffuser le dépouillement à tous ceux qui nous auront répondu.

Veuillez nous dire si vous êtes intéressés à un débat qui suivrait ce dépouillement et dont les conditions matérielles seront précisées ultérieurement.

C'est volontairement que, dans un certain ordre, nous avons posé des questions, plus ou moins concrètes et générales, et que nous souhaitons des réponses personnelles. Nous vous laissons le soin d'apprécier l'importance que vous voulez donner aux réponses et les éléments de discrétion que vous souhaiteriez nous fixer.

- 1. Où se passe-t-il quelque chose d'intéressant concernant la formation technique dans votre école ?  
Y-a-t-il dans certains cours ou ateliers des rapports architecture/technique auxquels vous tenez ?
- 2. Quels commentaires voudriez-vous faire par rapport à la présentation des enseignements du champ "construction" dans le programme de votre école ?
- 3. Quelles sont les idées essentielles qui fondent la conception souhaitable selon vous, de la formation technique des architectes ?
- 4. Y-a-t-il des changements en cours ? lesquels vous paraissent importants ? Lesquels seraient souhaitables ? Quels sont les obstacles ?

N.B. : cette étude a été entreprise avant l'annonce d'une réforme visant le DPLG à Bac + 5 ; nous laissons à chacun le choix de répondre uniquement par rapport à la situation existante ou de se positionner déjà par rapport aux cursus qu'entraînerait cette réforme.

IDENTIFICATION  
DE LA REPONSE

U.P. :
NOM :
ENSEIGNEMENT ASSURE :

Réponse à adresser à D. Gross, U.P. Arch. de Nancy, Chemin de Rembrandt, 54600 VILLERES, NANCY

CENTRE D'ÉTUDES MÉTHODOLOGIQUES

POUR L'AMÉNAGEMENT

Parc de Remicourt

54 - VILLERS-lès-NANCY

Monsieur le Directeur,

Notre demande s'inscrit dans une recherche sur contrat de la Direction de l'Architecture, intitulée "Formation Technique des Architectes". Nous vous serions reconnaissant,

- de nous retourner l'encadré ci-dessous, en y ayant indiqué le nom d'un correspondant auquel nous pourrions nous adresser dans votre école.
- de transmettre le questionnaire joint (6 ex.), d'une part à des professeurs intervenant dans le champ "construction", d'autre part à des responsables d'enseignements d'architecture (ateliers ou autres) dont vous connaissez l'intérêt pour cette question.

Nous vous en remercions par avance et vous prions d'agréer, Monsieur le Directeur, nos meilleures salutations.

à Mme REVERDITO, Mr. GROSS et Mr. TABOURET

Dans le cadre de votre recherche "Formation Technique de l'Architecte", vous avez souhaité avoir un correspondant de l'U.P. de .....

Mme, M. .... est disposé(e) à recevoir votre courrier et à lui donner les suites possibles.

Voici ses coordonnées :

NOM, PRENOM :

ADRESSE U.P. ou PERSONNELLE :

N° DE TELEPHONE

A retourner à D. GROSS - Unité Pédagogique d'Architecture de NANCY - Chemin de Rémicourt - 54600 VILLERS LES NANCY

PREMIERE PARTIE : ENQUETE ECOLES

## 1.1. PRESENTATION ET DEROULEMENT

---

### 1.1.1. Enquête en France

Nous avons contacté 21 U.P.A. (celles de Nancy et de Strasbourg étant exclues puisque nous en connaissions la situation), l'E.S.A. et l'E.N.S.A.I.S. Nous avons procédé en deux temps. L'envoi d'un courrier au Directeur de ces établissements et de quelques exemplaires de notre questionnaire, en lui demandant de nous indiquer des correspondants, avec lesquels nous sommes entrés en contact dans un second temps. Nous avons procédé de la sorte pour plusieurs raisons : il nous fallait éviter une enquête trop lourde avec par exemple, envoi systématique du questionnaire à tous les enseignants de construction ; il nous fallait aussi prendre en compte les particularités des établissements et de leur pédagogie, entrer en rapport avec tous les enseignants concernés par nos problèmes, et pas seulement avec ceux de construction ; enfin, nous souhaitions recueillir des avis personnels, circonstanciés et argumentés plutôt qu'une vue trop générale et quelque peu imprécise d'un domaine de formation. Il faut signaler que, parallèlement à notre enquête, M. MAROTI, enseignant à U.P.7, s'était vu confier par la Direction de l'Architecture une enquête sur l'enseignement de la construction. La conjonction fortuite de ces deux enquêtes a pu engendrer une certaine confusion auprès de nos correspondants, qui n'est peut-être pas sans rapport avec le peu de réponses que nous avons obtenues. La contribution écrite demandée, et le travail qu'elle représente ont pu en rebuter quelques uns. A diverses reprises (séminaires, rencontres), nous avons pu constater que notre questionnaire n'avait pas été diffusé comme nous l'aurions souhaité, certaines personnes s'étonnaient de ne pas en avoir été destinataires. Enfin, certaines réponses promises depuis longtemps ne nous sont jamais parvenues.

En définitive, nous avons obtenu 11 réponses écrites à notre questionnaire, et recueilli 2 points de vue, soit lors d'entretiens, soit en nous communiquant des documents internes aux établissements (prises de position d'enseignants, rapports de groupes de travail). L'ensemble de ces informations concerne 9 établissements.

Le déroulement et le résultat de cette enquête nous amènent à faire quelques commentaires :

1 - Il est probable que notre procédure ne nous a pas permis d'entrer en contact avec tous les enseignants concernés. Si l'on en juge par les réponses, la plupart de nos correspondants sont enseignants de construction ou d'une discipline scientifique ou technique, il y a peu d'enseignants d'architecture ou de responsables d'atelier de projet. Nous pouvons donc supposer que notre questionnaire n'a été adressé qu'aux enseignants constructeurs, qui, du moins nous le pensons, ne se sont pas sentis les plus concernés par nos problèmes, en tout cas pas suffisamment pour apporter leur contribution. Cette enquête était aussi l'occasion d'amorcer un débat, d'échanger des expériences, de donner consistance à un réseau "construction". Ce qui ne fut pas le cas. Bien entendu cela est difficile, il faut admettre qu'un ré-

seau ça ne s'invente ni ne se décrète indépendamment du milieu concerné.

2 - Il nous aurait fallu réaliser une enquête plus systématique, donc beaucoup plus lourde, qui serait sortie du cadre limité de notre recherche. Nous ne cherchions pas à obtenir une photographie d'un domaine de formation, mais plutôt tester la sensibilité d'un milieu, évaluer l'état de ses réflexions pour éclairer le problème de la formation technique des architectes, et surtout vérifier la pertinence de nos hypothèses avancées dans notre premier rapport. De ce point de vue, et malgré le petit nombre de réponses, notre enquête s'est avérée réussie, car non seulement nos hypothèses ont pu être vérifiées, mais elles ont pu être précisées.

3 - Enfin, il nous était difficile d'échapper au problème de la formation technique de l'ingénieur, ne serait-ce qu'en raison de l'importance accordée, encore aujourd'hui, au débat architecte-ingénieur, si l'on en juge par certaines réactions. Deux opportunités nous ont été offertes pour aborder ce problème : la première, lors d'une rencontre avec J. MICHEL (Chef du Centre Pédagogique de Documentation et de Communication à l'E.N.P.C) ; la seconde, par notre participation au colloque "pédagogie, professionnalisation et efficacité de l'enseignement supérieur" à l'Université Technologique de Compiègne (26-27 mai 1983). Elles nous ont permis de confronter nos hypothèses et nos travaux concernant la formation technique des architectes au problème de celle des ingénieurs, de les conforter en partie, et d'apprécier une certaine convergence de points de vue et de niveaux de réflexion. Les idées essentielles retenues de ces confrontations ne font pas l'objet d'un développement particulier. Notre commentaire qui accompagne l'analyse des réponses et notre conclusion à ce chapitre les reprennent lorsque cela est nécessaire. Par contre, les idées développées par G. DENIELOU (Président de l'U.T.C.) dans son exposé introductif au colloque nous paraissent essentielles et bien poser dans sa généralité le problème de l'enseignement technique supérieur. Nous publions en annexe le résumé de son intervention.

#### 1.1.2. Enquête à l'étranger

L'objet de cette enquête est de nous fournir des éléments de comparaison avec la situation de l'enseignement en France. Les formations techniques dans les écoles d'architecture étrangères sont-elles comparables à la formation technique en France ? La situation française est-elle originale, ou au contraire retrouve-t-on les mêmes problèmes et le même modèle de formation technique qu'ici ? Plus largement, quels sont les rapports entre la formation technique et les contextes sociaux, professionnels et institutionnels dans lesquels exercent les architectes ? Cette enquête devait donc nous aider à poser sur la base d'éléments comparatifs le problème des rapports entre le système éducatif et la formation technique d'une part, et l'exercice professionnel et le monde de la production d'autre part. Bien entendu, l'ampleur de ces questions nécessiterait un travail spécifique. Pourtant, les informations que nous avons recueillies nous suggèrent

quelques commentaires et hypothèses pour aborder ce problème général, et que nous développons en conclusion.

Notre difficulté majeure était d'entrer en contact avec des correspondants. Nous avons procédé de manière plus empirique que pour l'enquête écoles en France : soit en envoyant notre questionnaire à des établissements étrangers, sans illusion de notre part sur les chances de réponse (par ex, il a été envoyé au Directeur du Département d'Architecture des Facultés italiennes de Venise, Rome, Reggio de Calabre, Palerme, Florence, Turin et Milan ; seules des réponses de Milan et de Florence nous sont parvenues), soit en l'envoyant à des correspondants (enseignants ou étudiants) avec lesquels nous étions en rapport (Stockholm, Göteborg, Delft, Milan, Venise). Cette information a pu être complétée par des documents pédagogiques et des fiches de programmes (Haïfa, Atlanta), et lors des entretiens qui nous ont été accordés (L. SEMERANI pour la Faculté de Venise, M. SILVA GUTIERREZ pour celle de Cuba). Enfin, nous avons bénéficié des expériences pédagogiques actuelles de Felicia REVERDITO à la Faculté de Luanda (Angola) et de sa connaissance de l'enseignement dans celle de Montevideo (Uruguay) où elle a enseigné jusqu'en 1973. L'analyse des enseignements de Cuba, Montevideo et Luanda, dans des pays radicalement différents du nôtre (pays en voie de développement, expérience socialiste) présente l'intérêt particulier de poser le problème des systèmes de formation, notamment techniques, largement inspirés de ceux que nous connaissons, dans des contextes socio-politiques avec leurs exigences de développement radicalement différentes des nôtres. Nous consacrons un paragraphe particulier à cette analyse.

Dans ce chapitre, nous présentons successivement :

- les résultats de l'enquête écoles en France et les commentaires qu'ils nous suggèrent. Compte tenu du nombre peu élevé de réponses et de l'importance des problèmes qui y sont soulevés, nous leur empruntons de larges citations, tout en préservant l'anonymat de leurs auteurs ;
- les résultats de l'enquête écoles à l'étranger en deux parties : une analyse générale des programmes de formation et une analyse plus détaillée des enseignements de Montevideo, Luanda et Cuba ;
- une conclusion générale et les hypothèses nouvelles que nous suggèrent les résultats des enquêtes.



## 1.2. ANALYSE DES RÉSULTATS DE L'ENQUÊTE EN FRANCE

---

Nous présentons et analysons les réponses à chacune de nos questions.

1.2.1. Première question : "où se passe-t-il quelque chose d'intéressant concernant la formation technique dans votre école ? Y-a-t-il dans certains cours ou ateliers des rapports architecture-technique auxquels vous tenez ?"

Les réponses à cette question devaient préciser les contenus des programmes bien souvent trop imprécis et les enseignements où sont établis des rapports architecture-technique.

Il ressort des réponses que ces rapports sont présents dans diverses activités pédagogiques, à différents moments du cursus scolaire.

Pour le premier cycle, ils sont le plus souvent développés dans des cours d'introduction à l'architecture et à la construction, selon des perspectives historique, critique et analytique (histoire des techniques et du bâti, analyse d'édifices et de typologies), et dans des exercices de projet d'échelle et de complexité limitées ; l'étudiant étant amené au cours de ce premier cycle, à prendre en charge les aspects fonctionnels, d'usage et techniques à travers une série d'exercices de projet de complexité croissante.

Pour le second cycle, si tout le monde s'accorde sur la nécessité d'impliquer la construction dans le projet d'architecture, cette implication s'effectue selon diverses modalités : par la participation d'enseignants de construction à l'élaboration du programme et au jugement final ; par leurs interventions comme conseils dans le déroulement du projet ; dans certains établissements, le projet d'architecture de quatrième année est repris pour aboutir à une conception constructive maîtrisée (prestation à 1/50e, détails de construction, devis descriptif, métré...).

En fin d'études (cinquième et sixième années), des activités optionnelles permettent souvent d'approfondir la formation sur des aspects techniques particuliers, quelquefois en collaboration avec d'autres organismes (E.N.P.C.), ou de développer des recherches spécifiques (matériaux et technologies nouveaux, ambiances, économie d'énergie...).

La formation ne serait pas complète sans une ouverture vers le monde de la production et la maîtrise d'oeuvre de l'édification. A divers moments de la formation, sont quelquefois proposées des activités de suivi de chantier, de visites de lieux de production et d'analyse de processus de fabrication de produits, voire de stages, bien qu'apparemment le problème des stages ne soit pas bien résolu dans le cadre d'une politique globale.

La prise en charge des rapports architecture-technique ne semble pas être assurée collectivement par l'ensemble du corps professoral. Elle relève, en règle générale, plus de la volonté d'un enseignant ou d'une équipe pédagogique, et s'effectue dans le cadre limité des enseignements dont il a la charge.

Les sciences physiques (statique, R.D.M., thermique) et les disciplines technologiques semblent être peu ou partiellement impliquées dans l'ensemble de la formation, rarement dans le projet d'atelier. Lorsqu'elles le sont, c'est surtout en début et en fin de cursus. En début, dans des exercices d'invention-manipulation (sur maquettes, modèles réduits de parties d'ouvrage) qui abordent les rapports de la forme et de la technique selon leur point de vue particulier (forme/structure, forme/fonctionnement mécanique, forme/mode de construction). En fin d'études, les projets d'architecture leur offre un champ d'application et de vérification, pour y compléter quelquefois certaines dispositions détaillées.

Les réponses à cette première question permettent de vérifier et de préciser notre première hypothèse : "la rencontre technique-architecture ne se fait pas bien, et est ressentie comme manquée, donc possible en principe". Elle peut être complétée ainsi : "lorsqu'elle a lieu, elle s'effectue plutôt dans les enseignements techniques préalables à l'enseignement du projet et dans les compléments de formation du projet, rarement dans le projet lui-même ; autrement dit, là où les apports de la technique et des sciences appliquées peuvent être clairement explicités". Ceci rejoint ce que nous affirmions dans notre troisième hypothèse : "là où cette rencontre réussit, c'est lorsque peut être levée l'indétermination des rapports architecture et technique, ce qui suppose une clarification aussi bien de la pensée architecturale que de la pensée technique (leur objet, leur démarche, leur instrumentation et celle qui peut faire le joint entre les deux domaines)".

Les réponses à la deuxième question devaient apporter quelques précisions sur les raisons de cette difficile rencontre.

1.2.2. Deuxième question : "Quels commentaires voudriez-vous faire par rapport à la présentation des enseignements du champ "construction" dans le programme de votre école ?"

Les réponses relèvent plus de la critique que du simple commentaire. Elles abordent les problèmes de contenu des enseignements du champ construction, de l'organisation générale du programme et des rapports architecture-construction, des formes pédagogiques et de l'encadrement des étudiants.

Ainsi "l'enseignement de la construction est difficile. Il a du mal à trouver un juste équilibre entre la quincaillerie et l'envolée artistique". Cette réponse résume de manière lapidaire toutes celles qui nous ont été faites. ..." Les cours de construction restent encore

dominés par une approche descriptive des techniques courantes, alors qu'ils devraient être basés sur la compréhension des phénomènes et l'analyse critique des solutions".

La plupart des réponses font état d'un manque de réflexion sur le cursus, qui se traduit par des difficultés de liaison entre le champ construction et l'atelier de projet : "dans le programme (...) les cours de construction me semblent proposés trop tôt et insuffisamment liés aux préoccupations des projets" ; "la présentation des enseignements de construction ne fait pas apparaître qu'en fait, ces enseignements n'ont pas encore trouvé leur statut au sein du programme".

La cohérence interne des disciplines du champ construction et son articulation aux enseignements d'architecture et au projet sont les deux problèmes majeurs : "la coordination entre les enseignements se fait mal ou n'existe pas d'une part, entre les différents cours de construction, d'autre part, avec les disciplines connexes. Bien qu'étalés sur trois années d'études, ces cours n'apparaissent pas comme structurés pour assurer la progressivité de la formation".

Les raisons de cet état de fait tiennent à des ambiguïtés qu'il faut lever. Ambiguïté entre la part de la formation professionnelle et la part de la formation générale, personnelle ou sensible, qui autorise la tenue de deux discours contradictoires sur la technique : "l'architecte doit maîtriser l'ensemble du processus de conception et intégrer la "technique" à tous les niveaux de la démarche ; l'architecte a une perception sensible et définit les espaces, les ingénieurs et techniciens trouveront des solutions". Si le second discours a pour effet de dévaloriser l'apport des domaines techniques et révèle une sous-compréhension de leur contribution pour la laisser aux ingénieurs et techniciens, le premier discours ne précise pas pour autant les apports de la technique et risque de les surestimer.

Pour d'autres, l'ambiguïté est dans le terme de construction, qu'il faut bannir. "Je désirerais qu'on supprime le terme de "construction" qui comme "architecture" tend à devenir indéfinissable. Je ne crois pas que l'on puisse enseigner dans une école l'intelligence, la maîtrise d'oeuvre, l'architecture... la construction. Je crois seulement qu'on peut et qu'on doit enseigner les connaissances (scientifiques) qui permettront à certains, de par leur histoire et leur tempérament personnel, de devenir des architectes, des constructeurs...".

