

TH
1098
.C314

PU-231

PROGRAMME BEAM

COORDINATION MODULAIRE

**Causeries et délibérations d'une série de conférences,
sur la coordination modulaire, qui ont eu lieu dans six
ville du Canada, du 17 octobre au 1er novembre 1967.**

Canada



MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DU COMMERCE, OTTAWA

TABLE DES MATIÈRES

	Page
Avant-propos	1
Introduction	3
Causerie de M. S.R. Kent	6
Causerie de M. L.K. Bergvall	14
Causerie de M. P.H. Dunstone	25
Causerie de M. C.H. Davidson	36
Notices biographiques sur les conférenciers	50
Extraits des discussions en groupe	51
Liste des présidents de conférence et des animateurs de groupes	Appendice 1
Liste des membres du comité consultatif	Appendice 2
Tableau des nombres critiques	Appendice 3

AVANT-PROPOS

Cette série de conférences avait pour objet d'accroître nos connaissances sur la coordination modulaire ou dimensionnelle et d'en promouvoir l'adoption afin d'améliorer la productivité et l'efficacité dans la construction. L'adoption de ce système entraînerait des répercussions favorables sur l'économie du Canada.

Les textes de la présente publication proviennent, il va sans dire, des délibérations de ces conférences et à l'instar de celles-ci ils contribueront grandement à dissiper les réserves qui ont entravé, depuis une génération, l'acceptation généralisée de la coordination des dimensions.

Il faut rationaliser et non pas enrégimenter pour réaliser la coordination des dimensions. Il faut que les fabricants, les concepteurs et les entrepreneurs s'imposent de leur propre chef une forme de discipline personnelle. Ceux qui s'intéressent à l'amélioration de l'industrie de la construction en vue d'augmenter les bénéfices au maximum et d'assumer leurs responsabilités sur le plan collectif, s'accordent à dire que les idées de rationalisation et de discipline qui découlent de l'application du concept modulaire bénéficieront à l'industrie.

D'aucuns peuvent encore affirmer que si l'on adopte la coordination des dimensions, c'en est fait de la bonne facture des produits. Bien au contraire, ce facteur est mis de l'avant, se réalise plus rapidement et plus efficacement dans le contexte modulaire. Ce phénomène revêt une importance de premier plan puisque les concepteurs jouent un rôle privilégié en établissant des directives à l'intention des industries de fabrication et des entrepreneurs à un moment où une augmentation de la productivité et de l'efficacité au sein de l'industrie canadienne de la construction contribuerait grandement à rehausser notre économie.

Le directeur,
Direction des matériaux,

R.D. Hindson.



INTRODUCTION

La coordination modulaire ou celle des dimensions ne constituent pas des concepts nouveaux. D'après les textes historiques, les constructeurs de l'antique Babylone, de la Grèce et de Rome utilisaient une certaine forme de coordination modulaire en élaborant les plans de leurs monumentales constructions. Toutefois, dans le contexte contemporain, la coordination modulaire a vu le jour en Amérique du Nord et nous la devons principalement aux travaux de Albert Farwell Bemis, un ingénieur qui s'est longuement attardé sur l'ensemble de ce problème au début des années 30. Un de ses volumes, intitulé "*Rational Design*", la troisième d'une série de trois ouvrages consacrés à ce sujet dont la première publication remonte à 1936, constitue l'énoncé du concept modulaire visant la coordination des dimensions des matériaux et éléments de construction en recourant à un module de quatre pouces.

Au début de 1966, lorsque l'on a proposé d'établir le programme BEAM afin d'accroître d'abord la productivité et l'efficacité au sein de l'industrie de la construction au Canada, il a été convenu que la coordination modulaire constituerait un outil important pour réaliser cet objectif général. On doit principalement à l'initiative de M. R.F. Legget, le directeur de la Division de recherche sur la construction du Conseil national de recherches au Canada, l'imposante somme de travail de valeur qui a été réalisée jusqu'à présent dans ce domaine. Le professeur S.R. Kent de l'École d'architecture de l'Université de Toronto ainsi que la Division de recherche sur la construction s'étaient auparavant préoccupés de diffuser des connaissances sur la coordination modulaire parmi les concepteurs, les industries de fabrication de matériaux de construction ainsi que les entrepreneurs. De tous les ouvrages du professeur Kent, il semble que ce soit le "*Manuel de coordination modulaire*" (*Modular Drafting Manual*) (CNR N° 6344) qui soit le mieux connu et le plus diffusé. Un comité de l'Association canadienne des constructeurs, le Comité mixte du Canada sur les matériaux de construction, a également donné son appui à la coordination modulaire, de même que certains groupes d'architectes. Grâce à ces travaux et à cet appui un fond de connaissances de base sur le concept modulaire s'est créé au Canada. Ainsi on a déterminé que dans le cadre du programme BEAM, la tâche consisterait à organiser et à mettre en oeuvre un programme permanent visant à présenter la coordination modulaire comme un moyen d'accroître l'efficacité et la productivité au sein de l'ensemble des procédés de construction et comme une discipline constituant une condition préalable à une industrialisation intelligente et rationnelle de la construction.

C'est à la lumière de cet objectif que le Comité consultatif industriel sur la coordination modulaire auprès du ministère de l'Industrie a proposé de tenir une série de six conférences régionales qui ont donné lieu à la préparation de la présente publication.

Les conférences ont eu lieu à Halifax, Toronto, Winnipeg, Edmonton, Vancouver et Montréal entre le 17 octobre et le 19 novembre 1967. Chacune d'entre elles comportait quatre exposés suivis d'une période de discussion. Les conférenciers, en plus d'être des orateurs accomplis, sont des sommités de renommée mondiale dans le domaine de la coordination modulaire. M. Lennart Bergvall, architecte et industriel suédois, est le président du groupe modulaire international, commission de travail du

Conseil international sur la recherche, les études et la documentation relatives au bâtiment (CIB). On peut attribuer dans une large mesure les progrès spectaculaires de la coordination modulaire sur le plan international aux travaux du G.M.I. dont M. Bergvall assume la présidence. M. Colin H. Davidson, architecte de Londres (Angleterre), jouit d'une grande expérience dans l'application de la coordination modulaire à la construction industrialisée. Il est membre du Comité technique de la Société modulaire de Londres. M. Philip H. Dunstone est un métreur spécialisé dans l'utilisation des ordinateurs pour l'évaluation des quantités de matériaux nécessaires à la mise en oeuvre d'un projet. Il est également un membre influent du Conseil de la Société modulaire. Nous avons déjà mentionné le professeur S.R. Kent dans la présente introduction. A la fois architecte et professeur, il est généralement connu et estimé à cause de ses connaissances et de son éloquence à l'égard de l'adoption du concept modulaire au Canada dont il est un ardent partisan. On trouvera plus loin un curriculum vitae pour chacun d'entre eux et le texte intégral des exposés qu'ils ont présentés à l'occasion de ces conférences figure dans la première partie de la présente publication.

On retrouvera dans la deuxième partie de cet ouvrage les discussions qui ont eu lieu entre l'auditoire et les quatre conférenciers. Le texte de ces discussions n'a pas été remanié ou raccourci de façon appréciable de sorte que le lecteur peut remarquer certaines répétitions dans les questions et réponses. Il a quand même été décidé de publier le texte sous cette forme afin de conserver la saveur et la spontanéité qui ont caractérisé cette partie de chacune des conférences. Le nombre et la qualité des questions témoignent de la participation vivante et enthousiaste de l'auditoire. Ce compte rendu des débats présente un autre avantage, en ce sens que le lecteur peut choisir au hasard une page de la partie 2 et y trouver des renseignements précieux et des idées qui portent à la réflexion.

Environ 1,000 architectes, ingénieurs, enseignants, fabricants de matériaux de construction, entrepreneurs et représentants de syndicats, ont assisté aux conférences. Ils occupent tous des postes importants et ils exercent une influence au sein de l'industrie de la construction. Plus de 150 d'entre eux ont écrit au ministre de l'Industrie après la conférence afin de lui offrir leurs félicitations et leur encouragement pour l'heureuse initiative qu'a prise le Ministère en organisant et en présentant ces conférences.

Nous tenons spécialement à remercier les membres du Comité consultatif industriel sur la coordination modulaire pour l'aide qu'ils ont accordée dans toutes les parties du pays. Plusieurs d'entre eux ont participé directement aux conférences en exerçant les fonctions de présidents, de modérateurs et d'autres fonctions. Une liste des membres du Comité consultatif figure en appendice aux débats.

Lors du banquet qui a suivi la dernière réunion à Montréal, M. Bergvall, le porte-parole des quatre conférenciers, a prononcé une allocution devant près de 300 personnes. Les remerciements qu'il a formulés ont bien clôturé les activités des deux semaines précédentes. Il nous a donc semblé opportun de faire figurer les observations de cet éminent architecte et industriel suédois en épilogue et nous vous engageons à les lire très attentivement.

ALLOCUTIONS

**ALLOCUTION DE
M. STANLEY R. KENT
PROFESSEUR À L'ÉCOLE D'ARCHITECTURE
DE L'UNIVERSITÉ DE TORONTO**

L'ÈRE DE L'ARCHITECTURE

Il viendra peut-être à l'esprit d'un bon nombre d'entre vous que cette série de conférences a été conçue comme autre projet du Centenaire. Il n'en est rien. Car c'est pure coïncidence si la mise au point du procédé modulaire en vue de la coordination dimensionnelle et l'adoption de techniques industrialisées dans le bâtiment ont atteint un niveau commun au Canada en 1967. Nous étudierons, au cours de cette journée, les résultats acquis afin d'atteindre un niveau supérieur grâce à la productivité.

Comme le champ d'activité de l'industrie du bâtiment est extrêmement vaste et que nous sommes ici un groupe hétérogène de Canadiens: fabricants, architectes, ingénieurs, administrateurs, entrepreneurs et fournisseurs, je crois que quelques affirmations sur la situation présente et future de chacun de nous pourront nous donner un sens de cohésion et nous préparer à aborder des problèmes qui nous sont communs. Ces affirmations nous permettront de constater que nous devons compter toujours davantage sur les dimensions et partant sur un régime uniforme de communication. Etant donné, en outre, que tout procédé dimensionnel aura des répercussions sur le plan des immeubles, je terminerai mes observations en traitant de ce sujet.

Evolution de l'industrie du bâtiment

Dans l'Enquête sur la profession entreprise par l'Institut royal d'architecture du Canada il y a deux ans, nous pouvons lire que: "Les architectes interviewés ont généralement répondu qu'à leur avis les bureaux travaillant dans les périmètres urbains doivent se développer de plus en plus s'ils veulent répondre aux exigences de rapidité d'action et de spécialisation. On a également remarqué la formation de consortiums de plusieurs firmes importantes pour prendre la direction de grands projets. Des firmes plus petites ont elles aussi combiné leurs forces pour entreprendre des projets qu'elles ne pourraient pas assumer individuellement. Les arrangements de coopération ont paru présenter beaucoup d'aspects favorables."

Par suite de ce changement, les bureaux ont à faire face à un fort déplacement de personnel, à la nécessité de partager la responsabilité entre les secteurs du plan, de la production et de l'administration et au besoin d'uniformiser les méthodes et les techniques. La difficulté de réglementer la communication de renseignements, tout particulièrement dans le secteur des dimensions des immeubles, se trouve accrue par chacun de ces nouveaux aspects.

De même les industries se développent de plus en plus, non seulement à cause de leur essor particulier mais aussi par suite de fusions. Et ces vastes entreprises nouvelles se voient aux prises avec d'immenses stocks. Cette exploitation peut devenir extrêmement coûteuse s'il faut accumuler des stocks qui ne seront pas employés tout de suite à cause des dimensions tout à fait spéciales des pièces.

Dans la région de Toronto, par exemple, les fabricants de blocs de béton produisaient des blocs variant de 7 pouces à 8¼ de hauteur et de diverses épaisseurs et formes. En 1963, la maison Primeau Block Company avait en stock 23,600 blocs de diverses dimensions et l'Argo Block Company en avait 32,700. Lorsque ces sociétés se sont unies, elles ont cherché en collaboration avec d'autres importantes entreprises qui avaient les mêmes difficultés à surmonter (une d'elles possédait 24,000 unités de

diverses dimensions) à trouver une solution à leur problème de réglementation des dimensions, dont je dirai un mot plus tard.

Une autre société fusionnée, qui fabrique des produits de construction en tôle, rend service aux architectes depuis bien des années en leur fournissant des cadres de porte métalliques de toutes les dimensions. Les frais de production et d'inventaire résultant de cette pratique sont maintenant si élevés qu'à moins de limiter la variété des dimensions, la société devra réévaluer la rentabilité de cette production.

