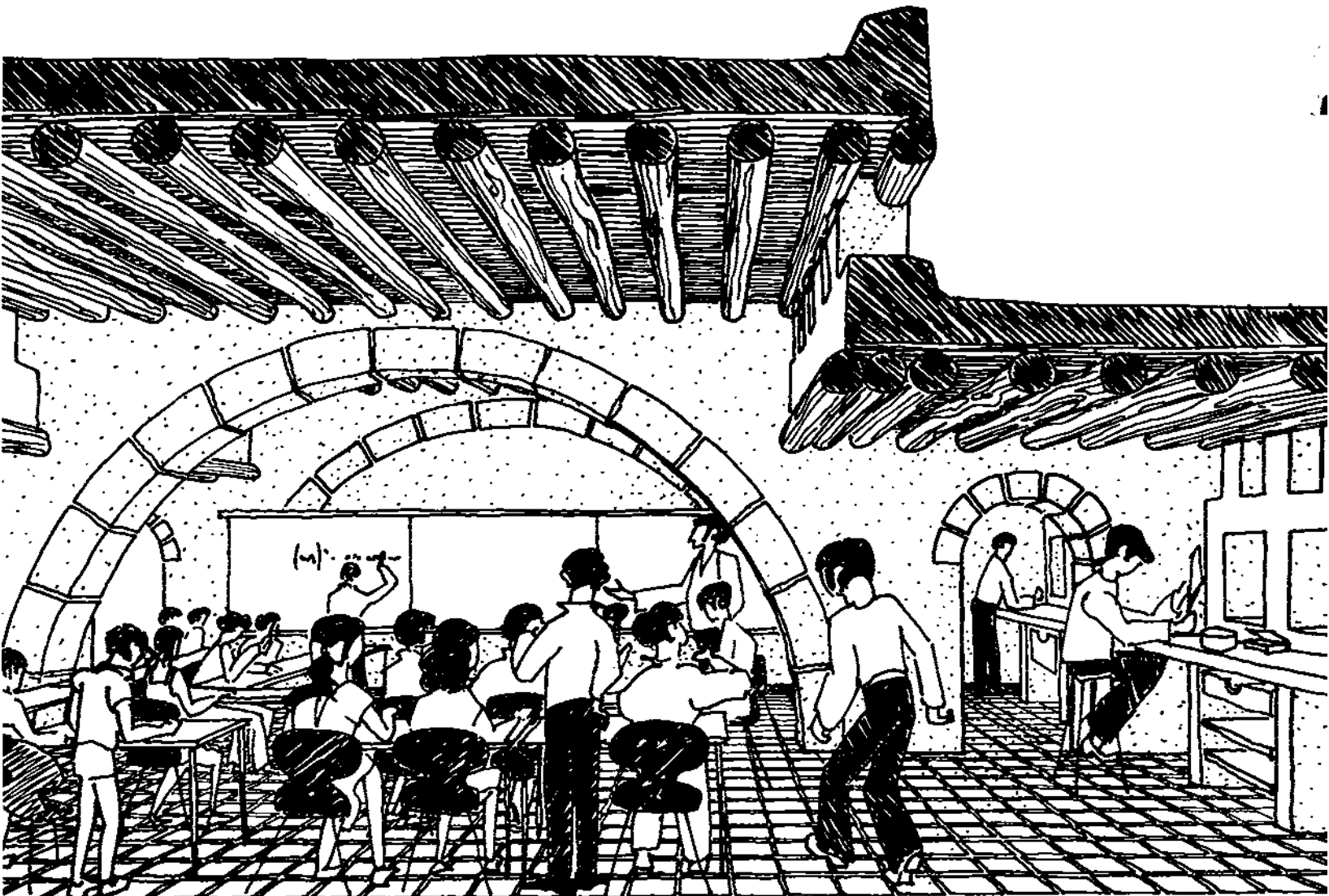


U N E D B A S

FLEXIBLE SHORT-SPAN STRUCTURE FOR
LOW-COST EDUCATIONAL BUILDINGS

STRUCTURE FLEXIBLE DE PORTEE COURTE
POUR BATIMENTS EDUCATIFS ECONOMIQUES

Proposals for hot-arid areas / Application aux régions chaudes et arides



Regional Office for Education in the Arab States, Beirut, January 1973

Bureau régional pour l'éducation dans les Pays arabes, Beyrouth, janvier 1973

U N E D B A S

**FLEXIBLE SHORT-SPAN STRUCTURE FOR
LOW-COST EDUCATIONAL BUILDINGS**

**STRUCTURE FLEXIBLE DE PORTEE COURTE
POUR BATIMENTS EDUCATIFS ECONOMIQUES**

Proposals for hot-arid areas / Application aux régions chaudes et arides

Prepared by the following Unesco Experts :
Préparé par les experts Unesco suivants :

Pierre BUSSAT, Architecte FAS/SIA
Heimo MANTYNEN, Ph.D., Curriculum Development/
développement des programmes d'études
Jørgen SØNDERBERG, Architect MAA

and / et

Mohamed EL-GHANNAM, Ph.D., Educational Administration/
administration de l'éducation



Regional Office for Education in the Arab States, Beirut, January 1973

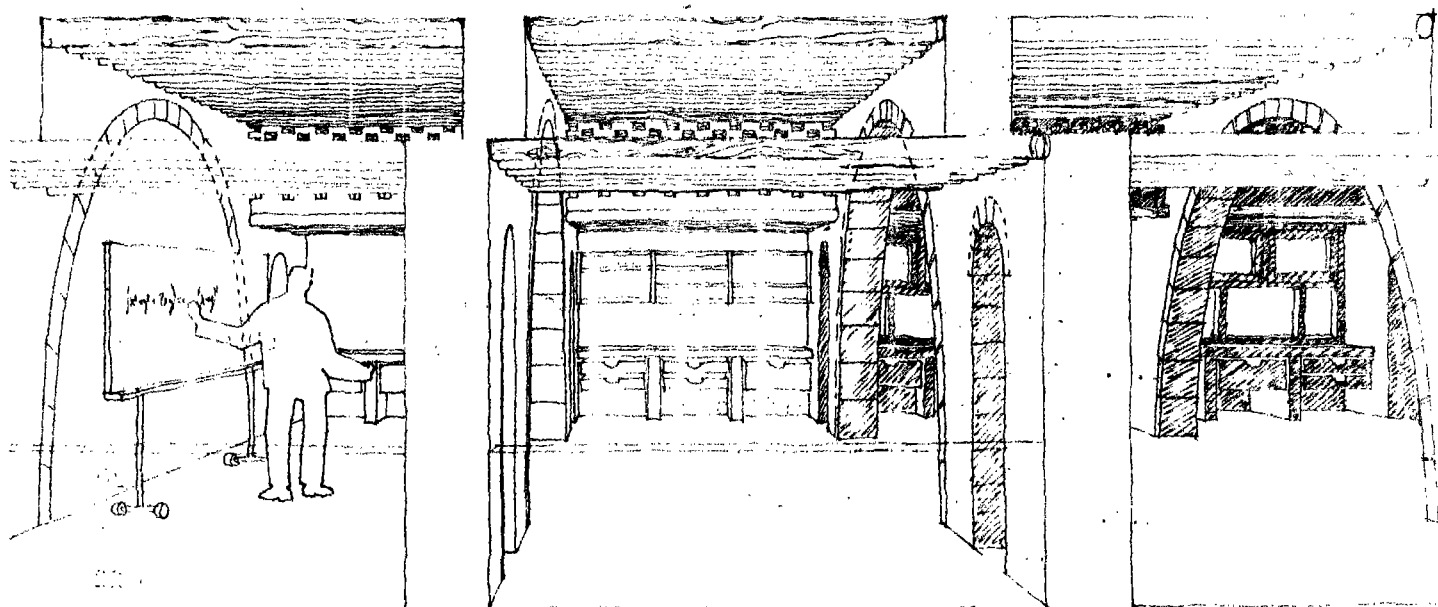
Bureau régional pour l'éducation dans les Pays arabes, Beyrouth, janvier 1973

Troisième Conférence régionale des ministres de l'éducation et des ministres chargés de la planification économique dans les Etats arabes, Marrakech, 12-20 janvier 1970 :

Résolution no 8

"La Conférence

- Recommande que les pays arabes étudient les moyens scientifiques propres à réduire les dépenses d'éducation et à assurer une utilisation judicieuse des possibilités éducatives;
- Est d'avis que les bâtiments scolaires constituent l'un des postes les plus importants à cet égard, réaffirme les conclusions auxquelles la Conférence de Tripoli était parvenue à ce sujet et recommande la construction d'établissements scolaires dont le style ne soit pas trop différent de celui des habitations du point de vue architectural et social, l'emploi de matériaux locaux et la création de modèles simplifiés et fonctionnels, étant entendu que les Etats membres devront procéder à des échanges d'informations et d'experts dans ce domaine et qu'il pourra être fait appel à l'aide de l'Unesco et des autres organisations internationales; ..."



Third Regional Conference of Ministers of Education and Ministers Responsible for Economic Planning in the Arab States, Marrakesh, 12-20 January 1970 :

Resolution No. 8

"The Conference

- Recommends that the Arab Countries should investigate effective scientific methods for reducing educational costs and ensuring the proper use of educational possibilities;
- Considers that school buildings constitute an important item in this respect, and therefore confirms the conclusions reached by the Tripoli Conference on the matter, and recommends the reduction of the architectural and social gap between school and society, the use of local materials, and the introduction of simplified functional models; it also recommends that exchanges of relevant information and experience should take place between Member States, and that recourse should be had to the assistance of Unesco and other international bodies in this field;"

(UNESCO - ED/MD/11, Paris 27 avril 1970)

TABLE DES MATIERES

	Pages
1. INTRODUCTION	1
2. PROBLEMES FONCTIONNELS	5
2.1. Enseignement conventionnel	5
- Dispositions conventionnelles	6
2.2. Enseigner et apprendre aujourd'hui	7
2.2.1 Activités par grand groupe	9
- Salle à buts multiples	10
- Différents aménagements possibles	11
2.2.2. Activités par petits groupes et individuelles	12
- Quelques dispositions	12
- Arrangements individuels	13
- Application du modèle Freinet	14
- Intégration de différents types d'espace	15
2.3. Programmes d'études et autres exigences fonctionnelles	16
- Combinaisons variées	18
- Flexibilité additive	19
2.4. Activités de plein-air	20
- La place centrale	21
- Espace ouvert	22
2.5. Circulation	23
- La "rue" et le "passage"	23
- La "place"	24
3. PROBLEMES TECHNIQUES	25
3.1. Eléments de construction	26
3.1.1 Murs	26
- Variantes	27
- Construction de l'arc	28

TABLE OF CONTENTS

	Pages
1. INTRODUCTION	1
2. FUNCTIONAL CONSIDERATIONS	5
2.1. Conventional Approach to Teaching	5
- Conventional Arrangement	6
2.2. Modern Approaches to Teaching-Learning	7
2.2.1. Large-group Activities	9
- Multipurpose Space for Large-group Activities	10
- Alternative Arrangements for Large-group Activities in a Multipurpose Room	11
2.2.2. Small-group and Individual Activities	12
- Accomodation for Small-group Activities	12
- Facilities for Individual Activities	13
- Application of the Freinet Model	14
- Integration of Different Types of Accomodation through "built-in flexibility."	15
2.3. Feasible Combinations Determined by Curricular and other Functional Needs	16
- Accommodative Combinations	13
- Additive Flexibility	19
2.4. Outdoor Activity	20
- Central Square	21
- Open Area	22
2.5. Circulation	23
- "Street" and "Path"	23
- "Square"	24
3. TECHNICAL ASPECTS	25
3.1. Building Elements	26
3.1.1. Walls	26
- Alternative Suggestions	27
- Construction of an Arch on a Bricklaid Form	28

	Pages
3.1.2 Toiture	29
- Variantes	29
- La voûte "nubienne"	30
3.1.3 Séquences de construction	31
- Murs et voûtes	31
- Murs et solivage	32
- Murs ou piliers et poutres	33
3.2. Eclairage naturel	34
- Courbe de facteur de ciel	34
- Adaptation des ouvertures	34
3.3. Protection contre le soleil et ventilation	35
4. PROBLEMES HUMAINS ET ADMINISTRATIFS	36
BIBLIOGRAPHIE	40

	Pages
3.1.2 Roofs	29
- Alternative Suggestions	29
- The "Nubian" Vault	30
3.1.3 Steps of Construction	31
- Walls and the "Nubian" vault	31
- Walls and Timber Purlins	32
- Walls or Columns, Beams and Slab Elements	33
3.2. Natural Internal Lighting	34
- Daylight-Factor Curve	34
- Adjustments of Openings	34
3.3. Sun Protection and Ventilation	35
4. HUMAN AND ADMINISTRATIVE CONSIDERATIONS	36
BIBLIOGRAPHY	40

1. INTRODUCTION

Il est notoire que l'un des problèmes les plus aigus de l'éducation dans les pays en voie de développement est d'assurer la réalisation de bâtiments scolaires, permettant non seulement d'accélérer l'expansion de l'éducation, mais aussi d'en augmenter la qualité. L'absence de ressources financières suffisantes n'en est pas la cause la plus grave: celle-ci pourrait bien être le manque de vision, ainsi que la crainte d'expérimenter et d'innover.

Si les pays en voie de développement désirent vraiment que l'éducation devienne pour eux un instrument puissant de changement social, il serait grand temps qu'ils révisent leur conception de l'éducation, ainsi que leurs politiques, stratégies, systèmes et pratiques à cet égard. Lors d'une telle révision, les bâtiments éducatifs devraient faire l'objet d'une priorité puisqu'avant tout ils représentent l'instrument aussi bien que l'expression d'un changement de l'éducation.

Un examen de la situation dans les pays arabes révèle qu'en général l'éducation souffre énormément d'un manque de constructions scolaires aussi bien quantitatif que qualitatif. Pourtant ces pays consacrent une part relativement importante de leur revenu national, jusqu'à 5 ou 7% dans certains cas, à l'éducation. Or, ils sont encore loin d'assurer des écoles convenables aux enfants d'âge scolaire obligatoire. La Conférence de Marrakech des Ministres de l'éducation des pays arabes (1970) a insisté sur le problème des constructions scolaires et, comme solution, a préconisé "pour réduire les dépenses d'éducation", "d'assurer une utilisation judicieuse des possibilités éducatives", ainsi que de réduire le fossé entre l'architecture et la société, comme entre l'école et la communauté. Comme mesure pratique, la Conférence a recommandé "l'emploi de matériaux locaux et la création de modèles simplifiés et fonctionnels."

En réponse à ces recommandations, la présente étude a été conduite dans le but de proposer un système de construction applicable dans les régions chaudes et sèches, en zone rurale. Il s'agissait d'assurer d'une part un niveau satisfaisant de flexibilité, adaptée aux exigences des

1. INTRODUCTION

Undoubtedly, one of the major educational problems in developing countries is the provision of effective school buildings that would accelerate the expansion of education as well as contribute to the improvement of its quality. This problem is due not only to the inadequacy of financial resources, but also, and perhaps mainly to the lack of vision and the fear of experimentation and innovation.

It is high time for developing countries to revise their educational theories, policies, strategies, systems and practices if they truly want education to be a powerful instrument in social change. School building should be given priority in such a revision, because it is after and above all the means as well as the expression of a changing educational program.

A review of the situation of school buildings in the Arab Region shows that, generally speaking, education is suffering much from lack of school buildings in terms of quantity and quality. Many Arab Countries are spending now a relatively high proportion of the national income on education (up to 6 or 7 percent in some cases), yet the road is still long in front of them to secure appropriate schools for children in the compulsory school age. The Marrakesh Conference of the Ministers of Education in the Arab States (1970) called for due consideration to the problem of school buildings, and as a solution requested the Arab countries to reduce educational costs, ensure the proper use of educational possibilities, and reduce the architectural and social gap between school and community. As a practical measure, it recommended the use of local materials and the introduction of simplified functional models in school buildings.

In response to this recommendation, the following study is made with the purpose of proposing a structural system for rural hot-arid areas that, on one hand, provides a satisfactory level of flexibility commensurate with the requirements of new

tendances nouvelles en matière de programmes et de méthodes éducatifs, et d'autre part le recours aux potentialités physiques et culturelles de ces régions par l'emploi de leurs ressources matérielles et humaines.

La structure proposée dénote des bâtiments à "flexibilité incorporée", permettant un "changement organisé". Il est bien connu que le développement des méthodes d'enseignement moderne et de l'organisation éducative a fait apparaître un besoin de plus en plus marqué de flexibilité dans les bâtiments scolaires. L'une des façons les plus commodes d'y répondre - dite "plan libre" - est de réaliser de larges espaces librement divisés par des cloisons non porteuses amovibles. Il arrive même qu'on renonce aux cloisons; on peut parler alors de "plan ouvert". C'est ce genre de solutions qui attire le plus fréquemment les architectes. Dans les pays industrialisés, son emploi répandu a conduit au développement de systèmes modulaires préfabriqués (structure primaire) pour le gros-oeuvre, en combinaison pour le second oeuvre avec des cloisons démontables "mécanisées" (structure secondaire). On peut cependant émettre certains doutes quant à la généralisation de telles solutions :

1. Elles sont relativement coûteuses
2. Elles nécessitent une technologie ainsi qu'une logistique avancées.
3. Dans la plupart des cas, pour de grands espaces couverts, il faut introduire une climatisation artificielle.
4. On sait, par expérience, que les réformes éducatives sont généralement décalées par rapport aux changements d'organisation qu'elles impliquent. Les habitudes pédagogiques et les méthodes d'enseignement n'évoluent pas en pratique, à une rapidité telle que le recours à de larges portées et d'éléments de séparation mécanisés coûteux puisse toujours se justifier.

Ces réserves générales sont d'autant plus valables lorsqu'elles s'appliquent à des régions où les ressources sont limitées et les conditions difficiles. C'est, par exemple, le cas des zones rurales éloignées dans les pays arabes où les problèmes de communication, de transport et d'infrastructure sont encore aigus et entraînent une grande

trends in the Curriculum development and teaching and, on the other hand, further optimizes the physical and cultural capacity of these areas by utilizing its material and human resources.

The proposed structure falls within the "built-in-flexibility" or "planned change" pattern of buildings. It is well known that during the last decades the development of modern teaching methods and educational organizations required flexibility in school buildings. One of the easiest and most common ways to meet this requirement is to provide large spaces freely divided by non-carrying walls known as a "free plan;" if such partitions are not provided, one can speak of an "open plan." These kinds of solutions are now very popular among architects. Their wide use in industrialized countries led to the development of prefabricated, modular building systems (primary structure) combined with fully "mechanized" positions (secondary structure).

However, it should be pointed out that these solutions cannot be systematically applied under all circumstances; firstly, these solutions tend to be relatively expensive, secondly, they usually presuppose a very elaborated technology and logistics; thirdly, large spaces require in many cases artificial conditioning; fourthly, educators and teachers may not be ready to take full advantage of such arrangements and, thus, there is not always enough justification for the high costs of "mechanized" partitions and large-span structures.

These general restrictions are, of course, felt more severely by countries with limited resources. This is the case, for instance, in many remote areas of the Arab states. Furthermore, since transportation and communication under those circumstances may not function satisfactorily, one may have to rely predominantly upon local resources. This does not have to deprive the educational systems in these areas of various benefits of flexibility attached to modern educational spaces; even if the "mechanized" flexibility seems to be under the present conditions beyond the research for many areas, there is another way to achieve a satisfactory spatial

dépendance des ressources locales. Dans de telles circonstances, il ne serait pourtant pas équitable que l'éducation ne puisse bénéficier des avantages multiples résultant de la flexibilité attachée aux espaces éducatifs modernes. Or, si la flexibilité "mécanisée" semble être momentanément hors d'atteinte, il existe une autre façon d'assurer aux locaux scolaires une souplesse satisfaisante: on peut la désigner par "flexibilité incorporée" ou encore par "changement organisé". Cette façon d'aborder le problème a surtout été appliquée en Angleterre après la seconde guerre mondiale, lors de la réalisation de vastes programmes de constructions scolaires effectuées malgré de très sévères restrictions économiques et techniques, tout en assurant une amélioration constante et substantielle des bâtiments et équipements.

Contrairement aux systèmes "mécanisés", la "flexibilité incorporée" est réalisée par des éléments fixes qui déterminent un éventail d'espaces permanents de tailles différentes, facilement reliés les uns aux autres, et permettant des activités et des groupements variés. Les utilisateurs se déplacent de l'un à l'autre selon les besoins. Bien entendu, leurs activités et mouvements doivent être organisés - ou "planifiés" - de façon à éliminer le double-emploi ou l'inutilisation temporaire des locaux, afin d'assurer un équilibre entre la disponibilité des locaux et les exigences scolaires (il en va de même pour le personnel enseignant et l'équipement).