Pourtant une formation technique est possible. C'est ici que des propositions très divergentes sont formulées. Un premier type tente de fonder la formation strictement sur des connaissances scientifiques avec pour modèle celle de l'ingénieur : "les enseignements doivent être présentés très scientifiquement (sans pour cela faire appel à des niveaux mathématiques très hauts) en disciplines bien cernées, en les illustrant par le concret et en montrant les liaisons entre elles". Un second type tente d'articuler disciplines scientifiques et technologiques et activités de projet. "Notre expérience

montre (...) que deux difficultés majeures doivent être surmontées : l'enseignement de la construction doit être orienté vers la pratique constructive et faire suite à ceux des sciences exactes. Il doit être dispensé niveau par niveau à l'ensemble des étudiants. On ne peut se priver de cours magistraux". Deuxième difficulté : "les mêmes enseignants qui assurent les cours magistraux doivent pouvoir intervenir dans l'activité de projet à titre de conseil, mais aussi en tant que membres de jury, ou encore d'autres manières...".

La question de l'autonomie des enseignements scientifiques et techniques et celle de l'utilisation-expérimentation des connaissances préalablement acquises dans le projet sont centrales. Elles sont soulevées à plusieurs reprises, et difficiles à résoudre dans les pratiques pédagogiques. Si, pour des raisons d'économie pédagogique, d'efficacité de formation, et pour ne pas en dénaturer les contenus et les démarches propres, il ressort que ces disciplines doivent être enseignées de manière autonome, beaucoup s'accordent pour que leur contenu soit non seulement présent dans le projet, mais pris en charge et développé car il participe pleinement à l'élaboration de la forme. Le projet n'est pas simplement l'application de connaissances acquises, ni leur vérification, mais une pratique qui procède d'une démarche radicalement hétérogène : "la pratique du projet en tant que pratique d'anticipation où il s'agit moins de transmettre que de tester des connaissances acquises (...), des choix sont opérés, des compromis sont faits entre différents paramètres - des contraintes de nature diverse : programme, économie, matériaux, techniques, exigences plastiques... -. L'enjeu est la cohérence, l'adéquation entre fin et moyens réalisés dans le produit final (...). On voit par là que ce qui se passe dans l'atelier où des désirs, des affects, des impulsions produisent des événements à chaque pas, n'a rien à voir avec le terme trivial et réducteur appelé transmission de connaissances".

La coexistence de deux types d'activités pédagogiques est bien une des clés de la formation technique : "Les deux formes d'enseignement paraissent en effet nécessaires : l'enseignement de type cours + travaux dirigés permet d'isoler les points de réflexion et de les approfondir, ils sont indispensables pour les notions théoriques : principe d'équilibre et descente de charge, (...) par contre, la conception ne procède pas de l'analyse et, de même que pour parler une langue étrangère, il ne suffit pas d'apprendre du vocabulaire, il est nécessaire qu'existe une pratique de la construction au travers du projet d'architecture et que cette pratique soit le prétexte à un enseignement d'une autre nature".

Or, l'une et l'autre n'arrivent pas aujourd'hui à assurer un niveau de formation technique suffisant. Ce problème en fait est double :

- il est pédagogique et concerne les formes d'enseignement et leur adaptation aux visées de formation. Certaines formes de pédagogie sont à proscrire, pour les uns (ex : cours magistral), alors que d'autres les revendiquent pour les mêmes raisons d'efficacité.

En tout état de cause, beaucoup de choses sont à réévaluer et réinventer dans ce domaine ;

- il est théorique, car concerne toutes les questions relatives à la pensée technique, et aux rapports entre faire et connaître. Il débouche sur une réflexion fondamentale sur la formation, non limitée à celle des architectes (par ex. celle des ingénieurs, des médecins), formation à des pratiques dans lesquelles l'invention et l'expérimentation occupent une place majeure.

Les réponses à notre deuxième question nous confirment que les enseignements entrant dans la formation technique sont en général peu impliqués dans la formation architecturale proprement dite, et sont vécus comme surajoutés. Ceci tient d'abord au manque de cohérence interne de ce champ de formation, constitué le plus souvent de l'addition de cours de sciences appliquées et de cours de technologie, descriptifs et normatifs. Dès lors, la rencontre architecture/technique ne peut s'effectuer que de manière locale, lorsqu'elle est prise en charge par une équipe d'enseignants. L'acquisition d'un esprit technique ne se résout pas dans les seuls apprentissages des concepts des sciences appliquées et maniements de leurs démarches, ni dans ceux de modèles technologiques. L'ordre de la connaissance, et celui de son acquisition, et l'ordre du faire, et de l'expérimentation et du projet, procèdent de démarches et de logiques hétérogènes, nécessairement impliquées dans la conception technique. Ceci vérifie notre quatrième hypothèse selon laquelle "d'une façon générale la pensée technique n'est pas "apprise" et ceci correspond à un défaut de sa formulation théorique générale".

1.2.3. Troisième question : "Quelles sont les idées essentielles qui fondent la conception souhaitable selon vous, de la formation technique des architectes-?"

Les réponses à cette troisième question sont très diverses :

- soit, elles se résument à la définition d'un objectif général de formation : "Acquérir les bases pour savoir construire" ; sans autre commentaire ;

- soit, elles présentent de façon sommaire le programme général souhaité : "Une vue générale des problèmes techniques ; léger approfondissement des parties essentielles (béton armé, charpente métallique, structures...) ; possibilité pour certains de faire un approfondissement sérieux". ;

- soit, elles précisent les contenus de la formation et leur progressivité dans un schéma général ; quelquefois même elles proposent un programme détaillé, que nous analyserons en détail.

Elle manifestent toutes une volonté d'améliorer l'efficacité technique et sociale de la formation actuelle des architectes, par la confrontation aux pratiques du construire et aux modes de production,

et par une meilleure appréhension de la spécificité de l'intervention technique de l'architecte. Elles font, pour la plupart, référence soit à des pratiques réelles et expérimentées dans l'exercice professionnel, ou souhaitées, compte tenu de l'évolution récente de la commande et du marché du travail, soit à des modèles de formation technique ayant fait preuve de leur efficacité sociale. Nous analysons d'abord l'argumentaire développé dans les réponses à cette troisième question, avant de présenter les programmes détaillés qui nous sont proposés.

1 - Argumentaire : Les idées essentielles qui devraient fonder la formation technique des architectes sont :

- l'adaptation aux pratiques concrètes et à l'exercice professionnel, dans le cadre de la maîtrise d'oeuvre comprise dans son sens le plus large, impliquant une capacité de dialogue avec les partenaires, et la prise des responsabilités professionnelles que cela implique. "L'architecte doit être formé pour assurer la maîtrise d'oeuvre. Nous sommes conscients du fait qu'il est impossible qu'il devienne spécialiste en tout, mais en tant que généraliste il doit pouvoir dialoguer avec les techniciens et intégrer dans sa conception les contraintes techniques. (...) Il ne faut pas oublier non plus que l'architecte assume de lourdes responsabilités matérielles, par conséquent l'acquisition de compétence en matière de construction lui est indispensable". Deux idées majeures sont introduites ici : la distinction entre la maîtrise d'oeuvre et la conception technique ; le fait que la coopération avec les partenaires techniciens s'impose dès la conception.;

- l'adaptation à certaines pratiques récentes liées au développement de marchés sectoriels nouveaux, et la capacité à se réadapter compte tenu de leur évolution rapide. "Les fondements essentiels qui basent ma conception de la formation des architectes sont liés au type de pratique architecturale que j'ai personnellement développée" (maisons individuelles en zone rurale en concurrence avec les techniciens maîtres d'oeuvre). "L'architecte a alors nécessité non seulement d'intégrer les éléments techniques (petits marchés donc pas d'appel à des bureaux d'études spécialisés) et d'être à la fois le conseiller dans le détail et sur le terrain des exécutants. (...) Crise ou pas, la diminution globale de la demande en bâtiment, l'augmentation prévisible du nombre d'architectes, la parcellisation de la demande, la recherche d'abaissement des coûts, et des besoins énergétiques : tous ces éléments nous imposent de former les étudiants en architecture dans les domaines techniques. La formation technique doit permettre : l'intégration dans toute démarche des préoccupations techniques ; l'évaluation des choix, du rapport performance/prix ; la possibilité pour l'architecte d'assurer, vu le peu de moyens de formation permanente dans la profession, son propre recyclage permanent d'où pas de notion catalogue, de recette, mais l'apprentissage de la maîtrise des problèmes techniques". Les deux idées avancées précédemment, reprises ici, peuvent être précisées : la définition des contenus des missions de conception et de maîtrise d'oeuvre varie en fonction du type de pratique exercée, de la stratégie professionnelle développée et de leur ancrage social, autrement dit des rapports que noue l'architecte avec le milieu socio-professionnel. D'autre part, pour faire

face aux mutations de la commande et de l'appareil de production, il doit être capable de se recycler de façon quasi permanente. Ceci pose la question générale de la formation fondamentale par rapport à la formation "accessoire", renouvelable, et celle des connaissances à "longue durée de vie" par rapport à celles à "courte durée";

- un apprentissage basé sur l'acquisition d'un "esprit technique" et non de recettes. Bien que l'expression "esprit technique" ne soit jamais employé, c'est ainsi que nous interprétons certaines réponses. Par esprit technique, nous désignons la capacité à gérer l'ensemble des moyens et démarches de la conception technique présents dans le projet d'édifice (prévision de son utilisation et de sa construction). Cette capacité fait appel à l'observation et l'analyse du réel construit par la "dé-construction", aux raisonnements expérimental et technique ; elle mobilise "modèles" et "schèmes", comme réduction de la réalité suivant un point de vue particulier, favorisant la simulation et le passage au concret ; et toutes les démarches et méthodes (maquette, modèle réduit, mode de figuration et de représentation) qui relèvent du passage abstrait-concret : du réel à la représentation du réel, et de la présence de la visée de projet dans l'analyse. Pour cela : "Développer une curiosité active des étudiants : une curiosité vers le pourquoi plus qu'une boulimie du comment et, d'autre part, une curiosité vers l'évaluation de la conséquence d'un choix ou d'une disposition constructive déterminée ; faire assimiler une démarche d'essais-erreurs dans laquelle on peut innover et où les calculs servent à évaluer les conséquences (...) d'une disposition ou d'un choix ; à cet égard la notion de "modèle" (au sens mathématique) paraît une notion fondamentale. La double démarche inventive-rationnelle par l'évaluation des conséquences est sans doute ce qu'il y a de plus utile, mais aussi ce qu'il y a de plus difficile à faire passer. En ce qui concerne la formation technique elle-même, elle devrait conduire à une perception sentie et quantifiée des phénomènes étudiés - sans doute donc très fondée sur la déconstruction et l'observation -".

L'extrait suivant résume les principaux arguments développés : "Une bonne formation de base sur l'interaction du milieu et du domaine bâti, une bonne connaissance des critères de performance des matériaux ou des éléments, une formation à la modélisation des phénomènes".

2 - Propositions : Deux "modèles" de formation :

Si toutes les réponses semblent s'accorder sur cet argumentaire, les programmes d'enseignement proposés font apparaître une divergence fondamentale entre deux modèles de formation qui se dégagent des trois propositions que nous avons reçues. Le premier fait explicitement référence à celui de l'ingénieur, il est basé sur l'acquisition de connaissances scientifiques et se justifie par ses résultats. Le second, dans lequel nous rangeons les deux autres propositions, "serait" celui de l'architecte.

- Premier modèle : il nous est présenté ainsi

"Avant tout développer l'approche scientifique, "l'intuition" n'étant en fait, lorsqu'il n'y a pas erreur, que la rapidité de jugement de

celui qui sait raisonner par expérience et acquis scientifiques ; éviter toute "recette" ; créer un terrain favorable à l'utilisation des connaissances scientifiques tout en laissant à l'étudiant sa liberté créatrice (ce que tue la recette). Ce terrain peut être l'atelier, le studio..., mais à condition que le responsable ne néglige pas, voire ne maîtrise pas, l'apport scientifique. Ce mode d'enseignement, type grandes écoles d'ingénieurs, a donné des résultats moins médiocres que ce qui est conçu par les architectes. Il y a là une démonstration".

"Je pense donc que les enseignements doivent être présentés très scientifiquement (sans pour cela faire appel à des niveaux mathématiques très hauts) en disciplines bien cernées, en les illustrant par le concrèt et en montrant les liaisons entre elles".

"Pour un futur architecte, il me semble donc qu'on doit enseigner, très tôt, les sciences applicables (et rarement appliquées) suivantes : statique, R.D.M., matériaux, — structures — formes architecturales ; éclairagisme, acoustique, confort thermique et énergétisme — formes architecturales. Dans un deuxième temps, on peut alors enseigner certaines techniques ou "technologies" : béton armé et maçonnerie, bois, métal, — formes architecturales. Je considère qu'il ne doit pas y avoir d'options pour tout ce qui concerne les sciences. Seules les technologies peuvent être optionnelles, ex. la "recette" peut aisément s'apprendre "sur le tas". L'apprentissage des disciplines est la condition nécessaire au développement de la pluridisciplinarité qui est trop souvent confondue avec du bricolage d'ignorants..".

Ce projet repose sur la reconnaissance exclusive des sciences "applicables" comme fondement de la technique et comme prérequis indispensable à l'activité de l'architecte et à son travail de projet. La technologie relève du domaine d'application de la science, et de la recette si elle est mal comprise. La progression dans le cursus obéit à un principe de généralité décroissante, des sciences fondamentales (physiques) aux sciences appliquées et à leurs méthodes particulières, d'où la nécessité d'une solide formation de base : "un vrai premier cycle très rigoureux avec des bases solides et tel que ceux qui ne sont pas aptes soient dissuadés de poursuivre en architecture". L'enseignement technique est subordonné à l'enseignement scientifique obligatoire. L'enseignement du projet, ne fait pas explicitement appel à d'autres démarches que celles de la science, ce peut être "un terrain favorable à l'utilisation des connaissances scientifiques...". Enfin, ce projet semble trouver, dans la formation supposée de l'ingénieur, le palliatif aux faiblesses actuelles de la formation technique de l'architecte, en dépit d'un certain renoncement que cela implique : "ce mode d'enseignement, type grandes écoles d'ingénieurs, a donné des résultats moins médiocres que ce qui est conçu par les architectes. Il y a là démonstration".

- Second modèle : il rejette le modèle de formation précédent tout en développant des arguments proches :

"La formation technique des architectes doit éviter deux écueils :

- une formation "sous-ingénieurs",
- un apprentissage de recettes mal comprises et d'idées toutes faites.



L'enseignement des techniques doit donc être orienté vers une compréhension (plutôt qualitative que quantitative) des phénomènes et des procédés de construction, afin d'orienter le choix de l'architecte et de l'exercer au dialogue avec les techniciens spécialistes (la conception ne peut être laissée à un homme seul !). L'observation du réel construit doit être préférée à l'enseignement livresque. Le calcul (au-delà du certificat d'études primaires) est pratiquement inutile en général".

Les deux propositions correspondant à ce modèle de formation ne sont pas homogènes. La première précise les contenus de formation à partir d'une grille générale, qui résoud le problème de la progressivité des enseignements techniques et de leur articulation aux autres enseignements. Le second propose un programme détaillé sur cinq ans assortis de recommandations.

. première proposition : "Il nous semble souhaitable que dans chaque cycle cinq orientations principales soient données et répétées de cycle en cycle en s'approfondissant, à savoir :

1 - physique des enveloppes : la construction considérée comme enveloppe de protection et de contrôle de la lumière, du vent, de l'eau, de la chaleur.... - liaison avec physique, chimie, sociologie - ;

2 - mécanique des enveloppes : la construction comme un assemblage de pièces devant rester stables et durables (assemblages et mise en oeuvre, stabilité et équilibre, comportement aux efforts) - liaison avec mathématiques et physique - ;

3 - géométrie des enveloppes : la construction comme forme construite engendrant un espace, ou assemblage de formes dimensionnées devant être représentées, fabriquées et assemblées - liaison avec géométrie, psychologie et histoire - ;

4 - esthétique des enveloppes : à travers l'étude des formes et des matériaux, redonner à la construction la dimension esthétique trop souvent séparée de son champ de préoccupation - liaison avec histoire, arts plastiques et psychologie - ;

5 - production des enveloppes : étude des outils et structures de production dans le temps et dans l'espace - liaison avec économie, sociologie et histoire.

Les enseignements de sciences exactes s'articulent sur cette trame progressive pour apporter en temps utile aux étudiants toutes les bases de connaissances théoriques nécessaires à une véritable maîtrise non seulement au niveau de la construction proprement dite (statique, R.D.M., physique...), mais pour la mise en place de moyens contemporains au service de la projection (informatiques, statistiques)". Ce programme se présente comme un projet constructif global intitulé "science et tradition de la construction, sciences exactes". Il développe les différents points de vue techniques et scientifiques dans une progression répondant à des exigences et des objectifs de formation précis. "Cet enseignement doit être réparti régulièrement

sur toute la durée des études. Commencant par une formation et une information générale durant les deux premières années, il doit permettre une maîtrise technique et esthétique (art de bâtir) au bout de quatre années de formation. La dernière année doit pouvoir permettre le choix de mémoires de fin d'études qu'ils soient ou non de caractère technique ou scientifique, et pouvoir déboucher sur des thèmes de recherche".

La formation dans ce projet pédagogique préserve l'autonomie des points de vue techniques et les articule dans une progressivité. La formation ne résulte pas de l'addition de savoirs et d'apprentissages, mais de la reprise réitérée d'un nombre limité de problèmes toujours explicités. Elle permet l'approfondissement progressif en mettant chaque année l'accent sur des questions précises en privilégiant les connaissances correspondantes.

. deuxième proposition : "L'enseignement de construction, tout comme celui d'architecture, devrait être présent tout au long du cursus. Je propose l'organisation suivante des matières obligatoires (résumé) :

1ère année - initiation à la construction -

I - architecture et construction (l'art de bâtir : étendue des problèmes et solutions ; matériaux ; introduction à la théorie des structures ; histoire de l'art et de ses techniques)

2e année - apprentissage des éléments techniques nécessaires aux premiers projets d'architecture de troisième année -

I - facteurs d'ambiances

II - systèmes de structures

3e année - le comportement mécanique de la matière au sein d'une structure (R.D.M.) -

4e année - le savoir-faire -

I - gros oeuvre

II - second oeuvre

III - projet de construction 1 - apprentissage du projet d'exécution

5e année - synthèse de l'ensemble des contraintes de construction -

I - équipement et réseaux (3e oeuvre)

II - projet de construction 2"

Les recommandations sont les suivantes :

- "Un enseignant spécialiste de construction devrait systématiquement assister les étudiants lors des projets d'ateliers dits "projets d'architecture".

- Les U.P. d'architecture devraient avoir un laboratoire de construction permettant : travaux sur maquettes, essais destructifs, expérimentation des systèmes de structures....