Je cite un troisième exemple dans le domaine des lampadaires. Un comité de l'Association des architectes de l'Ontario a appris de la part d'un représentant de l'Association de fabricants de matériel d'éclairage que près de 50 p. 100 des lampadaires pour les travaux d'architecture ont des dimensions spéciales. Le stockage des excédents de production est devenu tellement onéreux qu'il en coûte moins cher de jeter au rancart mille dollars en lampadaires que de contrôler l'inventaire. D'après lui, cette pratique aurait passé pour ridicule il y a quelques années.

Je suis sûr que nombre des fabricants et des fournisseurs dans ce secteur peuvent citer des expériences semblables et je vous demande de nous les révéler au cours de cette conférence.

Un autre changement, ou plutôt une innovation, réside dans la complexité savante de nos techniques de gestion et d'administration. Les grandes sociétés savent où sont leurs profits et leurs pertes. Les propriétaires exigent un contrôle rigoureux de l'argent affecté à la construction car il faut souvent recourir au financement préalable et les spécialistes en estimation, en évaluation et en gestion jouent de nouveaux rôles dans cette grande industrie du bâtiment.

On ne saurait généraliser en matière de contrats, mais nous connaissons tous la difficulté qu'il y a de trouver un entrepreneur général disposant d'un personnel permanent qui exécutera la grande part des travaux en chantier. Il faut maintenant inclure dans les documents contractuels tous les détails puisque la tradition orale des métiers où certains travaux sont laissés à l'initiative du responsable se voit supplantée par les normes de contrôle.

Tous ces changements ont une caractéristique commune: le contrôle des variables et la communication des *données dimensionnelles*: données dimensionnelles dans le bureau de l'architecte, données dimensionnelles dans l'inventaire, données dimensionnelles pour la construction.

Communication des données

La communication des données au sein de l'industrie du bâtiment constitue un vaste secteur d'une importance primordiale mais qu'on tend à négliger. Les données peuvent prendre bien des formes et atteindre plusieurs degrés de complexité, mais notre secteur des dimensions est précis, autonome et facile à définir. Cependant, malgré sa simplicité apparente, il est maintenant parmi les plus confuses, les plus imprécises, les plus coûteuses et les plus négligées des formes de renseignement que nous tentons de communiquer.

Les données dimensionnelles nous concernent tous, mais avant ces conférences, les concepteurs et les constructeurs de bâtiments au Canada ne s'étaient jamais réunis en si grand nombre pour s'attaquer au problème. A mon sens, trois raisons expliquent cet état de choses: d'abord, nos opérations au Canada semblaient peut-être trop

réduites ou trop dispersées pour qu'il en vaille la peine: deuxièmement, nous n'avons jamais eu une bonne méthode pour la solution des problèmes de contrôle et de communication dimensionnels; troisièmement, nous avons ignoré jusqu'ici les pertes cachées qui se développaient cancéreusement dans l'industrialisation des techniques de bâtiment.

Mais nous avons aujourd'hui une population de 20 millions qui augmente rapidement. Nous avons mis au point la coordination modulaire sur le plan international afin de réglementer les dimensions et nous aiguisons nos crayons dans l'évaluation des frais.

Naissance des dimensions

Les données dimensionnelles naissent sur les planches du dessinateur au bureau de l'architecte et sur la planche à dessin du concepteur de produits au bureau du fabricant. C'est pourquoi je tiens à examiner les données dimensionnelles créées par les concepteurs.

Au studio de dessin du département d'architecture, je suis chargé d'enseigner l'art des épures. Pour débiter, je demande aux étudiants de prendre un des bâtiments qu'ils ont conçus et d'établir les *dimensions qu'il est indispensable de communiquer* pour donner à l'immeuble une force physique et les personnes à qui il faut les communiquer. Ceci fait, nous songeons ensuite à la forme la plus appropriée (graphique ou écrite), à la meilleure échelle d'éléments pour indiquer les dimensions, au format et à la répartition des feuilles.

Si j'avais le temps aujourd'hui, j'aimerais bien procéder à un tel exercice avec mon auditoire. Il serait plus utile que toutes les explications que je pourrais vous donner.

En examinant en détail ces dimensions indispensables à la communication, deux facteurs s'imposent à notre attention. Tout d'abord, on éprouve le besoin d'instituer un système commun de liaison des dimensions qui seront attribuées à différentes personnes et ensuite il faut également trouver un moyen de permettre à chaque personne de trouver d'une façon exacte le travail qu'elle a effectué dans le bâtiment.

A ce moment-là, les étudiants sont prêts à étudier attentivement la coordination modulaire surtout en tant que moyen de communiquer graphiquement les dimensions.

Afin de pouvoir comprendre pleinement le système modulaire, il faudra examiner les illustrations que mes collègues vous montreront, mais permettez-moi de vous donner quelques mots d'introduction. Dans le système modulaire, on imagine superposer sur le bâtiment dans son entier une grille rectangulaire à trois dimensions. Les espaces entre les lignes du quadrillage doivent être des multiples de 4 pouces. Quand des éléments modulaires sont utilisés dans la construction, leurs points de rencontre, ou lignes médianes, se trouveront sur le quadrillage. De cette façon, la grille contrôle les dimensions des éléments et détermine exactement leur position à l'intérieur du bâtiment en établissant une série de repères. Le système pourvoit à toutes les exigences fixées d'avance c'est-à-dire un lien mis en place par l'intermédiaire de la dimension usuelle de 4 pouces ou un multiple et une série de guides de contrôle servant à déterminer l'emplacement des éléments de construction.

La communication du système modulaire sous une forme graphique ne requiert qu'une légère modification du processus habituel que l'on suit lorsqu'on dessine les

plans mais les résultats produits sont importants. Tout en tenant compte que nous avons maintenant cette grille imaginaire, nous en plaçons les éléments qui sont des dimensions essentielles sur le plan. Puisque les lignes du quadrillage sont espacées à des intervalles modulaires, les dimensions de la grille sont toujours des multiples de 4 pouces et jamais des nombres fractionnaires.

Vous pouvez parfois vous poser la question, à savoir si le changement en vaut la peine. Ma réponse est "oui".

La publication "Enquête sur la profession" de l'Institut royal d'architecture du Canada", nous donne de bonnes raisons de considérer le changement. Je cite: "Les plans d'exécution sont reconnus comme l'un des instruments primordiaux du service professionnel. C'est sur eux que reposent la compréhension entre architectes et entrepreneurs et l'exécution rapide et sans accroc des travaux. Les plans d'exécution viennent au troisième rang dans l'ordre d'urgence des améliorations préconisées par l'enquête nationale, à peu près au même niveau que les devis descriptifs et l'inspection des chantiers, marquant par là l'intérêt moyen porté à ce secteur par les architectes. On s'est préoccupé davantage du pourcentage élevé des honoraires que représente la préparation des plans. Pour réduire les frais généraux, il faut d'abord réduire le temps consacré à la préparation des plans d'exécution. Les interviewés, aussi bien architectes qu'entrepreneurs, s'en inquiètent, surtout dans les cas de services partiels consentis pour les honoraires réduits".

Selon M. Ken Giddings, ingénieur de la Pre-Con Murray Limited, la conception modulaire peut contribuer à un rapprochement des esprits. Il dit que "puisque tant d'architectes semblent incapables d'établir des plans convenables, on ferait bien d'insister pour que les architectes commencent à utiliser les systèmes modulaires le plus tôt possible. L'industrie de la construction doit également préconiser une collaboration avec les associations d'architecture dans l'établissement de normes dans le domaine des plans de construction. La *coordination modulaire* fournit le cadre adéquat pour cette collaboration dont le besoin se fait sentir depuis si longtemps. Quand les architectes utilisent le système modulaire, les dessins d'exécution sont approuvés plus tôt et les éléments fabriqués avec rapidité et économie; les plans d'exécution deviennent plus que des papiers quelconques. La collaboration entre les sous-traitants est facilitée et la coordination modulaire accélère la construction".

Le système modulaire peut aussi influencer le coût de préparation des dessins et l'un des plus ardents avocats de la cause des dessins modulaires aux Etats-Unis, M. Cy Silling, affirme: "Il y a dix ans, pour vendre l'idée de la coordination modulaire à ceux qui tenaient à voir leur portefeuille bien garni, j'insistais sur l'argument "profit" en racontant sans honte mon histoire personnelle. J'espère que les conclusions que je tirerai excuseront mon procédé d'attaque. Notre bureau comprend six conseillers en architecture, un rédacteur de spécifications qui produit les dessins d'exécution et trouve la solution aux difficultés, une secrétaire, un associé d'expérience et moi-même; il y a aussi les inspecteurs ingénieurs résidant sur le chantier. Certains expliquent notre production en prétendant que nous exécutons les dessins sur les deux faces des planches. En 1948, nous avons garanti aux ingénieurs de l'Armée américaine des travaux d'une valeur de \$31,965,000. En mai 1951, nos travaux en cours totalisaient près de 22 millions de dollars et en 1952, nous avons enregistré pour 20,300,000 dollars de nouveaux travaux. Nous prévoyons cette année un chiffre excédant 42 millions de

dollars. Nous avons exécuté les dessins et coordonné les éléments structuraux et mécaniques d'un hôpital de 3,750,000 dollars en 105 hommes-semaines (de 40 heures) au taux de 7 p. 100. La feuille de la fenêtre modulaire en cause indique des détails qui auraient nécessité cinq feuilles de dessins non modulaires. Nous avons huit soumissions en matière de construction. Deux employés ont exécuté tous les dessins pour un édifice de 1,400,000 dollars en neuf semaines et nous recevons 6 p. 100.

"A mon avis, l'architecte moderne doit se doubler d'un homme d'affaires, d'un professionnel et d'un artiste. Je crois que la coordination modulaire offre des débouchés professionnels plus grands à l'architecte, comme artiste. Je crois qu'elle est utile, qu'elle réduit le temps de production des dessins d'exécution de qualité supérieure, augmente la précision de l'exposition, grandit le prestige de l'architecte auprès des constructeurs, nous laisse plus de temps à consacrer à des considérations d'esthétique, et enfin, elle entraîne une plus grande part de profit". Vous remarquerez que les chiffres cités ne sont pas récents, mais j'ai eu le plaisir de renouer des liens d'amitié avec M. Silling et son équipe, aujourd'hui composée de six membres, à peine trois semaines avant leurs vacances passées à Toronto, Montréal et Boston (vacances biennuelles pour les membres de ce bureau) et M. Silling m'a affirmé exécuter des travaux pour une valeur de 52 millions de dollars. L'équipe utilise encore le dessin modulaire et si vous doutez de la qualité ou de la précision de ces dessins, je puis vous assurer qu'ils sont au contraire d'une qualité très supérieure.

L'énumération des avantages faite par M. Silling peut être complétée par M. Don Blenkhorne, qui a utilisé le dessin modulaire à l'immense bureau de la société *Shore and Moffat and Partners*, dont il est un des principaux actionnaires. M. Blenkhorne soutient que la coordination modulaire fournit un système *précis d'exécution des dessins* facile à adopter dans les bureaux et qui, comme telle, aide au recyclage des nouveaux employés. Les décisions dimensionnelles sont prises au moyen de multiples de 4 ou 2 pouces, ce qui constitue une méthode rapide qui réduit aussi les erreurs de communication orale ou par dessins. M. Blenkhorne reconnaît que ses ingénieurs partenaires se sont d'abord opposés au système, mais il affirme qu'ils ont maintenant appris à s'en accommoder. La seule faiblesse dans le circuit de communication se remarque entre les groupes préposés à la production et à la conception; aujourd'hui, le groupe préposé à la production doit prendre en collaboration les décisions que devrait aussi prendre le groupe préposé à la conception.

Vous vous souvenez sans doute que, lors de l'exercice fait par les étudiants en architecture, on a porté l'attention sur *qui* recevait *quoi*. nous concluons que tous n'ont pas besoin des dessins portant toutes les dimensions et je prétends que nos dessins actuels, si détaillés, ne sont nécessaires qu'en raison du manque d'ordre des dimensions.

Le ministère des Travaux publics (Public Building and Works) d'Angleterre a mis au point une solution à ce problème en s'inspirant du système de construction Nenk. Nenk est le nom d'une méthode de préfabrication déterminée dont l'organisation des documents comporte plusieurs particularités fort intéressantes. On a procédé à une analyse de la structure ainsi qu'à la classification des produits par ordre de parties composantes, d'éléments et d'assemblage. On a aussi fait une étude des personnes ayant besoin de renseignements sur tous les produits. On a préparé des dessins particuliers pour chaque produit, si bien que toutes les personnes intéressées à la construction ne

reçoivent que les détails dont ils ont besoin. Il y avait sans doute des centaines de dessins, mais la codification en a grandement simplifié le triage.