L'objet de la présente étude est de présenter un système constructif, valable pour les régions chaudes et sèches, offrant un niveau de flexibilité satisfaisant tout en répondant aux conditions suivantes :

- Les pièces de bois disponibles localement sont d'une longueur maximum de 3 m.
- Les matériaux les plus répandus sont les briques de terre séchées au soleil ou cuites, les plots de ciment et/ou les pierres.
- Les techniques de construction à employer ne devraient pas dépasser le niveau de qualification peu élevé de la main-d'oeuvre locale.
- En général, pour des raisons aussi bien d'ordre culturel qu'économique, l'environnement éducatif ne devrait pas trop différer d'un niveau acceptable pour l'habitation courante*. Les architectures

* Une école "luxueuse" pourrait causer de l'animosité et même chez les élèves, des problèmes d'adaptation.

versatility known as "built-in flexibility" or "planned change." This approach was first initiated and developed in England for large school-building programmes after World War II; while facing several economic and technical limitations, the pedagogical quality of teaching-learning spaces continuously and substantially improved.

Contrary to the "mechanized" systems, the "built-in flexibility"-approach provides with fixed elements a range of permanent spaces with different sizes and easily related to each other allowing a variety of activities to be carried out. For the purpose of avoiding duplication and excess of spaces used only temporarily, the activities must be planned so that a balance can be achieved between the educational requirements and facilities available.

The purpose of this study is to propose a structural system for rural hot-arid areas; the system provides a satisfactory level of flexibility while coping with the following limitations; firstly, the maximum length of locally available timber is usually 3 metres; secondly, the most common building materials available are sun-dried or burned bricks, cement blocks and/or stones; thirdly, the building techniques to be employed are, of course, dependent upon the skills and means of the local labour; fourthly, for economical as well as for cultural reasons, the educational environment should not differ strikingly from the local standards for housing. A "luxurious" school building may cause animosity against the school itself and it may also cause adaptational problems among the pupils. Since such areas as Iraq, Syria, Saudi Arabia, Yemen, Nubia, Tunisia, Algeria and Morocco represent traditions of remarkable as well as popular architecture, it should be considered a permanent source of inspiration in designing school buildings.

The system also suggests ways to overcome the above-mentioned limitations introducing more elaborated elements, for instance, by replacing the traditional roofing made out of round timber-purlins and mud with light and simple prefabricated precast reinforced concrete elements, etc.

populaires traditionnelles, si remarquables dans certaines contrées de l'Irak, de Syrie, d'Arabie Séoudite, du Yémen, de Nubie, de Tunisie, d'Algérie et du Maroc, devraient être considérées comme une source permanente d'inspiration.

Le cas échéant, le système devrait permettre le dépassement des restrictions imposées ci-dessus par l'introduction d'éléments plus élaborés comme, par exemple, le remplacement des solives de bois traditionnelles et la couverture de terre par de simple éléments légers de béton armé préfabriqués, etc.

Cependant, en encourageant l'utilisation optimum des techniques de construction les plus simples et les plus familières, on peut espérer que la tâche des pays en voie de développement, confrontés à des difficultés techniques et financières dans la poursuite de leurs objectifs éducatifs, sera facilitée, particulièrement en faveur des régions rurales reculées et isolées. Car dans de telles conditions il est probable que les techniques dites "conventionnelles modernes" s'avèreront non seulement coûteuses, mais pas nécessairement capables d'apporter les meilleurs résultats fonctionnels et qualitatifs.

By encouraging the optimum use of the simplest and most familiar building techniques, this study hopes to assist those developing countries which are currently experiencing large technical and financial difficulties while trying to carry out their educational plans especially in remote and isolated rural areas. It is very likely that under such conditions the "conventional-modern" building techniques may not only prove to be too expensive, but they may not produce the best qualitative and functional results.

2. PROBLEMES FONCTIONNELS

2.1 ENSEIGNEMENT CONVENTIONNEL

Il est curieux que dans la plupart des pays où le problème a été abordé d'une façon conventionnelle, une si faible attention ait été portée à ce qui devrait être le but principal de l'école: apprendre. En fait les salles de classes ont été conçues pour faciliter l'enseignement. Et même, malgré l'importance attachée à ce dernier, ce n'est que dans des cas exceptionnels que l'on s'est intéressé aux aspects pédagogiques susceptibles de le renforcer. Ceci n'était pas considéré comme indispensable, dès lors que l'enseignement effectif (transmission de l'information) était supposé permettre d'apprendre effectivement. Ainsi, l'action d'apprendre ne pouvait que s'insérer dans la salle de classe et nulle part ailleurs.

L'enseignement signifiait instruction en classe nombreuse où la fonction des élèves et étudiants était d'"absorber" ce qui leur était présenté. Dans ces conditions, l'enseignement ne nécessitait qu'une communication unilatérale avec peu ou pas de participation des élèves. Le maître occupait une place déterminée, face à la classe, généralement perché sur un podium d'où il pouvait dominer la situation. Les élèves étaient assis, alignés selon un ordre quasi militaire, suivant certains critères rigides, tels que âge, taille, classe, etc., tous face au maître. Les principales justifications de ces dispositions étaient l'efficacité de l'enseignement et son contrôle à peu près absolu. Fréquemment, l'enseignement était, et est encore, donné simultanément à plusieurs classes assemblées dans un même local, par un maître unique. Bien que ce dernier cas soit traditionnel et considéré comme relevant de méthodes dépassées, il est encore appliqué dans de nombreuses circonstances. Souvent c'est la seule solution économiquement possible, mais il est rare qu'on envisage de lui appliquer d'autres dispositions que celle de la salle de classe traditionnelle. L'un des propos de la présente étude est d'aborder des propositions différentes, quoiqu'économiquement possibles, fondées sur les conceptions modernes d'acquisition des connaissances humaines, en rapport avec le milieu environnant.

2. FUNCTIONAL CONSIDERATIONS

2.1 CONVENTIONAL APPROACH TO TEACHING

Characteristic of the conventional approach in most countries was and still is that, strangely enough, relatively little attention was given to what should have been the main purpose of the school: learning; instead, the classrooms were designed to facilitate teaching. Even in this emphasis upon teaching, only exceptionally such pedagogical aspects were considered which would have enforced teaching. This was not considered necessary since effective teaching (i.e. transmission of information) was expected to result in effective learning; thus, learning was presumed to take place either in a classroom or not at all.

Teaching meant usually large-group instruction with numerous pupils and students whose function was to absorb what was offered to them. Consequently, effective teaching required one-way communication with little or no pupil participation. In such a teaching setting, the teacher usually had a fixed place in front of the class on a raised platform from where he dominated the teaching situation. The pupils were seated in a military-like order according to certain fixed criteria such as age, size, grade etc. - all facing the teacher in a direct line. The main reasons for this kind of arrangement were teaching effectiveness and almost total control. Frequently, in one single classroom several grades were and still are taught simultaneously by one teacher. Although this approach is traditional and predicated upon out-moded learning theories, it is still being applied in numerous situations. In quite a number of cases, it is the only economically feasible solution, although in these cases only exceptionally other arrangements within a traditional classroom are considered. One of the purposes of this study is to suggest economically feasible alternatives based upon modern concepts of human learning as well as its relationship with the learning environment.

Figure 1. Plan de la structure proposée et organisation conventionnelle de communication unilatérale pour une capacité de 40 élèves.

Figure 2 Autre disposition appelée "table-ronde" pour la même capacité.

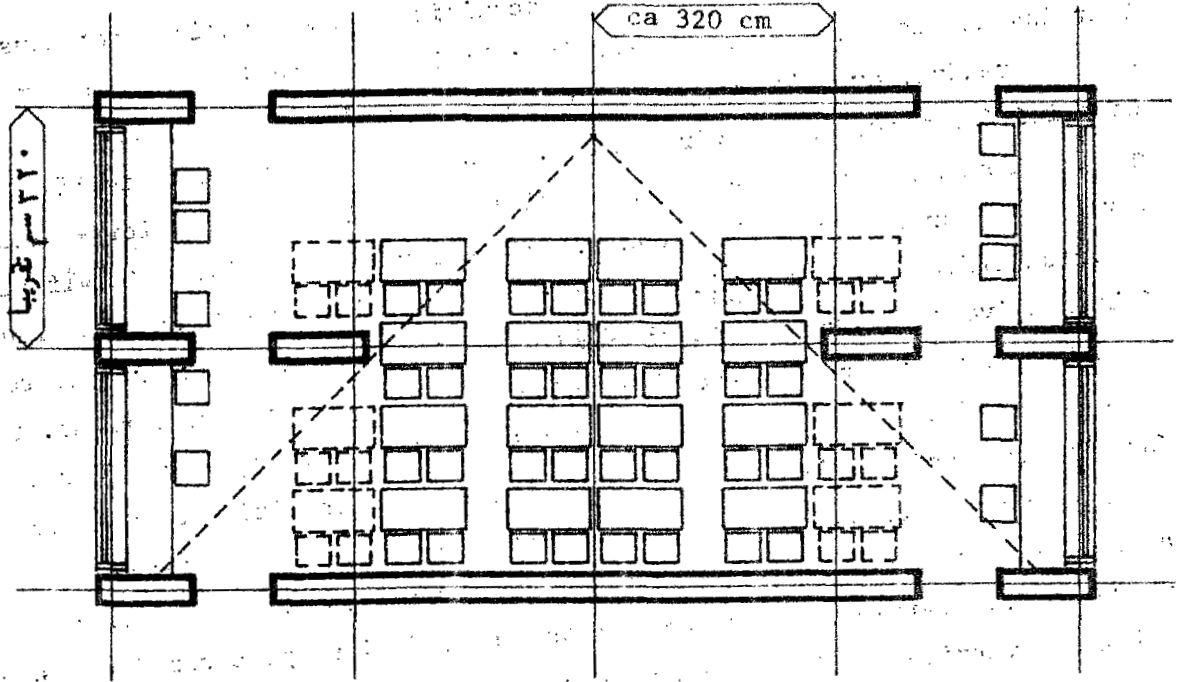


Figure 1 Conventional arrangement as "one-way communication." The capacity of the suggested short-span structure is 40 pupils.

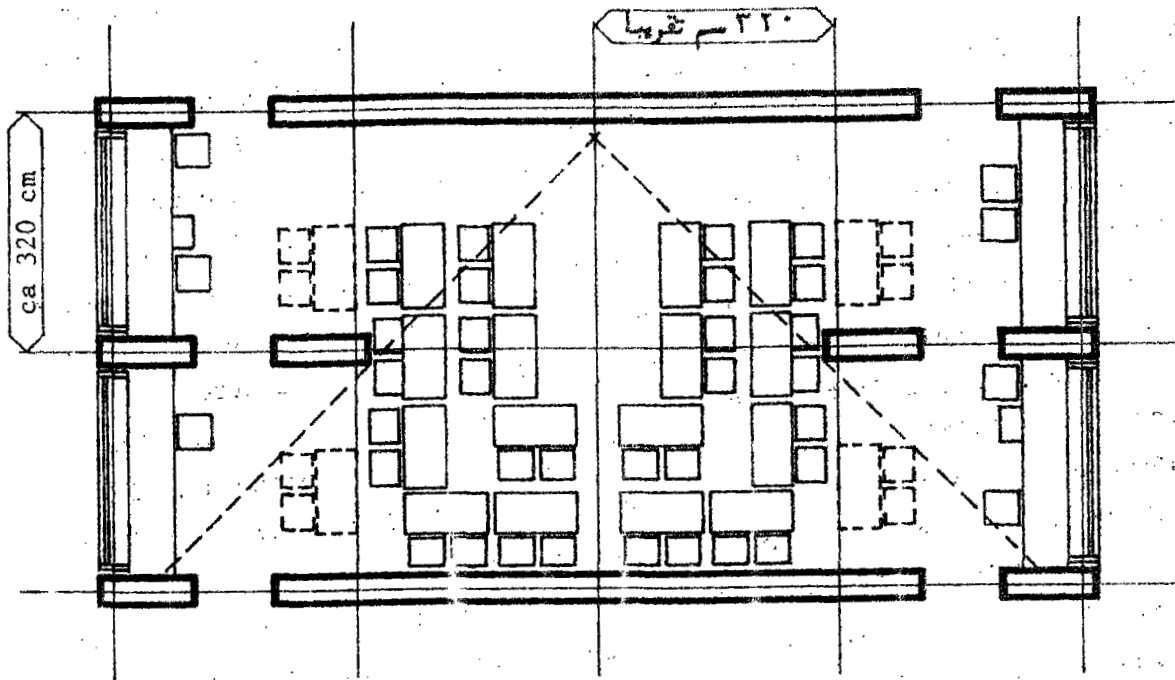


Figure 2 Another arrangement called here "round-table" arrangement with the same capacity.

2.2. ENSEIGNER ET APPRENDRE AUJOURD'HUI

Les théories modernes sur l'acquisition des connaissances nous fournissent des vues nouvelles sur la relation de l'action d'enseigner et d'apprendre, avec l'environnement. Il n'est plus rare de parler de la capacité éducative de l'environnement: "Le milieu éducateur" signifie que non seulement un environnement positif a une influence positive (renforcement) sur l'action d'apprendre, mais encore qu'un milieu négatif peut avoir un effet "déséducatif". Il en résulte que les éducateurs avec leurs élèves doivent s'engager ensemble dans la création de leur propre environnement pour apprendre, de façon à renforcer leur situation réciproque. Ce genre de manipulation du milieu destiné à enseigner et apprendre devrait être rendu possible dès le stade de la conception des bâtiments scolaires et des espaces prévus pour l'enseignement et l'étude. En conséquence, les architectes, au lieu de se contenter de projeter l'espace pour ceux qui y apprendront, devraient se préoccuper davantage de leur procurer des possibilités novatrices de former leur environnement par eux-mêmes. On peut observer que ceux qui apprennent à n'importe quel âge, tirent plus de satisfaction d'un environnement qu'ils ont eux-mêmes créé ou contribué à créer.

La capacité de ceux qui apprennent à tirer profit d'une telle flexibilité dépend bien entendu de leur degré de maturité, entendant par là le niveau de développement mental et social atteint et qui peut varier parmi des sujets d'âges différents. Les enfants d'âge primaire montrent généralement une prédilection à se sentir à l'école comme "à la maison". Ils disposent d'une capacité de concentration de relativement courte durée et nécessitent plus de direction que les élèves plus âgés. Comme ils passent d'ordinaire leur journée scolaire dans un espace limité et souvent dans la même salle de classe, la possibilité de changer rapidement l'arrangement de la salle de classe devrait faire l'objet d'une attention particulière. Les enfants de cet âge ne disposent pas tous de la même vitesse d'acquisition des connaissances, il s'en faut de beaucoup. En conséquence, l'environnement pour apprendre devrait être conçu pour leur permettre de progresser à leur rythme individuel.

Les élèves d'âge secondaire n'ont généralement pas besoin d'autant de direction et de soins. Ils sont beaucoup plus mobiles et peuvent assumer plus de responsabilité vis-à-vis d'eux-mêmes et des autres. A cet

2.2. MODERN APPROACHES TO TEACHING-LEARNING

Modern learning theories have provided us with new insights into the problematic interaction between teaching-learning and environment; it has become customary to discuss the educative power of the environment. "The environment educates" implies not only that a positive environment has a positive reinforcing impact upon learning but also that a negative environment may have a dis-educating effect upon learning. This means that the educators together with their pupils and students must become engaged in creating their own learning environment which can be expected to reinforce teaching-learning situations. This kind of manipulation of the learning environment by teachers and students should be made possible when school buildings and teaching spaces are being designed. Therefore, the architects - instead of designing the environment for the learners - should provide innovative possibilities for the learners to shape their environment themselves. The learners at all ages can be observed to obtain more satisfaction from an environment which they have created or helped to create themselves.

The ability of the learners to take advantage of such a flexible environment depends, of course, upon the maturity level achieved; it refers here to the stage of mental and social growth attained at a given age, which varies among learners of varying ages. The pupils at the primary school-age usually show a strong desire of feeling at home in the school. They also have a relatively short attention span and need more guidance than the older pupils; since they usually spend the whole school-day in a limited area, sometimes exclusively in one single classroom, special attention should be given to the possibility of rapidly changing the classroom make-up. Pupils of this age also vary greatly in their readiness and ability to follow the instruction at the prescribed pace. Consequently, the learning environment should be designed in the way that the pupils can progress at their own individual pace.

The pupils at the secondary school-age usually do not need that much guidance and care; they are much more mobile and feel a certain degree of responsibility for themselves and others. At this age, problem-solving

âge, des situations de résoudre des problèmes ou de réaliser des projets en petits groupes peuvent être affrontées avec succès. Dans ces conditions, la disposition des salles de classe devrait induire des méthodes de travail comme les discussions de groupe, les travaux pratiques, les études individuelles et la recherche.

Comme l'éducation des adultes se répand de plus en plus dans les pays en voie de développement, une attention particulière devrait être accordée aux difficultés spécifiques qui s'y rattachent. Les adultes abordent leur propre éducation avec généralement des idées préconçues, influencées par leurs expériences datant de leur ancienne vie scolaire, à supposer qu'ils en aient eu une. Il est compréhensible qu'ils ne désirent pas se retrouver plongés dans une telle situation qui, à l'époque, ne leur avait apporté que frustration et échec. En conséquence la disposition pour apprendre ne devrait pas être celle adoptée pour des enfants, mais devrait apparaître aux adultes comme déterminée pour eux, en tant qu'adultes, et non pour quelque espèce d'enfants retardés d'âge avancé. En l'occurrence, il serait parfaitement déplacé d'imposer l'emploi de meubles adaptés à la taille des enfants ou d'un équipement fait pour les écoliers. Indépendamment des inconvénients physiques évidents, une telle pratique pourrait entraîner des comportements infantiles et irresponsables de la part des participants.

En plus, s'agissant de locaux destinés à des adultes, il faudrait tenir compte d'autres contraintes d'ordre physiques, telles que la baisse des facultés auditives et visuelles. On sait que la vue aussi bien que l'ouïe commencent à décliner très tôt. Il est probable que vers l'âge de 40 ans la capacité de distinguer à distance de petits détails et de s'adapter à une diminution de la lumière, décroît d'une façon accélérée. On peut citer dans le même ordre d'idées la myopie, la presbytie et le daltonisme. Cet appauvrissement des aptitudes visuelles est d'une énorme importance pour l'acquisition des connaissances, la plupart des contenus éducatifs étant principalement présentés à la perception visuelle. Il en va de même concernant les déficiences auditives, beaucoup plus fréquentes qu'on ne le croit d'ordinaire. On estime que 10 à 20% de la population adulte présente des anomalies de l'audition. Pour toutes ces raisons les locaux éducatifs destinés aux adultes devraient être

situations and small-group projects can be applied successfully. Therefore, classrooms used by this age group should lend themselves to such working methods as group discussion, practice sessions, individual study and research.

Since Adult Education is gaining more and more ground in developing countries, more attention should be paid to the special difficulties in teaching adults. They usually come to education with a set of expectations influenced by their earlier experiences in a school if they ever attended one. It is understandable that they do not want to be placed back into a similar situation which once already may have resulted in frustrations and dropping-out. Therefore, the learning situation should not be that of the children; the adults should be able to see the learning situation to have relevance to them as adults, and that adults - through the learning space especially designed for them - are learning as adults and not as underdeveloped pupils of advanced age. Consequently, if feasible, adults should not be asked to use infant-size furniture or other equipments designed for young pupils. Apart from the obvious physical inconvenience resulting from the use of such furniture, it may even result in imposing certain childish and immature behavioral patterns upon adult learners.

In addition, there are some physical determinants such as auditory, visual and organic defects among adult learners which should be taken into consideration in designing learning spaces for adult learners. It is known that both hearing and vision start declining in efficiency rather early; it is assumed that at about 40 there is likely to be an accelerating decline in visual ability to perceive fine details accompanied by a slowing down of adaptation to the dark. Of direct practical concern are also such visual defects as far-sightedness, short-sightedness and colour-blindness. This poorer visual performance is of immense relevance to learning since the main educational content is predominantly offered and channeled through our visual sense. Also auditory defects may not be as rare as it is assumed; estimations of the prevalence of auditory defects indicate that approximately 10-20 per cent of the adult population do not possess entirely normal hearing. For these reasons, the classrooms used by adults should be well-lit, and the blackboard

particulièrement bien éclairés, les tableaux noirs devraient être assez grands et d'une lecture facile et les dispositions de sièges prévues pour contribuer au succès de l'action d'apprendre. De même l'accoustique des salles devrait être particulièrement soignée.

Les élèves des différents âges, comme les adultes, participent à l'action d'enseigner et d'apprendre selon trois dispositions éducatives différentes de base; nous les appellerons grands groupes, petits groupes et activités individuelles. Le nombre de ceux qui apprennent dans les deux premières catégories varient beaucoup d'une école à l'autre, mais on peut assigner grosso-modo au grand groupe un nombre de 40 à 100 participants et plus, et au petit 2 à 20.

2.2.1. Activités par grand groupe.

Bien que cette méthode généralement soit destinée à fournir le plus d'information possible au plus grand nombre d'élèves possible, elle ne correspond pas nécessairement à une communication unilatérale. La formation par grand groupe s'opère de plus en plus sous forme d'échanges, tels que discussions, temps réservé aux questions, sous-groupes de réflexion, etc. En fait, ce type d'organisation, dans sa forme la plus élaborée, devrait également offrir toutes ses chances à l'expression individuelle. Toute facilité devrait être assurée non seulement pour la communication entre l'enseignant et ceux qui apprennent, mais également entre ces derniers eux-mêmes. Ainsi les participants n'ont pas à occuper des sièges prédéterminés dans la salle, pas plus que les sièges n'ont à être disposés selon un ordre immuable rigide. Chacun doit pouvoir choisir la position qui favorise le mieux ses motivations et ses relations avec les autres. Toutes sortes de dispositions devraient être possibles, comme par exemple le cercle, le demi-cercle, etc., ainsi que celles permettant à des handicapés physiques de participer aux réunions sans difficultés.