- Un apprentissage du travail avec des documents techniques comme D.T.U., N.F., règles de construction..., me paraît nécessaire.

- Les techniques de construction ne devraient pas être présentées comme rigides mais comme étant une réponse actuellement optimale aux problèmes posés".

La logique qui ressort de ce programme est de partir de l'objet architectural, dans son histoire et sa tradition, pour en dégager les divers aspects techniques ; puis de développer ces aspects dans leur autonomie (structures, ambiances dès la deuxième année ; R.D.M., technologies, mise en oeuvre en troisième et quatrième années), et les impliquer dans le projet. La démarche générale procède par analyse-approfondissement-intégration dans le projet-confrontation à l'architecture. Elle repose implicitement sur une définition du bâti comme objet technique, distincte de celle du bâti comme oeuvre architecturale, dont chaque aspect peut être développé dans son autonomie, avant d'être pris en charge dans le projet. L'apprentissage résulte ici, comme dans la proposition précédente, par réitération, selon une complexité croissante. Les quatre remarques correspondent à une double exigence : faciliter la rencontre architecture-technique dans le projet, et approfondir la connaissance des implications techniques dans l'architecture (stabilité/forme ; réglementation/qualité de la prestation ; la solution technique comme compromis optimum). En somme, valoriser une réflexion architecturale sur la technique.

### 3 - Remarques :

La question de la formation technique des ingénieurs étant posée à travers ces deux modèles, nous avons cherché des interlocuteurs susceptibles de nous aider à l'éclaircir. Les informations et appréciations recueillies nous autorisent à formuler trois remarques.

- Il semblerait qu'aujourd'hui, en France, la formation technique de l'ingénieur soit en règle générale faible, et ne concerne qu'un domaine restreint d'application. Cette situation résulterait d'une évolution progressive du système de formation depuis le XIXe siècle. Si initialement l'ingénieur pouvait se prévaloir d'une véritable formation technique (pour produire) axée sur le projet, aujourd'hui il reçoit essentiellement une formation scientifique, basée sur l'apprentissage de modèles mathématiques abstraits et de leurs modes d'utilisation, au détriment d'une formation technique proprement dite. Cette évolution traduirait aussi une perte du sens des responsabilités : le travail de l'ingénieur s'apparenterait, en effet, plutôt à celui d'un "manoeuvre du calcul scientifique" et de ses prolongements informatiques, qu'à celui d'un projeteur.

- Si l'ingénieur n'acquiert plus de véritable formation technique, son système de formation et son mode d'intégration professionnelle le placent en condition favorable pour acquérir une certaine efficacité technique : en amont, dans les classes préparatoires, "il apprend à raisonner et à travailler", et devient capable de gérer sa propre formation par le renouvellement et l'actualisation des connaissances qui lui sont nécessaires ; en aval, dans les écoles d'application, et grâce au système de recrutement des entreprises, administrations, corps..., son intégration au monde du travail est facilitée.

La situation des architectes est radicalement différente. L'absence de formation spécifique préparant aux écoles d'architecture, le mode d'exercice professionnel (majoritairement libéral) ne peuvent suppléer aux faiblesses de la formation technique. L'enseignement dispensé dans les écoles en a la charge exclusive. Or, la qualité d'une formation technique dépend en partie de son implication dans le système de production et de son ancrage social.

- Nous touchons ici un des problèmes essentiels de la formation technique. Le conditionnement social du système de formation est au moins aussi important que les contenus et les formes d'enseignement dispensé. Les savoirs techniques et leurs managements résultent au moins autant de l'intériorisation des conditions de production et de l'exercice professionnel que de l'enseignement technique. Calquer la formation technique de l'architecte\* revient à sous-estimer l'importance de ce conditionnement, et pénalise l'architecte à n'être, sur le plan technique, qu'un "sous-ingénieur". C'est aussi ignorer le contenu technique réel du travail de l'architecte, dans la conception et dans la maîtrise d'oeuvre, et renoncer à le réévaluer pour le revaloriser, tâches que nous croyons essentielles aujourd'hui. Si la conception n'est pas le fait d'un "homme seul" et résulte d'une collaboration, sa valorisation dans une coopération effective passe par la reconnaissance des contributions et des compétences de chacun, et le partage assumé collectivement des responsabilités prises individuellement, ce qui implique la connaissance des logiques qui sous-tendent leur intervention respective.

Chacun des deux modèles de formation que nous avons identifiés (identification dont nous assumons l'entière responsabilité) tente à sa façon de "bien penser" les rapports architecture-technique pour revaloriser la formation technique des architectes. Bien que leur projet et leur doctrine respectifs soient radicalement différents, ils partagent la même critique de l'inefficacité et du décalage de la formation par rapport aux pratiques actuelles et envisageables dans un avenir proche. Cette critique rejoint ce que nous énoncions dans notre-deuxième hypothèse "les enseignements résultent de la projection dans les écoles de la division du travail de la période précédente et de ses avatars actuels. Plus particulièrement, ils sont donnés par des professionnels qui y transfèrent leur pratique de légitimation".

\* sur celle de l'ingénieur

1.2.4. Quatrième question : "Y-a-t-il des changements en cours ? Lesquels vous paraissent importants ? Lesquels seraient souhaitables ? Quels sont les obstacles ?"

Les changements en cours et souhaités portent en premier lieu sur l'amélioration des enseignements existants, et sur l'introduction de compléments de formation : par ex., les thèmes du contrôle de l'environnement et de la maîtrise des ambiances sont soulevés à plusieurs reprises : développer une approche plus opératoire et pertinente pour architecte que celle des sciences appliquées actuelles (thermique, acoustique) sans pour autant les rejeter ; les thèmes de la qualité de la construction et des coûts et de leur maîtrise dans le cadre d'une économie générale de la construction. L'objectif recherché à travers ces changements est "de garantir un niveau technique suffisant pour que les architectes soient opérationnels à l'issue de leurs études". Ressort également une volonté de renouveler l'enseignement de la construction par une approche plus critique et plus problématisée, moins dépendante des "recettes habituelles" : développer aussi des travaux de recherche sectoriels sur des thèmes d'actualité (économie d'énergie, nouvelles technologies, filière bois...), pour rendre plus directement opératoire la formation. Ainsi, "il devrait être possible, et cela existe dans certains pays, de proposer une formation riche pour qu'un nouveau diplômé apporte sur le marché la connaissance des techniques les plus récentes au lieu d'être obligé d'apprendre sur le tas des pratiques courantes, quelquefois même dépassées". Parallèlement, à ces recherches "appliquées", il est souvent reconnu indispensable de développer des travaux de recherche à caractère fondamental, aux retombées plus incertaines, qui impliquent éventuellement, à terme, une refonte générale de l'approche des problèmes techniques. Tout ceci suppose enfin un renouvellement des méthodes pédagogiques, nécessite des moyens (laboratoires, ateliers de maquettes...), en particulier l'ordinateur, non seulement en raison de ses capacités de calcul et de simulation, mais aussi parce que l'informatique bouleverse les rapports au savoir et transforme les pratiques.

Les obstacles aux transformations souhaitées incombent au corps enseignant, et aux étudiants. L'amélioration de la formation technique des architectes relève d'abord de la volonté des enseignants et de leur capacité à reconsidérer leurs propres pratiques : "Les remises en question sont permanentes mais pratiquement sans effet sur les enseignements. Les obstacles sont dans les habitudes prises, la rigidité des programmes, et (dans une moindre mesure) dans un engagement insuffisant de certains ingénieurs qui préfèrent l'enseignement ex.cathedra" ; l'amélioration de la formation dépend aussi des professeurs d'architecture et d'atelier, car la prise en compte des aspects techniques dans le projet se heurte souvent à leur incompréhension, au point qu'ils ne l'assurent pas : "D'autres (enseignants) continuent à se refuser à prendre en compte toute contrainte technique pouvant avoir une incidence sur la conception de l'espace architectural, renvoyant aux instances de la profession

la charge de former des professionnels architectes".

Selon l'un de nos correspondants, ces obstacles seraient aussi dus au niveau des étudiants. "La démagogie qui consiste à faire croire que des élèves ayant un bac A, B, C, E... peuvent tous être des "architectes" dont on ne définit pas la fonction, faire croire que l'on peut enseigner à tous ces élèves de la même manière des sciences. Une pédagogie pour un éventail aussi diversifié est impossible au niveau universitaire. En fait, en conservant un seul type d'architecte on est condamné, avec toutes les formations des lycées, à un nivellement par la base à tous les domaines, ou presque. A mon sens il faudrait au moins deux types d'architectes, les architectes "constructeurs" et les autres (...). Ce n'est qu'avec les constructeurs qu'on pourrait enseigner les sciences applicables à la construction. Les autres n'étant pas motivés ou n'ayant aucune formation minimum, nous perdons notre temps et eux le leur. Ils pourraient par contre se consacrer à des sciences dites "humaines" à un meilleur niveau en vue d'une fonction que les constructeurs n'assumeraient pas".

Notre enquête ne pouvait pas manquer de rencontrer le problème de la formation préalable, ce qui revient à mettre en cause, au moins partiellement, notre système d'éducation - ce qui nous échappe -, ou le mode de recrutement des étudiants en architecture, et à le transformer - ce qui n'est pas le cas actuellement -. Par ailleurs, nous ne pensons pas que le problème de la formation technique des architectes puisse être résolu en déplaçant ce problème vers celui de la formation scientifique, même préalable. C'est ignorer que les écoles d'ingénieurs rencontrent elles aussi ce problème de la formation technique, et que si elles le résolvent, ce n'est pas uniquement en raison du niveau scientifique de leurs étudiants. S'il fallait réformer notre système éducatif, ce devrait être en développant toutes les activités qui favorisent l'acquisition d'un esprit technique et contribuent à la reconnaissance de la culture technique.

### 1.3. ANALYSE DES RESULTATS DE L'ENQUETE A L'ETRANGER

---

Les informations recueillies dans cette enquête concernent les écoles de Venise, Milan, Florence, Göteborg, Stockholm, Delft, Saint-Luc, Louvain, Atlanta, Haïfa, Luanda, La Havane, Montevideo. Nous n'avons pu obtenir, jusqu'à présent, d'informations suffisantes sur l'Allemagne, l'Angleterre, l'Autriche, les pays de l'Europe de l'Est. Nous n'avons pas eu de réponses précises à notre questionnaire. Ces informations sont assez générales (sauf pour les trois derniers établissements pour lesquels nous disposons de l'expérience pédagogique de Felicia REVERDITO), elles portent sur les cursus de formation et la place qu'y occupent les enseignements techniques. Elles ont pu être quelquefois complétées par les appréciations de nos correspondants.

#### 1.3.1. La formation technique dans l'organisation des études

##### 1 - Organisation générale des études :

La durée des études conduisant à l'obtention d'un diplôme d'architecte ou équivalent est de cinq ans. L'enseignement de l'architecture est dispensé par des facultés d'architecture au sein des universités ; l'organisation des études est commune à celle de l'enseignement supérieur, ce qui autorise des passerelles et des liaisons avec d'autres domaines de formation proche, et permet de sanctionner chaque niveau par un diplôme. L'existence d'un enseignement post-diplôme est fréquente. La permanence de la recherche est assurée grâce à une structure de laboratoires et d'instituts, rattachée à la faculté d'architecture, ou à un de ses départements. Cette structure permet aux équipes de recherche (enseignants et étudiants de fin d'études), d'approfondir des problématiques spécifiques (histoire et théorie, technique et construction, urbanisme et planification), et le cas échéant, de répondre à des demandes extérieures particulières, condition nécessaire au renouvellement des connaissances et de l'enseignement.

Une telle organisation des études a pour conséquence de préserver une certaine autonomie des champs disciplinaires, voire de les renforcer en particulier au début des études, si l'on en juge par les programmes.

Le programme des deux premières années d'études est une "juxtaposition" de disciplines : architecture et théorie de l'architecture, histoire de l'art, sciences humaines et géographie, mathématiques et géométrie, sciences physiques, dessin et expression graphique. L'enseignement traditionnel du projet en atelier est rare, par contre, les exercices d'analyse de bâtiments et les petits projets sur des cas simples sont fréquents.

En milieu d'études (troisième et quatrième années), alors que l'étudiant a choisi son orientation, la formation fondamentale à l'archi-

tecture est axée sur le projet d'atelier. Les autres enseignements, en particulier techniques, apportent des approfondissements (ex : charpente bois, structure métallique, béton armé...) et des compléments d'information sur des points précis (coût de la construction et métré, équipements et sanitaires, gestion d'agence...). Leurs implications dans le projet d'atelier restent partielles ou s'effectuent dans des travaux spécifiques (projet construction). En général ces compléments de formation et approfondissements se poursuivent en fin d'études (cinquième année), parallèlement à des travaux de recherche préparant le cas échéant à un post-diplôme. En fin d'études, les champs disciplinaires reprennent alors leur autonomie, alimentés par des préoccupations plus spécifiquement architecturales.

A ce niveau d'analyse, il ressort qu'il y a peu de différence, dans les principes généraux d'organisation des études et l'orientation des contenus, avec nos enseignements en France (sauf en ce qui concerne l'intégration de l'enseignement de l'architecture à l'enseignement supérieur).

## 2 - Présentation résumée de quelques cursus :

**Delft** : les études à la Faculté d'Architecture de l'Université de Delft, la seule aux Pays-Bas avec celle d'Eindhoven habilitée à délivrer un diplôme d'architecte-ingénieur, sont organisées en 1 + 3 + 1 années. Une première année de propédeutique préparant à un examen probatoire, à l'issue de laquelle l'étudiant s'oriente vers un des cinq départements de la Faculté : architecture (70 % des effectifs), urbanisme, technique de construction (l'enseignement technique et scientifique y est plus poussé qu'en architecture), restauration, aménagement intérieur. Un cycle de trois ans prépare à une licence dans la spécialité choisie. A partir de la troisième année de ce cycle, une spécialité "logement social" est offerte aux étudiants d'architecture et d'urbanisme. Un cycle d'un an prépare au diplôme d'architecte-ingénieur. Chaque département assure la direction de ses études et dispose d'une structure de recherche permanente (instituts de recherche architecturale, dans l'habitat social, en urbanisme...).

**Atlanta** : Le "bachelor" en architecture est délivré en cinq ans. Les études sont organisées en 1 + 1 + 2 + 1 années + post-diplôme (1 ou 2 ans). La première année d'études consacrée à l'acquisition des connaissances de base (mathématiques, composition, dessin d'architecture et d'ingénieur, chimie, physique, sciences sociales), prépare également à un bachelor en design industriel obtenu trois ans après. La seconde année (au cours de laquelle apparaît le premier atelier de projet) donne accès à un bachelor en science de la construction délivré deux ans après. Les troisième et quatrième années sont consacrées à la formation fondamentale à l'architecture (atelier de projet, histoire de l'architecture...) et à la construction. Elles donnent accès à deux options possibles pour la cinquième année :



bachelor en architecture et bachelor en architecture avec spécialité technique. A l'issue de la cinquième année deux options sont encore offertes : la première d'un an pour un "master" en architecture, la seconde de deux ans pour un "master" en planification. Les enseignements techniques concernent les deuxième, troisième, quatrième et cinquième années d'études.

Haïfa : Le bachelor en architecture est obtenu en quatre ans, avec option en architecture ou en planification. L'organisation des études comporte l'acquisition des connaissances de base (2 ans), la formation fondamentale à l'architecture et au projet, avec préparation de l'option (2 ans). Une partie des enseignements de la quatrième année est obligatoire et commune, la seconde partie prépare à l'option choisie par l'étudiant. La préparation à l'option architecture porte essentiellement sur la construction (structure, technologie, équipements, organisation du chantier, économie de la construction) ; la construction est peu développée dans la préparation à l'option planification. Après obtention de son bachelor en architecture ou en planification, l'étudiant peut poursuivre ses études en vue de l'obtention d'un diplôme d'ingénieur-architecte, de master des sciences en architecture, de master des sciences en architecture et planification, ou de master des sciences en planification.

Milan : L'enseignement du département "programmation et production des édifices" à la Faculté d'Architecture de l'Université Polytechnique de Milan est organisé en deux cycles (2 + 3 ans). Le premier cycle est axé sur l'acquisition des connaissances de base (histoire de l'art, architecture et étude des monuments, mathématiques, géométrie descriptive, dessin, physique, chimie et construction). Le deuxième cycle est axé sur la formation fondamentale à l'architecture et au projet : les enseignements techniques représentent environ 1/3 du temps d'enseignement, les enseignements d'architecture (théorie, histoire et projet) la moitié du temps d'enseignement. En fin d'études, des travaux de recherche sont développés dans les laboratoires rattachés au département (laboratoires "production sociale de maisons et services sociaux", "procédure et projet pour l'édification résidentielle publique", "secteur du bâtiment et production de projet", "projet et ambiance", "projet production et gestion des composants de l'édifice", ...). Pour les problèmes qui nous concernent, les recherches menées sont sur "l'information technique pour l'enseignement universitaire", "l'analyse de la qualité de la demande d'information technique et les modifications du processus de projet et de la production de l'édifice", "le système informatif dans le processus d'édification", ....

Saint-Luc et Louvain : A l'Institut Supérieur d'Architecture de Saint-Luc et à la Faculté d'Architecture de l'Université Catholique de Louvain, l'enseignement est organisé en deux cycles (2 + 3 ans). Tous les enseignements sont obligatoires en premier cycle, alors que l'étudiant en second cycle doit compléter les cours obligatoires par des cours optionnels dans quatre orientations : 1 - problèmes formels de l'architecture, architectonique, approche formelle et critique ; 2 - architecture et art urbain ; 3 - pathologie du bâtiment (technique et expertise) ; 4 - aménagement et détails d'architecture. De

plus, il doit choisir dans d'autres cours : analyse de textes sur l'architecture en langue anglaise ; introduction à l'architecture et à l'urbanisme des pays en voie de développement ; énergies et architecture. Dans les deux premières années, les enseignements scientifiques et techniques représentent près du 1/3 du temps d'enseignement (mathématiques, physique, chimie, mécanique, R.D.M., technologie de la construction) ; ceux d'architecture (histoire, théorie et projet, dès la première année) environ 40 %. Le reste du temps est consacré aux sciences humaines, à la géographie et à l'écologie, à l'expression graphique. Dans le second cycle, dans les cours obligatoires, la formation à l'architecture et au projet représente la moitié du temps d'enseignement, les enseignements techniques le 1/4.