Le point saillant qui nous intéresse, c'est que toutes les dimensions ont été dimensionnellement coordonnées par le système modulaire, chaque élément constituant un segment de toute la gamme modulaire de dimensions. Sans une telle discipline, nous étions voués au chaos.

Une bonne part de ce que je vous ai dit s'applique à l'esthéticien industriel, mais ce dernier fait face à des restrictions économiques d'un autre genre. Il doit tenir compte des caractéristiques des matériaux à sa disposition, bruts et mi-ouvrés, puisqu'ils ont des limitations dimensionnelles soit en format structurel, soit en coupe secondaire. De plus, il doit avoir une boule de cristal pour établir quelles dimensions seront acceptables sur le marché.

C'était justement le problème qu'affrontaient les fabricants de blocs de ciment lorsqu'ils accumulaient des stocks de blocs aux dimensions disparates. Ils ont résolu le problème non pas en se procurant une nouvelle boule de cristal, mais en appliquant le système modulaire à la hauteur de leurs blocs. Ils y sont parvenus en collaboration avec l'Association des architectes de l'Ontario et, jusqu'ici, l'Association n'a pas reçu un seul commentaire défavorable à la limitation des dimensions.

Dessins d'atelier

Dans l'industrie du bâtiment, nous avons une autre forme de communication que vous connaissez tous sous le nom de dessins d'atelier. Ceux-ci renferment les dimensions définitives du procédé de fabrication, dont personne ne veut endosser toute la responsabilité. Eux aussi sont devenus nécessaires par suite de notre manque de normes et du désordre de notre système de dimensions. Permettez-moi de vous citer un exemple de leur suppression.

Au moment où les architectes du conseil municipal du Hertfordshire faisaient les plans des fenêtres pour le système coopératif de construction scolaire du South East Anglia, ils voulaient adopter une grande variété de formes pour les fenêtres métalliques tout en réduisant au minimum le nombre de segments de fenêtre. Pour réaliser leur objectif, ils ont mis au point, avec un fabricant de fenêtres, un élément de pose conçu de telle façon qu'on puisse assembler les segments pour former une fenêtre complète. Il s'agissait d'établir une gamme coordonnée de dimensions modulaires pour les segments afin qu'on puisse les assembler avec la plus grande variété. Comme les segments étaient normalisés, ils étaient dotés d'un code numérique; une fois combinés pour former une fenêtre, ils se prêtaient à un nouveau code significatif. L'architecte se trouvait donc en mesure d'indiquer sur les épures tous les codes relatifs aux fenêtres, le contrôleur de quantité pouvait enregistrer les codes et le fabricant pouvait les passer à l'ordinateur. L'appareil imprimait alors toutes les directives requises par les ouvriers et les dessins d'ateliers étaient d'ores et déjà supprimés. Sans la gamme de dimensions modulaires, il n'aurait pas été possible d'écarter cette plus grande source de tracas chez les fabricants.

Le mot limitation, que j'ai employé si souvent, fait dresser les cheveux sur la tête de bien des concepteurs puisqu'il implique tout de suite une restriction de leur liberté artistique. Mais cette attitude changera peut-être à mesure qu'on assimilera le travail et les théories de Christopher Alexander, de l'Université de Californie, à Berkley. Dans son ouvrage intitulé: *Notes on the Synthesis of Form*, il dit: "le concepteur qui n'est

pas à la hauteur de sa tâche ... compte de plus en plus sur son rôle d'artiste, sur les mots à effet, les expressions personnelles et l'intuition, éléments qui tous allègent le fardeau des décisions et rendent ses difficultés cognitives plus traitables. Sous l'impulsion de ses propres ressources et incapable de maîtriser la complexité des renseignements qu'il lui appartient d'organiser, il cache son incompetence dans un torrent d'individualisme artistique. A mesure que s'épuise davantage sa capacité de créer des formes bien conçues et bien agencées, il laisse courir encore plus follement son *intuition et son individualisme*. La thèse d'Alexander traite surtout des éléments d'activité, mais puisqu'il relie les éléments d'activité à la forme physique, sa philosophie de la conception industrielle convient à la coordination dimensionnelle. Il dit en terminant: "Chaque élément possède cette double nature: il est d'abord unité et deuxièmement forme; il est à la fois forme et unité. Son caractère d'unité en fait une entité qui se détache de son ambiance. Son caractère de forme précise la disposition de ses propres composants. Le point culminant du travail du concepteur est de tirer de tout schéma une forme et une unité. A titre d'unité, il s'intégrera à la hiérarchie des plus gros éléments aux échelons supérieurs; à titre de forme, il précisera la hiérarchie des éléments plus petits qui le composent."

Sans nul doute, la crainte du concepteur contemporain de voir les mathématiques envahir la conception industrielle est fondée sur la croyance populaire que les mathématiques ne se préoccupent que des ordres de grandeur. Mais ceux d'entre vous qui avez essayé de venir à bout des "nouvelles mathématiques" qu'apprennent vos enfants saisissez bien le rapport entre leurs problèmes en fait de séries et de sous-séries de chiffres et la théorie des formes et des unités d'Alexander. Que le concepteur s'en rende compte ou non, chaque fois qu'il divise un espace, il crée immédiatement une série de chiffres. Le système modulaire oriente la mise en valeur des séries. Un de vos conférenciers d'aujourd'hui, M. Dunstone, a publié là-dessus un ouvrage très utile.

Tandis que nous en sommes aux séries et aux sous-séries de dimensions pour un seul édifice, développons notre pensée pour étudier l'organisation hiérarchique des dimensions pour tous les édifices. Si les dimensions de tous les édifices forment une série, celles d'un édifice quelconque forment une sous-série composée de sous-sous-séries.

Pour ce qui est de l'uniformité, Philip Arctander, directeur de l'Institut national de recherches en bâtiment au Danemark, dans son allocution au CIB en 1965, déclarait: La crainte se répand un peu partout chez le grand public que la coordination modulaire, la normalisation et l'industrialisation réduiront la liberté et la variété individuelles d'aujourd'hui à une uniformité mécanique et terne. Cependant, une bonne part de cette variété n'est qu'un manque de clarté d'esprit et de buts définis. Et loin d'entraîner l'uniformité, on peut employer l'industrialisation pour réduire les actuelles variations infinies et inutiles en un nombre considérable de différences voulues.

Les dimensions que nous employons ont été un des plus sérieux obstacles à la productivité et à l'économie dans le bâtiment. Elles ont été une dissuasion sournoise à l'efficacité des communications. Mais maintenant qu'elles sont exposées, il faut s'en occuper. Dans le dernier bulletin mensuel de la Banque Royale du Canada, qui traite du rôle capital des communications, nous lisons cette pensée: le silence et les attermoissements ne produisent rien de bon, même chez les plus fervents adeptes du bien commun." Dans sa lettre au président de la France, dans le fameux "J'accuse" de l'Affaire Dreyfus, deux des victimes, deux hommes au grand coeur, attendaient le secours divin pendant que le diable, lui, était fiévreusement à l'oeuvre.

ALLOCUTION PRONONCÉE

PAR

LENNART BERGVALL

ARCHITECTE

STOCKHOLM (SUÈDE)

NORMALISATION DES DIMENSIONS MODULAIRES ET FABRICATION DES MATÉRIAUX ET ÉLÉMENTS DE CONSTRUCTION "INDUSTRIALISATION"

Industrialisation

Le thème de cette conférence est, évidemment, l'application pratique de la coordination modulaire. Mais tout au cours de la conférence vous pourrez vous rendre compte de l'importance de ce vaste et puissant courant de l'industrialisation qui caractérise l'industrie du bâtiment de notre époque.

La coordination modulaire devrait être appelée plutôt coordination dimensionnelle parce que ce terme décrit beaucoup mieux ce principe. Le système des dimensions est évidemment la clé à la construction rationnelle; il rapporte toujours, car il augmente la productivité, réduit le travail, simplifie les travaux de dessins, d'atelier et de chantiers de construction.

Le besoin de coordination dimensionnelle devient une question d'un tout autre niveau, beaucoup plus élevé, quand il s'agit d'industrialisation. Dans son intéressante conférence, M. Davidson a traité jusqu'à un certain point de ce sujet dont on parle souvent en termes généraux mais qu'on définit très rarement de façon précise.

Le procédé de l'industrialisation peut différer légèrement du point de vue du fabricant de matériaux et d'éléments de construction et du point de vue de l'entrepreneur et de l'architecte. Disons plus précisément que pour chacune des parties en cause, dans l'industrie du bâtiment, l'accent de ce procédé peut être placé sur différents aspects ou parties.

Si imprécis que soit le terme "industrialisation", nous devons l'accepter. Nous parlons toutefois trop souvent de "l'industrialisation de l'industrie du bâtiment" sans avoir résolu la question à savoir si l'expression "industrie du bâtiment" devrait comprendre seulement le travail sur le chantier de construction ou si elle devrait inclure aussi la fabrication de matériaux et d'éléments de construction qui ont sans aucun doute été industrialisés il y a déjà très longtemps.

Il existe néanmoins des raisons valables d'inclure la production de matériaux et d'éléments de construction dans l'étude générale du terme "industrialisation".

Premièrement: Il y a plusieurs degrés d'industrialisation et l'industrie des matériaux et éléments de construction est dans une large mesure à son stade initial que nous pouvons qualifier de "paleoindustrialisation".

Deuxièmement: Toute l'industrie du bâtiment traverse une période de transition dont les changements auront un bon nombre d'effets directs sur la production des matériaux et éléments de construction. L'un des plus importants est la tendance irrésistible vers l'*intégration*.

Troisièmement: La tendance également irrésistible vers la préfabrication, dans son sens général, aura comme effet que beaucoup de produits qui relèvent maintenant de l'industrie du bâtiment, c'est-à-dire de la fabrication sur place, seront à l'avenir fabriqués en usine et appartiendront de ce fait à l'industrie des matériaux et éléments de construction.

Examinons maintenant l'industrie des matériaux et éléments de construction à la lumière de ces données qui nous permettront de mieux connaître les secteurs où entrent en ligne de compte la normalisation et la coordination modulaire de même que la raison de cette innovation.

Degré d'industrialisation

On a parlé de la répétition des opérations comme moyen de rendre plus efficace l'industrie des matériaux et éléments de construction, mais ce n'est que le premier pas d'une évolution industrielle que l'on peut décrire comme il suit:

- répétition des opérations
- production en grandes quantités
- production permanente
- production en série
- automatisation

Ces étapes se chevauchent dans une certaine mesure et, dans son ensemble, cette classification n'est pas parfaite mais elle décrit assez bien jusqu'à quel point nous sommes des débutants, si nous nous comparons à d'autres industries, lorsque nous nous efforçons de franchir l'étape de la "répétition des opérations" et dans les cas les plus avancés, l'étape de la production en grandes quantités. Compte tenu de ce fait, vous ne trouvez peut-être pas que le terme "paleoindustrialisation" est un euphémisme.

Pour que l'industrie des matériaux et des éléments architectoniques ait toutefois la possibilité de passer à un niveau plus élevé d'industrialisation, il faut prendre des mesures pour passer de la production sur commande destinée à des projets spéciaux à la production de stocks d'éléments destinés aux projets anonymes, si je puis m'exprimer ainsi.

C'est la seule façon dont cette industrie peut surmonter les problèmes causés par les fluctuations saisonnières de la demande dont souffre l'industrie des matériaux et des éléments architectoniques de ce pays et de tous les autres pays septentrionaux également. *Une standardisation efficace est une condition absolument indispensable à la production continue de stock d'éléments.*

La France nous en fournit un exemple intéressant. Il y a quelques années, lorsque j'ai visité un fabricant de produits préfabriqués de renommée internationale, il m'a dit qu'il ne voyait pas la nécessité de la coordination modulaire. "Notre travail n'est pas orienté vers la production de stocks mais vers les projets qui sont si vastes, selon lui, que nous pouvons appliquer ce concept dans ce cadre en supposant une adaptation de notre part et de celle du client." Un an après, cependant, ces mêmes fabricants se sont tournés vers l'Institut français de recherches en bâtiment (C.S.T.B.) pour obtenir de l'aide dans le choix ou la standardisation d'un nombre limité de dimensions pour des éléments fréquemment utilisés afin qu'ils soient en mesure de produire des stocks d'éléments et non de produire sur commande au cours des mois d'hiver, ce qui leur permet de faire face à des fluctuations saisonnières du volume de production qui sont très coûteuses. Si ce principe est valable pour le doux climat de l'hiver en France, imaginez l'importance qu'il peut avoir dans son pays.