De nombreuses autres dispositions peuvent être considérées comme des variantes des activités par grand groupe. Parmi elles on peut citer celles de face à face, de forum, de discussion de groupe, de démonstration, etc. comme celle qui gagnent de plus en plus d'adeptes dans de nombreuses écoles et nécessitent une organisation flexible. Si les installations doivent être également utilisées par la communauté, il faut veiller à ce que le confort des participants soit assuré.

should be large and easy to read; also various seating arrangements should be thought of as contributing to learning success. Finally, the acoustics of the classrooms used by adults should receive special attention.

Pupils of various ages and maturity levels as well as adult learners usually participate in a teaching-learning experience basically in three different educational settings which we call here large-group, small-group and individual activities. The number of learners in the first two settings varies greatly from school to school, but as an approximate number of learners we may assign 40-100 or more to large-group activities, and 2-20 to small-group activities.

2.2.1. Large-group Activities

Although this method is usually applied for the purpose of imparting as much information as possible to as large groups of learners as possible, it does not necessarily have to mean one-way communication. Large-group instruction is increasingly including various feedback patterns such as discussion, question periods, audience reaction teams etc. In fact, large-group instruction should, in its most sophisticated form, provide chances for individual expression as well. Provisions should be made for an uninhibited communication between the teacher and learners as well as among learners themselves. Thus, the learners do not have to occupy predetermined seats in the classroom, nor should the seats be fixed or arranged in any final order. The learners should be able to arrange their physical location in the classroom in the way that best increases their motivation and interaction with others. Such solutions are, for instance, circles, half-circles etc. Arrangements should also be made for physically disabled and handicapped to attend large-group instruction without any difficulty.

There are several other educational situations which can be seen as variants of large-group activities. Some of these, for instance, a panel, forum, group discussion, demonstration etc., which have been gaining more and more ground in various schools, require flexible physical setting. Attention should also be paid to audience comfort if the space is to be used for community purposes.

Figure 3

Salle à buts multiples pour les activités par grand groupe.

Les activités par grand groupe nécessitent une salle à buts multiples pouvant être facilement adaptée aux besoins correspondant aux différentes situations d'enseignement et d'acquisition.

L'aménagement peut être arrangé et même réarrangé en cas de besoin au cours d'une séance sans trop de perte de temps. Une scène mobile, des tables et des chaises légères ainsi que des cloisons amovibles rendent possible le changement rapide de l'aménagement de la salle. Des dispositions sont également prises pour l'équipement audio-visuel.

Une salle à buts multiples doit pouvoir aussi bien être utilisée pour la musique, le théâtre, que pour des activités telles que démonstration, exposition, spectacle, etc. Grâce à de simples modifications il doit être également possible d'y enseigner des sujets spécialisés, comme par exemple les sciences. Pour répondre à ces besoins variés, le principal est de prévoir en annexe suffisamment d'espaces de rangement pour les divers accessoires.

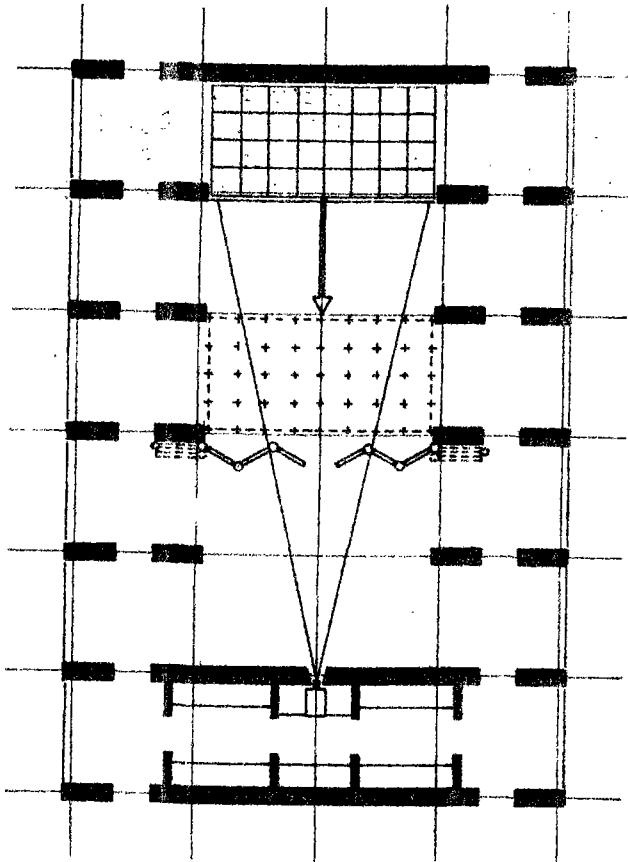
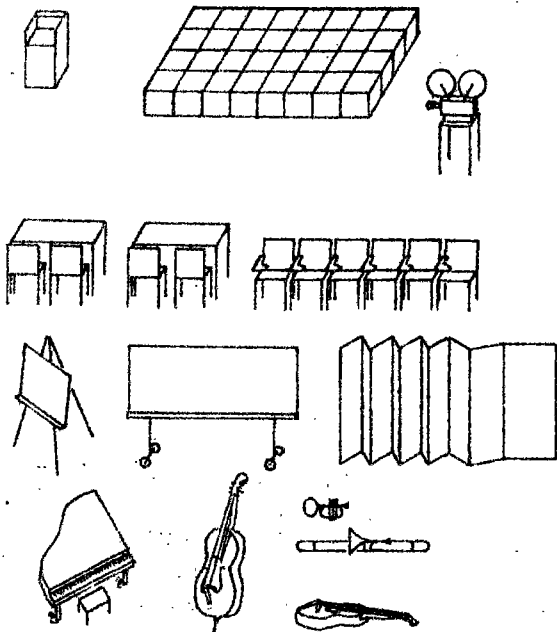


Figure 3

Multipurpose room for large-group activities

These large-group activities require a multipurpose room which can easily be adapted to the educational needs emerging in a teaching-learning situation.

The spatial set-up can be arranged and rearranged even in the middle of a teaching-learning process, if needed, without losing much time ; a mobile stage, light chairs and tables as well as light mobile partitions make instant change of the classroom make-up possible. Arrangements must also be made for audio-visual equipments.



A multipurpose room can also be used for music and theatre performances as well as for various other activities such as displays, exhibitions, shows, etc. With simple arrangements, a multipurpose room can be used for teaching specialized subjects - it may serve as a science laboratory etc. Because of these numerous activities conducted in such a space, enough and different kinds of storage space must be reserved.

Figure 4

Différentes possibilités d'aménagement pour des activités par grand groupe :

Exemple a) Communication unilatérale.

A gauche, aménagement avec tables et sièges; dans ce cas, la capacité totale serait de 76 places. A droite, avec des sièges seulement, 128 places en tout.

Exemple b) Dans ce cas l'orientation des participants est triple par rapport à la scène, figurant le centre d'intérêt; la capacité est ici de 112 places avec tables et sièges ou de 146 avec chaises seulement.

Exemple c) L'orientation est multidirectionnelle par rapport au centre d'intérêt. Cette disposition est très favorable aux relations entre tous les participants. La capacité est de 120 places avec tables ou de 226 sièges.

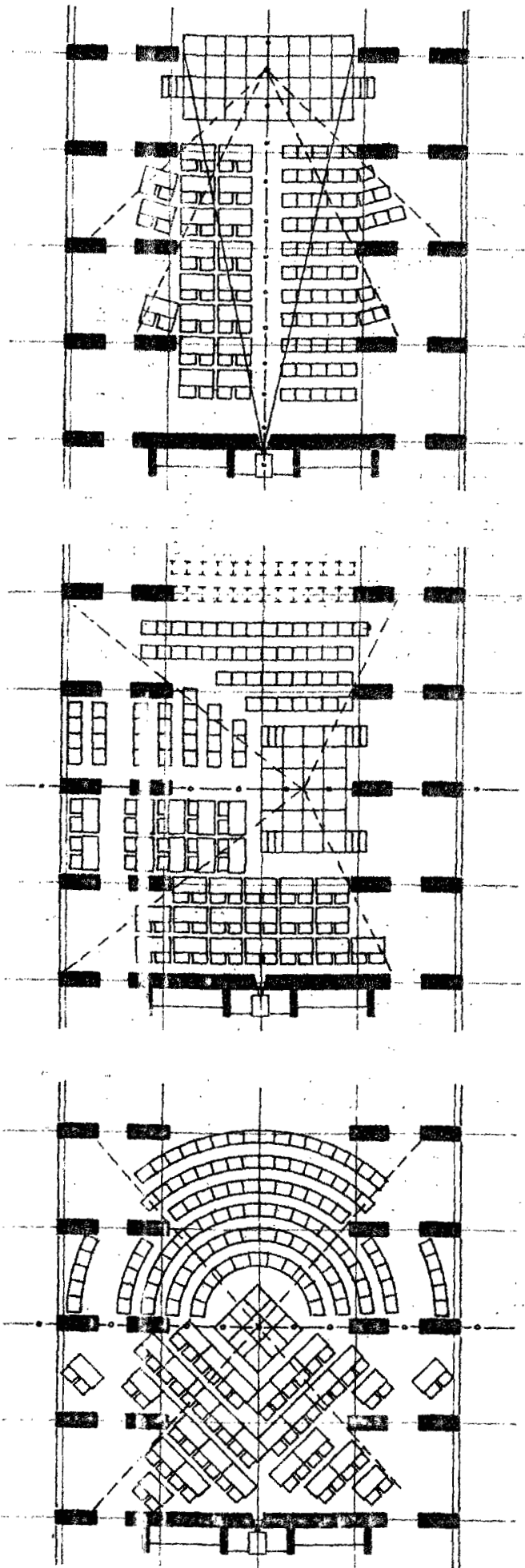
Figure 4

Alternative arrangement for large-group activities

Example a) is here called "one-way orientation," a typically instructional situation, in which two arrangements are at disposal : the teaching-learning situation may require that seats and tables be used, in which case the capacity of the illustrated example is 76 pupils ; or it may be inevitable that a much larger group be exposed to instruction, in which case the capacity of the room is 128 pupils without tables.

Example b) indicates a "three-way orientation," in which the pupils face the teacher and the stage from three directions. Here again, the capacity of the illustrated room is 112 seats with tables and 146 seats without using tables.

Example c) represents a "centripetal orientation," in which the seating order forces the pupils' attention toward the centre of the activity. Such an arrangement is also able to increase the degree of interaction between the teacher and learners as well as among learners themselves. The capacity of the illustrated room is 120 seats with tables or 226 seats without tables



2.2.2. Activités par petits groupes et individuelles.

Ces types d'activité correspondent à diverses méthodes d'acquisition. Elles peuvent aller de la transmission de l'information par une personne à un groupe d'une manière plus intensive et dans l'attente d'une réaction immédiate et d'une discussion, jusqu'à la recherche d'un changement de comportement sans l'intervention directe d'un enseignement. Dans ce sens, un petit groupe peut être défini par un nombre limité de participants réagissant les uns sur les autres, dans un but déterminé. Cette relation est formelle (préparée et réalisée systématiquement) ou informelle (rencontre improvisée pour "être ensemble"). De toute façon, il s'agit d'une situation plus dynamique que n'importe quelle forme d'activité par grand groupe. Elle tire sa dynamique également de la faculté de création de leur propre environnement pour apprendre par les éducateurs et leurs élèves, à laquelle il a déjà été fait allusion. C'est une façon non linéaire d'aborder les choses, car en agissant sur l'espace pour le modifier, on crée une nouvelle dimension - temporelle - permettant la poursuite simultanée d'autres activités éducatives dans le même local.

Figure 5

Quelques unes des relations internes possibles ainsi que des éléments d'aménagement (tableaux noirs sur chevalet et mobiles, panneaux d'affichage et de séparation temporaire, étagères et rayonnages mobiles, etc.) permettant de créer des dispositions variées et simultanées dans l'unité d'espace-temps considérée. De plus, le découpage de l'espace permet toutes sortes d'activités éducatives, par exemple des discussions en groupe, c'est-à-dire une conversation dirigée sur un sujet d'intérêt commun entre 10 à 20 participants, ou le "jeu des rôles", ou toute autre méthode relevant de la dynamique de groupe, dans le cadre de la vie scolaire, comme celle de la communauté.

2.2.2. Small-group and Individual Activities

Small-group activity as a method can be used for a number of learning situations; it may be used merely for transmitting information from one person to a larger group in a more intensified way requiring immediate feedback and discussion, or it may aim at certain behavioral changes without involving a direct instructional situation. In this sense, a small group can be defined as a limited number of learners interacting for certain purposes. This interaction may be formal (prepared and systematically conducted learning situations) or informal (casual "getting-together"-meetings). In any case, it is a more dynamic situation than any large-group activity can be. Such a situation has a dynamics of its own predicated upon a non-linear approach previously referred to as "self-creation of the teaching-learning environment." It is non-linear because by means of manipulating the spatial dimension it creates new timely dimensions; it makes other simultaneous learning processes possible within the same space.

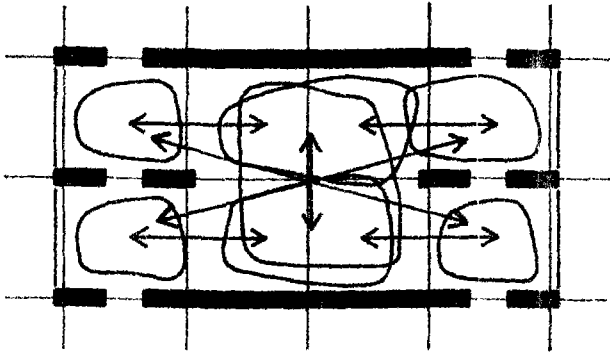
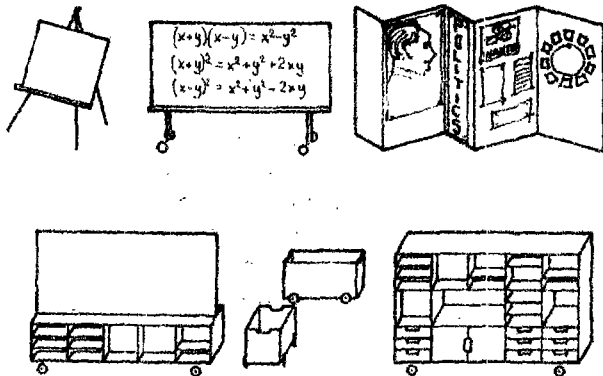


Figure 5

Some interactions in a small-group situation and simple ways (easels, bulletin boards, mobile blackboards, boards with shelves as well as a mobile "library," etc.) to manipulate the space in order to create more simultaneous time and space for teaching-learning processes.



In addition to small-groups formed for direct instructional purposes, several other kinds of activities can be conducted in such spaces; for instance, "group discussion" which is a planned conversation on a topic of mutual interest among some 10-20 persons, or some of the other and increasingly popular group dynamics situations such as "role-playing," "brainstorming," etc. If community activities are planned to take place in the school building, this space could be used as a committee room, etc.

Les activités - études - individuelles ne doivent pas être confondues avec les études indépendantes qui sont généralement effectuées sans direction soutenue. Dans une étude individuelle, celui qui apprend s'engage dans une activité déterminée par le professeur, même si le choix lui en est laissé libre. Il peut s'agir d'étude de faits, d'habiletés, d'assimilation, d'élucidation de problèmes, ou alors d'autres actions créatives comme des travaux manuels, la cuisine, la peinture, la couture, etc.

Figure 6

Quelques-uns des meubles et équipements utilisés pour les activités et études individuelles. Là encore celles-ci peuvent être effectuées en même temps et dans un même lieu que d'autres, bien qu'un certain isolement soit à rechercher parfois, comme dans le cas d'un "coin de lecture" où les intéressés se sentiront d'autant mieux à l'abri qu'ils auront eux-mêmes contribué à l'arranger et à le personnaliser.

Individual study or activity should not be confused with independent study which is usually carried out without extensive guidance. In individual study, the learners according to their maturity level are engaged in certain educational activities assigned by the teacher or selected by the learners themselves. These activities may include learning facts, skills, understanding, problem-solving or other creative abilities such as handicraft, cooking, painting, sewing, etc.

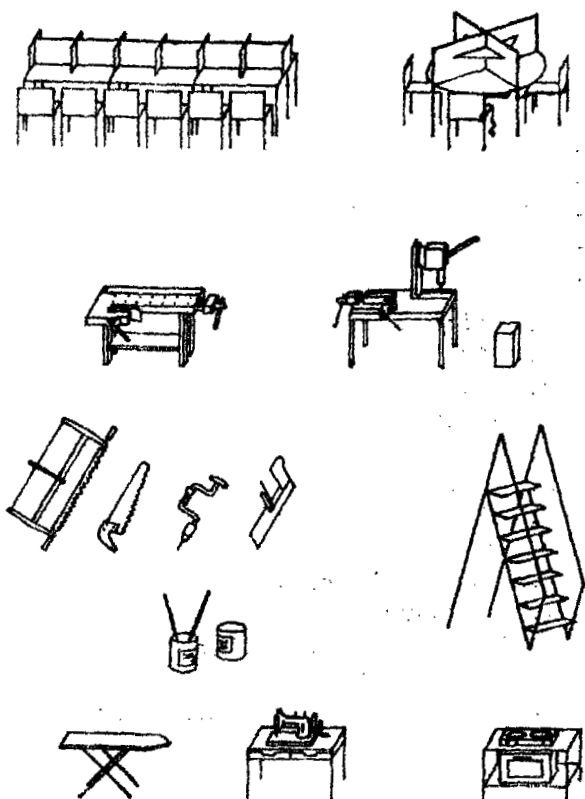


Figure 6

Some of the equipments and facilities as well as furniture needed for creating individual learning environments. One of the characteristics of individual study is a varying degree of privacy necessitating, for instance, a reading corner where the learner is able to feel at home and which he may have created himself.

Figure 7

Le modèle de Freinet (1), ainsi qu'un exemple de son application dans la structure proposée.

Le modèle de Freinet:

1. Espace commun
2. Atelier
3. Economie ménagère
4. Technologie et commerce
5. Documentation
6. Expérimentation
7. Expression graphique
8. Expression artistique
9. Activités de plein-air

Exemple d'application:

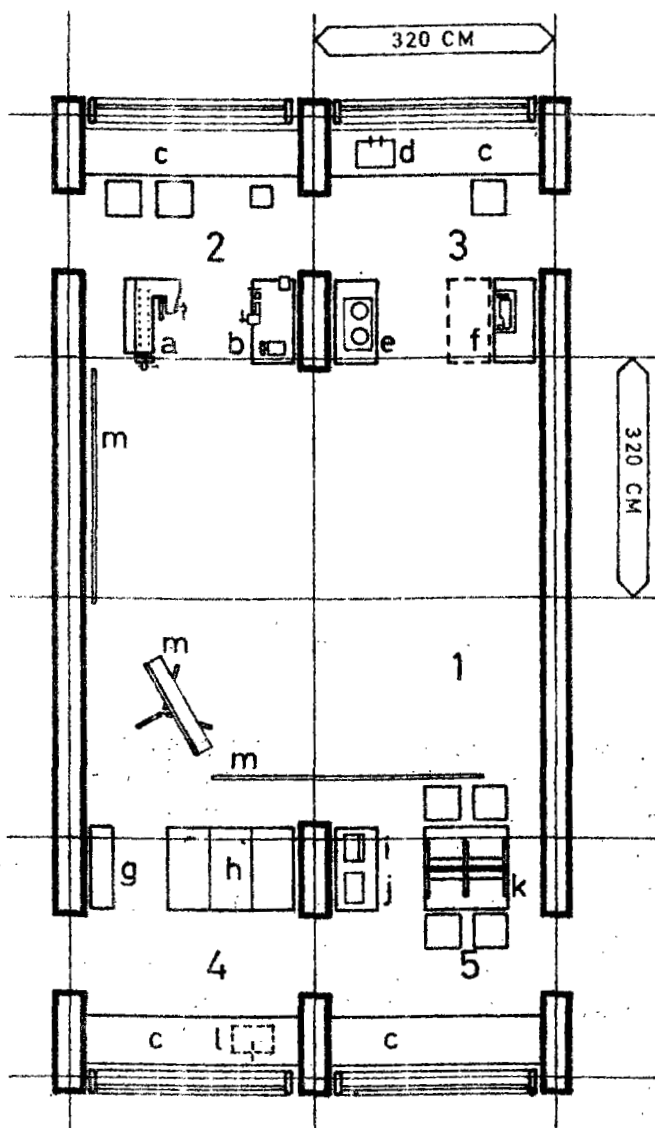
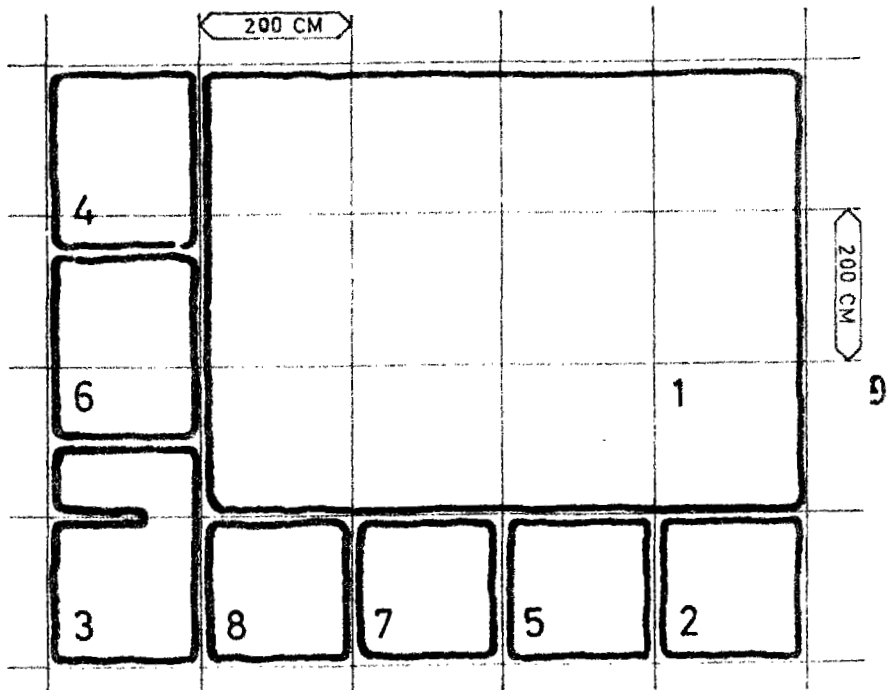
1. Espace commun
2. Atelier
3. Economie ménagère
4. Science
5. Documentation
 - a. bois
 - b. métal
 - c. plan de travail
 - d. évier
 - e. réchaud
 - f. couture
 - g. vitrine
 - h. tables
 - i. machine à écrire
 - j. reproduction
 - k. tables individuelles
 - l. poste d'eau
 - m. affichage et tableaux noirs

(1) Les chiffres entre parenthèses se réfèrent à la bibliographie en fin de document.