### 3 - La formation technique : un programme "type" :

Les enseignements du champ construction privilégient dans les programmes des écoles étrangères l'approche scientifique et l'approche technologique, et sont organisés en règle générale selon l'ordre suivant, par année :

- première année : sciences physiques (et éventuellement chimiques) : rappel, mise à niveau, "acquisition des concepts fondamentaux", introduction aux problèmes de stabilité et énergétiques ;
- deuxième année : 1) stabilité des construction et conception des structures (statique, statique graphique, R.D.M. simplifiée) ;  
2) introduction à la technologie de construction : fonder, porter, franchir, couvrir ;
- troisième année : 1) les matériaux et leurs caractères physico-chimiques ;  
2) les principaux systèmes technologiques de structure : charpente bois, structure métallique, structure B.A. ;  
3) l'édifice et les problèmes d'ambiance : phénomènes vibratoires et énergétiques (acoustique, thermique, éclairagisme) ;
- quatrième année : 1) conception détaillée et réalisation des principales parties d'ouvrage de l'édifice : calcul et exécution des fondations, fondations spéciales, de la structure et de ses parties, poutre, console, dalle... ;  
2) introduction à l'économie du bâtiment : descriptif quantitatif et évaluation du coût de la construction ;  
3) équipements : sanitaires, chauffage ;  
4) projet construction ;
- cinquième année : 1) les structures complexes (voiles, coques) et les systèmes hyper-statiques : calcul et réalisation ;

- 2) équipements (suite) ;
- 3) projet construction ;
- 4) le métier d'architecte : gestion d'agence et conduite du chantier.

Ce programme "type" n'est pas toujours réalisé dans son intégralité, notamment en ce qui concerne, en troisième année les points 1 et 2, en quatrième année 1 et 4, en cinquième année le point 2 ; souvent il n'y a qu'un seul projet construction, quelquefois même il n'y en a pas du tout, mais il existe alors un "test comparatif" entre plusieurs technologies concernant la structure de l'édifice élaboré dans l'atelier de projet (souvent en troisième ou quatrième année). Les stages, lorsqu'il y en a, se déroulent en quatrième et cinquième années.

La progressivité des enseignements obéit à une logique qui articule un point de vue scientifique et un point de vue technologique. Après acquisition des concepts scientifiques de base (première année), sont abordés en parallèle (2e et 3e années) les problèmes de la stabilité et de la conception des structures, ceux des ambiances, et ceux des matériaux et de leurs caractères physico-chimiques ; par ailleurs dans le même temps, sont abordées les technologies de mise en oeuvre selon l'ordre habituel d'édification. La "rencontre" du point de vue scientifique et du point de vue technologique s'effectue le plus souvent à l'occasion d'un projet "construction". Lorsqu'il y a deux projets construction dans le cursus, le second intègre les équipements et débouche sur l'élaboration d'un dossier technique complet.

Nous retiendrons de cette présentation générale des enseignements techniques dans les cursus étrangers, que les rapports architecture-construction ne semblent pas être mieux résolus qu'en France, et que se posent des problèmes comparables aux nôtres : privilège de l'approche scientifique des problèmes techniques, la technologie abordée d'un point de vue descriptif, cohérence interne du champ construction marquée par la grande autonomie des enseignements qui le composent, articulation avec la formation architecturale et l'atelier de projet. Cette présentation ne doit pas bien entendu masquer les différences réelles entre les pédagogies pratiquées dans ces écoles. Dans certaines, il y a véritablement "étanchéité" entre architecture et construction (par ex. à Venise, dans le département "théorie et technique du projet d'édifice", les enseignements techniques et leurs professeurs ne sont pas impliqués dans l'enseignement du projet, alors que cela ne semble pas être le cas à Milan) ; quelquefois, la formation technique est assurée dans le cadre d'un autre enseignement (ex. : les travaux sur maquettes effectués dans le cours d'histoire à Stockholm) ; quelquefois, l'approche scientifique semble non seulement prévaloir sur la formation technique, mais véritablement organiser la totalité du cursus (Saint-Luc et Louvain).

Enfin, nous n'ignorons pas l'importance du contexte social sur l'enseignement. Le mode d'insertion des étudiants dans la pratique professionnelle des pays considérés, les structures professionnelles

et de la commande, plus largement de la demande sociale, ont des répercussions difficiles à cerner dans l'enseignement, à l'exception des comportements clairs des enseignants et des étudiants et de leurs engagements affirmés. L'analyse détaillée de F. REVERDITO des enseignements de Luanda, La Havane et Montevideo éclaire quelque peu la complexité des rapports entre le système de formation et le contexte socio-politique, et l'enjeu que représente ce système pour ces pays en voie de développement. En effet, l'organisation des enseignements et leurs contenus ne nous apparaissent pas comme radicalement différents de ceux que nous avons précédemment décrits. Pourtant, les architectes qui sont formés dans ces écoles ont des profils différents, adaptés aux situations de chacun de ces pays. Le "conditionnement social" du système de formation n'est pas le seul facteur explicatif de ces différences, elles relèvent de mécanismes spécifiques propres au système de formation : à La Havane, ces mécanismes d'adaptation, de transformation et de détournement de programmes importés (et d'enseignants) sont essentiels à la réussite de l'expérience socialiste ; à Luanda, ces mécanismes opérant par l'introduction progressive du modèle de formation italien (main mise et contrôle de l'enseignement de cinquième année par la Faculté d'Architecture de Rome) risquent, à terme, de placer le système de formation des architectes angolais dans une dépendance complète, dont les conséquences sont inestimables pour le pays ; à Montevideo, ces mécanismes révèlent la résistance avec laquelle le système de formation mis en place avant le coup d'état militaire de 1973 fait échec aux diverses tentatives de transformation de la Junte, et arrive à préserver sa structure.

#### 4 - La formation technique dans trois pays en voie de développement : Angola, Cuba, Uruguay (Felicia REVERDITO) :

En ce qui concerne la connaissance que j'ai de l'enseignement de l'architecture en général, et de la construction en particulier, dans différents pays en voie de développement, je dois parler de diversité, parce que les situations économiques, politiques et sociales de ces différents pays sont aussi diverses.

En Uruguay, j'ai travaillé dans l'enseignement et la recherche de 1956 à 1973 (année du coup d'état militaire). J'ai été professeur de Stabilité des Constructions et Directeur du Département des Structures dans l'Institut de la Construction des Edifices (I.C.E.).

Exilée en France, où j'enseigne la construction à l'Ecole d'Architecture de Strasbourg, j'ai été appelée en 1980 par l'Université de Luanda pour élaborer un programme d'enseignement de stabilité des constructions et prendre la responsabilité de son enseignement. Depuis 1981, j'étais un mois par an diriger ce cours dans la section architecture de l'Université de Luanda.

Luanda (Angola) : La formation des architectes, avant l'indépendance, se faisait au Portugal. Après l'indépendance a été fondée la section Architecture de la Faculté d'Ingenierie de l'Université de Luanda.

Après la révolution, suite à l'émigration portugaise, le pays se trouva sans enseignants, sans professionnels, sans techniciens, sans main d'oeuvre qualifiée, sans ouvriers, et avec une infrastructure détruite. Il fallait rapidement former des architectes, approfondir les connaissances techniques, non seulement dans le sens de la conception, mais aussi de la production. La mission de ces architectes devait être de diriger des gens qui ne connaissaient pas leur métier, de les former, d'étudier les possibilités d'implantation d'usines d'éléments préfabriqués, indispensables dans la situation du pays. Aujourd'hui, ces éléments sont importés.

Actuellement, les besoins en matière de logements, d'écoles sont énormes : 85 % de la population est analphabète, les conditions de logement sont déficientes. La guerre aggrave cette situation, et rend encore plus difficile le recensement exact des besoins de ce pays qui veut construire une structure socialiste et mener la reconstruction.

La section Architecture de la Faculté fait appel à des professeurs et à des écoles de l'étranger. Le responsable pédagogique de l'école, M. Naïland NALERIO, est uruguayen. Les professeurs d'architecture viennent du Portugal, de la Suède, du Vietnam, de Cuba..., et pour la cinquième année d'études, l'Université de Luanda a signé une convention avec l'Université de Rome. En ce qui concerne l'enseignement technique, je me suis trouvée avec des professeurs cubains, vietnamiens, suédois, et avec un collègue de Strasbourg, diplômé au Brésil. La section d'Architecture a quatre ans de vie, c'est-à-dire que la première génération d'architectes en sortira à la fin de l'année scolaire 1984-85. Différents changements ont été introduits dans l'enseignement, du fait de l'hétérogénéité des enseignants.

On peut se demander quelles sont les grandes lignes de cet enseignement, et quels rapports il entretient avec la production et la conception ?

Beaucoup de critiques peuvent être faites à propos d'une telle situation. Elles ont été formulées lors des rencontres de Strasbourg (à l'U.P.A., dans le cadre des conférences sur l'Histoire de la Production du Bâti) et de Paris (à l'E.S.A., dans le cadre d'un Séminaire sur le Tiers Monde). Ces rencontres ont eu lieu en présence de M. NALERIO et quatre élèves de la section Architecture de Luanda. Ces critiques concernent surtout la production, parce que les élèves de cinquième année exercent déjà des responsabilités dans les différents Ministères touchant à l'Urbanisme et à la Construction.

Le programme de l'école est structuré en semestres. L'activité centrale se déroule dans l'atelier d'Architecture à partir de travaux sur des problèmes concrets du pays. L'enseignement de la construction et celui de la stabilité sont séparés, et l'enseignement du confort d'ambiances fait partie de la discipline intitulée "l'homme et l'ambiance". Le rapport de ces matières avec l'atelier d'Architecture est introduit dès le début des études.

La première année est l'introduction au travail d'architecture et de construction, basée sur l'observation. Les deuxième, troisième et quatrième années sont consacrées à l'analyse de la réalité, et à l'élaboration de propositions de changement, appuyées par des cours théoriques-pratiques parallèlement aux activités de l'atelier d'Architecture. Les cours peuvent participer aux activités de projet. En cinquième année, travail de synthèse aboutissant au diplôme, et matières complémentaires. Les élèves peuvent chercher des enseignements complémentaires dans d'autres écoles universitaires, en vue d'une diversification professionnelle correspondant aux besoins du pays.

Le programme des quatre premières années d'études comporte :

- 1ère année (1er et 2e semestres) :

- . initiation à l'architecture et à la construction I et II
- . dessin et géométrie I et II
- . histoire de l'habitat
- . mathématiques I et II
- . études politiques
- . séminaires
- . travaux productifs

- 2e année (3e et 4e semestres) :

- . architecture et design I et II
- . histoire de l'architecture et de la ville I et II
- . mathématiques III et IV
- . construction et ambiance I et II
- . homme et ambiance - anthropologie
- . homme et ambiance - ethnologie
- . séminaires

- 3e année (5e et 6e semestres) :

- . architecture et urbanisme I et II
- . histoire de l'architecture et de la ville III et IV
- . mathématiques V et VI
- . construction et stabilité I et II (assuré par F. REVERDITO)
- . homme et ambiance - sociologie

- 4e année (7 et 8e semestres) :

- . architecture et urbanisme III et IV
- . histoire de l'architecture et de la ville V et VI
- . mathématiques VII et VIII
- . homme et ambiance - géographie urbaine et régionale
- . construction et stabilité III et IV (assuré par F. REVERDITO)

La cinquième année est dispensée depuis 1984 par les professeurs de l'Université de Rome.

- programme développé dans le cadre de cette cinquième année :  
étude des rapports entre les actions générales de développement (projet de transformation économique, directives de transformation sociale, plans régionaux, plans directeurs) et les plans partiels de développement ; étude des rapports entre les plans partiels d'in-

tervention et les projets de transformation de l'ambiance physique (infrastructures, aménagements spatiaux, bâtiments) ; étude des rapports entre le projet et sa réalisation.

- . écologie
- . analyse démographique
- . industrialisation de la construction
- . projet
- . étude d'impact
- . construction et stabilité (assuré par F. REVERDITO)
- . équipements
- . économie de la construction
- . projet (intervention de F. REVERDITO avec un professeur d'Architecture)
- . informatique

La Havane (Cuba) : (informations recueillies par F. REVERDITO auprès de M. Manuel SILVA GUTIERREZ, professeur de Construction à la Faculté d'Architecture de La Havane et professeur en 1981-82 à Luanda)

La situation à Cuba est tout-à-fait différente de celles de l'Angola et de l'Uruguay. Au commencement, l'émigration des cadres a été très forte, aussi, le gouvernement a pris rapidement des mesures et a engagé des professionnels étrangers pour permettre une formation accélérée. La Faculté existait déjà, et il n'y avait pas de problème de décolonisation. Par contre, les besoins en matière de logements, d'écoles, d'hôpitaux..., et la possibilité d'aides étrangères ont permis un processus accéléré de production (montage d'usines de préfabricaiton).

Le programme des cinq années d'études comporte :

- 1ère année :

- . calcul I
- . matérialisme historique et dialectique
- . introduction au design
- . matériaux de construction I
- . techniques de construction I

- 2e année :

- . calcul II
- . algèbre linéaire - probabilités
- . géométrie
- . histoire du mouvement ouvrier
- . design - architecture
- . matériaux de construction II
- . techniques de construction II
- . physique de l'architecture : climatologie, acoustique, éclairage naturel et artificiel
- . théorie des structures

- 3e année :

- . économie politique
- . histoire I
- . design - architecture

- . techniques de construction III
  - . béton armé I
  - . physique de l'architecture (un semestre)
- 4e année :
- . histoire II
  - . projet d'architecture - design
  - . urbanisme
  - . béton armé II
  - . stage d'un mois dans les bureaux de l'Etat
- 5e année : deux spécialités : urbanisme ou architecture des bâtiments. Pour la seconde :
- atelier design et industrie
  - . organisation des chantiers
  - . projet de structures
  - . préfabrication
  - . matériaux de finition

Le diplôme est préparé en six mois, sous la direction d'un directeur d'études et de deux ou trois conseillers.

Commentaires sur le programme et les enseignements de la construction : au-delà d'un programme traditionnel en "techniques de construction I, II et III", qui commence avec le relevé d'un bâtiment jusqu'à sa couverture, on trouve des idées intéressantes qui vont dans le sens de la rationalité dans l'utilisation des éléments de construction, dans la conception et le contrôle technique :

a - mettre en valeur l'importance de la connaissance de la technique de la construction dans la conception d'un bâtiment et sa constructibilité ;

- étudier le renouvellement dans l'utilisation des différents matériaux et l'apparition de nouveaux matériaux sur le marché ;

- être capable de suivre le développement constant et l'innovation des différentes techniques ;

b - mettre en valeur les processus historiques et les conditions physiques ;

- la nécessité comme cause du développement ;

- l'influence des matériaux locaux ;

- l'influence de l'organisation sociale ;

- la créativité (les nouveaux programmes ont besoin de matériaux et de techniques différents).

Au cours de la première année, sont abordées en particulier :

- l'étude du vocabulaire technique,
- l'étude des différents éléments qui composent une oeuvre d'architecture,
- la connaissance de la technique de la construction simple utilisée dans les éléments principaux d'une oeuvre,



- l'identification des différents matériaux,
- l'interprétation des différentes interactions entre les techniques et les matériaux.

"Il faut former un architecte socialiste (...). Nous ne pouvons pas séparer la formation professionnelle de la motivation politique-économique (...). On donne des réponses logiques à des besoins de type social (...). On travaille en équipe interdisciplinaire de spécialistes, cela diminue les possibilités d'erreur (...). Il existe une demande constante et importante de nouveaux projets dus à la croissance du pays (...). Chaque fois, on perfectionne les méthodes d'organisation".

Montevideo (Uruguay) : L'Uruguay est un pays démocratique jusqu'en 1973, date du coup d'état militaire. C'est un pays au développement culturel très important, en rapport avec les courants philosophiques, techniques et scientifiques européens, mais sous-développé en raison d'une très forte dépendance économique. Les besoins en matière de logements, écoles... peuvent être satisfaits avec des techniques de construction traditionnelle et une main d'oeuvre qualifiée, mais le marché est insuffisant pour monter des usines de préfabrication (qui poseraient alors des problèmes d'emploi). Pour améliorer la production du bâti, il faudrait rationaliser la construction traditionnelle, préfabriquer certains composants à petite échelle, sur le chantier même. Pour ces raisons, la formation technique des architectes doit être approfondie : favoriser la créativité pour faire mieux avec des possibilités restreintes ; pallier à l'impossibilité de constituer des équipes pluridisciplinaires dans l'ensemble du pays ailleurs qu'à Montevideo.

Jusqu'en 1973, la structure de la Faculté d'Architecture de Montevideo repose sur les Instituts, les cours théoriques et pratiques et les ateliers. Les cours théoriques et pratiques sont coordonnés par les Instituts, en relation avec la recherche et le milieu professionnel. En progressant dans la formation, un centre d'intérêt est développé dans les ateliers. Chaque atelier, proposant une orientation propre, est constitué comme un organisme complexe, une entité, avec son contenu, ses méthodes et sa stratégie. L'enseignement d'atelier occupe les cinq années d'études.

Les Instituts ont les tâches de :

- intégration des enseignements de chaque champ disciplinaire et de coordination des différents champs,
- recherche et étude de problèmes nationaux, alimentant ainsi en continuité le contenu de l'enseignement, son niveau et sa méthodologie,
- divulgation de la recherche vers l'enseignement et le milieu.

Dans l'exposé des motifs du plan d'études de la Faculté d'Architecture on peut lire : "La profonde racine sociale de l'architecture demande une orientation de l'enseignement capable de donner au professionnel une sérieuse connaissance de sa technique, une conception assurée de son art, une capacité créatrice développée, mais surtout la plus profonde connaissance de son milieu et de ses problèmes et une vision éclairée des objectifs pour le développement de la communauté".

On cherchait à enseigner aux élèves les formes scientifiques et techniques de l'organisation de l'espace pour la vie du peuple uruguayen.

Les caractéristiques de l'enseignement jusqu'en octobre 1973 étaient :

- un enseignement appuyé sur la recherche,
- un enseignement nourri par le milieu et tourné vers lui,
- un enseignement actif, souple, libre, coordonné de manière continue dans le temps,
- l'affirmation de différentes tendances, la liberté et l'unité de chaque chaire,
- un enseignement par cycle, organisé par niveau et dans une progression,
- l'affirmation d'une théorie de l'architecture comprenant les études économiques, sociologiques du milieu national, basée sur la recherche,
- un enseignement de l'architecture dans l'atelier, organisme complexe, intégrant des enseignants des différentes disciplines.