Intégration

L'intégration de toutes les activités de la production (dans un sens général) ayant trait à la construction est l'une des plus importantes tendances dans l'actuelle industrie du bâtiment. Elle s'ingérera dans les pratiques et méthodes existantes et fera appel à une collaboration beaucoup plus étroite entre les différents experts ou spécialistes en

cause. Dans le secteur des matériaux et des éléments de construction, elle influera surtout sur la conception et la mise au point des produits. Aucun fabricant de matériaux ou d'éléments ne peut maintenant se permettre de mettre au point un produit en ne tenant compte que de sa propre production ou en essayant de mettre au point un produit à aussi bon marché que possible. Le problème ne réside plus dans la réduction du coût d'un produit, même après son installation dans un bâtiment, mais dans la conception et la mise au point qui permettront de réduire le coût du bâtiment dans son ensemble. Ces produits dont le coût importe considérablement sont ceux qui demeureront dans ce siècle de transformations rapides et c'est *un autre point où la coordination modulaire entre en ligne de compte parce que son but est précisément de fournir un outil pour établir les dimensions des matériaux et des éléments en considérant leurs effets réciproques dans l'ensemble du bâtiment.*

Préfabrication

La préfabrication est peut-être ce qui caractérise le plus le procédé de l'industrialisation de la construction dont nous sommes présentement témoins. Pour l'industrie des matériaux et des éléments de construction, cela signifie qu'elle peut et qu'elle doit avoir recours graduellement à la construction d'ouvrages sur le chantier. Mais cela veut aussi dire que les nouveaux produits préfabriqués doivent s'appliquer à des bâtiments très différents, même si certains éléments sont surtout destinés à la construction de logements, d'autres à la construction scolaire etc. Pour cette *flexibilité d'application*, toutefois, *la coordination modulaire demeure l'outil indispensable.*

Systèmes "fermés" et systèmes "ouverts"

Puisque la préfabrication transpose la production des éléments de construction du chantier à l'usine, c'est un procédé que l'on peut aborder de deux manières différentes. Soit que l'entrepreneur en construction monte sa propre usine, qui est essentiellement destinée à fabriquer les produits qu'il doit utiliser, dalles de béton, charpentes de bois, etc, soit que l'industrie des matériaux de construction se transforme en une industrie d'éléments préfabriqués. Dans chaque cas, le degré (stade) de préfabrication des éléments peut être le même, mais la façon de procéder sera assez différente, comme le démontre l'expérience.

Les éléments préfabriqués que l'entrepreneur met au point et produit, sont habituellement destinés plus ou moins exclusivement à son propre usage et constitueront un système plus ou moins "fermé". Lorsque l'entrepreneur s'occupe de la production, les éléments sont généralement préfabriqués en tenant compte qu'il existe, à tout prendre, une organisation d'assemblage assez traditionnelle sur le chantier même. En outre, dans le cas où l'entrepreneur s'occupe de la préfabrication de ses éléments, les méthodes de fabrication seront facilement influencées par la tradition artisanale de l'industrie de construction existante. Pour des producteurs d'éléments préfabriqués, la coordination modulaire semble souvent inintéressante parce que, dans le cadre limité de leur système "fermé" – et celui-ci n'est généralement fermé que par rapport à la structure de partage des charges – ils sentent qu'ils peuvent réaliser leur coordination dimensionnelle à leur guise et s'il se trouvait qu'un élément préfabriqué ne puisse s'incorporer dans la structure, sur le chantier, il y a toujours moyen de faire des

ajustements au moment de l'assemblage, que ce soit en coupant des morceaux d'éléments ou en comblant des vides, etc.

L'industrie, d'autre part, cherche évidemment à fabriquer des produits qui offrent le plus d'applications possibles et qui peuvent être incorporés aux différents systèmes de construction en usage; de ce fait, elle voit des perspectives exceptionnelles dans les "systèmes ouverts". Aux mains de l'industriel qui fabrique des matériaux de construction, la coordination modulaire devient un outil dont les avantages, à son point de vue personnel, lui paraissent évidents. Comme, dans bien des cas, il se charge aussi de l'assemblage des produits qu'il fabrique, il tend à produire des éléments qui pourront s'assembler sans nécessiter d'autre ajustement en chantier et il ne peut y arriver que par une coordination dimensionnelle générale et systématique, en l'occurrence la coordination modulaire. Et s'il confère une certaine part de tradition au travail en chantier, cela équivaut, — dans les cas heureux, au moins — à un apport d'originalité dans le concept industriel moderne.

Pour illustrer cette idée, je donnerai l'exemple de mon propre pays. Des collègues, architectes d'autres pays, reconnaissant le fait que la Suède a contribué très tôt au concept de la coordination modulaire et qu'elle est dotée d'un marché "industrialisé" du bâtiment très progressif, prennent souvent pour acquit que nous devrions utiliser la coordination modulaire à grande échelle et en généraliser l'application. Toutefois ce n'est pas encore le cas chez nous, et ceci précisément parce que dans notre pays, la plupart des systèmes de construction industrialisée sont mis au point par des entrepreneurs et sont de ce fait, des systèmes "fermés". En ce moment, pourtant, la situation change rapidement.

Observations générales

Nous envisagerons, plus en détails, plus loin dans ce contexte, comment la coordination modulaire peut favoriser une industrialisation et une intégration plus poussées et aider au développement de la préfabrication dans l'industrie des matériaux et des éléments de construction.

Tout ce que j'ai avancé jusqu'ici pourrait donner aux lecteurs l'impression que la coordination modulaire — au moins en ce qui concerne l'industrie — est uniquement réservée aux très grosses sociétés qui ont une production massive. En réalité, même les petits producteurs, producteurs de blocs de béton par exemple, en bénéficieront directement, une fois que le système sera généralement accepté et mis en pratique. Je pourrais illustrer ce point par un exemple très intéressant. Il y a quelques années, lorsque j'étais conseiller aux Nations-Unies pour un projet destiné à introduire la coordination modulaire en Irlande, nous nous sommes informés à quels frais les différentes industries pourraient réaliser l'adoption du système modulaire. Nous avons découvert, à notre grand étonnement, que les fabricants irlandais de blocs de béton pourraient se procurer leurs coffrages modulaires qu'on utilisait à ce moment-là. L'explication était fort simple. Pratiquement toutes les machines utilisées par l'industrie irlandaise des blocs de béton sont importées des Etats-Unis et, en adoptant le système modulaire, elles pouvaient recourir à la production massive et standardisée des grandes usines américaines de coffrage au lieu de commander ces moules par quantités limitées, à "l'échelle irlandaise" pour ainsi dire. Exemple qui illustre l'importance pour l'industrie de la coordination modulaire en général, mais qui souligne aussi l'avantage d'un système de coordination modulaire internationale.

On pourrait conclure de ce qui précède que la coordination modulaire ne peut être appréciée à sa juste valeur qu'au regard de la transition sans précédent que l'industrie de la construction traverse actuellement. En ce moment, ce qui s'impose, est un concept entièrement nouveau du mode de construction — et non de la "construction" dans le sens traditionnel du terme. On constate que l'ancien concept de construction est toujours appliqué dans certains secteurs où l'on pourrait cependant s'attendre à plus de progressisme, quand on voit le slogan publicitaire bien connu de la General Motors. "Lorsqu'on *construira* de meilleures voitures, Buick les *construira*". S'il est un produit qui ne se "construit" plus mais que l'on "fabrique" et que l'on produit en masse, c'est certainement l'automobile moderne.

D'un autre côté, les partisans de l'industrialisation comparent souvent l'industrie du bâtiment à l'industrie de l'automobile et c'est une comparaison qui, à mon avis, ne convient pas du tout parce que les conditions en sont tellement différentes. Je suis persuadé que l'industrie du bâtiment ne pourra jamais calquer son système de production sur celui de l'industrie de l'automobile, mais qu'elle pourrait bénéficier d'un nouveau système de production — qui est d'ailleurs déjà en usage dans l'industrie de l'automobile — soit le recours aux sous-traitants. Derrière toute l'industrie de l'automobile se tiennent les innombrables fabricants spécialisés qui livrent les pièces détachées que les fabricants de voitures assemblent ensuite sans autre ajustement dimensionnel spécial. Un des avantages de ce système est que les différents producteurs de ces pièces peuvent se spécialiser et, partant, donner à leurs produits un degré de perfectionnement que l'industrie de l'assemblage ne pourrait jamais atteindre si elle devait produire toutes ses pièces elle-même. Et ceci peut s'appliquer également aux fabricants des divers éléments pour l'industrie du bâtiment. La coordination modulaire servira donc à rationaliser l'industrie du bâtiment en créant une base solide pour la standardisation de la coordination dimensionnelle de sorte qu'on produira des éléments d'application générale qui pourront être assemblés avec d'autres éléments, sur le chantier même, qui ne nécessiteront pas ou guère d'ajustements et n'occasionneront aucune perte.

Evidemment, une telle industrialisation créera de nouvelles exigences pour l'industrie des matériaux et des composants. Les sous-traitants qui doivent livrer ces pièces à l'industrie de l'automobile devront être plus précis quant aux tolérances des dimensions et de la qualité — dans les limites des spécifications établies dans la commande, bien entendu — et respecter strictement les délais de livraison fixés. Un sous-traitant qui ne respecterait pas ces conditions ne resterait pas bien longtemps parmi les fournisseurs d'une fabrique d'automobiles. Sans cette discipline, aucune vraie planification industrielle n'est réalisable. Ce qui ne signifie pas que la coordination modulaire ou la production industrielle en général demandera plus de sévérité dans les tolérances, mais elle exigera certainement que l'on *contrôle* les déviations dimensionnelles de manière qu'elles ne puissent dépasser certaines limites. C'est sans doute parce que beaucoup d'industries de matériaux et d'éléments de construction n'ont pu se conformer à ces exigences que tant de systèmes "fermés" sont répandus sur le marché, ici comme ailleurs. A mesure que le processus d'industrialisation se poursuivra, il est clair qu'on donnera de plus en plus d'importance aux délais de livraison convenus.

Restrictions imposées aux fabricants

Les données qui précèdent posent la question des restrictions que la normalisation modulaire dimensionnelle imposera à l'industrie du bâtiment quant à la conception et à la fabrication de ses produits.

La réponse en principe est simple et peut se comparer à une normalisation en général. Et n'oublions pas qu'une normalisation plus ou moins rigide est toujours une condition nécessaire pour l'obtention d'une production industrielle rationnelle surtout quand il s'agit d'une production massive destinée à des stocks. La standardisation est par définition toujours un compromis optimum entre le penchant naturel du concepteur ou du client de vouloir choisir parmi un riche assortiment d'éléments et le penchant tout aussi naturel du fabricant de n'avoir qu'un nombre limité de variantes ou même, s'il osait l'espérer, qu'une seule variante. Mais, il doit toujours y avoir une nette différence entre l'industrie des produits de construction et les autres industries si nous voulons conserver ce qu'on pourrait qualifier en général d'"architecture". Ceci signifie que la plupart des éléments architectoniques doivent être conçus de telle manière que sur les lieux de la construction, on puisse mettre en application un nombre pratiquement illimité de combinaisons avec de nombreux autres produits. C'est ici qu'intervient la coordination modulaire en fournissant à l'architecte et au fabricant un langage commun. Plutôt que d'imposer des règles immuables aux fabricants, la coordination modulaire essaie de fournir un ensemble complet de dimensions qui donne au fabricant la certitude que son produit pourra s'adapter à d'autres qui sont disponibles sur le marché et que l'architecte aimerait employer.

Diminution du coût

Il est évident que la coordination modulaire vise à contribuer à une réduction du coût. En tant qu'outil de normalisation, la coordination modulaire permet une réduction de coût comme c'est le cas dans les autres industries, car on peut introduire des cycles de production plus longs, faire appel à des procédés administratifs simplifiés etc. Et en ce qui concerne la construction, qui consiste à mettre ensemble sur les lieux de la construction un grand nombre d'éléments différents, la coordination modulaire et la coordination dimensionnelle, en plus des résultats produits par la normalisation, donnent naissance à un certain ordre dimensionnel dont il est difficile d'évaluer l'importance en ce qui concerne la réduction du coût de construction. Mais je crois qu'on n'exagère pas en disant que l'ordre dimensionnel est la solution qui permet de trouver une construction rationnelle; l'ordre est toujours rentable car il permet d'augmenter la productivité, de réduire l'effort et de simplifier le travail effectué dans les bureaux de dessins, à l'atelier et sur les lieux de la construction.