Figure 7

The so-called
Freinet-model (Ref.1)¹

1. Communal space
2. Workshop
3. Homework
4. Technology and commerce
5. Documentation
6. Experimentation
7. Graphic expression
8. Artistic "
9. Outdoor work



Example of application

1. Communal space
2. Workshop
3. Homework
4. Science laboratory
5. Documentation

- a. woodwork
- b. metalwork
- c. working bench
- d. kitchen sink
- e. stove
- f. sewing table
- g. collection cabinet
- h. table for experiments
- i. typewriter
- j. photocopy machine
- k. working table with demountable partition requisite
- l. laboratory sink
- m. flexible black/tack board

1) The reference numbers in the text refer to corresponding literature in the bibliography

Figure 8

Exemple d'intégration de différents types d'installation au moyen de la "flexibilité incorporée".

L'ensemble permet d'abriter des activités par grand groupe, par petits groupes ainsi qu'individuelles. Il est en particulier composé pour permettre l'enseignement en équipe, ce qui constitue un aspect important des activités par grand et petits groupes. Dans une situation typique d'enseignement par équipe les groupes sont placés sous la direction commune de plusieurs enseignants. L'action d'apprendre nécessite alors un espace flexible qui doit pouvoir être extensible sans difficulté. Chaque enseignant doit avoir la faculté de se déplacer d'un groupe à l'autre sans déranger ou interrompre le processus d'acquisition de connaissances. Pour l'enseignement par équipe il faut pouvoir disposer au moins de deux locaux éducatifs, d'une salle pour l'équipe enseignante et d'espace pour le rangement de l'équipement et des accessoires. L'exemple présenté montre également une possibilité d'utilisation de l'espace extérieur aménagé pour des besoins éducatifs.

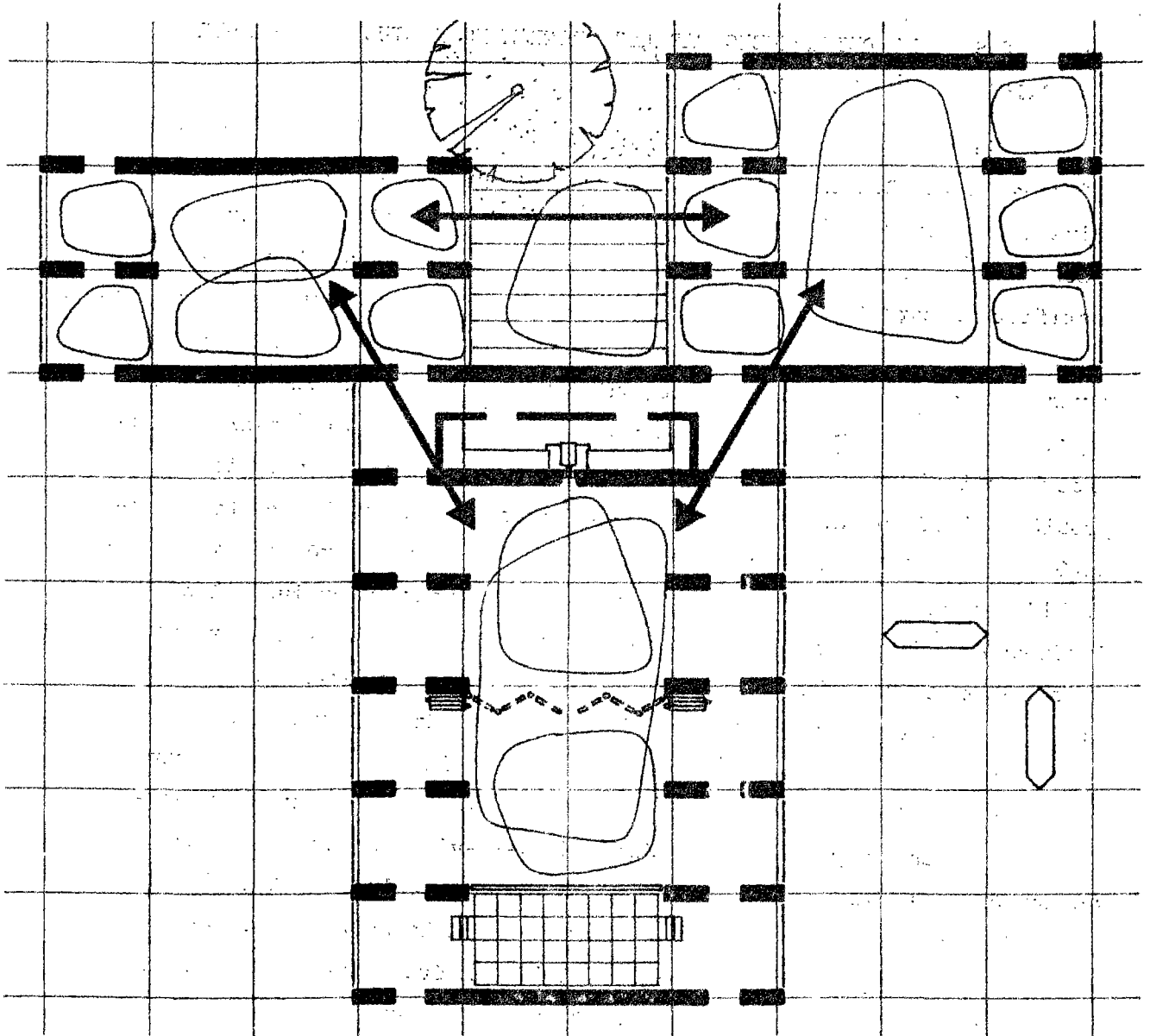


Figure 8

An example of integration of different types of accommodation through "built-in flexibility."

The illustrated space lends itself to large-group, small-group as well as to individual activities. It is especially applicable in team-teaching which constitutes an important aspect of large-group as well as small-group activities. In a typical team-teaching situation, one or more groups are being exposed to teaching-learning experiences under the guidance of one or more teachers; the learning situation requires a more flexible space which can be expanded without difficulty. The teacher should be able to move easily from one group to another without causing disturbance and interruption in the learning process. Team-teaching necessitates at least two customary classrooms and an additional room for the teaching team as well as space for storing equipments and facilities. The illustrated example also makes possible the use of outdoor spaces for educational purposes.

2.3. COMPOSITIONS DETERMINEES PAR LES PROGRAMMES D'ETUDES ET D'AUTRES EXIGENCES FONCTIONNELLES.

Il y a une relation étroite entre l'évolution d'un programme d'études et le bâtiment scolaire, en ce sens que les espaces éducatifs doivent pouvoir être adaptés aux dominantes changeantes du programme d'études. L'analyse des principaux types de programmes scolaires peut justifier le caractère indispensable d'une conception flexible des locaux destinés à l'action d'enseigner et d'apprendre: "programme d'études actives" indique que ce sont des sujets intéressant directement ceux qui apprennent qui déterminent le programme éducatif. Un tel dessein nécessite d'ordinaire l'emploi de différentes méthodes d'automotivation et de problèmes à résoudre. Une variante de ce programme est le "centre d'intérêt", destiné à stimuler l'action d'apprendre par la présentation d'une problématique tirée, par exemple, du milieu ambiant où évoluent les intéressés. Une autre variante, légèrement différente est le "programme d'études expérimentales", mettant l'accent sur des expériences dont les éléments sont fournis par les besoins et les intérêts directs de ceux qui apprennent, en les adaptant bien entendu à leur niveau de maturité. Les pays en voie de développement peuvent également marquer une préférence pour les programmes de "l'école-dans-la-vie", centrés sur des activités de la vie quotidienne pertinentes, comme la vie ménagère et son amélioration, la protection de la vie et de la santé, etc. Cette conception commande le recours intensif à l'expérimentation. Dans le même ordre d'idées, mais avec l'accent mis sur d'autres aspects, un programme fondé sur "les fonctions sociales" peut être introduit pour promouvoir la formation du citoyen, l'amélioration de l'habitation, l'utilisation des loisirs, etc. Une autre catégorie de programmes portant sur "les conduites" est destinée à développer chez les intéressés les attitudes et les connaissances indispensables au comportement actif dans la société, par une formation pour la participation et au travail en équipe. Ceci, à son tour, pourrait nécessiter un "programme fonctionnel", comportant des activités et des expériences destinées à influencer favorablement le comportement des intéressés pour les conduire vers l'acquisition d'autres connaissances. De nombreux systèmes éducatifs recourent à des "programmes d'études du milieu", mettant l'accent

2.3. COMBINATIONS DETERMINED BY CURRICULAR AND OTHER FUNCTIONAL NEEDS

Curriculum development and school building considerations are interrelated in the sense that the size and shape of instructional spaces must be adapted to changing emphases in the curriculum; this is basically the meaning of structural flexibility in school buildings. The indispensability of designing flexible teaching-learning spaces can be justified by analysing some of the more common types of curricula and their relation to spatial requirements: "activity curriculum" refers to a curricular design in which the interests of learners determine the educational programme. This approach usually requires various problem-solving and self-motivating methods; a variant of this approach is the "problem-centered curriculum" which can be seen as a programme of instruction aiming at stimulating learning by presenting problematic situations, for instance, in the learner's immediate environment; another variant with a slightly different focus is known as "experience curriculum" which places the emphasis upon experiences growing out of the interests and needs of the learners, varying, of course, according to their maturity levels; developing countries may also prefer to resort to an "areas-of-living curriculum" which focuses upon certain pertinent life activities such as living and improving one's household as well as protecting life and health. This approach would require an extensive use of experimental situations; emphasizing another aspect of the same approach, the "social functions core curriculum" may be introduced to promote citizenship training, home improvement, leisure-time use etc; another category of curricula forms what is known as "conduct curriculum" which intends to develop in learners those attitudes and knowledges considered necessary for their meaningful functioning in the society through participation training, teamwork etc. This, in turn, may require a "functional curriculum" consisting of activities and experiences that are intended to have a positive effect upon changing the learner's behavior conducive to other learning situations; many school systems presuppose a "community-centered curriculum" with its emphasis upon life, culture, resources, activities and interests of the community in which the school operates; as pointed out earlier, the overall curriculum may also include "an individual curriculum" which can be seen as an organization

sur la vie quotidienne, la culture, les ressources, les activités et les intérêts de la communauté au sein de laquelle se trouve chaque école en particulier. Comme déjà indiqué plus haut, le programme d'ensemble peut également inclure un "programme individuel" comportant une série de matières et d'activités destinées à des cas particuliers. Un "programme de formation professionnelle" doit nécessairement mettre l'accent sur l'acquisition d'habiletés pratiques à effectuer en atelier, en laboratoire, etc. A cet égard, on peut distinguer différents types de laboratoires dont certains peuvent être aménagés dans un même espace. A côté de laboratoires pour les sciences, une école peut avoir à satisfaire d'autres fonctions relatives à des travaux pratiques, telles que l'économie ménagère englobant des activités relevant de la nutrition, la préparation de repas avec l'équipement qui s'y rattache; il en va de même en ce qui concerne l'habillement pour sa confection et son entretien, etc. Un autre type de local peut être affecté aux mathématiques, aménagé pour l'expérimentation, l'emploi de certains instruments, modèles et procédés. Des programmes peuvent inclure une formation commerciale; dans ce cas une salle spéciale à buts multiples devra comporter un aménagement souple composé de rangements, de vitrines et de rayonnages d'expositions et de vente, de caisses enregistreuses et d'autres équipements typiques pour la distribution des produits. Une partie de la bibliothèque scolaire ou des salles de travaux pratiques devrait être réservée aux accessoires pédagogiques, tels que manuels, textes de cours, matériel de tests, films, diapositives, etc. Finalement on peut entre autres mentionner encore les laboratoires de langues qui, avec leurs installations de radio, de films, de magnétophone, d'électrophone, les panneaux illustratifs, les livres de références, etc. - bien qu'en principe devraient être abrités dans des locaux spéciaux - peuvent très bien trouver leur place dans des salles à buts multiples, si la souplesse des installations et celle de l'horaire le permettent.

Un programme d'études courant est généralement un mélange de divers programmes, et est défini comme "programme d'études générales ou "programme d'études intégré", ou encore "programme d'études par matière", etc. Comme les réformes éducatives sont généralement liées à une remise en question des programmes d'études, il va de soi que les locaux destinés à l'enseignement et à l'acquisition des connaissances doivent être conçus d'une façon suffisamment souple pour permettre ces changements d'orientation éducative (réf.2-9).

of subjects and activities designed for particular individual; the "vocational curriculum" would, of course, underline the importance of practical skills requiring spaces such as laboratories, workshops etc. In this respect, one may distinguish several kinds of laboratories, some of which may be accommodated in the same space; in addition to a science laboratory, a school may prefer to organize several other functions as laboratory--functions such as home economics or foods laboratory designed for the study and preparation of foods and nutrition containing cooking equipments etc; also a clothing laboratory, as part of home economics, may be provided for the study and preparation of clothing containing sewing equipments etc; another space may be designed for a mathematics laboratory with supplies and equipments for the purpose of experimenting with various instruments, models and processes; if the school decides to include distributive education in its curriculum, a special room or a multipurpose room with flexible arrangements should contain store fittings such as display windows, showcases, cash registers and other typical store facilities; part of the school library or a separate unit in one of the other laboratories may be reserved for a curriculum materials laboratory containing teaching aids such as textbooks, courses of study, tests, film strips, slides etc; finally, the language laboratory with radio sets, films, tape-recorders, record-players, charts, reference books etc. usually requires a space of its own, but even this laboratory is possible within a multipurpose room depending on the flexibility of the school's schedule.

An average school curriculum is usually a mixture of all these curriculum types in which case they may be called "a broad-field curriculum," or "integrated curriculum," or "subject-curriculum," etc. Since educational reforms usually cause a re-emphasis in the curriculum, the teaching-learning spaces should be designed flexible enough to be adapted to these changing emphases. (Ref. 2 - 9)

Figure 9

Quelques compositions possibles combinées en vue de répondre aux différentes exigences de programme d'études et d'autres besoins décrits ici. Pour des descriptions et des propositions plus détaillées concernant la conception de salles spéciales voir la bibliographie annexée.

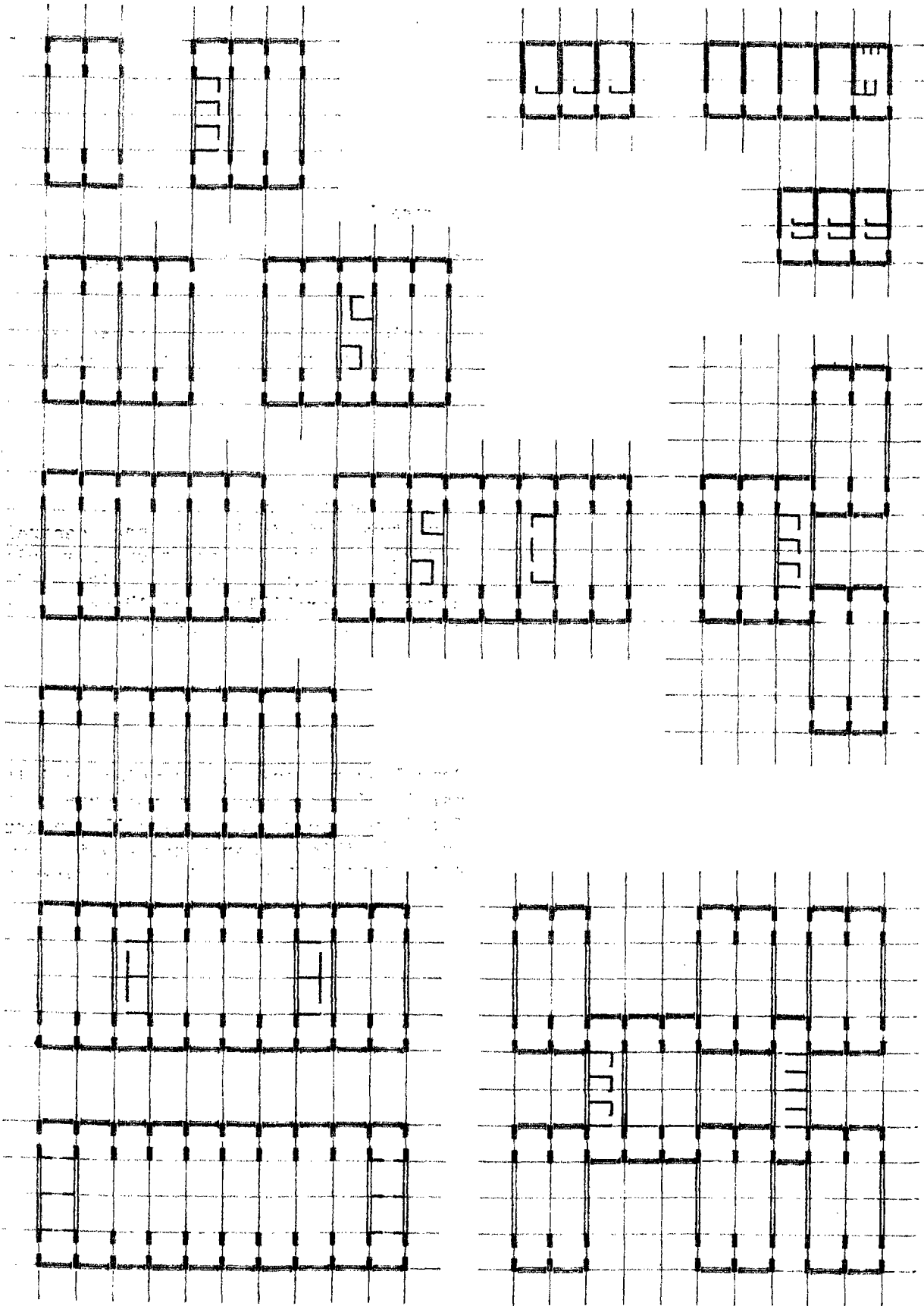


Figure 9

Examples of space combinations derived from the structural system showing that normal curricular as well as other functional needs can be satisfied by the system.

Figure 10**Exemple de flexibilité additive**

En principe, la cellule de base est extensible dans quatre directions.

Dans le sens perpendiculaire à la structure principale, l'espace central est allongé par la démolition du remplissage de la voûte et par l'addition de structure parallèles, complètes ou partielles, selon les besoins.

Dans l'autre sens, l'extension se fait par le déplacement des fermatures de façade non porteuses, lesquelles pourront être réutilisées après translation, une fois réalisée l'extension de la structure.