A propos de l'enseignement technique, on peut lire dans le plan d'études : art 8 "L'orientation de l'architecture dans notre époque échouera, si on n'arrive pas à intégrer la technique au processus créateur (...). En sachant que l'architecture a besoin de la technique pour sa réalisation et que c'est seulement avec cette connaissance qu'on peut exprimer avec une concrétisation de l'espace, un moment de l'histoire dans un lieu donné ; seront problématiques de l'architecte : programmer, projeter, construire, en restituant au fait architectonique son unité : lier la science de l'organisation spatiale aux sciences de la construction".

L'enseignement de la technique, coordonné par l'I.C.E. (Institut de la Construction des Edifices), était dispensé à travers tout le cursus, dans les cours théoriques et pratiques, dans les séminaires, dans les cours de pratique professionnelle, et tout particulièrement dans les ateliers. En ce qui concerne les cours de pratique professionnelle, des équipes de sept à huit élèves, dirigées par un professeur, suivaient la construction d'un bâtiment (projet d'un bureau d'études). L'élève faisait son apprentissage dans le passage de l'idée (représentation graphique) à l'exécution à l'échelle réelle, d'un ouvrage qu'il n'avait pas conçu (avec tout ce que cela pouvait signifier), et dont il n'avait pas la responsabilité. Le contenu de cet enseignement comportait l'étude de toutes les instances préalables (depuis le commencement de la construction, avec la consultation de l'ensemble des intervenants), l'étude de l'organisation intégrale du chantier, l'approfondissement d'un problème particulier posé par le projet ou dans sa mise en oeuvre, et faisait l'objet d'un travail personnel de suivi débouchant sur un rapport. Les objectifs recherchés étaient de mettre en contact l'élève avec le promoteur de l'opération, de lui permettre de suivre la conception, la réalisation et l'aboutissement d'un projet (de l'idée de projet, à son expression écrite et graphique jusqu'à sa concrétisation dans un édifice).

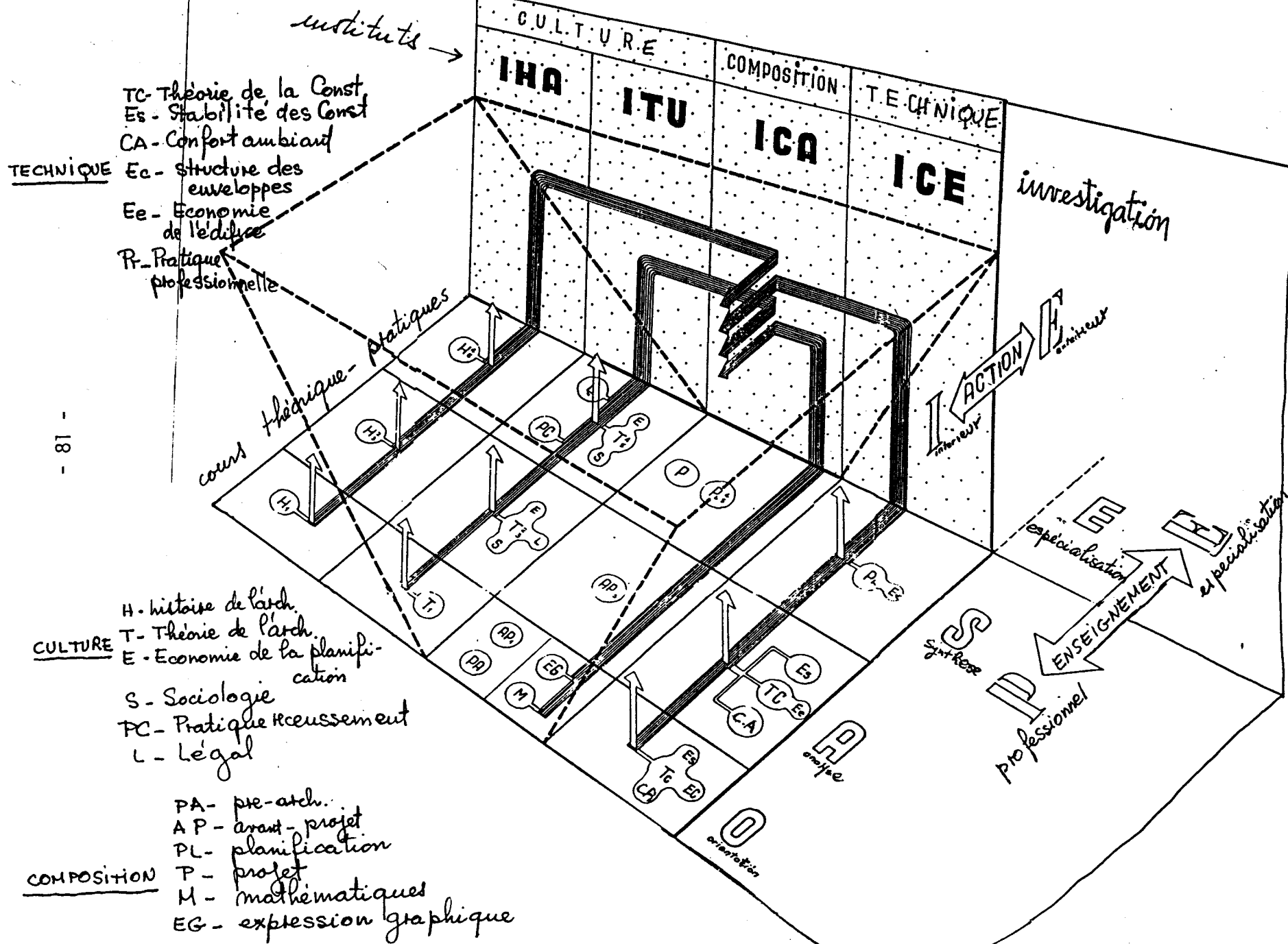
Le programme de la Faculté d'Architecture d'Uruguay comporte :

- 1ère année - orientation :
  - . histoire de l'architecture I
  - . théorie de l'architecture I

- . expression graphique - géométrie descriptive  
- dessin
- . construction I
- . stabilité des constructions I
- . mathématiques
- . projet d'architecture
- 2e année - analyse :
  - . histoire de l'architecture II
  - . théorie de l'architecture II
  - . théorie de la construction II (procédures et matériaux)
  - . confort d'ambiance
  - . stabilité des constructions II
  - . projet d'architecture
- 3e année - analyse :
  - . histoire de l'architecture III
  - . théorie de l'architecture III
  - . économie et sociologie I
  - . théorie de la construction III (procédures et matériaux)
  - . confort d'ambiance
  - . stabilité des constructions III
  - . projet d'architecture
- 4e année - synthèse :
  - . histoire de l'architecture IV
  - . théorie de l'architecture IV
  - . économie et sociologie II
  - . pratique professionnelle
  - . architecture légale (droit)
  - . stabilité des constructions IV
  - . projet d'architecture
- 5e année - synthèse :
  - . histoire de l'architecture V
  - . théorie de l'architecture V
  - . construction : pratique professionnelle (1 semestre)  
projet construction (1 semestre)
  - . projet d'architecture (urbanisme)

Le diplôme est obtenu au terme de la cinquième année. Les enseignements post-diplôme durent deux ans et sont organisés dans les Instituts.

# STRUCTURE DE LA FACULTE D'ARCHITECTURE



# ORGANISMES QU'INTERVIENNENT DANS L'ENSEIGNEMENT DE LA CONSTRUCTION

	LES COURS THÉORIQUES - PRATIQUES				
I.C.E. • coordination • séminaires • expériences	Formation jusqu'à l'acquisition du diplôme				Formation post-diplôme
	cycle d'orientation CO1	cycle d'analyse CA1 CA2		cycle de synthèse CS1 CS2	
Département de Confort Ambient et Service de Climatologie	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">                     Confort Ambient                      Structure des enveloppes                      Théorie de la Construction                 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">                     Confort Ambient                      hygro-thermique naturel                      éclairage artificiel                      acoustique équipements                 </div>			• professionnel spécialisation dans les différents instituts - Dans l'ICE, avec cours, expériences, recherche, séminaires THESE FINALE • enseignement dans l'ICE, en rapport avec les cours théoriques - pratiques et les ateliers THESE par cycle et finale de la discipline THESE pédagogique - Faire l'enseignement: 2 cours par an dans c/cycle
Département de Construction		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">                     Théorie de la Construction II                      mise en œuvre matériaux                 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">                     Théorie de la Construction III                      mise en œuvre matériaux                      Economie de la Construction                 </div>		
Département de Stabilité des Constructions	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">                     Stabilité des Constructions I                 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">                     Stabilité des Constructions II                 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">                     Stabilité des Constructions III                 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">                     Stabilité des Constructions IV                 </div>	
Section de Pratique Professionnelle				<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">                     Pratique Professionnelle *                      Thèse                 </div>	
	↑	↑	↑		
	CENTRE D'INTERET : LES ATELIERS				
	complexe avec des différents enseignants; entre eux les correspondants aux différents disciplines techniques en corrélation horizontal et vertical				
Travail de Composition pre-arch. Avant projet	Avant Projet d'Arch.	Avant Projet d'Arch.	Avant Projet d'Arch.	Projet d'arch. lecture détaillée	

# L'INSTITUT DE LA CONSTRUCTION DES EDIFICES (ICE)

## DE DEPARTEMENTS ET SECTIONS

CONFORT AMBIANT (équipements)

CONSTRUCTION

STABILITE DES CONSTRUCTIONS

SECTION DE PRATIQUE PROFESSIONNELLE \*

### LA RECHERCHE

- Basée sur les problèmes liés à la réalité nationale

- Par commande des organismes de l'état

- En rapport avec des études nécessaires au développement de chaque département à partir de leur propre planning

- En rapport avec des études nécessaires au dossier d'un quartier.

Ce dossier était la base du travail à développer pendant l'année scolaire dans les ateliers.

PROTOTYPE DE LOGEMENT D'EMERGENCE POUR LES SINISTRÉS DES INONDATIONS

ETUDE DES PARABOLOIDES, CONOÏDES POUR LA DESTILATION ANCAP DE JOANICÓ

ETUDES DES OUVERTURES; SA PROTECTION SELON LES DIFFÉRENTS ORIENTATIONS

L'HABITATION Rationalisation modules dimensions

LA CERAMIQUE ARMÉE LA TERRE-CIMENT ARMÉE DIMENS. DU BETON ARMÉ AUX ETATS LIMITES

ETUDE DU MICROCLIMAT ENVIRONNEMENT PROCHE L'INFRASTRUCTURE DU QUARTIER.

RÈLEVEMENTS DES FORMES PATOLOGIQUES DANS LES CONSTRUCTIONS EXISTANTES

ETUDE DU SOL ET SOUS-SOL

ETUDE DES FONDATIONS. EXISTANCE OU NON DE LA FLEUYE

### L'ENSEIGNEMENT

contenu et pédagogie - voir page 16

### DIVULGATION

conférences, tables rondes, séminaires, cours, publications.

\* A partir de 1973, jusqu'à aujourd'hui, avec l'intervention militaire dans l'UNIVERSITÉ il n'y a pas de RECHERCHE, il n'y a pas de travaux sur la réalité nationale.

20

#### 1.4. CONCLUSION

Nous retiendrons de l'enquête écoles les points suivants :

- on observe peu de différence dans l'organisation générale des études, et particulièrement dans les enseignements techniques, aussi bien en France qu'à l'étranger, malgré les contextes sociaux techniques et politiques, quelquefois très différents ;
- la formation technique fonctionne sur la distinction entre conception technique et maîtrise d'oeuvre, et distribue les enseignements selon qu'ils concourent à la première ou à la seconde ;
- en règle générale, la conception technique privilégie les approches scientifiques, celles des sciences appliquées, et technologiques, celles traditionnelles des technologies descriptives et normatives, qui sont dispensées par des enseignants non architectes (ingénieurs, techniciens) ;
- la maîtrise d'oeuvre vise essentiellement l'acquisition d'une capacité à produire les prestations techniques conventionnelles, voire à évaluer l'édifice, étayée par des connaissances technico-économiques, rarement par une expérience des pratiques réelles du construire ;
- la formation technique manque en général de cohérence interne, elle procède plus de la juxtaposition d'enseignements et de leurs démarches induisant une progressivité qui ne révèle pas de projet global, de sorte que la pensée technique n'est pas apprise, et que la rencontre architecture-technique se fait mal, et est ressentie comme tel.

Nous avons pu vérifier les quatre hypothèses que nous avons proposées au début de notre enquête. Nous pouvons les préciser sur les points suivants.

1 - L'étayage scientifique des enseignements techniques est une des formes dominantes de reproduction de la division du travail dans l'enseignement, effectuée soit directement par des professionnels qui y projettent leur pratique et la légitime, soit par des enseignants-relais qui médiatisent ces pratiques. Dès lors, la reproduction se trouve "décalée", et la formation technique perd son objet et son efficace.

2 - La faible différence au niveau des programmes de formation technique rend compte de l'importance du conditionnement social. Les savoirs techniques et leur apprentissage résultent plus de l'intériorisation des conditions de production et de l'exercice professionnel que des programmes et des contenus de l'enseignement technique. Lorsque les exigences attendues de la formation technique, les pratiques professionnelles, et la demande sociale diffèrent, c'est-à-dire lorsque le conditionnement par l'aval change, les compétences acquises changent, sans pour cela que ce soit explicite au niveau des programmes de formation.

3 - A l'inverse de ceux des écoles d'ingénieurs, les programmes et l'enseignement des écoles d'architecture se ressemblent, semblent résister aux changements et être caractérisés par une certaine "inertie". Pourquoi les écoles d'ingénieurs évoluent-elles constamment, changent-elles leur programme tous les deux ou trois ans (flexibilité, mobilité, adaptabilité), et comment faire pour que les écoles d'architecture puissent pareillement évoluer ? Nous faisons l'hypothèse que la situation des écoles d'ingénieurs tient à ce qu'elles entretiennent des rapports permanents avec des secteurs de la production limités, et que ces deux milieux sont en évolution parallèle et en interaction constante. Par contre, cet échange entre les écoles d'architecture et le monde de la production est indirect et médiatisé parce que dans ces écoles on traite d'abord de la relation générale entre "l'architecture éternelle" - le monde de l'architecture et des formes culturelles - et la construction "idéale" - le monde intangible et désocialisé de la construction avec ses modèles et ses solutions types -. Le mode d'exercice libéral, , en marge du monde de la production, n'est pas sans rapport avec cette situation.

4 - La formation technique dans la formation à l'architecture et dans l'enseignement du projet. Il y a des savoirs constructifs, il y a une pratique (le projet), le projet ne doit pas dispenser de faire la conception technique. Si cela est admis, une bonne pédagogie trouve les moyens de faire passer ces savoirs, en partie à travers une pédagogie spécifique (cours), en partie à travers une pratique de projet, et articule ces deux apprentissages de façon que les pratiques du projet soient l'expérimentation des savoirs constructifs. Cette expérimentation doit toujours se dérouler de manière à assurer une conduite "éclairée et assumée" du projet, en particulier sur le plan technique. L'enseignement doit y veiller et être en mesure de faire face aux deux situations suivantes : soit, les savoirs préalablement acquis sont suffisants pour cette conduite, le projet le démontre : il y a acquisition de savoir-faire à partir de leur maniement ; soit les savoirs préalablement acquis sont insuffisants pour la conduite du projet, à la lumière des problèmes soulevés ou de la visée de projet recherchée. Le travail de projet motive alors un travail d'approfondissement et de recherche, individuel ou collectif, en complément de la formation initiale. Ou bien ce travail d'approfondissement et de recherche peut se satisfaire des savoirs disponibles, ou bien on se retrouve devant un non-savoir, situation qui requiert invention, remise en jeu des connaissances. Cette situation est analogue à celle des cas réels exigeant invention.



DEUXIEME PARTIE : ENQUETE PROFESSIONNELS

## UNE ENQUETE SUR DES STRATEGIES PROFESSIONNELLES ET UNE EXPERIMENTATION PEDAGOGIQUE

La tenue du séminaire de troisième cycle "l'édifice, comme production" en 1983-84 à l'Ecole d'Architecture de Strasbourg a permis de vérifier, dans une situation pédagogique, les idées présentées dans notre premier rapport, et qui résultaient plutôt d'une réflexion sur nos expériences professionnelles. Nous les reprenons ici, mais donnons d'abord les grandes lignes du séminaire conçu et dirigé par J.P. ROBERT et R. TABOURET.

### 2.1. CONTENU ET DEROULEMENT DU SEMINAIRE

---

2.1.1. Premier temps : reprendre le projet d'un architecte à partir de son "idée de projet" initiale telle qu'il l'a lui-même formulée et esquissée, et en cherchant un système de construction propre à concrétiser cette "idée de projet". Le projet retenu fut celui de la F.U.B. (Freie Universität Berlin) à Dalhens, de CANDILIS, JOSIC, WOODS et SCHIEDHELM, concours de 1964, première tranche de 1972, deuxième tranche de 1976, troisième tranche en cours en 1983. L'idée de projet est d'organiser les instituts de part et d'autre de deux rues parallèles et d'y réaliser un espace "démocratique", le plus naturel possible, variable au moment de la programmation et transformable à la décision des utilisateurs (discours de 1964). La démarche proposée aux étudiants est de penser de façon autonome puis conjointe les deux espaces : la rue/les instituts et leurs cours, et d'affecter à chacun de ces deux espaces un système de construction propre, d'en étudier les contraintes internes respectives, puis celles de leur assemblage (contraintes définies en rapport à des scénarios d'usage et à des scénarios de construction).

2.1.2. Deuxième temps : lectures et exposés sur les politiques techniques, les procédures, les relations entre protagonistes de la production du bâti, et la documentation concernant des procédés ou filières. But : être en mesure de distinguer dans ces textes, ce qui relève d'un "discours ambiant" et les notions précises utiles à la description des opérations d'édification et de leur montage ; y repérer les présupposés et enjeux des politiques techniques. A cette occasion, on a pu évoquer le rôle de la trame (règles A.C.C., S.A.R.), les contrats, missions et marchés, les logiques et économies impliquées, la tendance des politiques d'état à se traduire par des marchés captifs... Tout cela n'était pas très encourageant. Le corpus étudié comportait les études du Plan Construction et ses bilans tels celui des R.E.X. (J. ABRAM et D. GROSS) et celui de l'Industrialisation Ouverte (D. GREZES).