Permettez-moi d'illustrer ce qui précède par un exemple très simple, peut-être même trop simple. Supposons que vous soyez un fabricant de fenêtres et que vous désiriez standardiser les hauteurs des fenêtres. Mais alors, quelles hauteurs choisir? Vous vous rendrez très vite compte que la hauteur de la fenêtre doit être un multiple complet de la hauteur brute de la brique, des blocs en béton, de l'ouvrage léger en béton etc. L'architecte, lui, va demander un certain nombre de hauteurs différentes par souci d'esthétique ou pour des raisons fonctionnelles. Peut-on éviter que toutes ces exigences ne deviennent absolument contradictoires si on ne fait pas appel à la coordination dimensionnelle que la coordination modulaire nous fournit. Voici la seule

réponse valable à cette question: les dimensions des fenêtres et les dimensions des matériaux muraux doivent être coordonnées de façon modulaire, c'est-à-dire que toutes les dimensions des produits qui seront combinés avec d'autres éléments, - et ceci est une exigence de base, - doivent être des multiples complets du module de base (4") ou, en guise de compromis, être du moins coordonnées d'une façon systématique au module.

En bref, on pourrait décrire le rôle joué par la coordination modulaire dans la réduction du coût en avançant que la coordination modulaire est un moyen grâce auquel tous les avantages de la normalisation - et ceci est reconnu pour tous les secteurs industriels - peuvent être appliqués à l'industrie des matériaux et éléments de construction. On pourrait même dire que l'importance économique pour cette industrie-là est plus grande que pour l'industrie de la construction proprement dite. Et comme je l'ai dit au début, l'industrie des matériaux et des éléments de construction pourra, grâce à la préfabrication, graduellement gagner en importance par rapport à l'industrie de la construction travaillant sur chantier.

Coordination modulaire et production de masse

On croit souvent que la coordination modulaire, comme les autres systèmes de normalisation, ne s'applique qu'à la production à grande échelle. Personnellement, je ne crois pas que le facteur décisif soit tellement l'importance de la production, mais bien le genre d'équipement de production utilisé. Pour certains types de production, une normalisation rigide d'un nombre limité d'éléments variables est une nécessité même à une échelle réduite de production tandis que dans d'autres cas, un grand nombre de variables peut être également compatible avec une production très étendue.

Malheureusement, il arrive trop souvent que les fabricants sont enclins à juger les avantages éventuels d'une coordination modulaire d'après leurs expériences passées. Ils disent souvent - et j'ai entendu cet argument dans de nombreux pays - "nous avons été obligés de trouver des solutions à toutes les exigences dimensionnelles des architectes de sorte que nous avons maintenant tout un ensemble d'éléments qui nous permet de livrer des produits à toutes les dimensions voulues. Nous n'avons pas besoin de la coordination modulaire". Et ces fabricants ne se rendent pas compte qu'ils peuvent utiliser leur équipement d'une façon beaucoup plus rationnelle ou - et c'est là le point crucial - quel équipement rationnel ils pourraient utiliser si la demande était orientée uniquement vers les dimensions modulaires ou, dans certains cas, les dimensions multimodulaires.

Essayons plutôt d'oublier le passé et voyons ce que l'avenir nous réserve. Nous avons constaté que l'automatisation basée sur le traitement électronique des données s'est implantée dans de nombreux domaines de la production industrielle et je ne vois pas pourquoi on ne pourrait pas l'appliquer à l'industrie des matériaux et des éléments de construction. Ceci pourtant, nous mènerait à un genre de standardisation différent qui ferait place à un nombre relativement grand de variables à l'intérieur d'un programme de production mais en excluant catégoriquement tous les "modèles spéciaux". Ce serait sensiblement différent de la situation que nous connaissons maintenant car de nombreux fabricants imposent, d'une façon consciente ou non, de lourdes charges sur les 90 p. 100 de la production standardisée en produisant 10 p. 100 de "modèles spéciaux". Mais si nous pouvons arriver à un niveau de production hautement

spécialisé, il ne fait aucun doute que le “dimensionnement” modulaire fournit un excellent outil à la programmation dimensionnelle d’un plan de production établi au moyen de systèmes électroniques.

Réduction du coût grâce à une diminution du stock

Quand nous parlons de la rationalisation produite par la normalisation (c’est-à-dire la coordination modulaire), on a généralement tendance à penser uniquement aux effets qui en résultent sur la production. En fait, la normalisation influe dans une mesure aussi grande sur tous les autres stades de la production, en partant de la matière jusqu’au produit final livré au consommateur.

Je crois, pourtant, que toute personne qui s’occupe de la fabrication d’éléments architectoniques d’un degré variable de complexité, s’est rendu compte que ce n’est pas l’équipement de production qui fixe la limite du nombre d’éléments variables que l’on peut produire, mais bien le total de ces éléments que les services administratifs sont capables de traiter à coût raisonnable et avec un nombre minimum d’erreurs depuis le stade initial des achats jusqu’à la livraison et la construction. Il s’ensuit que la diminution du nombre d’éléments variables qui résulte d’une normalisation modulaire dimensionnelle pourrait bien avoir une importance plus grande pour les opérations autres que la production. D’autre part, tout ceci varie d’un produit à un autre, de la méthode de fabrication utilisée, de la production pour des stocks ou pour des commandes spéciales etc. de sorte qu’on ne peut pas tirer des conclusions générales en cette matière.

Il est pourtant capital que nous nous en souvenions maintenant, vu qu’on tend de plus en plus à faire appel à la préfabrication, c’est-à-dire le transfert des opérations du chantier de construction vers l’usine. A cause de ce transfert, en même temps que les bénéfices qui résultent de la préfabrication, il faut accepter le fait qu’on dispose de moins d’éléments variables, mais on peut conclure de ce que j’ai dit auparavant que les effets d’une normalisation rigide avec peu d’éléments variables pourraient bien être beaucoup plus sérieux en ce qui concerne le processus administratif qu’en ce qui concerne la production proprement dite.

Puisqu’on reconnaît de plus en plus que la rationalisation signifie bien plus qu’une simple augmentation du rendement, il ne fait aucun doute qu’on réussira à accroître l’intérêt que l’on porte à la normalisation modulaire dans l’industrie des matériaux et des éléments de construction.

Mise en application de la normalisation modulaire

Maintenant, si nous sommes d’accord sur le fait que la normalisation modulaire dimensionnelle est importante, il reste à résoudre le problème de savoir qui sera chargé de la mettre en application. Mettre en place une coordination modulaire signifie, bien sûr, deux choses. Tout d’abord, c’est l’analyse des principaux problèmes relatifs à l’introduction de la coordination modulaire, l’étude générale des tolérances etc. et l’établissement de standards modulaires. En cette matière, les conceptions varient quelque peu d’un pays à un autre, même en ce qui concerne l’étape finale - car l’établissement de normes modulaires nationales est généralement réservé à l’institut national de normalisation. Mais les examens auxquels ces normes sont soumises sont souvent faits par l’institut national de recherches en matière de construction (par

exemple en France et au Danemark), alors que dans d'autres pays (l'Allemagne et la Suède) cette tâche est également effectuée par l'organisme national de normalisation. Mais, quelle que soit la personne ou l'institution qui est chargée de la première étape, c'est toujours à l'industrie elle-même qu'incombe la tâche de trouver une solution pratique à la mise en application de la coordination modulaire. Dans la plupart des pays, il y a un sentiment de mécontentement à cause de la lenteur que met l'industrie à accepter le concept modulaire et on a suggéré - ou appliqué diverses mesures destinées à obliger plus ou moins l'industrie à adopter les dimensions modulaires. Personnellement, je suis convaincu que la coordination modulaire sera non seulement utilisée, mais considérée comme indispensable le jour où l'industrie se rendra compte que ce procédé présente des avantages peut-être encore discutables maintenant, mais qui s'affirmeront de plus en plus à l'avenir. Compte tenu du nombre croissant d'éléments qui sont préfabriqués, cette étape sera franchie d'un jour à l'autre. Maintenant, la question n'est pas de savoir "quel sera le coût d'adaptation et quels seront les avantages éventuels," mais plutôt "si nous pouvons nous permettre de rejeter le concept".

Coût d'adaptation

Il est nécessaire d'examiner attentivement cette question du coût d'adaptation car elle intervient fréquemment dans les discussions à propos de la coordination modulaire. Les opinions sur le coût d'adaptation sont basées ou sur une connaissance rudimentaire de ce procédé ou sur une analyse insuffisante du coût d'adaptation de la production envisagée et parfois même sur les deux.

Premièrement, il est nécessaire d'établir quelles dimensions doivent être changées, car même une coordination modulaire de 100 p. 100 *n'implique pas nécessairement* que toutes les dimensions sont modulaires. Il n'y a que les dimensions de coordination ou plus exactement les *dimensions de coordination générales* qui doivent être modulaires. Par exemple: le cadre et le panneau d'une porte. Ceci signifie généralement que l'adoption de dimensions modulaires n'implique pas du tout qu'il est nécessaire d'introduire un système complet de nouvelles dimensions, mais qu'il suffit de faire un ajustement qui n'aura qu'un effet partiel sur les éléments dimensionnels de l'équipement de production (machines, matrices, etc.).

De plus, la coordination modulaire n'est généralement pas mise en place en un seul jour. Les machines, les matrices qui doivent être adaptées à des dimensions modulaires n'ont de toute façon qu'un temps d'utilisation limité, de sorte que l'adaptation peut se faire à un moment où les outils doivent être changés pour des raisons techniques.

Finalement, toutes les personnes liées au secteur industriel sont conscientes que l'évolution technique et sociale du monde moderne oblige souvent le fabricant à remplacer son équipement bien avant que ce soit techniquement nécessaire.

Les discussions que j'ai eues à ce propos dans de nombreux pays m'ont appris qu'en première analyse, le coût d'adaptation est fortement surestimé. Quand tout le problème a été attentivement examiné, on s'est généralement rendu compte que le coût, s'il n'est pas négligeable, est du moins raisonnable.

Importance de la coordination modulaire pour l'économie en général

Que signifierait la coordination modulaire pour l'économie totale de votre pays? Il est, bien sûr, assez difficile de calculer en dollars l'accroissement du rendement et de la production qui résulterait d'une normalisation des dimensions modulaires. Ce serait déjà une tâche bien difficile pour quelqu'un qui connaît bien l'industrie canadienne des matériaux et des éléments de construction - et pour moi, en tant qu'étranger, ce serait presque impossible, de sorte que je n'essaierai pas de trouver une réponse à cette question. Néanmoins, nous pourrions quand même essayer de donner indirectement une réponse en dollars.

La production totale de l'industrie de la construction canadienne, en excluant la construction de routes etc. et les réparations et l'entretien, se chiffre à environ 5 milliards de dollars, si j'ai bien lu vos statistiques. Supposons maintenant que l'application de la normalisation des dimensions modulaires avec tous les avantages qui en résulteraient signifie une réduction moyenne du coût de 1 p. 100, et je crois que vous serez tous d'accord pour admettre, surtout après tout ce qui a été démontré dans les exposés ultérieurs, qu'il s'agit là d'une estimation assez modeste plutôt que d'une exagération. Cette réduction de 1 p. 100 du coût, ou si vous préférez l'augmentation du rendement, donne naissance à un gain appréciable de 50 millions de dollars. Sur la base d'un rendement de 20 p. 100, cette augmentation de 1 p. 100 justifierait des investissements de l'ordre de 250 millions de dollars. Il va de soi que tous les chiffres ne donnent qu'une indication fort vague de la situation. Dans certains cas, les taux d'investissement et les gains annuels peuvent être plus favorables que dans d'autres. Une chose est pourtant évidente: c'est l'importance primordiale des résultats produits par la normalisation des dimensions modulaires sur l'économie nationale dans son ensemble.

Après avoir entendu les exposés précédents et maintenant celui-ci, je crois que vous conviendrez avec moi que la normalisation des dimensions modulaires offre de grands avantages, mais qu'il est également nécessaire d'adopter certains changements non seulement au point de vue technique mais surtout au point de vue de l'attitude, de la façon d'aborder le problème à cette époque essentiellement industrielle. Permettez-moi de citer les paroles d'un grand Irlandais du siècle dernier: "Vivre c'est changer, mais la perfection c'est de changer souvent". Si cela était vrai dans le passé, ça doit l'être encore plus maintenant. Notre monde change tellement vite que le problème principal auquel l'être humain doit faire face est de pouvoir suivre cette évolution. La condition sine qua non qui mènera les individus ou les pays sur la voie du succès sera l'adoption de tous les changements que l'évolution rapide de notre monde nous impose.