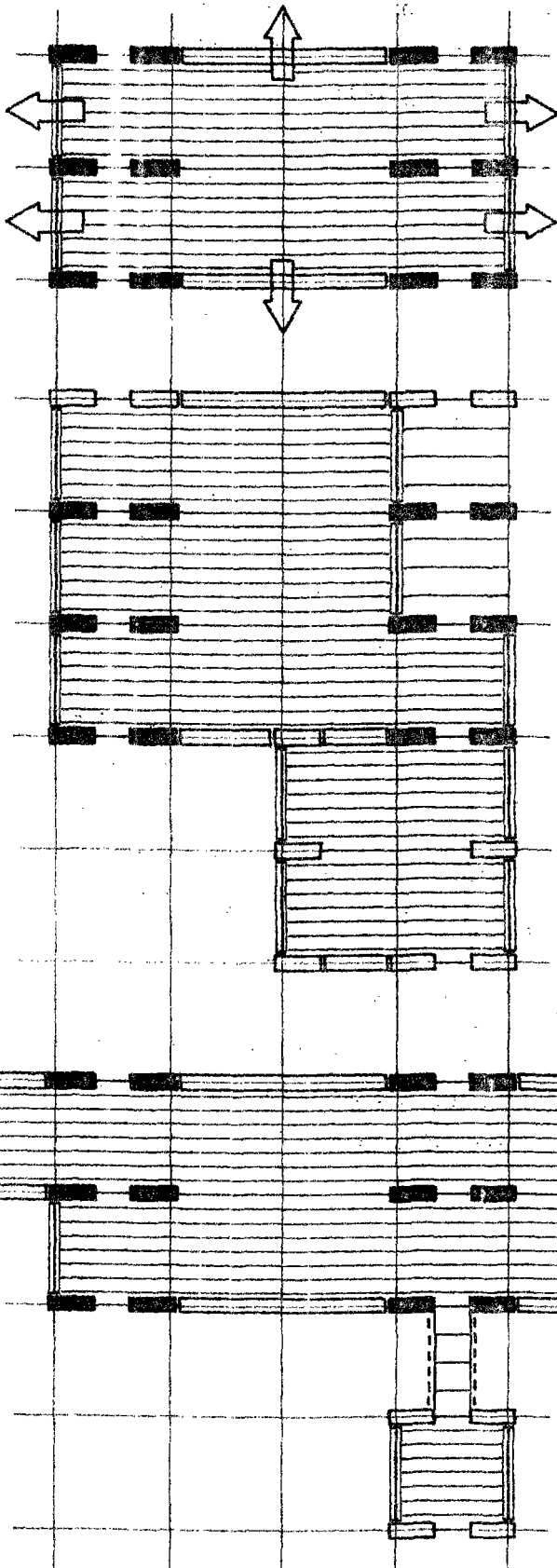


Figure 10

Examples of additive flexibility

The extensions of the teaching space can take place in all four directions.

Perpendicular to the direction of the main structure, the extension of the main space is created by demolishing the fill-in wall and adding an extra structure, or adding an extra space through a smaller wall-opening.

Possible extensions in the other direction simply requires that the non-bearing facade elements be removed, and an extra space structure be erected. The facade elements, of course, should be re-used in the extended positions.

2.4. ACTIVITES EN PLEIN AIR

Le prolongement de l'espace pour enseigner et apprendre vers l'extérieur pour constituer des espaces en plein-air peut s'avérer utile pour des raisons éducatives diverses. Les activités en plein-air sont prévues pour prendre place dans une zone particulièrement désignée et réservée pour enseigner et apprendre, ainsi que pour la récréation et les activités de la communauté. Cette zone est considérée comme une aire éducative prolongée en plein-air. L'aménagement souple et varié de cette extension est d'autant plus important si le bâtiment scolaire est également utilisé pour l'éducation de la communauté et des adultes.

Le recours à l'emploi d'espaces éducatifs en plein-air peut être indiqué lorsque l'enseignement et l'acquisition des connaissances requièrent un supplément de place pour la répartition des groupes, pour l'enseignement par équipe ou pour l'éducation des adultes, au cours de nombreux exercices éducatifs décrits plus haut. Un argument important en faveur des activités en plein-air est leur pouvoir de renforcement considérable dans l'étude de sujets théoriques; leur utilité est évidente par exemple en astronomie, en biologie, en botanique, en géographie, en zoologie, etc., qui trouvent une illustration immédiatement applicable dans la nature. Il en va de même lors de cours ou de discussions de groupe pour éliminer toute barrière artificielle entre le sujet traité et des exemples pratiques, pouvant surgir si les élèves doivent interrompre leur attention en se déplaçant, et la concentrer à nouveau une fois placés dans une situation nouvelle. Un espace en plein-air est parfaitement indiqué pour l'organisation de séances de théâtre, de danses folkloriques, des concerts, des expositions de bricolage, des jeux, etc. Le soir, des films et des diapositives peuvent être montrés en plein-air.

2.4. OUTDOOR ACTIVITIES

Expansion of the teaching-learning space into the open to form what is known as outdoor space may become necessary for various educational reasons. Outdoor activities are planned to take place in an area specifically designed and reserved for teaching-learning, recreation and community activities; this area is seen as an integral part of the teaching-learning situation expanded into the open. If the school building is used for community and adult education purposes as well, it is of importance to provide flexible arrangements for such an expansion and extension of the school.

A number of educational arguments support the use of outdoor space; the teaching-learning situation may require additional space for grouping and regrouping, team teaching as well as for a number of educational experiences in adult education discussed earlier in this analysis. An important application of the outdoor space is its reinforcing function especially when dealing with theoretical subjects; in such a case, the use of the outdoor space in teaching astronomy, biology, botany, geography, zoology etc. enables immediate application in the nature. Also lectures, group discussions etc. can be conducted outdoors in order to avoid the artificial separation of subject and its practical examples, which may occur if the pupils must interrupt and refocus their attention while moving into another teaching-learning space. An outdoor space is ideally suited to arranging dramatic plays, folk dancing, band concerts, singing, hobby shows, games etc. In the evenings, also films and diags can be shown outdoors for teaching purposes.

Figure 11

Exemple d'interaction entre espaces intérieurs et espace en plein-air.

La place, non compris les passages couverts qui l'entourent, mesure environ 20 x 25 m., ce qui est suffisant pour y placer 5 à 600 places assises. L'arrangement présenté offre une capacité de 420 sièges.

L'espace est prévu comme place d'assemblée pour répondre à diverses situations allant de l'éducation aux rassemblements communautaires; il doit donc offrir autant de souplesse que possible. En conséquence, il est préférable que les sièges ne soient pas fixes, à l'exception éventuelle de quelques bancs permanents, de façon que n'importe quel arrangement inventif de la place ne soit pas gêné. Les sièges utilisés en plein-air peuvent très bien être ceux des salles de classe, ou alors d'autres légers et pliants qui, dans ce cas, seront rangés dans un dépôt prévu à cet effet. La place peut être considérée comme le coeur de l'école où débouchent les éléments fonctionnels principaux, salles de classe, bibliothèque, réfectoire, armoires individuelles des élèves, administration, etc.

Lorsque le bâtiment scolaire s'insère dans un voisinage urbain, la place peut parfaitement constituer un espace public communautaire, autour duquel sont disposés différents éléments bâtis desservant des fonctions publiques et privées. Les lignes pointillées dessinées au milieu des passages couverts représentent dans ce cas des limites foncières.

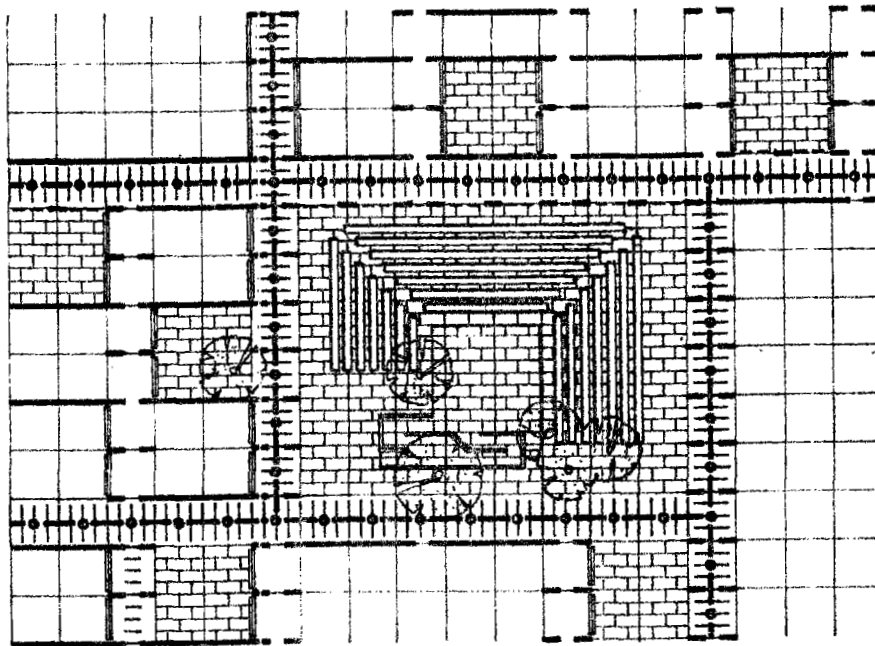


Figure 11

A possibility for an interacting outdoor space.

The size of the square, excluding the surrounding circulation paths, is, in this example, approximately 20 x 25 metres, which is large enough to provide around 500-600 seats. The illustrated set-up has a capacity of approximately 420 seats.

Since the square is designed to offer a meeting place for various kinds of activities ranging from instructional situations to community meetings, it should be made as flexible as possible. Accordingly, it is preferable that the seats are not fixed, or that only a relatively limited number of fixed benches are used in the way that an innovative use of the square is not hindered. The chairs or benches used outdoors may also be those already in use in the classrooms, or special light furniture may be used, in which case a store for them must be made available. The square can serve as the core of the school activities, toward which the main functions - classrooms, library, dining hall, pupil locker area, administration, etc. - are oriented.

If the school is integrated into an urban environment, the square could ideally serve as a public community area, towards which various public and private community functions are oriented. The stippled lines in the middle of the circulation paths are then to be seen as site limits.

Figure 12

Exemple d'espace en plein-air d'importance éducative répondant à diverses fonctions d'ordre innovatif et créatif.

Dans cet espace, on donne aux élèves la possibilité de créer leur propre environnement pour apprendre en dehors des salles de classe. Les propositions comprennent la création d'un amphithéâtre par l'utilisation de matériaux simples (remblais, sable, pierres sèches, bois, etc.). Dans cet exemple, sa capacité est d'environ 400 places. Il est orienté vers le bâtiment, de façon que les locaux scolaires à proximité puissent être utilisés comme espace de service et de préparation pour la scène. Un jardin peut être prévu pour la démonstration, l'étude et l'expérimentation de la croissance de certaines plantes d'intérêt régional, avec en complément indispensable un dépôt pour les outils, le matériel, etc. Une autre zone expérimentale importante pour la créativité et l'innovation est le terrain de jeux "Robinson Crusoë" : il est fondé sur le principe admis que l'auto-activation et l'auto-actualisation se réalisent lorsque l'on compte sur ses propres connaissances et habiletés. Sur ce terrain, les participants sont mis au défi de remplir des tâches sans l'assistance et la surveillance immédiates de leurs professeurs. Une partie du terrain peut être abritée par une tente ou autre construction sous laquelle peuvent être installés les ateliers nécessaires.

Enfin, l'espace en plein-air inclura nécessairement des aménagements d'éducation physique, de sports et de jeux, avec les dépôts de matériel, les vestiaires et douches qui s'y rattachent.

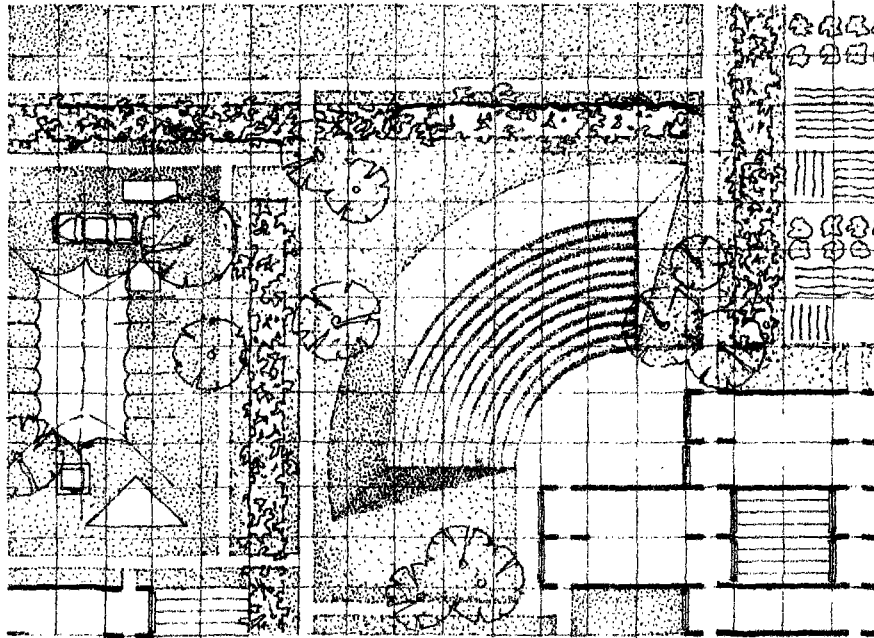


Figure 12

An educationally important open area with a number of creative and innovative functions.

Within this area the pupils are given the possibilities of creating their own learning environment not possible in the classrooms. Suggestions are made here for the creation of an amphitheatre using materials like stones, sand, wood, etc. The capacity of the illustrated amphitheatre is approximately 400 seats - oriented towards the schoolbuilding in the way that the classrooms can serve as preparation and service-area for the stage. The school may consider it important to have a garden for the purpose of demonstration, study and experimental growing of regional plants, in which case a store must be provided for tools, etc. Another important experimental area for creativity and innovation constitutes what is here called "Robinson Crusoe"-Playground; it is based on the assumption that self-activation and self-actualization can be achieved through relying upon one's own knowledge and skills. In such an environment, the participants are exposed to new challenging tasks which they have to solve without immediate help and supervision by the teachers. The playground can be partially under a tent or other constructions, under which appropriate workshops, etc. can be placed.

Finally, the open area will have to include necessary areas for sports, football, track and field, handball, etc. as well as spaces for changing rooms and showers, etc.

2.5. CIRCULATION

Figure 13

"La rue et "le passage"

Le réseau de circulation est essentiellement basé sur les éléments suivants :

- i) "La rue", élément principal orienté parallèlement à la structure.
- ii) "Le passage", élément secondaire perpendiculaire au précédent.

La "rue" est intégrée au système modulaire et, en conséquence, sa largeur correspond à la petite portée. Elle peut être couverte ou non. Dans ce dernier cas, on peut recommander l'emploi d'une pergola légère, supportant de la végétation ou des nattes (réf.10), comme solution économique de protection contre le soleil.

Le réseau secondaire de "passages" assure l'accès aux locaux depuis la "rue", ainsi que la communication intérieure entre les différents espaces éducatifs.

Normalement les pignons en limite de la "rue" sont fermés, à l'exception des petites ouvertures d'accès aux circulations secondaires. Dans les cas où un contact est nécessaire entre la "rue" et le local adjacent pour un usage communautaire, comme une cafétéria, un kiosque, etc., le remplissage du mur pignon est supprimé laissant la façade ouverte (voir Fig.16 page 23).

5. CIRCULATION

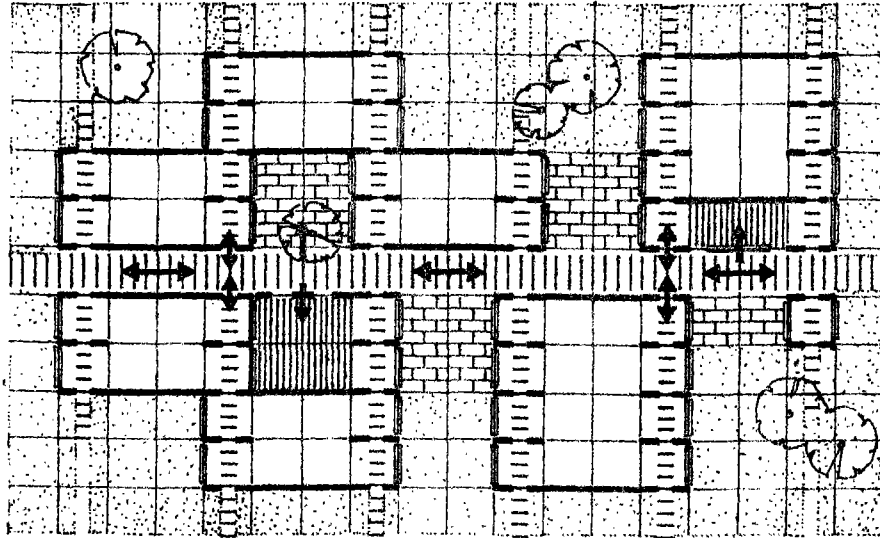


Figure 13

"The Street" and "the Path"

The circulation pattern in this example is principally based upon :

- i: a primary "Street" oriented parallelly with the structure
- ii: a secondary "Path"-net perpendicular to it.

The street is integrated into the modular system and is, hence, normally of a width that corresponds to the short span. It can be open or covered. A light "pergola" roof of plants or mats supported by the walls is recommended here as an economic solution for the sun-protection of a semi-open street (Ref. 10).

The secondary path-net provides an access from the street to the interior teaching spaces as well as to the indoor communication lines between different teaching spaces.

Normally, the gable-ends towards the street are closed except for the wall-openings for the secondary circulation. If a more direct relation between the street and the space behind the gable-end is desired, for instance, when the space has a communal function such as a small cafeteria, a Kiosk, etc., the filled-in part of the gable-end wall can be replaced by an open façade. (see Fig.16, p. 28).

Figure 14

"La place"

Différentes variantes peuvent dériver du réseau de circulation principal, ce dernier desservant une série de "places" en relation ouverte ou intermittente les unes avec les autres, combinant l'alternance des "rues" et des "places", et même introduisant une relation avec l'environnement urbain rapproché, le cas échéant (v. aussi les fig. 11 et 12).

Lorsqu'une circulation principale est requise perpendiculairement à l'orientation de la structure, une solution en variante particulière peut être trouvée, soit par l'introduction d'une "place" (fig.11), soit par l'élargissement de la circulation secondaire (fig. 10).

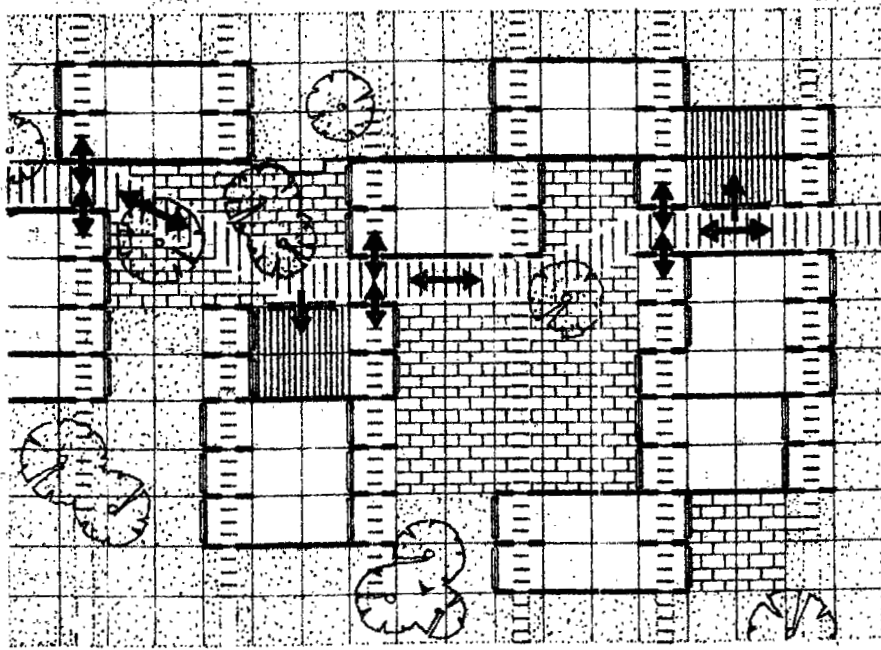


Figure 14

"The Square"

Several variations can be derived from the above described principal circulation pattern: the main communication line passing a number of squares in an open or separated relation with each other, combinations of squares and streets or relationships between the "Urban" closed space and the surrounding open area can be designed (see also Figures 11. and 12.)

A special variation is created when a primary circulation, perpendicular to the direction of the main structure, is needed. This problem can either be solved by designing a square or, as is shown in Figure 11., by widening the secondary circulation path.