2.1.3. Troisième temps : définir les problématiques techniques qui rendent compréhensible la démarche de conception des cas exemplaires présentés en conférence ou visités sur le terrain. "En quoi

cette opération (ou la démarche de ce concepteur) est-elle exemplaire d'une certaine façon de gérer les rapports entre production du bâtiment/espaces offerts à l'usage/forme élaborée ? Circonstances et façons de faire ?". Par rapport à une liste de chantiers fournie par les enseignants, les étudiants ont eu à choisir des cas, formuler des hypothèses et organiser l'enquête d'analyse et élucidation ; ceci en déposant un contrat initial d'enquête à partir duquel les crédits de voyage étaient débloqués par le Directeur de l'Ecole, M. Y. AYRAULT, partie prenante de cette expérience qui bénéficiait de son soutien indispensable.

2.1.4. Quatrième temps : Retour au projet individuel. Dans le cadre limité du séminaire, on a choisi le thème "habitat d'urgence". Se trouvait ainsi privilégié le rapport production/espace d'usage, celui-ci étant d'abord réduit à l'essentiel. Par contre, les séances consacrées à définir des "situations d'urgence" (après catastrophe naturelle ou rupture sociale) ont fait ressortir les effets des "secours" entre aliénation ou auto-suffisance, les techniques utilisées définissant le jeu entre fournitures (édifices, produits, assistance technique) et ressources locales (matériaux, travail, création de groupes de coopération avec des savoirs techniques adaptés). Les idées de projet devaient alors se définir autant par les techniques que par l'espace projeté, et ceci dans le cadre d'une stratégie globale par rapport au capital investi, aux institutions, aux fabricants et aux habitants d'un ensemble secourant et d'un ensemble secouru. Types de situation qui réalisent un grossissement des facteurs en jeu dans les situations courantes et qui provoquent l'étudiant à une prise de parti sur la stratégie simultanée à la prise de parti du projet d'architecture.

2.1.5. C'est dans le troisième temps que les étudiants se sont spontanément le plus investis. Les conférenciers invités ont été :

- GRAVA, pour son entreprise d'organisation d'une économie locale de la production du bâti où coopèrent dans un même processus les concepteurs, fabricants, entrepreneurs et parfois maîtres d'ouvrages, si possible en amont des projets (société CARO).
- REICHEN, pour sa démarche de validation progressive de la réutilisation d'un bâtiment existant en mobilisant les propriétés du lieu, la disponibilité en espaces à réaffecter, la qualité des édifices, les effets formels de réemploi de techniques datées et de contrastes avec des procédés actuels.
- GIMONET, pour son travail suivi de constructeur et pour son expérience diversifiée du construire en bois, y compris avec la systématisation récente des procédures.
- PORTELA (Espagne), pour ses expériences architecturales et techniques de coller au plus près aux ressources de son territoire (la Galice) : sol, climat, végétation, main d'oeuvre locale, matériaux tels que le banchage du béton par plaques de granit.

- HERTZBERGER (Hollande), pour le privilège accordé dans toute son oeuvre aux espaces concrets proposés à l'appropriation, grâce à des techniques souples et constamment vérifiées dans leurs alternatives constructives jusqu'au détail d'exécution ou d'usage.

- TUTH (R.F.A.), pour sa façon de ne développer une idée de projet qu'en cherchant les différentes façons de le (bien) construire, à partir d'un catalogue chiffré de solutions partielles alternatives résultant d'une dé-construction préalable.

Les enquêtes sur place ont concerné les opérations suivantes :

- en Hollande : celles de HERTZBERGER et le village de bois de Reetjens ;

- dans la région de Lille : les maisons de WATEL et le musée de SIMOUNET ;

- dans celle de Reims : les cités du Foyer Reimois et de l'Effort Reimois de DUBOIS, LABBE, PAURD, THEVENOT et les entreprises de préfabrication ou de chantier ;

- en Provence : du collectif à Gardanne, Martigues (CARO) et les opérations de l'Atelier 9 à Marseille.

Ces enquêtes ont fait l'objet de rapports édités par chacun des groupes ; l'ensemble du séminaire est présenté dans un compte-rendu intitulé "le projet, comme stratégie", édition de l'Ecole d'Architecture de Strasbourg juillet 1984, 24 pages.

## 2.2. ENSEIGNEMENTS DU SEMINAIRE

2.2.1. Avoir à connaître du fait "bâtir" répond à un besoin de l'étudiant. Le faire sur des cas bien maîtrisés où la production matérielle concrétise avec précision une certaine idée de l'espace et de la forme, et où cette réussite repose sur une connaissance précise des logiques des autres protagonistes, cela réanime sa perspective : l'architecture n'est pas condamnée à être "du papier" et on peut s'y atteler.

2.2.2. La technique, approche concrète de la division du travail.

Nous avons précédemment évoqué les trois univers à l'intersection desquels s'inscrit toute opération d'édification : (1) la réalisation d'espaces destinés à usage suivant une demande sociale qui s'en trouve satisfaite ou déplacée ; (2) la production matérielle du bâtiment dans une économie qu'elle entretient ou modifie (structures du capital des maîtres d'ouvrage, fabricants, entrepreneurs ; organisation du travail ; techniques, procédés et produits.) ;

(3) l'inscription d'une forme construite dans un bâti existant (à la croisée de ce qui s'est déjà édifié dans le genre et de ce que l'époque produit comme design aux différentes échelles) avec effet de sens. Trois univers ayant leurs déterminations autonomes mais qui se trouvent noués, "clavetés", à chaque édifice construit. Le travail du séminaire s'est constamment situé par rapport à ce schéma qui n'avait pas été présenté comme tel aux étudiants ; c'est dire sa pertinence effective. En particulier, tout ce qui relève de la production du bâtiment (dans l'univers 1) se trouve d'autant mieux compris et articulé que ses rapports avec la production d'espace et avec l'inscription d'une forme construite seront plus clairement distingués. Cela est vrai aussi bien des caractéristiques physiques de cet espace confronté aux performances du bâtiment, que des formes de reproduction du capital du maître d'ouvrage à confronter à celles des fabricants ou entrepreneurs. De même, les politiques techniques tiennent leur discours dans un univers et trouvent leurs effets ou leurs raisons profondes dans l'autre.

Dans ce cadre, les notions pointées dans notre premier rapport, ont confirmé leur pertinence et pris une nouvelle cohérence. Découpages, systèmes fonctionnels, trames, parties d'ouvrage... sont bien les notions qui permettent de gérer la division du travail en spécifiant les interactions entre les interventions de production matérielle et en organisant la coopération des acteurs du processus de conception-réalisation ; les logiques économiques propres à chaque groupe d'auteurs y trouvent leur articulation. Il est important que l'émergence de ces notions et leur mise à l'épreuve adviennent aussi bien (et de la même façon) dans le travail projectuel de l'étudiant que dans les opérations exemplaires analysées. Ainsi TUTH concevant une unité de six maisons avec serre "communautaire", ensemble qui sera construit par les habitants ("tous O.S. du bâtiment"), rencontre des problèmes d'espace et de techniques analogues à ceux levés par les étudiants dans leur ré-invention de la F.U.B. sur les thèmes de CANDILIS. TUTH sait les poser et les résoudre. A cette occasion, pour les étudiants, le constat d'un manque se convertit en motivation à le combler ; c'est tout d'abord celui de la compétence à manier les techniques par rapport à des scénarios de construction, et à désigner très concrètement des constructions possibles du projet.

Au-delà de la mise en évidence des possibilités ouvertes par la conception technique et des connaissances qui y sont impliquées, l'expérience du séminaire nous permet de revenir sur l'idée esquissée dans notre premier rapport d'un rapport à la technique spécifique du travail d'architecture.

### 2.2.3. La technique dans le travail de l'espace.

Dans le travail sur le F.U.B., il était explicitement proposé de faire correspondre à un principe d'organisation des espaces, un système de construction. (N.B. : à noter que contrairement à

la position adoptée dans le premier rapport de conserver à "système constructif" son sens général de "mode de conception de l'édifice impliquant notamment un type de rapport structure/enveloppe et les découpages concrets de ces systèmes partiels", nous avons dû faire la part des choses. Ce sens général sera couvert par l'expression "système de construction" en laissant "système constructif" aux procédés tels que la politique des systèmes constructifs en a fixé l'usage pour plusieurs années. "Système de construction" a d'ailleurs l'intérêt de mieux connoter le procès d'édification lui-même").

D'abord affirmer l'idée de projet (il s'agit le plus souvent d'une organisation d'espaces qualifiés), et ceci de la façon la plus légère possible (pour ne pas se trouver engagés dans des formes connues et les techniques qui leur sont propres). Peut-être l'idée de projet appelle-t-elle, en effet, une autre adéquation entre les trois univers que celle présente dans les références. ? Sauf à reproduire des types éprouvés, inventer exige au contraire de les autonomiser et en particulier de faire l'inventaire des techniques utilisables.

Le travail de projet se déroule habituellement du projet formel poussé vers sa solution constructive possible, avec les retours indispensables pour assurer la constructibilité et limiter les coûts. Il semble fécond de pouvoir inverser la démarche. Et de se donner les moyens de "construire" plusieurs alternatives d'une même idée de projet qui trouvera dans ses différentes solutions techniques des formes de concrétisation plus abouties, plus économiques, une plus grande possibilité d'expression, et une opportunité de s'inscrire avec précision dans une production du bâti qu'on continue ainsi à faire évoluer. C'est ce que TUTH appelle la "dé-construction du projet" (alors qu'il n'est pas encore désigné). Expression que nous avons introduite à propos de la connaissance de l'édifice en service et de l'analyse de sa conception (projet et réalisation). Avec TUTH, la boucle se referme et légitime fortement notre proposition de fonder la formation technique de l'architecte sur la dé-construction qui articule conception des espaces et opérations de fabrication. On réaffirme ici que la formation technique de l'architecte est d'abord d'apprendre à mobiliser des techniques constructives dans leur rapport à la construction d'espaces et à l'inscription de formes significatives.

#### 2.2.4. La technique dans la stratégie de l'architecte.

Ce que les étudiants par contre avaient manqué dans l'exercice sur la F.U.B., et où ils se sont passionnés dans les enquêtes, c'est le fait qu'à travers le projet on articule "localement" des logiques propres aux divers acteurs de l'opération d'édification (et en particulier des "rationalités" économiques).

Rater cette articulation, c'est à une extrême, exiger que la réalisation d'une idée d'architecture se fasse aux frais des autres et avec dégâts (bâtiment mal exécuté ou promis à une gestion onéreuse, maître d'ouvrage en difficulté ou entreprises condamnées) ; à l'autre

extrême, c'est abdiquer quant à la formation de l'espace humain face à la logique incontournable d'une économie de produit (qui est aussi une logique étroite du profit financier immédiat). Plutôt que de déplorer que le bâtiment ne soit pas encore une industrie, il serait intéressant d'oeuvrer à ce que, au-delà de ses produits, les ressources mêmes de l'industrie soient mobilisables dans la production du bâtiment qui peut incorporer une part très variable de travail vivant. Toutes les opérations étudiées par le séminaire, intéressantes dans leur chantier, leurs espaces et leurs formes, étaient à certains titres des édifices composites de ce point de vue des types de production.

La conception technique dans le projet architectural se spécifie ainsi non seulement en permettant un travail concret de l'espace et de la forme, mais aussi en s'articulant comme une stratégie de l'édification, au fondement même de la possibilité d'architecture. Pour reproduire des modèles établis avec des techniques banalisées, il n'y a pas besoin de projet (ni d'architectes) ; l'économie de produit s'impose au niveau de l'édifice lui-même (clef en main vendu à travers les masses médias). Les conditions de réussite d'une telle entreprise sont connues : standardisation du produit, commercialisation de masse, investissements minimaux, exploitation de la main-d'oeuvre dite non qualifiée par sous-traitance interposée, facilités financières pour le client (crédit, assurance) et les entreprises, situation de monopole relatif et, très spécialement à notre époque, tout ce qui concourt à l'accélération de la rotation du capital. Concurrencer une telle "machine" est possible à condition d'offrir des espaces d'usage au moins équivalents et plus intéressants à long terme (par leur enrichissement ou leur transformation possibles), de permettre une mobilisation plus efficace du travail vivant y compris l'investissement-travail de l'habitant, de faire appel à des techniques plus actuelles chaque fois qu'on bénéficie ainsi d'une haute productivité industrielle au niveau des produits, des composants, de l'outillage ; tout ceci sans négliger la qualité propre au lieu d'implantation, ni l'optimisation de la rotation du capital. Il y faut une stratégie de coordination des acteurs sociaux, une compétence à être "technique" de façon toujours renouvelée, des méthodes pour aller vite dans les phases où du capital est engagé.

Dans les opérations étudiées, la dynamique de coopération a pour départ l'accord initial des acteurs (plus ou moins forcés) basé sur le fait que leurs objectifs particuliers explicités pouvaient concorder. Elle prend forme autour d'une idée commune du processus de conception-réalisation ; de ce point de vue, les logiciens, s'ils ne représentent qu'une nouvelle forme d'instauration de rapports de pouvoir, n'y suffisent pas : il y faut une certaine transparence et la négociation possible d'améliorations souhaitée par l'un et au moins acceptable pour l'autre. Elle se développe, en projetant, à partir d'une information partagée, en particulier sur les procédés constructifs et leurs coûts. Elle peut acheminer sur ce qui fait aus-

si obstacle en France aux missions du type "général contractors" ou aux études d'architectes désignant l'édifice dans tous ses détails de réalisation comme le fait une agence aux Etats-Unis. A savoir : l'inaccessibilité, ou plus gravement l'inexistence d'une information fiable sur les procédés et sur les coûts de mise en oeuvre. On s'est émerveillé, dans le séminaire, de voir ce que TUTH, dans la phase de dé-construction de son projet, produit comme "cahiers techniques" comprenant plusieurs systèmes de construction envisageables avec variantes de portées par exemple, les éléments constitutifs de ces systèmes étudiés dans leurs assemblages alternatifs jusqu'au dernier boulon, et le chiffrage de toutes ces parties d'ouvrage. Au-delà de la formation technique de l'architecte, c'est la question de l'information partagée sur les éléments constitutifs du bâtiment et leur mise en oeuvre qui interpelle fabricants, négociants, entrepreneurs, bureaux d'étude et maîtres d'ouvrage.

### 2.3. CONCLUSIONS PROVISOIRES

Les enseignements du séminaire confrontés aux autres études de l'équipe nous amènent à ce point de la recherche à des conclusions provisoires.

On peut imaginer de définir la formation technique des architectes autour de la démarche de dé-construction et de savoirs techniques épistémologiquement articulés en termes de schèmes. Des pédagogies adéquates peuvent être proposées. On serait alors confronté aux tâches positives suivantes :

- organiser les connaissances suivant ces deux axes, dans les divers domaines techniques. En gros produire des "manuels" ;
- expérimenter l'utilisation dans le projet de cette compétence, en termes de stratégie de production.

On imagine, à cette fin, un atelier expérimental de projet comme lieu d'interaction entre les trois univers définis. Plus précisément, le travail projectuel des étudiants fournirait l'opportunité de rencontres temporaires entre des protagonistes de la production du bâti, intéressés par l'expérience et amorçant au sein de l'atelier les méthodes d'information partagée nécessaires au projet. Indispensable préalable à une expérimentation de chantier innovant, un tel atelier mettrait en tout cas concrètement en perspective les objectifs et les moyens d'une formation technique des architectes, qui soit de notre époque.



TROISIEME PARTIE : INTERVENTION DE G. DENIELOU

G. DENIELOU

Président

mercredi 25 mai 1983

COMMUNICATION COLLOQUE  
PEDAGOGIE, PROFESSIONNALISATION ET EFFICACITE  
DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
LES 26 ET 27 MAI 1983

R E S U M E

Le problème qui nous occupe est dominé par six contradictions du type, hélas, que les chinois appellent Mao-Tun, c'est à dire radical.

Nous les examinerons successivement :

- 1 - L'homme de qualité sait tout sans avoir rien appris. Tel est le dogme français sous-jacent à tous les débats actuels. Le problème essentiel de l'enseignement supérieur serait celui de la sélection. Lorsqu'on aurait trouvé un bon moyen de sélectionner les élites, peu importerait au fond l'enseignement qu'on leur dispenserait : bon sang ne saurait mentir. Il y a du vrai. Les très grands esprits sont au fond des autodidactes mais cette position a deux inconvénients graves : d'une part, elle néglige le problème de l'enseignement de masse dont l'importance dans l'avenir de la nation est probablement plus grande que celui de ses élites. Deuxièmement, il y a quelques paradoxes semble t-il à sélectionner des jeunes gens brillants pour se désintéresser ensuite de leur formation. On pourrait penser au contraire que l'effort le plus grand doit être fait en leur faveur. Ils sont plus exigeants, ils peuvent absorber davantage. Il sont souvent plus originaux et plus différenciés.

- 2 - L'enseignement supérieur, comme son nom l'indique, est le dernier des enseignements initiaux. Il doit donc normalement aboutir à une autonomie des étudiants, à une liberté dans leur choix ou dans leur comportement. En bref, à une attitude adulte. La pédagogie, elle, vise à guider des enfants. Elle manipule sans qu'il y ait là un accent critique. Parce qu'elle s'adresse à des enfants elle ne peut manquer d'infantiliser quelque peu. Les jeunes gens sont souvent complices, ils adorent être encadrés et s'ils sont livrés à eux-mêmes, crient souvent à l'abandon. La pédagogie dans l'enseignement supérieur vise donc son propre dépérissement. N'est-ce pas là une contradiction profonde ?
  
- 3 - L'enseignement supérieur se professionnalise et pour ce qui est de celui d'ingénieur, il est professionnel depuis longtemps. Or, comme l'a souligné Monsieur HOLLOMON, il y a une contradiction entre la profession et la discipline comme il y en a entre le faire et le savoir, entre les loges et les génies. HOLLOMON parle d'orthogonalité. Ce problème existe également dans la formation des médecins (à bon droit qualifiés de praticiens) et dans l'enseignement des juristes. Le problème, pour ces derniers, est résolu plus ou moins par la double appartenance ou par l'existence de Centres Hospitaliers Universitaires. Existe-t-il des Centres Industrialo-universitaires ? Qu'en est-il de la double appartenance dans les Ecoles d'Ingénieurs ?
  
- 4 - La précédente opposition, de nature logique, se transpose au plan existentiel dans la carrière d'enseignant. Enseigner n'est pas agir. Former à l'action, à la pratique est difficile lorsque, avec l'âge on se coupe soi-même de plus en plus de l'expérience de l'action. La mobilité, souvent invoquée, est en fait, pour l'instant illusoire.