DISCOURS DE
M. PHILIP DUNSTONE
SPÉCIALISTE EN MACHINES ÉLECTRONIQUES
LONDRES (GRANDE-BRETAGNE)

LA COORDINATION MODULAIRE ET L'ENTREPRENEUR EN CONSTRUCTION

A. La coordination modulaire

Ce devait être sûrement un Nord-américain qui a dit "Si quelqu'un vous dit qu'il s'agit d'un principe, c'est plutôt de l'argent!" Ainsi, si je vous parle des principes de la coordination modulaire, en fait c'est d'argent que je vous parle.

Lorsque je suis allé à la Maison du Canada à Londres pour entreprendre certaines recherches sur votre industrie de la construction, on m'a fait la citation suivante: "Parler d'argent, c'est parler un langage universel". Ils n'ont vraiment pas dit cela textuellement, mais ils m'ont dit "Ces gens que vous rencontrerez aiment bien le timbre de l'argent". D'un autre côté, n'essayons pas de nous leurrer: L'architecte, l'ingénieur et, dans une certaine mesure même, le fournisseur peuvent se permettre de nager dans les nuages, mais c'est l'entrepreneur qui engage des fonds dans un projet de construction.

Vous vous demanderez peut-être: "Que peut connaître un métreur anglais en matière d'industrie de la construction au Canada?" Voici la réponse à cette question: Pratiquement rien, mais ce que je connais et ce que je peux constater de mon poste d'observation où je vois ce qui se passe en Grande-Bretagne et en Europe en tant que métreur, est que la coordination modulaire augmentera la productivité de l'industrie de la construction dans tous les pays. Je peux vous parler de principes, mais je dois bien entendu vous laisser le soin de les convertir en argent en considérant votre propre industrie et ses circonstances particulières. En d'autres termes, je ne suis pas venu vous apprendre comment sucer un oeuf, mais peut être simplement comment en trouver avec dextérité la coquille. Je ne vous promets pas que vos bénéfices augmenteront immédiatement, mais j'espère seulement qu'avec le temps ils pourront faire comme les minijupes de Londres, c'est-à-dire offrir un charmant accroc à la modestie.

En Grande-Bretagne, nous sommes encore aux étapes préliminaires du progrès vers une industrialisation complète de la construction, et nous avons encore beaucoup à apprendre en matière de normalisation et de coordination modulaire et des dimensions. A l'heure actuelle, nous nous trouvons en face de deux conceptions de construction industrialisée liées inextricablement à la coordination modulaire; une consiste à standardiser les éléments au point d'être complètement interchangeables, tout en laissant à l'architecte la liberté de concevoir le bâtiment comme il l'entend. Celle-ci est appelée le système "ouvert". L'autre, qui est le système "fermé", comporte des éléments qui ne sont pas nécessairement interchangeables avec qui sont généralement employés dans la construction mais qui néanmoins, offrent un avantage de prix en raison de leur provenance de la fabrique. En pratique, bien qu'il existe sur le marché un nombre considérable de systèmes fermés, il faut reconnaître qu'un petit nombre seulement parmi cette grande variété d'éléments est utilisé dans le système ouvert. D'un autre côté, l'idée d'une combinaison des deux est examinée avec intérêt de sorte que, par exemple, la structure d'un système fermé (qui doit être coordonné modulairement) peut être revêtue, parée et jointe avec des éléments du système ouvert. J'utiliserais, par conséquent, dans ce qui suit le terme "coordination modulaire" comme applicable aux méthodes courantes et traditionnelles de construction, tout en visant particulièrement la standardisation et l'industrialisation futures de l'industrie. Je crois comprendre que ceci s'applique au Canada.

A l'heure actuelle, nous sommes en train d'envisager notre propre industrie de la construction à la lumière de la tendance récente d'une conversion probable au système métrique, et il est trop évident que la coordination modulaire est un des facteurs importants qui peuvent améliorer d'une façon générale l'efficacité et réduire le coût de la construction à l'avantage de l'économie nationale. Le gouvernement a décidé de faire de la coordination modulaire une partie intégrante de la conversion au système métrique. Dans tous les cas, la coordination modulaire offre l'occasion d'une nouvelle appréciation de notre pratique en matière de construction et je suis convaincu que nous aurions abouti à cette nouvelle manière de penser et le système métrique n'a fait que l'accélérer. En vous fondant sur notre expérience, vous devriez pouvoir utiliser la coordination modulaire non seulement en raison de ses propres avantages mais aussi pour concentrer votre attention sur d'autres sujets connexes tels que communications, standardisation des dessins et des spécifications, classification et diminution de la variété des produits donc nous avons déjà examiné aujourd'hui plusieurs aspects. Bref, passer en revue tout le domaine de la normalisation dont la coordination modulaire est une partie. Mais permettez-moi de passer du général au particulier pour voir comment cela peut être avantageux à l'entrepreneur en construction.

Il est évident que condenser un sujet pareil en 45 minutes c'est comme sélectionner Miss Univers: tous les éléments sont bons, mais il faut malgré tout procéder à une élimination presque complète. Je me propose de traiter le sujet par une série de questions qui ont toutes été choisies avec une telle adresse que la réponse est toujours affirmative.

1. La coordination modulaire facilite-t-elle l'estimation et la soumission d'offres?

La coordination modulaire réduit le temps nécessaire au mesurage et à l'estimation parce qu'elle encourage la standardisation, l'industrialisation et l'idée de construction à l'aide d'une "trousse de pièce". Elle simplifie la documentation, ce qui permet une vérification plus rapide et plus précise des offres. Il y a moins de facteurs inconnus à cause de l'élimination presque totale du coupage, ce qui signifie un contrôle plus minutieux de la teneur en main-d'oeuvre et, puisque ces éléments sont rarement coupés, le facteur de risque en ce qui concerne ces éléments, contrairement à celui relatif aux matériaux courants non coordonnés, est beaucoup plus faible. Une fois que la méthode est bien connue, les imprévus du chantier dont on doit tenir compte dans l'offre deviennent moins nombreux. Ici encore, grâce à la normalisation, on obtient plus facilement des renseignements du chantier qui peuvent servir de données aux offres futures. De même, on peut fixer d'avance les prix d'une liste d'éléments et conserver celle-ci pour s'y référer quant aux articles particuliers qui doivent être inclus dans les offres. S'il s'agit d'un contrat qui doit être négocié, tous les facteurs que je viens de mentionner rendent l'accord plus facile et plus rapide. Tout ceci s'applique aussi aux travaux des soustraitants et facilite leurs contrats avec l'entrepreneur principal. Enfin, la coordination modulaire ouvre la voie au calcul mécanique préalable de l'estimation et de l'offre.

2. L'aménagement du chantier est-il rendu plus facile?

Si le mesurage du chantier est effectué en fonction de modules plutôt qu'en pieds et pouces, ceci rend la préparation plus facile et celle-ci peut être vérifiée plus facilement. La méthode courante de le faire consiste à marquer des mires avec des bandes blanches et noires. Comme les éléments augmentent de 4 pouces, la première rangée d'éléments règle l'exactitude de l'emplacement et permet de faire des corrections qui, bien qu'impliquant une certaine perte de temps, sont probablement faites plus tôt qu'avec des méthodes de construction non coordonnées. Si l'on emploie des éléments pour les infrastructures, on peut épargner encore plus d'ennuis étant donné que cette double vérification a lieu encore plus tôt.

3. La coordination modulaire aide-t-elle l'administration du chantier?

L'administration peut se définir comme étant l'établissement d'un équilibre entre les ressources disponibles et les travaux à effectuer et c'est dans ce domaine que, grâce à un stimulant approprié, la plupart des organisations peuvent être améliorées. La coordination modulaire implique par sa nature même une bonne administration; les méthodes de construction sont plus simples, mais elles exigent une meilleure planification. Ainsi, des retards de livraison ou les erreurs de commande peuvent occasionner une suspension beaucoup plus grave de tous les travaux dans une construction coordonnée que dans une autre qui ne l'est pas. En admettant que la qualité de l'administration soit à la hauteur de la tâche, la plus grande attention à fournir une administration efficace qu'exige la coordination modulaire doit aboutir à un meilleur rendement.

4. La surveillance des travaux est-elle simplifiée?

Avec la forte proportion d'éléments préparés à l'avance que la coordination modulaire apporte, il faut moins de surveillance de la qualité des procédés "humides", mais l'inspection plutôt que la surveillance s'impose davantage. Ayant approuvé les échantillons et effectué quelques vérifications au hasard, la qualité des éléments produits par la fabrique est assurée et, au fur et à mesure que ceux-ci remplacent les procédés effectués sur le chantier, la surveillance du mélange de béton sur le chantier et des autres opérations semblables diminue. Pour que ces inspecteurs soient efficaces, ils doivent être différents des chefs de chantiers et en être entièrement indépendants. Ceci ressemble plutôt au pouvoir judiciaire d'un pays par rapport à son pouvoir exécutif.

Ces inspecteurs doivent relever directement du bureau central et constituer ainsi un moyen de contrôle sur la direction du chantier; ils doivent aussi effectuer des visites irrégulières au chantier tout en apportant un contrôle minutieux lorsqu'ils y vont. Les inspecteurs doivent connaître les méthodes de jointement ainsi que la théorie et la pratique des tolérances. Ils doivent revenir du chantier avec des renseignements statistiques sur ces questions non seulement au profit de l'entrepreneur mais aussi et surtout à l'avantage du concepteur. Leurs rapports peuvent aussi influencer la décision de l'entrepreneur d'acheter ou de ne pas acheter certains produits dont la tolérance est moindre ou dont la largeur du joint est dans les limites que son personnel peut manipuler efficacement d'après ses constatations. Plus tard, je donnerai davantage de

détails au sujet des joints, ajustements et tolérances mais nous devons nous libérer de la façon de penser qui nous a été illustrée par une société de fabricants de panneaux de bois. En réponse à la question: "Quelle est la tolérance avec laquelle vous fabriquez vos produits?" ils répondirent "Nous ne prévoyons aucune tolérance dans nos travaux, nos produits sont rigoureusement précis." Naturellement, vous constatez la stupidité de cette remarque mais, croyez-moi, vous aurez du fil à retordre pour faire comprendre les choses à certaines personnes et les débarrasser de cette mentalité.

Evidemment, la surveillance des travaux manquera quelquefois dans les chantiers les mieux organisés et j'ai connu un chantier en Angleterre où cette vérité est apparue à tout le monde au point d'embarrasser le contremaître. Il s'agissait de la construction d'un "pub" (un projet très louable. je suis sûr vous en conviendrez) où après avoir terminé la cave et coulé le béton du plafond qui était le parquet du rez-de-chaussée, on avait constaté qu'on avait oublié un malaxeur de béton dans la cave. Il a fallu plusieurs heures à un mécanicien pour le démonter avant de pouvoir le faire sortir. Cependant on avait résolu un autre problème, celui de trouver un nom à ce "pub"; en effet, les clients l'appelèrent désormais "The Good Mixer" (Le bon malaxeur).

5. Quelles sont les répercussions sur les travailleurs individuellement?

Un des effets de la coordination modulaire sur les travailleurs est la tendance à réduire la main-d'oeuvre sur les chantiers et à la remplacer par des produits fabriqués. Du point de vue du travail en hiver, j'aurais dû penser que ceci est très souhaitable au Canada où un de vos problèmes consiste précisément à équilibrer l'emploi de la main-d'oeuvre dans l'industrie de la construction entre l'hiver et l'été. La main-d'oeuvre qui reste sur les chantiers tendra à devenir une main-d'oeuvre qualifiée qui travaillera en groupe plutôt que des ouvriers effectuant une opération individuelle et ces travailleurs seront des manutentionnaires plutôt que des ouvriers. Il pourrait y avoir une tendance parmi les fabricants à vouloir mettre en place leurs propres produits et ici aussi le résultat serait une main-d'oeuvre formée de manutentionnaires plutôt que d'hommes de métier. La manutention mécanique naturellement augmentera et le recours à l'équipement plutôt qu'à des outils manuels deviendra l'aptitude de base des opérateurs. Il est évident que ce que je viens de dire pourrait s'appliquer et s'applique en fait à la construction industrialisée mais non coordonnée.