3. PROBLEMES TECHNIQUES

Les solutions fonctionnelles et les suggestions pédagogiques proposées dans les pages précédentes, ne sont qu'un point de départ dans cette démarche. S'y ajoutent maintenant les problèmes soulevés par la construction de ces bâtiments, présentant un intérêt pratique et d'ordre financier. Tout aussi importante est la question de savoir si non seulement l'on dispose des matériaux et des aptitudes requis, mais également si l'on peut compter sur une volonté et une capacité authentiques de tirer tout le parti des solutions économiques et de portée courte. En dehors des obstacles provenant des attitudes, discutés plus en détail dans le chapitre 4, il est important de souligner ici la nécessité de participation des utilisateurs du futur bâtiment au travail de ceux qui en élaborent le projet et la réalisation. Ni les architectes, ni les éducateurs et les élèves ne devraient éprouver de la méfiance vis-à-vis des suggestions présentées par les uns et les autres, au cours de cette collaboration. Ce n'est que grâce à ce genre de communication et de mise en commun des intérêts que l'on peut parvenir à la réalisation de bonnes écoles. Dans une telle démarche, les architectes (qui peuvent ne pas être de la région) pourront proposer les techniques et les matériaux appropriés aux besoins exprimés et correspondants à un bâtiment de taille et de forme données. De leur côté, les enseignants et enseignés pourront effectuer des recherches sur la disponibilité des moyens et même, le cas échéant, assurer cette disponibilité en agissant sur la communauté. Ainsi, dans un effort concerté des architectes et des enseignants-enseignés, la création d'une école deviendra une aventure aussi bien intellectuelle que technique. Grâce à la mise en commun des intérêts, les aspects techniques du problème cessent de constituer la partie purement technique de la démarche; ils seront imprégnés d'une pensée construite systématiquement autour de l'idée de rendre possible une aventure en commun. C'est dans cet esprit - du moins en partie - que ces "problèmes techniques" devraient être abordés.

3. TECHNICAL ASPECTS

The spatial solutions as well as pedagogical suggestions predicated upon these solutions presented on the previous pages constitute only a starting point for this approach; of direct practical and financial concern is the question of how to construct such school buildings. Another question of equal importance is to know not only whether there are materials and skills available, but also to what extent there is a genuine willingness and ability to take advantage of low-cost and short-span solutions. Apart from the attitudinal obstacles discussed more extensively in Chapter 4, it appears highly desirable to underline the necessity of participation of those who will use the building in the work of those who will design and construct the building. Neither the architects nor the teachers and learners should look askance at the suggestions of each other in this cooperation. It is only in this kind of intercommunication of interests that the most suitable school building can be designed and built. In this joint approach, the architects (who may not be from the area), in response to the expressed needs, may specify the minimum materials and skills needed for a school building of desired size and shape. The teachers and learners may then be able to investigate whether these are available, or they may even be able to make them available by means of community action; thus, through a joint approach of architects and teachers-learners, the creation of a school building may become an intellectual as well as a technical adventure. As a result of this unification of interests, the technical aspects of school building cease to be a purely technical part of the approach; they will be impregnated with some systematically constructed thoughts of how to make this joint adventure possible : the presentation of the "Technical Aspects" should be seen at least partially in this particular spirit.

3.1 ELEMENTS DE CONSTRUCTION

3.1.1. Murs

Pour répondre aux limites admises pour la portée, conformément aux matériaux de toiture à disposition localement, les murs doivent être implantés systématiquement selon des parallèles espacées de 3,2 m. d'axe en axe (v. plan fig. 1 et 2)

En élévation, la partie centrale est surélevée pour assurer la pénétration de la lumière et la ventilation naturelles (fig. 15)

Il y a deux types d'ouverture dans le mur :

1. L'une large, est placée au centre en correspondance avec l'espace dominant.
2. L'autre, étroite, est placée de chaque côté pour assurer la communication entre les niches de travail en groupe et individuel, ainsi que la circulation secondaire.

Suivant les exigences de flexibilité, ces ouvertures normalisées peuvent être laissées ouvertes ou fermées, grâce à l'emploi de matériaux de remplissage non porteur (v. fig. 16)

Différentes solutions constructives peuvent être adoptées ou combinées, selon les matériaux et les techniques à disposition.

Quelques-unes des possibilités sont présentées dans les exemples de la fig. 15.

3.1. BUILDING ELEMENTS

3.1.1. Walls

In order to cope with the previously discussed span limitation, characteristic of locally available materials for roofing, the walls should be systematically established on parallels with a space between them of the maximum of 3,2 metres from central line to central line (see Fig.1 and 2).

The height of the central part is greater in order to provide natural light penetration and ventilation (see Fig.15).

There are two types of openings :

1. One large centrally located opening corresponding to the main functional space.
2. One small opening placed on each side to provide communication between the group and individual work bays as well as between secondary circulation.

According to flexibility requirements, these standard openings can be left open or closed using non-bearing materials (see Fig.16).

Alternative building solutions can be adopted or combined, depending on whether materials and techniques are available.

Figure 15.

- a) Ouvertures en plein cintre de pierre, mur de pierre ou de brique (cuite ou séchée) ou encore en plots de ciment.
- b) Cintres surbaissés de brique (cuite ou séchée) ou en plots de ciment.
- c) Mur de brique séchée combiné avec des linteaux latéraux et une poutre centrale en bois triangulé.
- d) Mur de pierre ou en plots de ciment avec linteaux et poutre centrale de béton armé.

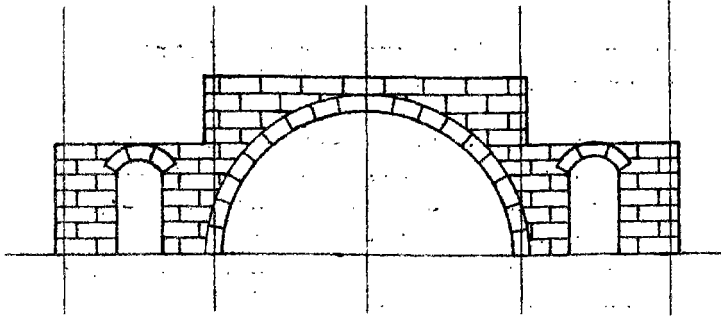
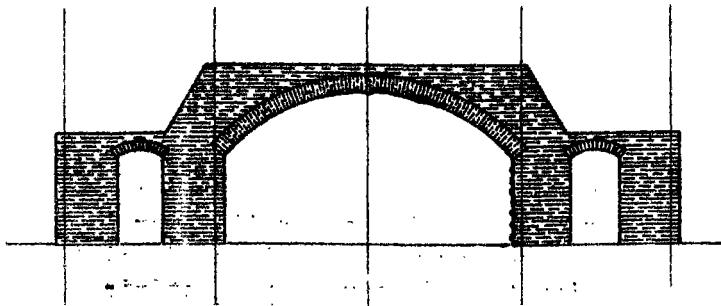


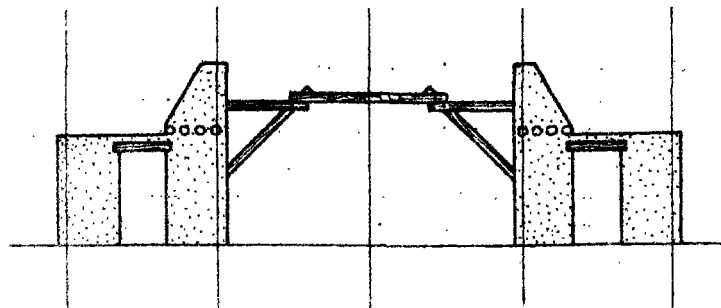
Figure 15

Some solutions for wall constructions.

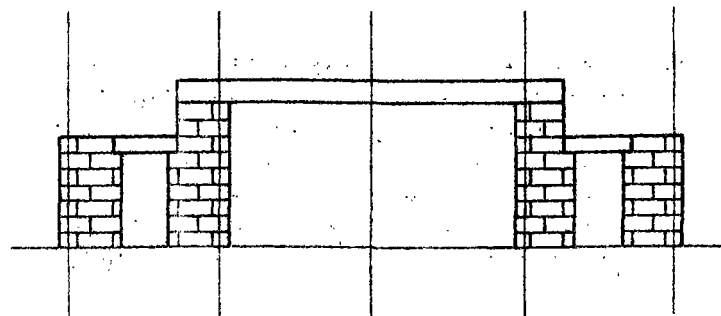
- a) Arches built of stones; walls of stones or bricks (dried or burned) or concrete blocks.



- b) Lowered arches and walls built using bricks (dried or burned) or concrete blocks.



- c) Building materials used are dried bricks combined with lintels and a central truss of timber.



- d) Building materials used are concrete blocks or stones and reinforced concrete for the lintels and central beam.

Figure 16

Construction d'un arc sur un cintre de maçonnerie.

- a) A moins d'avoir un sol rocheux, la fondation est constituée en béton armé. Une forme est élevée en brique, en pierre, en plots de ciment ou en brique séchée. Ces matériaux peuvent être montés à sec.

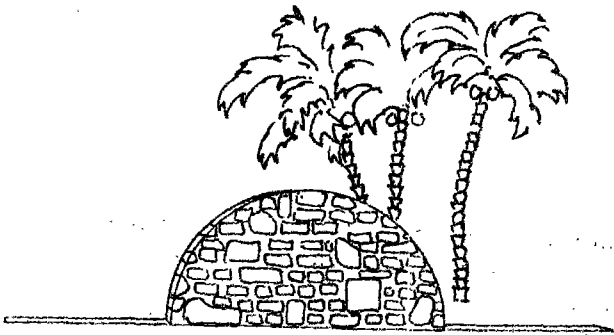
- b) L'arc est ensuite appareillé sur la forme, au moyen de moellons, de plots de ciment ou de tout autre matériaux résistant à la compression.

- c) Lorsque le cintre est achevé, le mur est monté avec les matériaux voulus. Si le mur est un pignon ou est utilisé comme séparation entre deux locaux, les matériaux de la forme sont laissés en place comme fermeture.

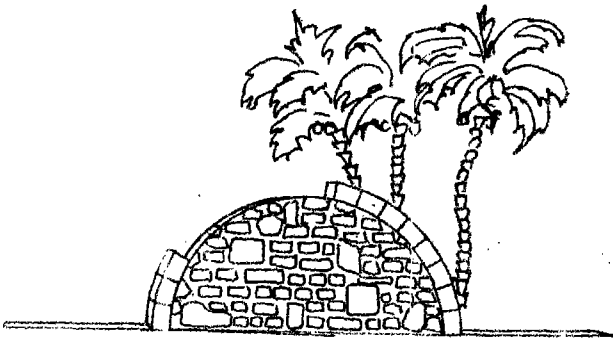
- d) La fermeture peut naturellement être éliminée en tout temps pour répondre à la flexibilité. Lorsque le mur agit normalement comme support intermédiaire du toit, la forme est démolie et ses matériaux peuvent être réutilisés, une fois l'élément de structure terminé.

Figure 16

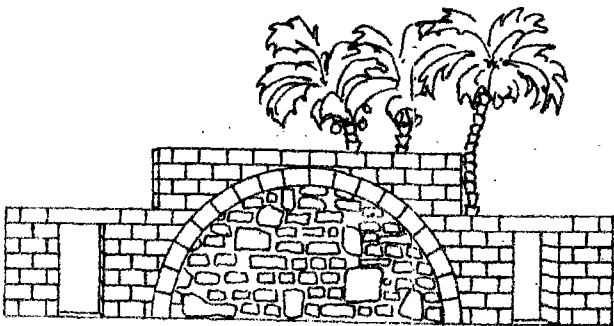
The construction of an arch on a brick-laid form.



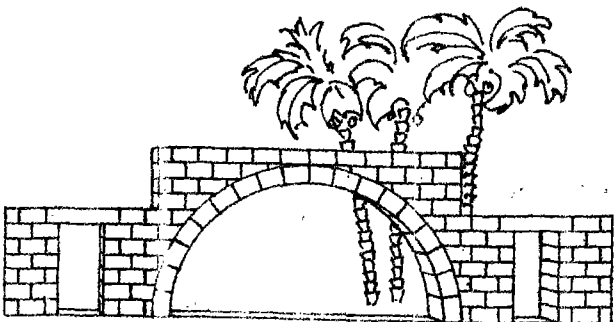
- a) If the construction cannot be based on a solid rock, the foundation can be established by using a reinforced concrete. The form is laid using bricks, local stone, hollow concrete blocks or even unburned clay or mud. The bricks, stones and blocks can be stabled without using mortar.



- b) The arch is laid using bricks, local stone, concrete blocks or any other material with sufficient pressure resistance capacity.



- c) When the arch is completed, the superstructure, laid in bricks, unburned clay or mud, can be built supported by the arch. If the wall is a gable-end or a partition between two classrooms, the brick-laid form can stay as the necessary closure of the opening.



- d) This closure can, of course, always be removed if the need for flexibility requires it. Normally, where the wall acts as an intermediate support of the roof, the form can be demolished (and used again) when the superstructure is completed.

3.1.2. Toiture

Ici encore les solutions peuvent varier selon les circonstances. Toutefois l'implantation des murs permet l'emploi des systèmes de courte portée les plus répandus :

Figure 17

- a) Une des solutions les plus traditionnelles, consistant en un solivage serré de bois rond, soutenant un enchevêtrement de branches ou des nattes, et recouvert de terre compactée: un système encore très communément en usage dans de nombreuses contrées de la Région (Pef. 11).

- b) Une autre solution traditionnelle - la voûte nubienne - (v. description détaillée fig. 18). Comme la précédente, cette solution donne d'excellentes conditions thermiques.

- c) Sur le côté gauche, on a la solution a) mais avec comme supports horizontaux les linteaux et la poutre triangulée en bois (fig. 15 c. et fig. 20). Sur le côté droit, la couverture traditionnelle est remplacée par des éléments modernes autoportants en amiante-ciment (Pef. 12).

- d) Sur le côté gauche, le toit est constitué d'éléments légers en béton armé préfabriqués en forme de U renversé. A droite la couverture est faite également d'éléments de b.a. mais ils sont rendus autoportants par leur forme en V. Dans cet exemple, la structure porteuse est celle de béton armé et plots de ciment (Fig. 15 d), (v. aussi Fig. 21).

3.1.2. Roofs

Although several alternative building solutions can be adopted depending on whether appropriate materials and techniques are available, the way in which the walls have been positioned (see Figures 15 and 16) makes the use of some of the most common short-span systems highly recommendable. The examples presented here show some of these solutions :

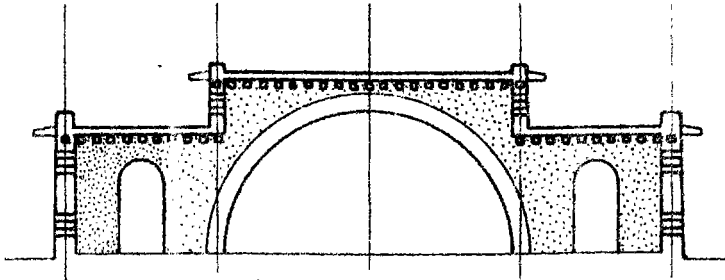
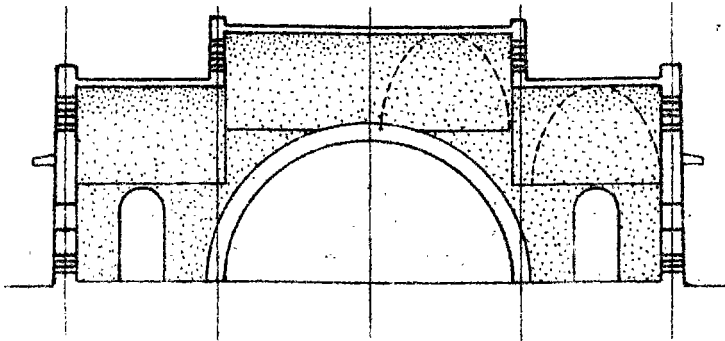
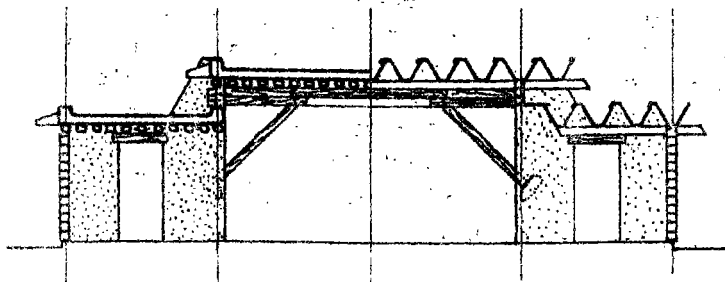


Figure 17

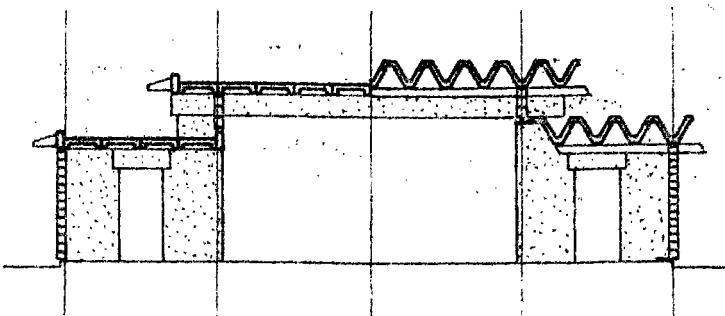
- a) One of the most widespread traditional solutions consisting of round timber purlins supporting mats and compacted mud. (Ref. 11)



- b) Another traditional solution - the "Nubian" vault (see Fig. 18 for detailed description). Like the solution a), also this solution gives an excellent thermal isolation.



- c) The solution suggested on the left side corresponds to that of a) but supported here by a horizontal timber lintel and truss (see Fig. 15 c and 20). On the right side, the traditional roofing system is replaced by self-supporting elements made of modern asbestos-cement. (Ref. 12)



- d) On the left side, the roof is made using U-shaped, light, prefabricated and reinforced concrete elements, whereas on the right side, V-shaped, precast, self-supporting and reinforced concrete elements have been used. In these examples, the supporting structure is the "modern-traditional" one, as shown in Fig. 15 d) and 21.

Figure 18

La voûte "nubienne" (Ref. 13).

Sa géométrie est celle du triangle égyptien ABC. La courbure est tracée en plaçant le compas successivement sur les centres A, C et A'.

La construction de la voûte sans cintre est rendue possible d'une part grâce à l'inclinaison des claveaux contre le pignon qui sert de support et d'autre part par l'adhésion des briques au mortier. En résumé, le procédé est le suivant : 1) Le mortier d'argile de consistance voulue est appliqué selon la courbure comme lit d'adhésion pour les premières briques placées contre le mur d'assiette. 2) Chaque rangée consécutive comportera un nombre toujours plus grand de briques, jusqu'à l'arrivée au sommet de la voûte.

Normalement la portée de ce type de voûte n'excède guère 3 ou 4 m. Cependant, on trouve dans l'Antiquité des exemples de grande portée tel celui du palais de Ctésiphon en Mésopotamie dont l'arc a quelque 27 m. de diamètre.

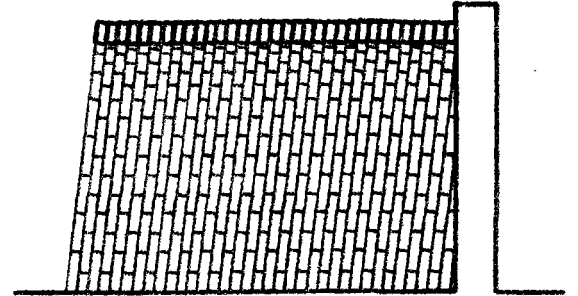
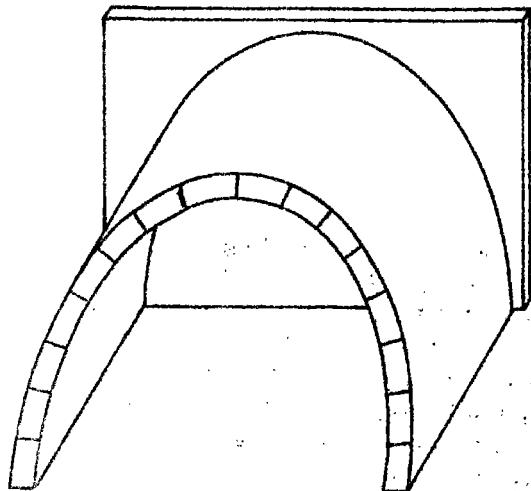
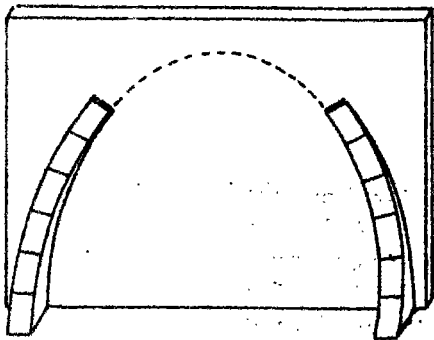
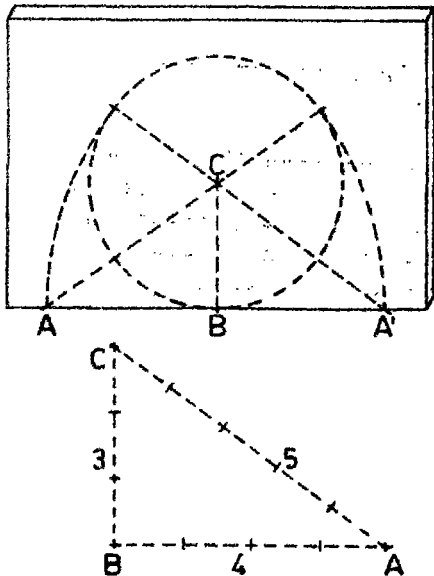


Figure 18

The "Nubian" Vault (Ref. 13).

The geometry of this construction is based on the Egyptian triangle ABC. The curve is obtained by three compass strokes placing the centres successively at A, C and A'.