- 5 - COMENIUS a dit à peu près qu'il n'y avait pas de pédagogie et qu'il existait seulement des emplois du temps. De fait, l'ordre des enseignements est souvent invoqué pour résoudre les contradictions précédentes. Mais alors, commencera t-on par les bases (ce qui est la solution traditionnelle) pour s'élever peu à peu à leurs applications ? Cherchera t-on au contraire à immerger l'étudiant dans son futur milieu en sorte qu'il perçoive le besoin et la pertinence de ces fameuses bases ? Cherchera t-on quelque via media par des cours sandwiches, des alternances, des stages. De la même façon, cherchera t-on à donner des bases complètes au risque de viser un encyclopédisme stupide ? Admettra t-on, au contraire, un enseignement quelque peu troué ou aéré en faisant confiance à l'adulte pour compléter ces manques à la demande ?
- 6 - C'est peut-être la dernière des contradictions qui, tout en étant au fond la plus grave, peut nous permettre de résoudre les autres. Tout enseignant est en fait déchiré entre être professeur et être pédagogue. Il faut se souvenir que nul, plus que l'enseignant, n'excite la reconnaissance admirative et même la dévotion. Nul, plus que lui, ne suscite le ridicule. MOLIERE l'a bien vu. Le professeur d'escrime qui, pour Monsieur JOURDAIN, résume toute sa science en disant qu'il faut toucher et ne pas être touché, est le professeur par excellence. Il rassemble, en une formule lapidaire et parfaitement vraie, l'essence même de son savoir. Il a organisé parfaitement son cours, hélas ! Il est de peu d'utilité à son élève. Le pédagogue, au contraire, ne vise pas tant sa propre satisfaction intellectuelle, le cours qui fait l'admiration de ses confrères par son élégance et sa concision, que la formation de ses élèves et leur réussite. Le malheur est alors, on le voit parfois en Taupe, que son but risque d'être le concours, et tout son enseignement ordonné à cette fin.

En conclusion, la reconnaissance de ces contradictions doit être préalable aux réflexions. C'est, me semble t-il, la seule façon qu'elles ne soient pas culpabilisantes. Le problème que nous abordons aujourd'hui est fondamentalement redoutable. La clarté et la vérité peuvent seules dissiper les terreurs.

ANNEXE 2 - UN PROJET PEDAGOGIQUE DE FORMATION TECHNIQUE POUR ARCHITECTE

INTRODUCTION

1. EXIGENCES A SATISFAIRE DANS CE PROJET
2. OBJECTIF GENERAL DU PROJET ET CONDITIONS
3. PRINCIPES PEDAGOGIQUES
4. VISEES DE FORMATION POUR CHAQUE CYCLE
5. PROJET DETAILLE DU CURSUS

## INTRODUCTION

Nous avançons ici un projet pédagogique qui ne vise pas à être un modèle, nous l'avons construit à titre d'exemplification des rapports que peuvent entretenir qualitativement et quantitativement les enseignements contribuant à la formation technique de l'architecte. Dans un débat sur les projets pédagogiques possibles, il pourrait servir de témoin sur la faisabilité de ceux-ci.

Notre projet de formation technique pour architecte est établi dans le cadre d'un cursus de cinq ans d'étude. La question de la formation technique post-diplôme n'est pas abordée ici, bien qu'on entrevoit ce qu'elle pourrait être à la lecture de notre projet. La situation actuelle dans l'enseignement de l'architecture exige que soient d'abord renforcés et valorisés les enseignements entrant dans la formation fondamentale à l'architecture, dans les deux premiers cycles préparant au diplôme.

Dans notre projet, certains enseignements sont encore à construire, d'autres à transformer, compte tenu de ce que nous en connaissons, notamment du point de vue de leur philosophie générale, d'autres enfin à valoriser, compte tenu de l'importance que nous leur accordons.

Comme tout programme pédagogique, le nôtre s'inscrit dans une stratégie sur l'enseignement. De ce fait, il présente un caractère discriminant. Il serait illusoire de prétendre l'imposer, d'autant que chaque établissement d'enseignement présente des caractères originaux qu'on ne peut ni ne doit sous-estimer.

Nous espérons que ce projet pourra être diffusé et débattu, susciter des réactions et des initiatives et participer ainsi à l'instauration d'un véritable réseau "construction".

## 1. EXIGENCES A SATISFAIRE DANS CE PROJET

---

La difficulté à concevoir un cursus de formation technique pour architectes tient au fait que la conception technique d'un édifice et la maîtrise de son édification mobilisent des domaines de connaissances hétérogènes (sciences appliquées, règles de l'art, savoir-faire, conventions, réglementation...), dont les démarches respectives sont très différentes (concepts, notions, approches...), pour les faire converger et participer pleinement à la décision globale du projet et à sa conduite. Double difficulté puisqu'il s'agit d'articuler entre elles ces diverses connaissances, pour ensuite les faire participer au projet.

Pour résoudre cette difficulté, l'enseignement de la construction dans sa forme traditionnelle, et comme nous avons pu le vérifier au cours de notre enquête écoles, s'organise autour de deux modèles, qui cohabitent souvent dans les programmes de formation technique des architectes :

- la construction est considérée comme une discipline positive juxtaposant diverses sciences appliquées dont il faut connaître les utilisations (réduites le plus souvent à des "recettes"). Le bâtiment est alors transposé en une série de modèles a priori destinés à faciliter l'application de méthodes d'évaluation et de procédures de vérification. Cette démarche est, en définitive, celle d'un bureau d'études spécialisé, et reproduit une division du travail et des compétences. Le projet technique résulte de la superposition de projets partiels (structures, enveloppes, fluides, équipements, ...)

- la construction est considérée comme un système normatif portant sur la définition d'objets partiels, de parties d'ouvrage et de procédures de mise en oeuvre, qu'il suffit de recomposer entre eux et de reproduire. Cette démarche "déresponsabilisatrice", édictée par les assureurs, est de l'ordre de la vérification.

Si ces démarches ont démontré leur efficacité pratique, elles ne sont pas suffisantes, selon nous, pour bâtir un cursus de formation technique pour architectes. La pensée technique et le travail d'invention technique y sont le plus souvent absents, réduits à de strictes procédures de reproduction ; les apports et démarches scientifiques relèvent de la vérification. La rencontre architecture et technique se fait dans de mauvaises conditions dans le projet, au détriment d'une conception technique véritablement assumée. La survivance



de ces deux modèles dans l'enseignement de l'architecture traduit vraisemblablement une sous-compréhension de la place et du rôle de la technique dans la conception architecturale chez les professeurs architectes. Elle est certainement liée, d'autre part, à la nature du corps des professeurs de construction. L'enseignement de la construction reproduit, avec quelques retards, les avatars de la division du travail de la période précédente.

Un cursus de formation technique pour architectes doit être conçu de manière à :

- autonomiser les divers points de vue de la conception technique pour introduire et utiliser leur démarche respective ;
- faire converger les propositions propres à ces points de vue pour les confronter et les impliquer dans le travail de projet.

## 2. OBJECTIF GENERAL DU PROJET ET CONDITIONS

L'objectif général du projet proposé est d'aboutir à une compétence en matière de conception technique de l'édifice et de maîtrise d'oeuvre de l'édification, centrale, dans la perspective d'une professionnalisation bien comprise et assumée du diplôme. Cet objectif peut être atteint si les quatre conditions suivantes sont réunies :

1 - le développement et la valorisation d'un "esprit technique" comme composante essentielle d'une formation aujourd'hui, et l'apprentissage des démarches qui le caractérisent, permettant notamment le passage abstrait-concrêt ;

2 - la reconnaissance des apports spécifiques des disciplines scientifiques et l'apprentissage des concepts qui les fondent ;

3 - la définition précise des lieux où s'articulent formation technique et formation architecturale. Cette articulation doit s'établir à plusieurs moments du cursus, alternativement, selon deux modalités :

. il y a confrontation directe entre architecture et technique et recouvrement partiel des activités d'enseignement (projet d'architecture avec prise en charge complète de la conception technique ; analyse technico-architecturale d'un édifice, d'une typologie d'édifices...)

. les matières techniques développent leur propre enseignement et proposent des projets avec une préoccupation technique forte (ex : un équipement industriel dont la conception est fortement conditionnée par le dessin de la structure, les équipements, le fonctionnement). Il n'y a pas confrontation directe, elle se fait dans la "tête de l'étudiant" et à l'affichage du projet ;

4 - la prise en compte des problèmes de l'édification proprement dite et de la maîtrise d'oeuvre par une confrontation directe aux pratiques du construire (observation et analyse détaillée du déroulement d'un chantier, des décisions des divers partenaires et de leurs conséquences dans la définition du bâti ; stages encadrés ; chantiers expérimentaux...).

Cette compétence à construire serait insuffisante si elle n'impliquait pas aussi la capacité à prendre en charge les changements dans la production du cadre bâti. Aussi, l'étudiant doit être confronté en fin d'études à une problématique qui re-situe les démarches et les concepts acquis dans un processus complexe. Aujourd'hui, les problématiques "architecture-production" (politiques techniques, technologies nouvelles...) et "architecture-environnement" sont majeures et peuvent fournir le cadre à cette ultime expérience de formation.

### 3. PRINCIPES PEDAGOGIQUES

Deux principes fondent notre projet :

- si la conception technique d'un édifice est globale, elle résulte de la prise en compte de plusieurs points de vue, de plusieurs logiques. La formation doit assurer le double objectif de leur autonomisation et de leur articulation ;
- la formation ne résulte pas de l'addition de savoirs et d'apprentissages, elle procède de la reprise répétée d'un nombre limité de problèmes, en déplaçant chaque fois l'accent, et en privilégiant les connaissances correspondantes.

Selon ces principes, peuvent être développées chez l'étudiant une capacité à intégrer dans la conception de l'édifice les divers points de vue de la conception technique, et à maîtriser la façon dont chacun d'eux informe cette conception de manière privilégiée et participe à la prise de décision globale ; une capacité à maîtriser l'édification et à gérer l'économie du projet. Ces deux principes permettent également de penser la progression de la formation et ses rapports avec les autres disciplines.

### 4. VISEES DE FORMATION POUR CHAQUE CYCLE

La cursus proposé ci-dessous est établi à partir d'objectifs de formation pour chaque cycle, et définit les contenus des enseignements du point de vue des visées de formation. Il ne s'agit ni de plans de cours, ni de certificats. Ce projet pédagogique peut être réalisé de plusieurs façons, en fonction de divers montages pédagogiques envisageables. Toutefois, quel que soit le montage retenu, il devrait obéir

à un principe de cohérence globale qui, pour chacun des cycles, réponde aux objectifs suivants :

- 1er cycle :

Acquérir un esprit technique. Pour cela, partir de l'édifice comme objet technique pour en dégager les divers points de vue qui en éclairent la conception. Développer, dans leur autonomie, ces divers points de vue, leur logique et leurs démarches, et en mesurer les contributions respectives dans la conception et dans les dispositions matérielles de l'édifice.

- 2e cycle :

Impliquer et maîtriser les logiques de la conception technique dans le projet d'édifice. Assurer l'édification et maîtriser l'économie du projet : l'architecte comme technicien (objectifs et missions d'ordre technique du travail de projet et de maîtrise d'oeuvre - prescrire, négocier, contrôler - le projet et l'économie du processus d'édification). Impliquer le projet pour transformer le processus de production et améliorer la maîtrise de l'environnement physique : le projet et la conception technique comme opérateur dans la production architecturale à venir.

##### 5. PROJET DETAILLE DU CURSUS

De manière plus détaillée, le cursus de formation technique proposé peut-être défini à partir des enseignements suivants :

1er cycle - 1ère année : le bâtiment, objet technique

Le bâtiment, un édifice en service : analyse des exigences physiques d'espaces et d'ambiances.

Le bâtiment, une construction : analyse du processus de son édification (matériaux, produits, mise en oeuvre, chantier).

L'objet de ce premier enseignement est d'introduire les trois logiques de la conception technique du bâti : stabilité, ambiances, constructibilité. Les analyses devraient utiliser les divers modes de représentation figurés et conceptuels, pour rendre compte des passages abstrait-concrêt. Cet enseignement devrait comporter des visites d'édifices et de chantiers.

1er cycle - 2e année : les trois logiques de la conception technique

- 1ère logique : statique, stabilité des édifices - analyse et conception des structures ;

- 2e logique : le bâti comme opérateur du contrôle des ambiances (thermiques, acoustiques, lumineuses) - analyse et conception du bâti comme enveloppe, filtre, écran...

- 3e logique : le bâti comme "construction" - les technologies et leur mise en oeuvre nécessaires aux projets d'édifices "courants".

2e cycle - 1ère année : les logiques constructives et le projet d'architecture

Il serait souhaitable de développer trois démarches :

- un projet d'architecture "abouti" du point de vue technique. Cette activité devrait être prise en charge conjointement par les enseignants d'architecture et de construction ;
- une démarche d'analyse "déconstruction" d'un édifice en service suffisamment complexe pour en détailler les rapports entre la conception technique et la conception architecturale, pour évaluer leur contribution respective ;
- un projet d'édifice fortement conditionné par des contraintes techniques (par ex : un équipement).

Ces trois démarches devraient être l'occasion de combler certaines lacunes concernant la formation technique initiale de premier cycle. Parallèlement, pourraient être envisagés des compléments de formation concernant des problèmes particuliers (acoustiques, thermiques, dimensionnels...).

2e cycle - 2e année : approfondissement d'un savoir technique particulier et maîtrise d'oeuvre de l'édification

Cette approfondissement concerne les rapports entre ambiances et conception architecturale ; ou bien, entre systèmes constructifs, technologies nouvelles, ..., et conception architecturale. Certains thèmes devraient être obligatoires, d'autres optionnels, en fonction de l'actualité des politiques techniques ou de la commande. Ces enseignements feraient appel à des spécialistes, en ce qui concerne l'approfondissement des connaissances. Ces enseignements pourraient être couplés avec des groupes de projet.

En ce qui concerne la maîtrise d'oeuvre de l'édification et le problème de l'économie du projet, rien ne peut remplacer une confrontation aux pratiques du construire et leurs analyses détaillées. Il faudrait une activité obligatoire de stages encadrés ou de suivis de chantiers. Son thème serait l'analyse des pratiques du construire et de leurs impacts sur la conception et la maîtrise d'oeuvre. Outre son intérêt pédagogique, une telle activité fournirait des informations précieuses à un "observatoire" de la construction, qui pourrait alimenter de nombreux travaux de recherche.

2e cycle - 3e année : les pratiques du construire dans leur devenir, et la place de la conception architecturale dans cette évolution

Le projet comme stratégie de production + L'enseignement de cette cinquième année devrait pouvoir regrouper diverses activités (sémi-

naires, expérimentations, approfondissements), pour initier à la recherche ou préparer à un post-diplôme.

## 6. LES "LIMITES" DE LA PEDAGOGIE

La réussite d'un tel projet dépend aussi du rôle que peuvent y jouer les enseignants, et des limites qu'ils reconnaissent à leur pédagogie.

Si on ne peut enseigner les pratiques réelles, car la pratique est du fait social, l'enseignement doit bien entendu contribuer à leur connaissance et à leur compréhension (en ce qui nous concerne, par des enseignements sur "l'histoire du projet", "l'analyse déconstruction d'édifices en service", "l'analyse et le suivi d'opérations"...). Par contre, on enseigne des pratiques (scolaires), où la stratégie est du ressort du professeur : elle est imposée par le maître, elle a valeur de règle du jeu, notamment pour l'apprentissage.

L'enseignement supérieur doit contribuer à ce que l'étudiant acquière progressivement son autonomie, se dégage des stratégies que l'enseignement impose, par nécessité d'apprentissage, et se détermine sa propre stratégie. Or, toute pédagogie infantilise un tant soit peu, dans la mesure où le souci de bien enseigner du professeur, et l'attention nécessaire et souvent bienveillante qu'il accorde à l'étudiant, en favorisent la déresponsabilisation, renforçant et légitimant par là-même sa mission de pédagogue. En conséquence, il faut distinguer dans l'enseignement ce qui relève de l'apprentissage - acquisition de connaissances et leur expérimentation dans des pratiques, découverte et acquisition des savoir-faire qui en découlent - de ce qui relève de la formation, d'une capacité à l'auto-formation, d'une capacité à la détermination de ses propres stratégies, d'un comportement. Si le premier peut être sanctionné institutionnellement, le second est plus difficile à sanctionner, pourtant il est indispensable qu'il soit présent dans le programme d'enseignement. "Dans l'enseignement, il y a de l'information utile à éclairer, questionner, motiver une intelligence et une sensibilité qui se cherche. Et il y a l'information utilisable dans une pratique où elle se transforme en savoir-écrire, savoir-lire, savoir-compter, savoir-faire..., en tactiques au service de stratégies d'abord imposées, puis mises en question. On ne peut avoir d'exigences institutionnelles que sur ce qui est évaluable, à savoir le choix et le maniement des tactiques que manifeste la production concrète de l'élève..." (conférence pour l'enseignement supérieur. - SKILL).

Il serait juste de définir des fragments de programme comme laissant de la "respiration" pour les apports du premier type, sans ambiguïté sur leur non-sanction globale, et comme organisant avec des exigences précises "l'exercice de tactiques" sans ambiguïté sur la production demandée et ses critères d'évaluation.

ANNEXE 3 - A PROPOS DU PLANCHER-CHAMPIGNON, UN EXEMPLE DE SCHEMATISATION

L'objet technique conventionnel appelé "plancher-champignon" a constitué un des supports de notre réflexion sur la place du schème dans la conception technique.

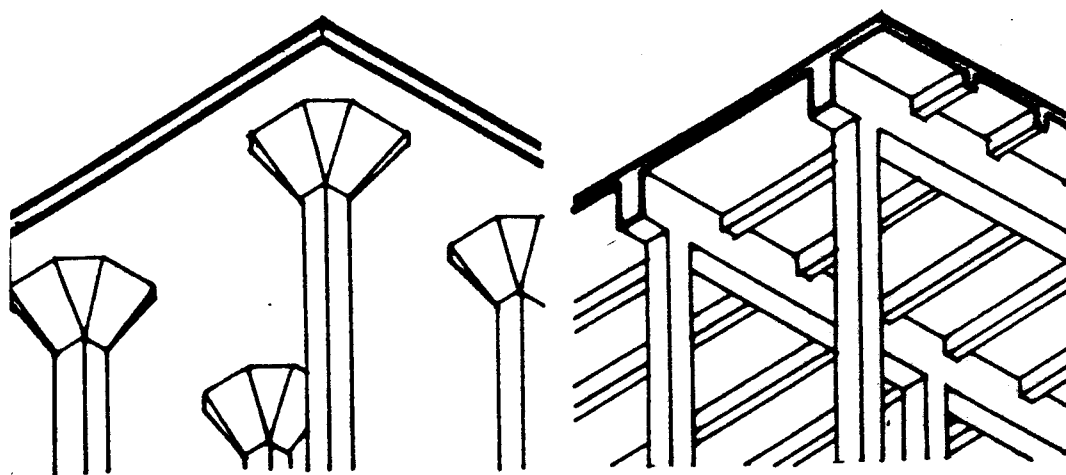
### A propos du "plancher-champignon"

#### A - Partie d'ouvrage, objet technique et schème

1) Le "plancher-champignon" : partie d'ouvrage d'édifices industriels ou d'entrepôts, développé dans les années 1935 comme plancher lourd en béton armé à travées multiples.