6. Combien de temps faut-il pour former des spécialistes et s'adapter à la coordination modulaire?

Même si tous reconnaissent la nécessité de trois étapes avant que soit efficace le travail du personnel spécialisé des trois principales divisions, les opérateurs, les surveillants et les inspecteurs, d'aucuns pensent que c'est insuffisant et que copier les autres ne suffit plus. Ces gens croient qu'on obtient de meilleurs résultats avec un programme de formation adéquat, en utilisant un enseignement de programmation propre à former les spécialistes nécessaires dans un ou deux métiers au moins jusqu'au niveau du surveillant. Une fois les nouvelles techniques apprises, les opérateurs ont l'impression d'appartenir au club modulaire et sont heureux d'employer le vocabulaire du métier, d'utiliser les termes de "tolérances minimales", de "quadrillage" et de "quadrillages en tartan" pour confondre leurs compagnons non initiés. Nous sommes

tous ainsi faits. Cependant, la formation doit être réaliste et je me rappelle l'histoire d'un ouvrier londonien en train de couper une rainure dans un mur de béton d'une centrale d'énergie atomique. Un savant s'arrête devant lui et lui dit: "Je travaille avec un équipement électronique spécial et je dois calculer au dix millièmes de pouce; quelle sorte de précision devez-vous atteindre?" Et l'ouvrier de lui répondre: "Vous ne seriez d'aucune utilité ici, mon homme, mon surveillant affirme que nous devons atteindre 100 p. 100 de précision."

7. Combien d'éléments faut-il couper et quelle est en général la réduction de la perte des matériaux?

L'un des grands avantages de la coordination modulaire est sans contredit la grande réduction de la perte des éléments par la coupe et on s'attend, avec le développement des techniques, à une élimination totale de cette perte.

Un entrepreneur a estimé qu'avec les méthodes traditionnelles la perte des matériaux était d'environ 5 p. 100, tandis que la coordination modulaire n'entraîne qu'une perte de 1 1/2, même de 3/4 p. 100. Elle constitue donc en elle-même un avantage substantiel. Même si présentement la coordination modulaire est encore en état d'évolution, il peut être moins coûteux de procéder à une coupe que de jongler indéfiniment avec des pièces pour les assembler. Il est toutefois nécessaire de prendre consciencieusement une décision.

8. Comment la coordination modulaire peut-elle accélérer l'ajustement, le montage et l'assemblage?

Les éléments étant indiqués sur le quadrillage, les problèmes de montage et d'assemblage sont moins compliqués que ceux qui sont occasionnés par les méthodes traditionnelles de construction, surtout si l'on a recours à un système de mesure à base de modules. Comme les mêmes difficultés se répètent toujours, les employés devraient être mis au courant au préalable et le dessin devrait être modifié afin d'éviter ces erreurs à l'avenir. Si l'on sait, par exemple, que l'installation d'un certain linteau pose des problèmes parce que les unités contiguës ne sont pas ajustées, cette opération se fera plus facilement et la source du problème étant déterminée, le dessinateur pourra modifier le linteau fautif.

Les paiements étant versés au fur et à mesure de l'avancement des travaux, il y a tout intérêt à terminer la construction dans un court délai.

Les manuels de montage peuvent être utilisés de façon efficace sur place ou peuvent être étudiés avant le début des travaux. Ils contiennent des renseignements précieux sur certains cas spéciaux et indiquent où certaines difficultés peuvent se présenter.

La formation et la connaissance des techniques, surtout celles se rapportant aux joints et aux écarts admissibles, ont une grande importance. Il sera quelquefois difficile de trouver les causes du problème car les ouvriers n'ont pas reçu la formation nécessaire. Un de mes collègues vérifiait un jour l'état de certains travaux. Des fenêtres devaient être installées dans des ouvertures préformées de panneaux de bois. Il

demanda au contremaître si on avait eu des problèmes lors de l'installation. "non," répondit ce dernier, "aucun ennui". Après une vérification poussée, mon collègue découvrit que plus d'un tiers des ouvertures avait été coupées ou ajustées de façon à permettre l'installation des fenêtres. Si l'on avait vérifié la chose et informé les responsables, cette erreur aurait pu être évitée pour l'avenir, mais, fait inquiétant, le contremaître ne trouvait rien d'anormal à la situation. C'est un point qu'il faudra surveiller dans la formation des surveillants sur place.

9. La codification s'applique-t-elle particulièrement à la coordination modulaire?

La codification soulève la question des communications dans toute l'industrie et c'est un problème que nous, en Grande-Bretagne, tentons de résoudre à l'aide d'une étude relevant du ministère des Travaux et des Bâtiments publics.

En tant que société, nous tentons présentement une expérience de codification en rapport avec le système Cosmos. Ce système a été conçu par Colin Davidson qui vous en a déjà parlé et qui s'est inspiré des principes de la coordination modulaire. C'est un système ouvert bien qu'on l'emploie de plus en plus comme système fermé. Il y a quatre ans nous avons acheté notre propre ordinateur et, depuis trois ans, nous soumettons tous nos devis à cette machine qui s'empare littéralement de feuilles de mesures non quadrillées et produit un document fini sur des plaques lithographiques tirées en offset. Comme vous le savez, nos méthodes d'appels d'offres au Royaume-Uni sont très différentes des méthodes en usage au Canada. De façon générale, un métreur détermine les devis qui font partie du contrat et les entrepreneurs qui soumissionnent fixent un prix mais il ne déterminent pas eux-mêmes les quantités requises. Nous avons préparé, à l'intention du système "Cosmos" des feuilles de dimensions préparées à l'avance où les situations possibles des éléments ont été déterminées préalablement. Prenons le cas d'un panneau de mur en béton comme exemple. Nous avons étudié ce panneau et ses différents accessoires lorsqu'il est placé au centre d'un mur extérieur, dans un angle, ou encore lorsqu'il est utilisé comme partie d'un mur commun. Tous les articles contenus dans la feuille de dimension sont codifiés à l'avance de sorte que le métreur n'a qu'à compter les éléments principaux et les inscrire dans les espaces appropriés. Les feuilles sont ensuite acheminées directement vers des employés qui portent les renseignements sur des bandes de papier soumises à l'ordinateur qui imprime les matériaux et un programme de pose des matériaux et une liste des accessoires, qui sont compris dans les devis. Les codes qui alimentent l'ordinateur sont inscrits sur les dessins et sont indiqués sur les éléments mêmes, ce qui fait qu'une série complète de renseignements se forment à partir du croquis en passant par l'épure et autres jusqu'au montage. Dans chaque cas, seule la partie nécessaire à l'identification de la pièce est utilisée et le reste est rejeté. Le temps ne me permet pas d'élaborer davantage, mais je suis certain que M. Colin Davidson se fera un plaisir de répondre à toutes vos questions se rapportant au système "Cosmos". Je me ferai également un plaisir de vous renseigner sur les réalisations relatives à "Cosmos" ou autres réalisations d'ordre général.

La standardisation, et ceci comprend l'adoption de la coordination modulaire, doit être un concept national. Au Royaume-Uni, ce ne fut qu'au moment où la valeur de la coordination modulaire fut reconnue de tous et reçut une approbation officielle

que l'on put réaliser de véritables progrès dans l'acceptation nationale du concept. Je présume qu'en pratique, cet obstacle a déjà été franchi au Canada.

La standardisation doit être conçue de telle façon qu'on peut prévoir une longue période d'utilisation des matériaux dont les éléments sont faits ce qui en fin de compte donnera naissance à une baisse des prix. Encore une fois, c'est tout d'abord au gouvernement qu'incombera la charge de mettre en oeuvre de vastes programmes.

Toute mesure visant à réduire le nombre des éléments doit être appliquée pour des raisons similaires et ceci est connu sous le nom de "réduction de variétés". Le succès de cette mesure dépend de la collaboration entre les fabricants et leurs associations professionnelles ou tout autre organisme qui sert d'intermédiaire. Au Royaume-Uni, ce rôle est joué par l'Institut britannique de normalisation et par la Société modulaire. En résumé, la coordination modulaire présente les avantages suivants sur les méthodes de construction qui font appel à des dimensions non coordonnées, surtout en ce qui concerne l'accroissement de la productivité et de l'efficacité:

Les règles rigides encouragent la standardisation et l'industrialisation.

On provoque une réduction des éléments utilisés.

On réduit ou on élimine même les découpages.

Moins de matériaux sont gâchés.

On peut réduire le temps nécessaire à l'évaluation et à l'introduction de la soumission.

On réduit le nombre d'erreurs commises lors de la conception des plans du site de construction.

Une meilleure direction des travaux est requise ce qui amène une plus grande efficacité.

Si les inspecteurs ne sont pas en contact constant avec les surveillants de chantier, un gain considérable sera réalisé.

A condition que les principes de la méthode, et particulièrement ce qui a trait aux joints et aux tolérances, soient bien connus, le travail sur chantier pourra être réduit.

Surtout au Canada, la conception modulaire peut contribuer à un nivellement entre la période creuse de l'hiver et l'intense activité qui a lieu en été.

On peut appliquer plus facilement un système de communication uniforme et efficace.

En guise de conclusion, j'aimerais vous citer quelques lignes extraites du rapport de la Commission Économique de l'Europe. "La coordination dimensionnelle, au lieu d'être un sujet de discussion intéressant pour un nombre limité de spécialistes, est maintenant devenue un moyen nécessaire qui peut contribuer dans une large mesure à l'accroissement de la productivité dans le domaine de la construction. En d'autres termes, on est passé du stade théorique et technique à celui de la mise en application."

B. Les combinaisons de nombres

A présent, permettez-moi de changer complètement de sujet et de passer à un tout autre aspect de la coordination modulaire, c'est-à-dire les combinaisons de nombres. Vu le peu de temps qui m'est alloué, ce ne sera guère plus qu'une introduction, mais j'espère toutefois que les entrepreneurs et les esthéticiens y trouveront des points intéressants.

Que sont les combinaisons de nombres?

Une combinaison de nombres peut être définie comme étant le groupement de plusieurs éléments de différentes dimensions. Définition qui peut être illustrée par un exemple simple:

Prenons deux panneaux, dont l'un est composé de 3 modules (1' 0") et l'autre de 5 modules (1' 8" de largeur). Utilisant n'importe quel nombre de panneaux, il est toujours possible de les assembler de manière à former des combinaisons de largeurs de 3, 5, 6, 8 et de toute largeur supérieure à 8 modules.

Les combinaisons sont donc simplement les différentes manières dont on peut assembler les éléments pour combler un espace.

Pourquoi les combinaisons sont-elles si importantes?

Premièrement, parce qu'elles permettent aux fabricants d'adopter les dimensions d'éléments les plus avantageuses – dimensions qui (1) rempliront le plus d'espace possible et qui (2) seront susceptibles de produire le nombre le plus varié d'assemblages. En d'autres termes, en appliquant le principe des combinaisons de nombres, le fabricant pourra produire les séries d'éléments qui conviennent.

Deuxièmement, elles permettent aux esthéticiens de faire le meilleur choix possible parmi les dimensions disponibles. Ceci est un point extrêmement important parce que la connaissance des dimensions permet à l'esthéticien de respecter le principe de liberté et de flexibilité. Examinons la question en toute franchise. Certains craignent que l'usage de la coordination modulaire et l'application croissante des techniques de construction industrialisées vont "bloquer" l'architecture et la réduire à une simple technique de mécano aux prescriptions rigides. Rien ne saurait être moins vrai, si l'application pratique des combinaisons est bien comprise. De plus, l'application convenable des combinaisons permettra également de faire un usage plus efficace des matériaux traditionnels qui servent à la fabrication des éléments.

En troisième lieu les combinaisons servent de guide aux entrepreneurs de construction, tout en leur laissant le choix en ce qui concerne les nombres et les dimensions les plus adéquats pour remplir tel ou tel espace donné.

C'est pour cela que les combinaisons constituent un facteur important de l'aspect économique de la construction.

La table des nombres critiques

Qu'est-ce qu'un nombre critique (NC)? Revenons à nos deux panneaux qui, combinés, forment le nombre 8 et toute largeur supérieure à 8. Ainsi, 8 est le nombre critique de 3 et de 5. C'est lorsque ce nombre "critique" est atteint que les éléments commencent à remplir tout l'espace voulu – donc ce nombre sera celui de leur "point de départ".

A partir de maintenant, je vais surtout parler des nombres entiers mais, comme vous vous en serez déjà rendu compte, ces nombres entiers peuvent tout aussi bien représenter des modules, des milles, des millimètres, des verges et des perches; c'est la corrélation des nombres qui importe.

Quelles sont les applications pratiques de la table des nombres critiques (NC)?

Un problème typique d'ordre pratique pourrait être celui-ci: Un fabricant décide de s'en tenir aux deux dimensions de 9M et de 11M (3' 0" et 3' 8"), parce que ce sont les seules possibilités que lui offrent ses installations actuelles. Il voudrait produire une troisième dimension, la plus large possible, mais dont le nombre critique ne dépasserait pas 48M (16' 0"). Quelle troisième dimension devrait-il choisir? Un simple coup d'oeil sur la table nous permet de trouver que ce nombre est 30M (10' 0").

Qu'est-ce qu'un "combigraphe" et à quoi sert-il?