The building of the vault without using any form is possible partially because of the adhesion between bricks and mortar, partially because of the placement of the layers of bricks leaning against a supporting gable-wall. The process of construction is shortly as follows : a) A gable-wall of such thickness that provides sufficient stability is created. The geometrical curve can be marked on the gable-wall by using a piece of string as a primitive compass. Well-mixed clay mortar is plastered along the curve as an underlay for the first layers of bricks. Since the bricks lean against the supporting wall, the first layer will consist of only a few bricks; b) Each of the following layers will have a larger number of bricks until the top of the curve is reached.

Normally, the span of this vault does rarely exceed three - four metres. However, the antique architecture shows examples of much larger spans, for instance, the Ctesiphon Palace in Iraq where the span is 27 metres.

3.1.3. Séquences de construction

Figure 19

Construction de la structure des murs et des voûtes

- a) Les murs porteurs parallèles sont montés, ainsi que le mur d'assiette placé d'un côté et perpendiculairement, sur lequel la géométrie de la voûte nubienne est tracée.

- b) Les voûtes des bas-côtés sont construites. A leur suite, un pignon d'assiette est érigé pour assurer l'appui latéral des voûtes de la partie surélevée centrale, qui sont à leur tour construites comme précédemment.

- c) La couverture de l'autre bas-côté est ensuite effectuée de manière semblable mais en partant dans la direction opposée. Les ouvertures laissées par la différence des hauteurs sera fermée par un mur monté sur les voûtes du bas-côté. Finalement, les évacuations d'eau pluviale sont ménagées entre chaque naissance de voûte.

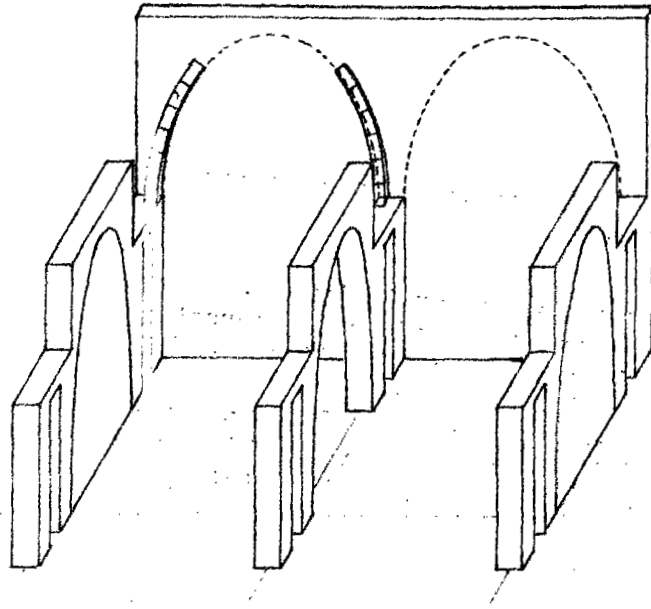
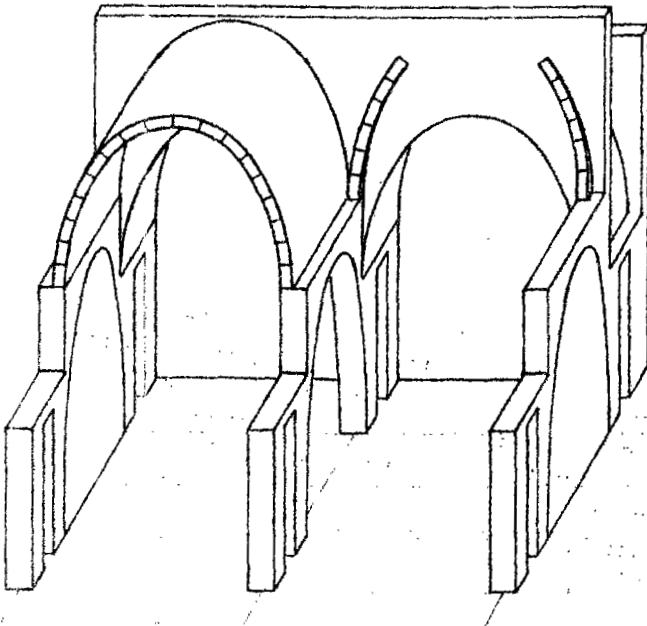
3.1.3. Steps of construction

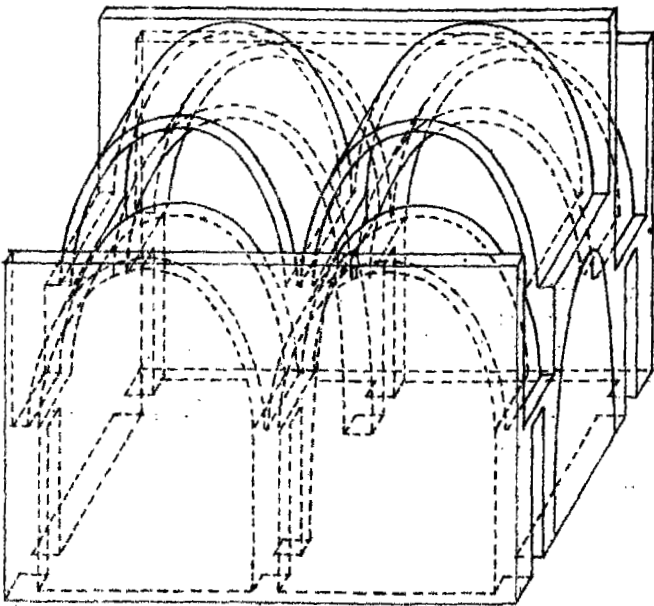
Figure 19

Erection of the structure :
Walls and the "Nubian" vault.

- a) The supporting parallel walls and the gable-wall are laid in bricks (burned or unburned), stones, concrete blocks, etc. The geometry of the Nubian vault is marked on the gable-wall.



- b) The vaults of the lower part of the building are erected. A supporting gable-wall for the vaults of the higher part of the building is built, supported by the lower vaults, and the same vault construction is repeated.



- c) Finally, the second lower part of the building is covered by a vault construction following the same method, but in the opposite direction. The opening between the higher and the lower vaults can be closed by building a wall upon the lower vaults.

Figure 20

Construction de la structure des murs avec solivage de bois.

a) Les murs sont montés parallèlement. Les contreventements (non indiqués) peuvent prendre différentes formes telles que des pilastres ou être incorporés dans les façades. Ici, les grandes ouvertures sont franchies par des poutres triangulées en bois (longueur max. 3 m. à disposition).

b) Les olives sont mises en place selon la méthode traditionnelle, impliquant usuellement un espacement à peu près égal au diamètre des pièces de bois courantes (15 cm. env.). La terre compactée de couverture est maintenue par un entrecroisement de branches ou des nattes végétales.

c) Finalement les murs bahuts sont montés à une hauteur suffisante pour ménager la cuvette de toiture. A l'aplomb des écoulements d'eau de la toiture supérieure, une pierre plate peut être placée pour éviter l'érosion de la toiture inférieure.

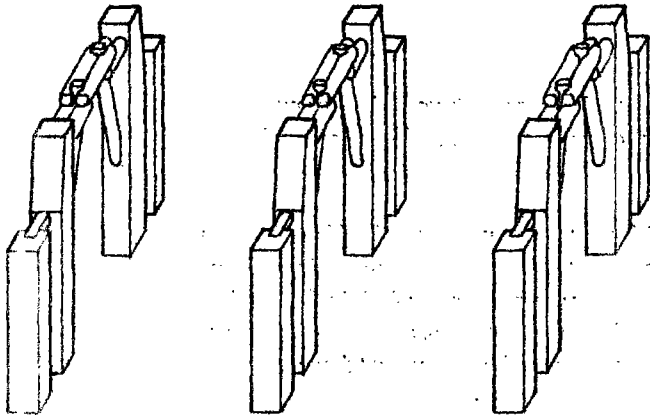
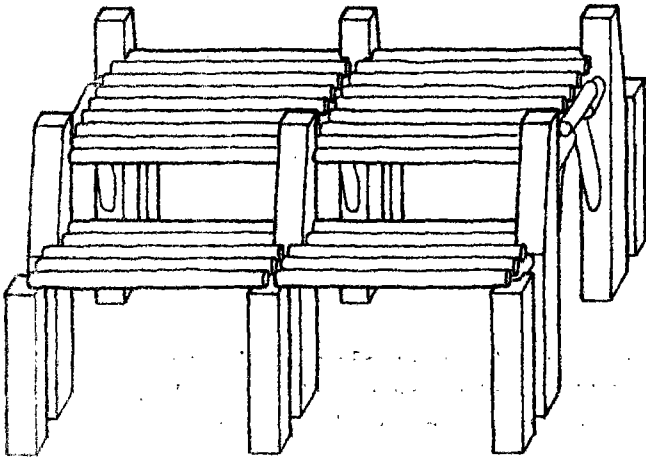


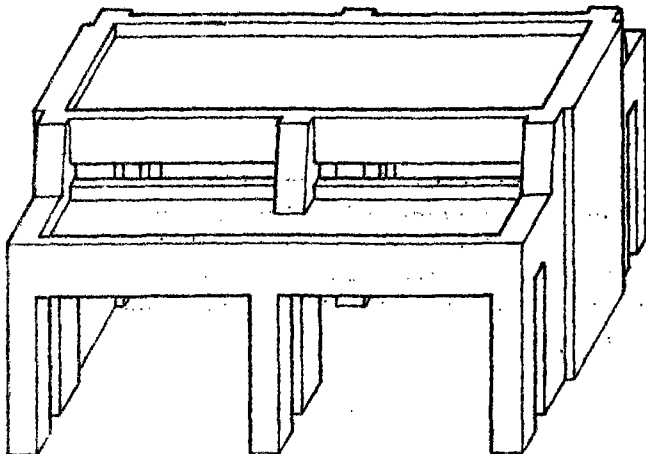
Figure 20

Erection of the structure :
Walls and timber purlins.

- a) The supporting parallel walls are erected. The necessary structure for wind stability is not shown, as there are several alternative solutions to this problem (i.e. pillars or facade walls.) The truss constructions are built of local timber (max. length : 300 cm).



- b) The purlins are placed using a traditional technique, according to which the distance between the purlins is the same as the diameter of the purlins: approximately 15 cm. The next step is to place mats on the purlins and lay the mud roof.



- c) Finally, the fill-in masonry is built and the gable-ends and facade-walls are built so high to create the roof-basins. A stone can be placed on the lower roof under the gargoyle so that the water does not "dig" a hole in the mud-roof.

Figure 21

Construction de la structure de murs
ou piliers avec poutres et éléments de
dalle.

- a) Sur les éléments porteurs indiqués les
contreventements ne sont pas visibles,
puisque'ils peuvent être réalisés soit
par les chaînages de façade, soit par
encastrement dans les fondations.

- b) Les poutres sont mises en place soit par
une grue mobile, soit par un simple palan
sur trépied, soit encore coulées sur place.

- c) Les plaques de couverture peuvent être
assemblées par des moyens identiques, ou
simplement à dos d'homme en cas d'emploi
d'éléments légers d'amiante-ciment ou de
panneaux isolants renforcés, à partir d'un
pont de camion.

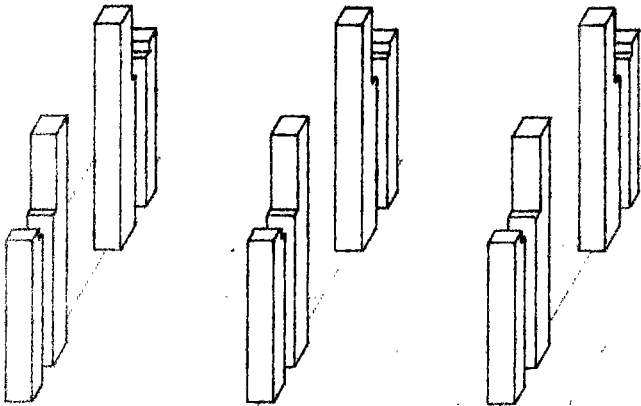
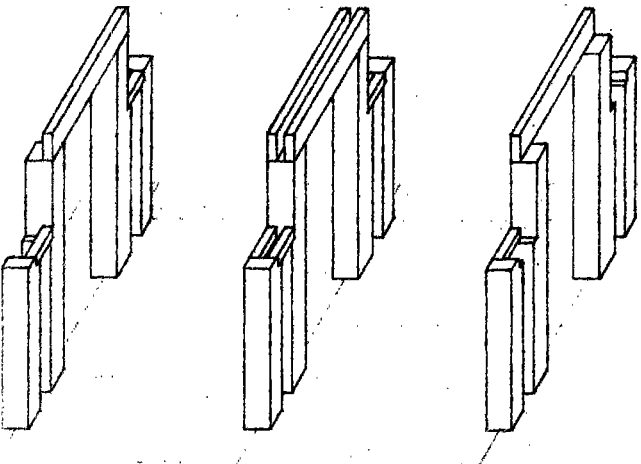


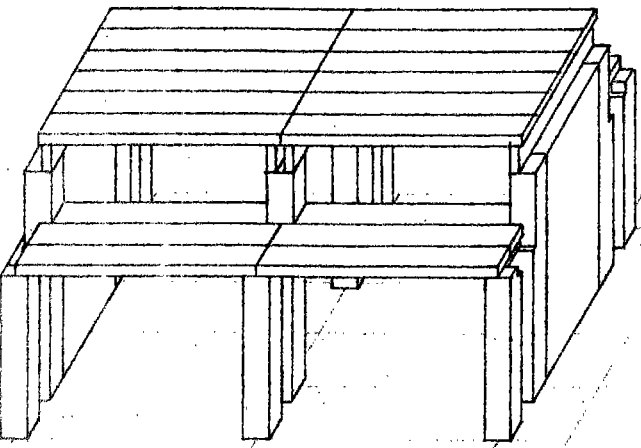
Figure 21

Erection of the structure :
Walls or columns, beams and slab elements.

- a) The supporting structure is erected. The problem of wind stability is not discussed here as several solutions such as façade walls, "suspension" in the foundation, etc. are possible.



- b) The beams are placed by using a mobile crane, a simple "three-foot" or cast on the spot.



- c) The slab elements are placed by using the above mentioned tools, or if light elements such as folded eternit profiles or sandwich elements are used, they can be placed without much difficulty directly from the truck using it as a platform.

3.2. ECLAIRAGE NATUREL INTERIEUR

Figure 22

En additionnant les "facteurs de ciel" ($\tau\%$) mesurés à la hauteur d'un plan de travail (+1m.), selon a) et b) pour l'éclairage direct, et le facteur d'éclairage indirect déterminé par un coefficient de réflexion de 50% des surfaces intérieures (Péf. 14), on obtient une courbe d'éclairage intérieur c) comprise entre :

$$T \text{ max} = 7,5\% \text{ et}$$

$$T \text{ min} = 2,5\%$$

c'est-à-dire qu'en principe le rapport de contraste recommandé

$$\frac{T \text{ min}}{T \text{ max}} \geq \frac{1}{3}$$

est respecté.

Cependant, il est possible d'obtenir un taux de contraste encore moins élevé, soit en abaissant le niveau du linteau de l'ouverture inférieure (d) à gauche), soit par un prolongement de la toiture au-dessus de cette couverture (d) à droite).

D'autre part, en admettant qu'un éclairage intérieur moyen favorable au travail scolaire doit être compris entre 250 et 750 lux, les "facteurs de ciel" obtenus ci-dessus représentent un éclairage extérieur de l'ordre de 10.000 lux. Même en l'absence de relevés précis effectués dans les pays de la Région on peut estimer que les valeurs correspondantes doivent fréquemment être d'un ordre de 3 à 4 fois supérieur.

En suivant ce raisonnement, il serait donc recommandable de diminuer proportionnellement les couvertures, soit en abaissant la hauteur (c) à gauche en haut), soit par un auvent (e) à gauche en bas), soit par des écrans filtrants, claustras, jalousies, etc. (e) à droite).

3.2 NATURAL INTERNAL LIGHTING

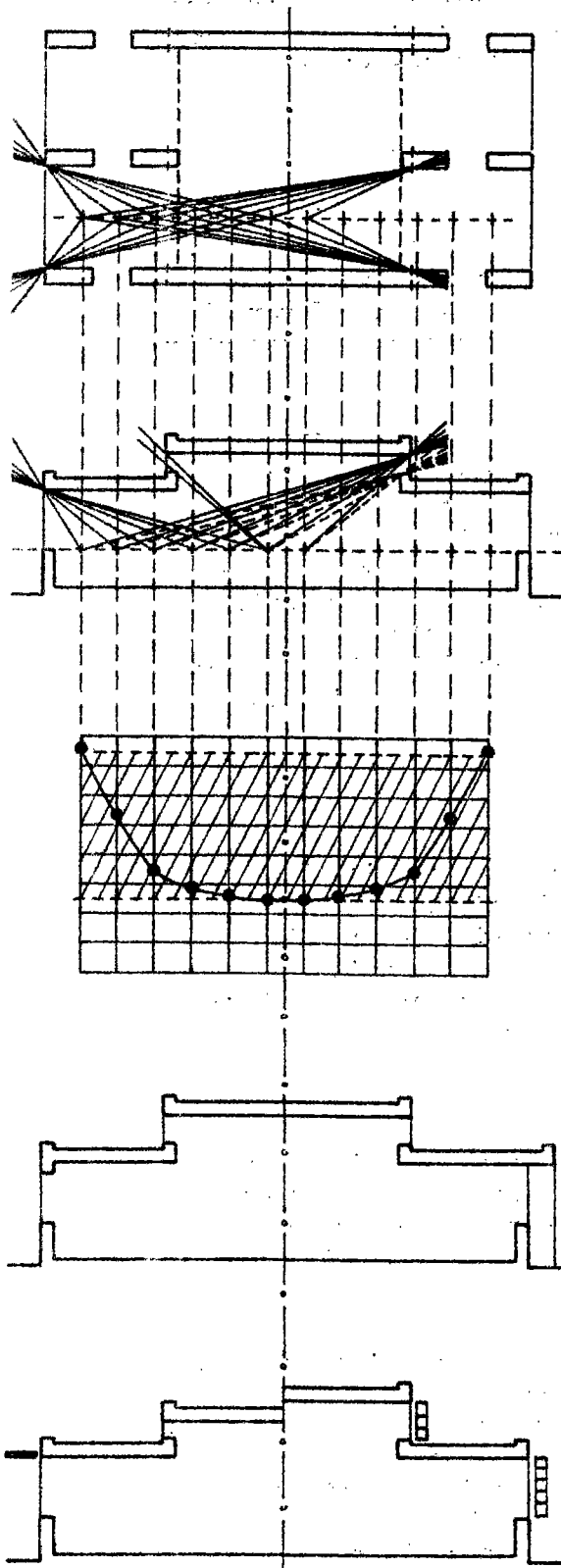


Figure 22

(a)

(b)

(c)

(d)

(e)

By adding the "sky factors" (T%) measured on a working plan (height = 1m.), as shown in (a) and (b) for direct daylight, and the factors for indirect daylight, corresponding to an average of 50% reflection of the ceiling, floor and walls (Ref.14.), the total daylight factor curve (c) is obtained by means of:

$$\begin{aligned} T \text{ max.} &= 7,5\% \text{ and} \\ T \text{ min.} &= 2,5\%. \end{aligned}$$

Thus, the recommended contrast relation :

$$\frac{T \text{ min.}}{T \text{ max.}} = \frac{1}{3}$$

is not exceeded.

However, a lower contrast can be reached either by lowering the lintel of the main window (d)-left), or by extending the roof above this window (d)-right).

Moreover, considering a good average lighting (ranging between 250 and 750 lux), to meet educationally satisfying requirements, the above "sky factors" correspond to an external daylight of, say, 10.000 lux. In absence of any known surveys made in this respect in the Arab States, it might be assumed that the corresponding values usually are 3 or 4 times higher.

Consequently, it would be advisable to decrease proportionally the openings either by lowering their height (e)-top-left) or through a cantilevered protection (e)-bottom-left), or by providing screens, "claustras", blinds, etc. (e)-right).

3.3. PROTECTION CONTRE LE SOLEIL ET VENTILATION

Figure 23

En principe, l'orientation des bâtiments devrait leur assurer un minimum de pénétration du soleil sur les façades, ainsi qu'un maximum de ventilation naturelle à l'intérieur.

L'exemple présenté est celui d'un bâtiment scolaire situé à El Obeid, Soudan - 14° N.- Aucune correction pour le temps solaire, puisque celui-ci coïncide avec le temps officiel. Vents dominants : venant du Sud en été et du Nord en hiver. Orientation la plus favorable : Nord-Sud, comportant un minimum de protection solaire.