Description : dalle épaisse, poteaux sur maille proche du carré, tête de poteau pyramidale (à 4 ou 8 côtés).

Il s'oppose, dans la production d'alors, au plancher B.A. à double cours de poutres, partie d'ouvrage d'édifices non nécessairement répétitifs dans les deux directions. Description : dalle peu épaisse, poteaux sur maille rectangulaire, cours de poutres principales entre poteaux, cours de poutres secondaires ou nervures entre les poutres principales.



nb : les mots employés sont porteurs de forme : maille, cours, lourd...

2) L'opposition "plancher-champignon"/plancher à poutres (PC/PP) distingue deux "concepts formels"

- en rapport à l'espace utile

. caractère de l'ensemble spatial

PC : espace peu orienté dans un édifice développé en surface

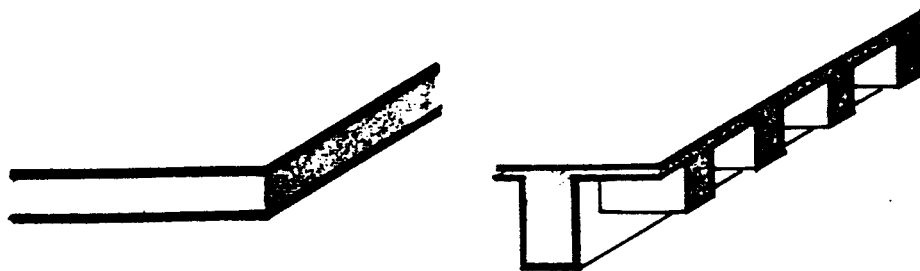
PP : espace bidirectionnel d'un édifice perçu par travées

. caractère de la sous-face du plancher

PC : sous-face plane avec obstacles isolés. L'épaisseur du plancher est celle de la dalle

PP : sous-face nervurée à trois niveaux. L'épaisseur globale du plancher est celle des poutres maîtresses

Conséquences sur le gabarit libre, les passages de conduites, de gaines, ... en plafond, les zones mortes à la ventilation entre poutres...



. nature des charges supportées (à force portante globale égale)

PC : possibilité de concentration locale du chargement, de charges "ponctuelles"

PP : en cas de charges concentrées, les placer en fonction du réseau de nervures et de poutres (vu en "fantôme")

Conséquences pour l'implantation de socles de machines, de roulage, ...

- en rapport au mode de construction

PC : difficulté d'exécution localisée : le champignon. Pour le reste, forme plane, continue, simple à étayer, coffrer, armer, couler. Autorise les étais roulants

PP : coffrage complexe : trois niveaux et beaucoup d'arêtes entre les plans verticaux des joues et les fonds de dalle ; surface développée de 1,5 à 2,3 fois plus importante que PC.

armature comportant beaucoup de diamètres réduits et ouvrés (crochets, pliages des cadres...), mise en place complexe avec entrecroisement de niveaux et "noeuds".  
bétonnage moins massif avec nombreuses arêtes à soigner.

Conséquences : le PC, avec plus de matière en oeuvre (plus lourd), permet des économies de main d'oeuvre en quantité et à moindre qualification en raison de sa forme simple, en opposition au caractère fragmenté de celle du PP. Le PC favorise donc (et/ou est favorisé par) une économie de la construction caractérisée par une baisse du coût des matériaux et une augmentation du coût de la main d'oeuvre, à moins de la déqualifier.



- en rapport à la conception structurale et au calcul

PC : ne peut plus être modélisé de façon fractionnée et additionnelle comme le PP : bandes de dalles sur alignement de poutrelles sur poutres maîtresses. De nouvelles méthodes de calcul sont proposées et "reconnues".

3) La conception formelle et la justification des dimensionnements du plancher-champignon en béton armé s'inscrivent à cette époque dans une double remise en cause des modèles hérités de la construction en BOIS, puis en CHARPENTE METALLIQUE (d'abord rivée), c'est-à-dire des savoirs du charpentier et de la résistance des matériaux des corps prismatiques. On va s'efforcer de

- prendre les structures de type "en surface" dans la continuité de leur fonctionnement interne : cas des tôles métalliques "formées", des parois de silo dites "poutres-cloisons", des dalles à deux ou plusieurs directions d'appui, des membranes, des effets de trous, entailles ou actions très localisées...

- se représenter le fonctionnement interne du béton armé pour mieux tenir compte de sa continuité formelle et de son hétérogénéité (fissuration en traction).

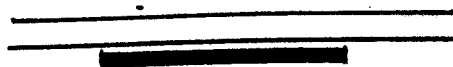
Les premières "méthodes de calcul" des planchers-champignons anticipent alors sur la connaissance théorique de leur fonctionnement (sur leur modélisation scientifique des deux points de vue ci-dessus).

Ce qui précède (§ 1, 2, 3) relate la naissance d'un objet technique (un "individu technique", selon les termes de Simondon). Cet objet technique réalise une adéquation entre une évolution de la demande d'espace, celle de l'économie du bâtiment, et la capacité de justification et vérification mécanique de la stabilité et de la résistance (donc de la définition précise des quantités de matériaux à mettre en oeuvre).

Ces trois dimensions peuvent être gérées simultanément autour d'un schéma technique qui définit le plancher-champignon "fondamental" et en autorise toutes les adaptations, améliorations mineures et dérivations, de chacun des trois points de vue (dont certains intéressent l'architecte et l'architecture).

#### B - Le schème dans ses rapports de génération et de transformation de formes et de modèles

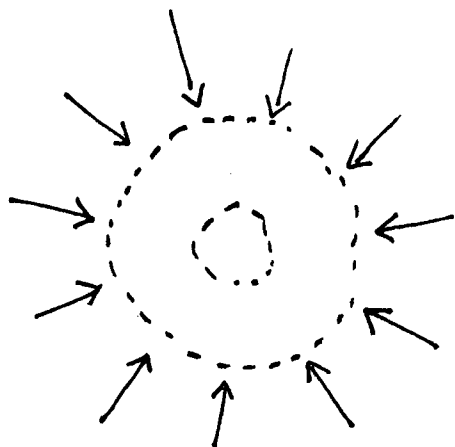
1) Il se traduit par un schéma, et un énoncé : "le champignon".



appui réparti large de la dalle

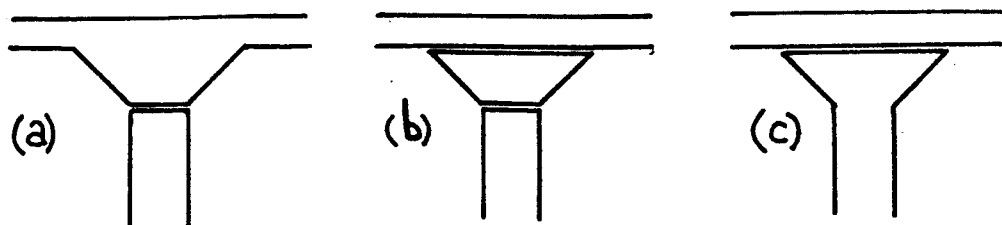


appui "ponctuel" sur poteau



idée de confluence radicale des charges  
(mobilisée par le terme de champignon)

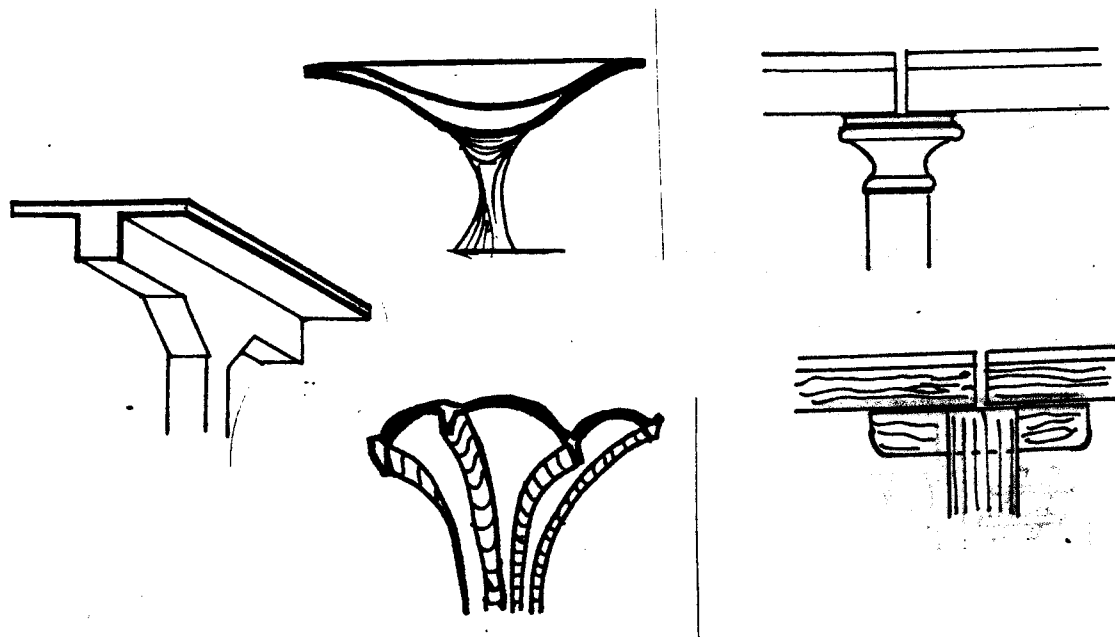
Comme schème fonctionnel structural, il met en évidence deux interfaces et donne ainsi trois ouvertures à la modélisation :



notes :

- chacune interdit les percements près du poteau et renseigne sur la conception des liaisons internes, reprises de bétonnage...
- chacune peut fonder la réflexion sur les degrés de liberté pour les déformations et les déplacements à autoriser ou à interdire (déformations thermiques, mécaniques, contreventement, ...).
- chacune alerte sur l'inopportunité d'appuis en rive.

2) L'actualisation de ce schème en "champignon sous dalle" mobilise des "analogues formels" plus ou moins proches, qui se rapportent à l'une des variantes ci-dessus et sont eux-mêmes l'actualisation d'autres schèmes.



Les formes latérales concernent la même partie d'ouvrage "plancher" et correspondent à des "améliorations" : à gauche de la poutre B.A. (c'est-à-dire d'un schème de flexion continue), à droite des têtes de colonne ou poteau (c'est-à-dire d'un schème d'empilement).

La forme centrale, correspondant à un schème spatial de construction et fonctionnement, témoigne d'une autre partie d'ouvrage : la couverture en voûtes.

On pressent que ces "analogues formels" et les schèmes qu'ils actualisent ont double effet :

- la diversification des réalisations de planchers-champignons et de leurs modélisations,
- le saut à d'autres objets techniques ou parties d'ouvrage.

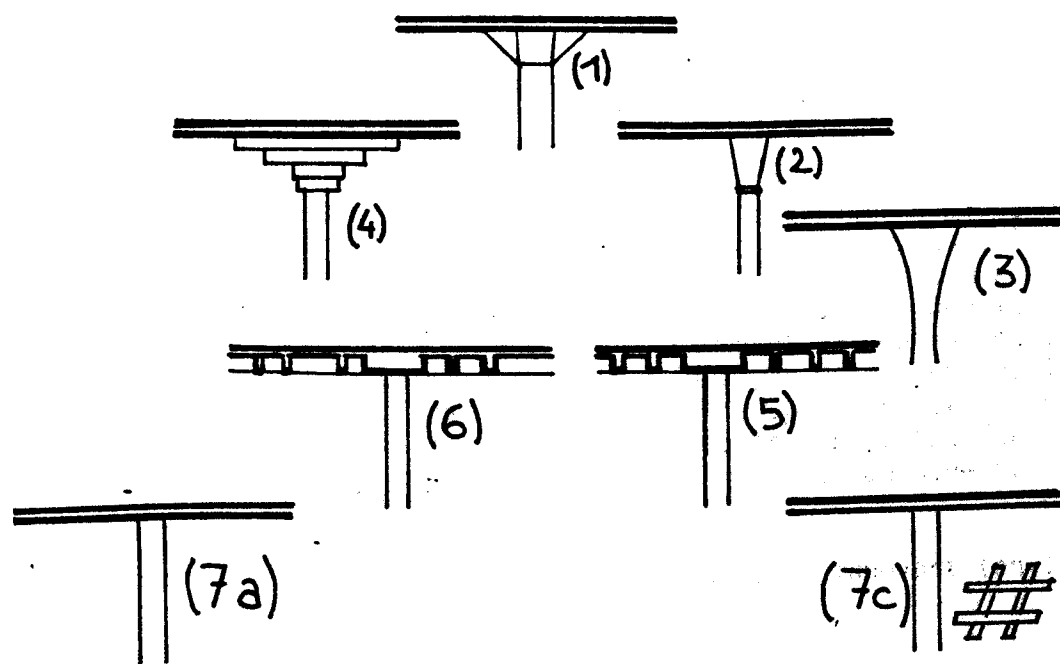
3) Questions :

A partir du plancher-champignon "initial", quelles parties d'ouvrage seront proposées, s'agit-il d'adaptations mineures (liées à un projet circonstancié) ou d'inventions (au sens de la naissance d'un nouvel "individu technique") ?

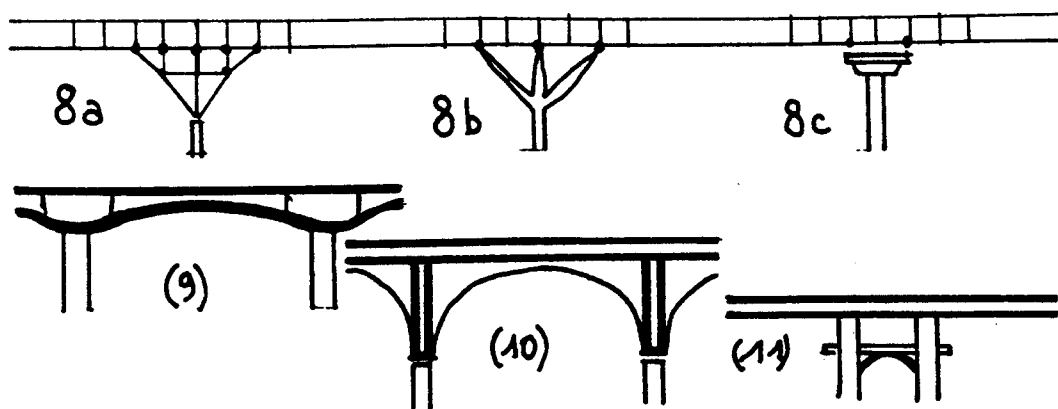
Quels savoirs sont à l'oeuvre, et lesquels intéressent l'architecte dans les différents aspects de ses missions ?

Plus précisément : le savoir-utiliser un objet technique avec ses potentiels de transformation ou d'invention (d'un "autre" objet technique), peut-il être fondé sur le(s) schème(s) ?

#### C - Transformations, contagions, implications



1) On a placé ici des jalons correspondant à des réalisations connues. Le plancher-champignon industriel (1) voit son chapiteau s'élaner, devenir cylindrique (2), aboutir à un poteau évasé (3). On aura reconnu des réalisations de C. Pelli, Moore, F.L. Wright. De l'autre côté, il se dessine en strates et s'aplatit (4). L'élimination de tout renfort en épaisseur conduit au plancher caissonné (5) ou au plancher à nervures convergentes (6) cher à de Baudot ou Nervi, autres individus techniques dont, le premier, dérive du schème flexionnel et le second, du schème spatial voûté. Le plancher-dalle pur (7) en B.A. sera lui-même conçu, quant à son armature interne, différemment suivant qu'on "pense" renforcer l'inertie locale et l'armature interne (a) ou noyer dans la dalle un chapiteau d'appui, par exemple, une double croix de profilés métalliques (c) (on observe ici le mouvement schème → modèle théorique → schème de construction → fonctionnement interne ainsi conformé au modèle).



Le schème structural (dans ses trois variantes) s'applique aussi aux structures de barres "tridimensionnelles" (8) dont l'appui sera organisé comme une dilatation spatiale (a), un appui élargi sur barres (b), ou un chapiteau "rigide" (c).

Enfin, la forme (4) peut se transformer en dalle à inertie variable dans les deux directions (9), retenue pour le réservoir d'eau d'Orly, comme susceptible d'une précontrainte économique. En poussant la transformation, on aboutit, soit à la même image, mais conçue comme voûtes plates et relevant d'une autre exécution et d'une autre modélisation, soit à des chapiteaux-arcs (10) qui nous ramènent au schème des voûtes spatiales simplifiées (aquarium d'Okinawa par Maki). Enfin, le plancher-dalle à trame écossaise (11) à quatre appuis ponctuels groupés répond au même schème fonctionnel, et propose une autre forme et un autre espace (centre culturel d'Orly par Deroche, Deroche et Tabouret).

2) Le plancher-champignon et son schème structural innovant (en 1935) illustre les caractéristiques du schème :

- il est susceptible d'articuler des formes et des modèles de fonctionnement, donc d'évaluer fonctionnellement la transformation des formes.

- il est porteur d'une dynamique de transformations aboutissant à des sauts, soit du point de vue de l'individu technique (ici parties d'ouvrage concrètes), soit du point de vue des schèmes de fonctionnement, ici structural, qui sous-tend la forme de l'individu technique original.

- il est assez peu alourdi de la matière de l'objet, pour être croisé avec des schèmes fonctionnels relevant d'un autre point de vue (ici, par exemple, celui du contrôle des ambiances), ou par ceux mis au principe d'une partie d'ouvrage connexe (par exemple, ici, les partitions et les façades).

C'est ce qui devient intéressant, non seulement pour la conception technique d'ensemble, mais pour le travail d'architecture. Le plancher-champignon pourra être évoqué par des façades horizontalement bandées par lui, montré par leur transparence (Mies van der Rohe) ou par la découpe des murs autour des chapiteaux (C. Pelli au Postal Center de Los Angeles).