- a,b) Celle-ci résulte d'une combinaison d'éléments verticaux et horizontaux sur chaque façade, correspondant aux angles critiques de juin pour la façade Nord et de décembre pour la façade Sud, relevés dans les diagrammes solaires appropriés (Ref. 10). Un compromis est réalisé lorsque les éléments verticaux déterminent une ombre jusqu'à 9h.00 et depuis 15h.00, tandis que les éléments horizontaux agissent entre 9h.00 et 15h.00.
- c) Les ouvertures de façades sont orientées perpendiculairement à la direction des vents dominants. Cette orientation de principe assure une tolérance de plus ou moins 30°, en cas de perturbation déterminant des changements de direction du vent.
- d) Pour tirer avantage de la ventilation naturelle, les entrées doivent être placées en position basse et les sorties de plus grande surface, en position élevée (Ref. 15).
- e) En cas d'absence de vent, la ventilation est assurée, lorsque les locaux sont occupés, par l'"effet de cheminée", présenté en bas de page. Cette forme de ventilation résulte du mouvement d'air créé par l'élévation de température engendrée par la chaleur métabolique produite par les occupants et par la chaleur mécanique d'autres sources dans le local.

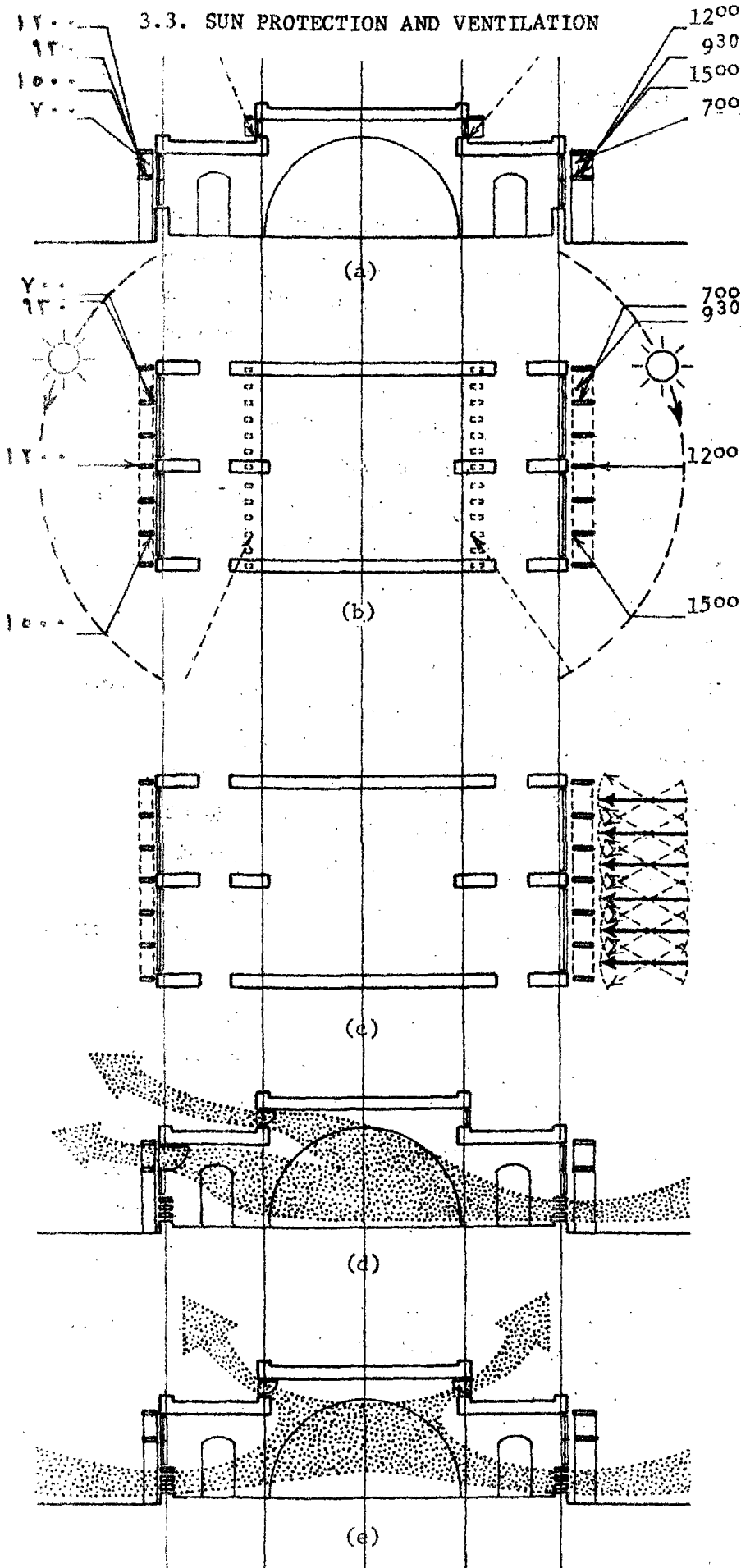


Figure 23

The orientation of the schoolbuilding should principally cause a minimum solar load on the open façade as well as a maximum natural ventilation of the interior of the building.

Example : A schoolbuilding in El Obeid, Sudan, -14°N .— No correction for solar time necessary. Prevailing wind: in summer from the south, in winter from the north. The most favorable orientation concerning the solar load : North-South.

(a,b) Dimensioning of Sun Protection : A combination of vertical and horizontal shades is a good solution for both the north - and the south façades. From the diagrams (Ref.10) the critical sun angles of June are transferred to the section and plan of the north façade, and the critical angles of December to the south façade. A final solution is determined where the vertical shades are providing the shadow from sunrise until 9⁰⁰ o'clock and from 15⁰⁰ o'clock until sunset, while the horizontal shades are providing the shadow from 9⁰⁰-15⁰⁰ o'clock.

(c) The orientation of the open façades of the building should principally be perpendicular to the prevailing wind. If other factors prescribe a necessary deviation from this orientation, the natural ventilation will still be effective within a variation of $\pm 30^{\circ}$ (Ref. 15).

(d) Natural ventilation created by the wind. Inlets are kept low, while outlets high, and outlets are bigger than inlets in order to increase the velocity of the airflow.

(e) Natural ventilation created by the "stack effect". This kind of ventilation is relevant only when there is no wind at all. The stack effect is the result of the termic movement of the produced metabolic and mechanical heat as well as the from the other sources accumulated heat in the classroom.

4. PROBLEMES HUMAINS ET ADMINISTRATIFS

par M. El-Ghannam

Fort bien... Quelques idées de conception et de structure ont été présentées dans les pages précédentes, relatives aux bâtiments scolaires dans les zones rurales. Mais les idées, les conceptions, les structures, quelles que soient les qualités qu'on peut leur attribuer sur le papier, n'ont de sens réel et de valeur que lorsque, instituées dans notre existence, elles deviennent des entités concrètes et fonctionnelles de notre vie. L'un des principaux problèmes de l'éducation dans le monde arabe, comme dans tous les pays en voie de développement, est de disposer effectivement de bons bâtiments scolaires plutôt que d'avoir de bonnes idées au sujet de ces derniers. En conséquence, à la suite de cette présentation, la plus importante question est de savoir jusqu'à quel point les propositions résultant de cette étude sont réalisables dans les régions rurales, en particulier celles du monde arabe et, si non, comment matérialiser ces structures et ces projets.

Il semble que les réponses sont implicitement contenues dans les chapitres précédents prenant en considération les aspects éducatifs (nouvelles façons d'aborder la situation d'apprendre et d'enseigner, nouvelles théories de l'acquisition des connaissances, le besoin de développement des programmes d'études, etc.), les aspects architecturaux, techniques et économiques (matériaux et modes d'exécution de coûts peu élevés), tous comme autant de raisons d'être pour les solutions proposées. Pourtant, à ce stade, les propositions ne représentent guère plus qu'une chance raisonnable de voir la cause plaidée et offerte à la porte de ceux qui prennent les décisions. Il n'y a aucune garantie qu'elles seront adoptées et réalisées par le système éducatif.

C'est un fait bien connu, sinon une règle, que la pratique retarde par rapport à la théorie, même lorsque cette dernière répond à une saine logique et à un besoin impératif. Des études faites dans des pays avancés (Etats-Unis) montrent qu'un tel retard en matière d'éducation peut aller de 50 à 100 ans. Ce phénomène est engendré par divers facteurs, parmi lesquels trois peuvent être identifiés :

4. HUMAN AND ADMINISTRATIVE CONSIDERATIONS

By M. El-Ghannam

So far so good... The previous pages have depicted some valuable ideas, designs, and structures concerning school buildings in rural areas. Yet, ideas, designs and structures, however good they might look on paper would stay without real meaning or value unless they are "institutionalized" in our existence and become functional material entities in our life. One of the major educational problems in the Arab World as well as in all developing countries is to have, de facto, good school buildings rather than having good ideas about these buildings. Hence the important question that should find an answer, after the above presentation, is: to what extent are the designs and structures manifested in this monograph applicable to rural areas particularly in the Arab World? And if not : how can these designs and structures find their way to action ?

It seems that the answer to such questions has already been implied in the previous two sections when the educational (such as new approaches to teaching-learning situations, new theories in learning, the need for curriculum development... etc.), technical or architectural, and economic (lower cost of material and skill) considerations were reviewed as raisons d'être for the adoption of the proposed designs and structures. Nevertheless, these considerations can only put the cause in a reasonable shape at the door of the decision-maker and further sell the ideas; but they do not guarantee their adoption and implementation in the educational system.

It is a well-known fact, if not a rule, that practice usually lags far behind theory even when the latter proves to be logically sound and urgently needed. Studies in some developed countries (U.S.A.) show that such a lag sometimes amounts to 50-100 years as far as education is concerned. This phenomenon is attributed

1. L'inertie qui réside, et parfois domine même, le système éducatif et le contexte social dans lequel il opère.

2. L'inaptitude de l'administration de l'éducation à absorber des idées nouvelles et à les traduire ainsi qu'à les instituer dans la pratique.

3. L'insuffisance financière ou l'incapacité de mobiliser des fonds ou leur équivalent, en vue de mettre la théorie en pratique.

Pour appliquer sérieusement les propositions de cette étude, une attention particulière devrait être portée à ces facteurs.

Concernant l'inertie les systèmes éducatifs et leur contexte social régnant dans les pays en voie de développement, le moins qu'on puisse dire est qu'il y a de nombreuses idées préconçues, attitudes et croyances à propos des bâtiments scolaires, propres à créer une atmosphère défavorable à l'appel contenu dans cette étude. Nous savons tous que les systèmes d'éducation soi-disant "modernes" dans ces pays ont été greffés de l'extérieur. Avec ces systèmes "modernes", c'est devenu un fait établi ou une croyance, parmi les responsables et les professionnels, qu'un bâtiment scolaire "moderne" ne peut détenir sa nature qu'en dehors de l'expérience "indigène", que ce soit sur le plan de la conception ou celui de la structure. Il va de soi que les matériaux de construction seront "industrialisés", que les techniques seront "avancées" et les projets architecturaux "étrangers". Tant que ces conceptions et croyances n'auront pas été ébranlées, particulièrement parmi les administrateurs, les enseignants et même les architectes, les propositions de cette étude risquent de rester lettre morte. Il est grand temps que toute personne éduquée dans les pays en voie de développement comprenne que la modernité ne signifie pas nécessairement l'importation d'une "culture matérielle de surface" en provenance des pays modernes, ou être "dans le vent" en matière de conceptions et de structures. Il s'agit plutôt d'appliquer la force de la pensée scientifique à l'expérience indigène, pour la régénérer ou la reconstituer de l'intérieur, à la lumière des besoins d'une société en pleine évolution.

to many factors among which three could be identified. First, the inertia that resides in, and even dominates, the educational system and the social matrix in which it operates. Second, the inability of the administration of education to absorb new ideas and to translate and institutionalize them into practices. Third, the lack of finance or the ability to mobilize funds or their equivalent in order to turn theory into action. Due consideration should be given to these three factors if we are serious about the application of the new school building designs and structures proposed in this monograph.

As for inertia within the educational systems and their social matrices in the developing countries, sufficient to say here that there are many concepts, attitudes and beliefs related to school buildings that create an atmosphere unfavorable to the call manifested in this monograph. We all know that the so-called "modern" educational systems in these countries were originally transplanted from outside. With these "modern" educational systems it became almost an established fact or belief, among laymen as well as professionals, that a "modern" school building is one that derives its nature, both conceptually and structurally, from outside of the "indigenous" experience. It is the sine qua non to "industrialized" construction material, relatively advanced skilled labor, and "alien" architectural blueprints. Unless such concepts and beliefs are changed, particularly among educational administrators, teachers, and even architects, the suggested designs and structures in this text are expected to stay beautiful on shelves. It is high time for every educated person in developing countries to know that modernity does not necessarily mean importing "surface material culture" from modern states or "keeping up with the Joneses" in designs and structures. Rather, it is the use of the scientific thinking in reflecting into indigenous experience and insightfully regenerating or reconstructing it in the light of developing societal needs.

Dans le domaine architectural et de la construction, le recours à la pensée scientifique dans l'expérience indigène peut s'exercer de plusieurs façons. Entre autres, il faut énumérer l'inventaire précis des matériaux locaux et leur degré de disponibilité, le recensement de la main-d'oeuvre et de ses qualifications, une évaluation des difficultés soulevées par le transfert de l'expérience acquise dans d'autres domaines, dans celui des bâtiments éducatifs, ainsi que la recherche des moyens de pallier ces difficultés et d'améliorer l'expérience acquise elle-même. Telles sont quelques unes des conditions préalables à la réussite du passage à ce sens nouveau de la modernité et de là, à la préparation du chemin vers l'application de nouvelles conceptions architecturales à l'expérience indigène.

Comme cela a déjà été dit, cette étude présente les mérites de propositions destinées aux régions rurales. Mais les "personnes-clés" et les "gardiens" des systèmes éducatifs dans les pays en voie de développement restent à convaincre. Et, à supposer qu'ils le soient, il faut les stimuler et les mobiliser pour qu'ils passent des projets aux réalisations et prennent l'initiative d'un mouvement en faveur de constructions éducatives faites au moyen des techniques et des matériaux locaux. A cette fin, les administrateurs de l'éducation et le corps enseignant devraient être initiés au domaine des bâtiments éducatifs par l'étude des nouvelles conceptions qui s'y font jour. Malheureusement, aucune formation de ce genre n'est offerte aux enseignants et aux administrateurs dans les pays arabes, que ce soit lors de leur préparation ou au cours de leur carrière. Il est grand temps d'y songer, en vue de former non seulement des animateurs mais également des participants, agissant comme des pionniers pour l'établissement de bâtiments scolaires dans les zones rurales.

De même, les administrateurs, aussi bien que ceux qui prennent les décisions, devraient comprendre que la réalisation d'idées simples doit se faire avec des moyens administratifs simples. En d'autres termes, la construction de bâtiments éducatifs ruraux, au moyen de techniques et de matériaux locaux dans le sens des propositions présentées ici, ne devrait pas se faire en suivant la routine tra-

The use of scientific thinking in indigenous experience means many things as far as construction and buildings are concerned. Among these are: an accurate calculation of local material and their availability for school buildings, an estimation of available labor and skills, an appraisal of the difficulties that would rise due to the transfer of the experience to the field of education, experimentation or pilot projects, and suggestions for overcoming the difficulties and improving the experience itself. All these elements and others should be considered if we want to make a successful shift to the new concept of modernity and consequently pave the way for the application of new designs and structures related to indigenous experience.

As already stated, the text in the previous sections has shed due light on the merits of the suggested designs and structures of school buildings in rural areas. But the "key persons" and "gatekeepers" in the educational systems in developing countries need to be convinced of these merits. They further need, if they are convinced, to be stimulated and mobilized to put the designs and structures into action, and start a movement of school buildings that utilize both local material and skills. This means that educational administrators and teachers should be introduced to school buildings as a field of study and to the new designs and structures that are emerging in it. Unfortunately, no course in school buildings is offered to teachers and administrators whether in their preparation for the job or when on the job itself in the Arab countries. It is high time to develop such a course, and further to see to it how they could be inducers of and participants in setting school buildings in rural areas on new frontiers.

Also educational administrators, including decision makers, should realize that simple ideas, in their implementation, mean simple administrative measures. In other words, the establishment of a rural school building of local material and by local skill

ditionnelle - la "bureaucratie" - qui domine actuellement l'administration de l'éducation du haut en bas de la hiérarchie dans les pays en voie de développement. Toute action administrative dans ce domaine devrait avoir pour principes la décentralisation, la liberté au niveau de l'exécution, l'initiative locale.

Dans le même ordre d'idées se situe le problème financier et de la mobilisation de fonds ou leur équivalent en faveur des constructions scolaires. Il ne fait aucun doute que l'emploi des techniques et des matériaux locaux diminue les dépenses en capital. Cependant cette diminution ne devrait pas être surestimée au point de considérer le problème financier des constructions faites dans ces conditions, comme éliminé. Nous savons par expérience que par exemple un bâtiment scolaire acceptable, construit au moyen de roseaux aux confins de l'Irak, coûte entre la moitié et les deux tiers de son équivalent construit au moyen de matériaux "industrialisés" ou préfabriqués. Si l'on considère le très grand nombre de bâtiments scolaires à construire en fonction des besoins, le coût par unité exécutée en matériaux locaux doit augmenter selon la loi de l'offre et de la demande.

En conséquence, dans l'application des propositions de cette étude, le problème financier ne devrait pas être négligé ni sous-estimé. Ce dernier risque de rester l'obstacle majeur dans la réalisation de n'importe quel plan, même apparemment peu coûteux. Cela signifie que d'autres solutions, comme l'auto-construction et le financement par initiative locale, devront être recherchées et encouragées. Toutefois, on ne peut s'empêcher de penser qu'il n'y aura pas de meilleures solutions que dans des visions nouvelles et des innovations permettant de libérer l'éducation en l'émancipant de la tradition, y compris celle de la nécessité des bâtiments scolaires !

along the lines suggested above should not follow the traditional routine or "bureaucracy" that now dominates the administration of education from the centre to the grassroots in most developing countries. Local initiative, freedom on the operational level, and decentralization should be the main principles that guide any administrative action in that respect.

Closely related to educational administration is the problem of finance and the mobilization of funds or their equivalent to the cause of school buildings. Undoubtedly, reliance on local material and skill in establishing schools does decrease the capital cost. However, this decrease should not be overestimated up to the point that it eliminates the financial problem in school buildings if they are built of local material with local skill. The writer knows from his experience, as an example, that a reasonable school building made of reeds in the Arab Marches of Iraq costs from half to two thirds of its equivalent using "industrialized" or "prefabricated" material. If we add to this the huge number of schools that should be established, due to need, in rural areas, the cost of a building unit of local material and with local skill will undoubtedly rise (due to the theory of supply and demand).

In consequence, the problem of finance should not be overlooked or underestimated when thinking of the applicability of the suggested designs and structures of school buildings. It will continue to be a stumbling block in the execution of any plan even if it appears cheaper. This means that other solutions, such as self-help and financial local initiative, should be sought and encouraged. However, it is the writer's feeling that there will be no better solution than new visions and innovations which help education break through the crust and emancipate itself even from the tradition of having a school building!

BIBLIOGRAPHIE - BIBLIOGRAPHY

- 1) Freinet, C., Pour l'école du peuple, Maspero, Paris, 1969.
- 2) Khan, K.A. and D.J. Vickery, The Design of Workshops for Second Level Schools, Asian Regional Institute for School Building Research, Colombo, 1970.
- 3) Regional Educational Building Institute for Africa (REBIA), Guidelines for the Design of Science Laboratories for Secondary Schools in Africa, Khartoum, 1971.
- 4) El Jack, K.A. Vallecilla and M. Kuanpoonpol, Guidelines for Home Economics Facilities for Secondary Schools in Africa, Khartoum, 1971.
- 5) Ministère des Enseignements Primaire et Secondaire, République Algérienne Démocratique et Populaire, Constructions Scolaires, 1971.
- 6) Schramm, Wilbur, Philip Coombs, Friedrich Kahnert and Jack Lyle, Techniques modernes au service d'une éducation planifiée, UNESCO, IIEP, Paris 1970, in English: The New Media : memo to educational planners, UNESCO:IIEP, Paris, 1971.
- 7) UNESCO:IPAM, L'enseignement de la géographie, Paris 1966; in English: Source Book for Geography Teaching, Longmans/UNESCO, London, 1965.
- 8) UNESCO, Manuel de l'UNESCO pour l'Enseignement des Sciences, Paris 1964; in English: Source Book for Science Teaching, Educational Productions Limited, Wakefield, England, 1962.
- 9) Peacock Douglas, Mary, La Bibliothèque d'école primaire et ses différentes fonctions; UNESCO, Paris, 1961; in English: The Primary School Library and its Services, UNESCO, Paris, 1961.
- 10) Bussat, P. and J. Sønderberg, Sun/Protection/Solaire, ASCATEP, Beirut 1972.
- 11) Kuba, G.K. and A.M. Maddibbo, Polyethylene Water Proofing for Traditional Mud Roofs, National Building Research Station, Khartoum University, 1970.
- 12) Ortega, A., "ISTMO Design," in: Modular Co-ordination of low-cost housing, UN, New York, 1970.
- 13) Fathy, H. Construire avec le peuple, J. Martineau, Paris 1970; in English: Gourna, a Tale of Two Villages, Cairo, 1969.
- 14) Principles of Modern Building, Vol. 1, 3rd edition, HMSO, London, 1959.
- 15) Olgyay, V., Design with Climate, Princeton University Press, Princeton, N.J. 1969.