Pour l'établissement du plan architectural, il importe de savoir non seulement si un espace donné peut être comblé par certaines dimensions, mais aussi par combine de dimensions "a", combien de dimensions "b" et combien de dimensions "c".

C'est la combigraphe qui nous le dira. Il s'agit d'un instrument de la conception industrielle qui a un double objectif: (1) mettre en lumière les modèles de base et (2) permettre de trouver les combinaisons qui s'imposent.

CONCLUSION

Je vais donc répéter, pour conclure, ce que j'ai déjà énoncé au sujet de l'importance des combinaisons?

1. Elles aident les fabricants à choisir les dimensions voulues.
2. Elles permettent à l'architecte d'employer des éléments tout en lui laissant le choix et la flexibilité du modèle.

Pour ma part, je pense que l'architecture est destinée soit à suivre les nouvelles méthodes de construction qui émergent, soit à se laisser submerger par ces techniques et, à mon avis, l'usage des combinaisons de nombres pourrait être un élément important de la continuité de sa mobilité.

C. Une société modulaire au Canada

Presque tout ce que vous avez entendu lors de cette conférence provient en quelque sorte de la Modular Society of London. J'aimerais prendre encore, avec votre permission quelques minutes pour vous parler de cette société.

Depuis sa fondation, il y a quinze ans, cette société n'a cessé de poursuivre son objectif qui consiste à "augmenter l'efficacité de la production par la promotion de la coordination modulaire et à améliorer le standard des qualités architecturales des parties standardisées".

Sa voix criait autrefois dans le désert; elle est actuellement entendue et écoutée par le Gouvernement qui vient de décider qu'avec l'adoption du système métrique, la coordination modulaire serait désormais acceptée dans les industries de construction comme la base des futures exploitations.

Durant toute cette période de lutte, la force de la Société a résidé dans les nombreuses disciplines auxquelles appartiennent ses membres. Des architectes, des entrepreneurs, des ingénieurs, des fabricants, des analystes de quantités des sous-traitants et des fournisseurs ont constitué et ils continuent de constituer un forum et un centre de discussion et d'expérimentation pour les industries de construction dans le secteur de la normalisation.

J'ai tiré la plupart de mes affirmations de la préface signée Lord Holford, dans l'édition spéciale n° 3, 1967, de la publication intitulée "The Modular Quarterly" qui souligne les travaux accomplis par la Société au moment où, ayant réalisé ses premiers objectifs, elle peut enfin étendre le cadre de ses activités.

Un des buts de cette série de conférences est de promouvoir l'acceptation du système modulaire par la dispersion des connaissances en vue d'augmenter la productivité.

Puis-je vous suggérer, à cette unique fin, d'envisager l'éventualité de la fondation d'une telle société au Canada? Société sans but lucratif dont les membres appartiendraient à tous les secteurs de l'industrie de la construction, elle serait en mesure d'atteindre cet objectif, pour le plus grand bien des Canadiens. Je sais que je parle au nom de tous les membres de la Modular Society of London quand je vous assure que nous serons très heureux de vous aider dans toute la mesure du possible à fonder la Société modulaire du Canada.

DISCOURS DE
M. COLIN H. DAVIDSON
CONSEILLER, CONSTRUCTION INDUSTRIALISÉE
LONDRES (GRANDE-BRETAGNE)

LA COORDINATION MODULAIRE ET LA CONSTRUCTION INDUSTRIALISÉE

Au risque de me faire mal voir par les organisateurs de cette série de conférences, j'aimerais changer quelque peu le titre de nos discussions qui est LA COORDINATION MODULAIRE ET LA CONSTRUCTION INDUSTRIALISÉE et adopter l'intitulé INDUSTRIALISATION ET COORDINATION. Il y a une nuance assez subtile qui, j'espère, apparaîtra au cours de l'exposé que je vais faire.

J'ai l'intention de commencer par quelques remarques d'introduction, de parler de la construction industrialisée comme les *autres* la voient et ensuite il faudra que je clarifie ce que moi j'entends par la construction industrialisée de sorte que nous puissions en discuter en connaissance de cause. Je postulerais deux règles de base relatives à l'industrialisation: la règle de la "*répétition efficace*" et la règle des "*préjugés héréditaires*". Je donnerai un ou deux exemples de ce que les gens ont véritablement fait au nom de la "construction industrialisée". En guise de conclusion, nous essaierons de voir ce que l'avenir nous réserve en ce domaine.

Il y a tout d'abord deux choses que je dois dire à propos de l'industrialisation: premièrement, je n'identifie pas l'*industrialisation* avec la *préfabrication*; ce ne sont pas nécessairement deux choses identiques. Deuxièmement, bien que ce soit mon désir le plus cher de voir l'industrialisation en harmonie constante avec les possibilités d'innovation fantastiques de notre siècle, représentées par les nouvelles formes de construction, ce n'est pas toujours le cas. En donnant une description de l'industrialisation, je parle de quelque chose d'essentiellement pratique, quelque chose que nous pouvons faire aujourd'hui sans nécessairement faire appel aux formes extrêmes de l'imagination et de l'invention. Je pense par exemple à la maison-coupole de Fuller et à la boîte-logement expérimentale russe construite entièrement en plastique ou encore aux maisons en papier repliables érigées dans la vallée de Sacramento en Californie pour les ouvriers agricoles itinérants. Je ne dis pas qu'il ne s'agit pas là de construction industrialisée mais j'insiste surtout sur le fait que même sans aller jusque là, nous pouvons quand même mériter le titre de "constructeurs industrialisés".

Dans l'industrie de la construction comme vous le voyez illustré sur ce diagramme, il arrive malheureusement trop souvent que nous travaillions d'une façon fragmentaire, en tant qu'*individus* seulement. J'aimerais vous demander d'examiner très attentivement ce diagramme; au cours de l'exposé qui va suivre, nous allons à plusieurs reprises suivre les variations qui y sont apportées et il est important de mémoriser celui-ci afin de pouvoir identifier plus tard ces variations.

Voici la situation telle que nous la connaissons aujourd'hui: il y a un *ensemble* de personnes connues sous le nom de clients, mais quand il s'agit de l'un d'entre nous en particulier, il n'y a qu'*un seul* client à la fois. Ce client donne à l'architecte des directives bien précises (et par le mot "architecte" j'entends également les ingénieurs). Ces gens interprètent les désirs du client et élaborent une série de dessins qui donnent des indications *de ce qui doit être construit*. L'entrepreneur, à son tour, reçoit ces indications et étudie la *façon dont il pourra les mettre en pratique*. Nous avons, d'autre part, un groupe de personnes différentes: la catégorie des fabricants qui n'a pas de liens avec l'"architecte". Les fabricants sont liés à l'entrepreneur quand une commande pour des produits bien précis a été placée; il n'y a pas d'autre communication entre eux sauf peut-être par l'intermédiaire du catalogue Sweet et par les représentants de commerce.

Au sein de cette industrie fractionnée en groupes qu'est la nôtre, il n'est pas étonnant que toute personne liée d'une façon quelconque à la construction industrialisée ait une définition tout à fait personnelle de cette forme d'activité, qui corresponde à ses propres intérêts.

Le client définit la construction industrialisée d'une certaine façon, les membres de la profession d'une autre, les entrepreneurs d'une troisième manière et les fabricants ... eux ils donnent un nombre considérable de définitions.

Pour l'entrepreneur, le summum de l'industrialisation est un système bien organisé dans lequel tous les éléments de la maison sont préemballés, coupés sur mesure et livrés au chantier en un seul lot. Il y a, en fait, une chaîne de production sur le chantier et les ouvriers vont d'un poste de travail à un autre (alors que dans la méthode industrielle plus classique, c'est le produit qui est amené aux ouvriers sur une chaîne sans fin). Le fabricant de produits en bois peut identifier la construction industrialisée avec des panneaux muraux à cadre incorporé ou avec le contre-plaqué coupé sur mesure employé dans le parement de murs, la construction par panneaux en d'autres mots. Le fabricant d'un ingénieux matériel utilisé dans la fabrication de panneaux publicitaires ou autres choses du même genre pense que la construction industrialisée a atteint la perfection s'il peut introduire sur le marché de la construction un système d'encadrement qui fait appel à ses éléments laminés à froid.

M. Jean Prouvé qui travaille en France pour une société fabriquant des feuilles métalliques (plus exactement des voitures de chemin de fer) a mis au point un système architectonique très élégant pour la construction de maisons, qui fait surtout appel à des feuilles métalliques comme on pouvait s'y attendre. Pour d'autres encore, l'exemple parfait de l'industrialisation peut se trouver dans les lamineries de Kozlov qui se trouvent dans la région de Moscou et qui fabriquent des panneaux en béton nervuré sur une bande transporteuse continue.

Il va de soi que la "maison mobile" est également un produit qui fait partie de la construction industrialisée. Mais personne dans l'industrie de la construction n'admettrait qu'il s'agit d'une méthode industrielle destinée à résoudre des problèmes de construction car une industrie très importante et très efficace bien distincte de celle de la construction fait tout le travail à notre place.

D'autres personnes ont, naturellement, des opinions bien différentes à propos de la construction industrialisée. Je pense à ce plombier sous-traitant qui travaille pour l'organisation Balency à Paris et pour qui l'idéal de l'industrialisation serait la préparation à l'avance des installations de plomberie. Je me dois bien sûr de parler des briques comme produit industrialisé; elles sont fabriquées par millions selon le principe de la production continue sans jamais connaître la moindre interruption (le nombre de briques utilisées dans la construction d'une maison anglaise moyenne est de 5,000 ce qui représente seulement 60 heures/hommes de travail; tout le chargement est livré sur le chantier).

Nous devons également reconnaître qu'il y a une autre catégorie de personnes qui s'intéressent d'une façon différente à la construction industrialisée: les membres des syndicats qui tiennent surtout au statu quo. Je ne voudrais pas paraître cynique quant à leur inquiétude au sujet du statu quo. Nous avons à faire face à un problème de direction que l'on peut attribuer à un manque de communication. Un groupe ne sait

pas ce que fait l'autre et naturellement s'en inquiète; voilà l'exemple typique d'un manque de coordination.

Après ce que je viens de dire, vous ne serez pas surpris d'apprendre que bon nombre de personnes dans l'industrie du bâtiment ont des vues bien partisans sur l'industrialisation. Je dois exposer bien clairement ce que j'entends par l'industrialisation du bâtiment. Je n'inventerai pas une nouvelle définition (il y en a déjà trop). Je me contenterai de citer Ciribini: L'INDUSTRIALISATION EST UNE MÉTHODE DE PRODUCTION FONDÉE SUR LA RÉPÉTITION DE PROCÉDÉS MÉCANISÉS ET (OU) ORGANISÉS. Nous nous intéressons à la *façon* dont se font les choses, c'est-à-dire "comment elles se font. Le facteur clé de l'industrialisation repose d'une part, dans "la mécanisation", "l'organisation" des procédés et, d'autre part, dans "la répétition".

Nous pouvons concevoir le procédé, la façon dont se font les choses, le "comment", comme une question de degré, variant de l'opération manuelle (évidemment non industrielle) à la machine à commande automatique, alimentée de façon à effectuer une série d'opérations. Nous avons l'embryon d'une méthode de classement de l'industrialisation. Il est possible (sans entrer ici dans un grand nombre de détails) de mesurer l'industrialisation plus méthodiquement qu'en ne faisant allusion qu'à telle ou telle pièce d'équipement employée dans les procédés. Car cela revient à employer des procédés mécanisés et (ou) organisés comme succédané au travail manuel du genre le plus primitif, à utiliser à sa place des machines, ou le travail organisé dont la complexité et la productivité sont beaucoup plus élevés. Par conséquent, nous pouvons mesurer le degré d'industrialisation de tout procédé ou série de procédés en comparant la portée des frais directs de la main-d'oeuvre (L) à la valeur ajoutée par le procédé ou la série de procédés (T-M où T représente le prix du rendement et M le coût des matériaux). I, le degré d'industrialisation

$$= I - \frac{L}{T-M}$$

(Incidentement, T le prix total est composé de L (main-d'oeuvre directe) et O (frais généraux) et C (dépenses en immobilisations à l'égard de l'usine et des machines) et M (les matériaux utilisés) et P (les profits). Cette formule $I = 1 - \frac{L}{T-M}$ est valide comme telle dans un marché de concurrence, bien que dans certaines autres circonstances, il faille introduire un coefficient correctif).

L'industrialisation est une question de degré, les procédés pouvant être plus ou moins industrialisés. Afin de joindre un chiffre à ce "I", j'ai fait plusieurs relevés; par exemple: dans le cas des méthodes de construction traditionnelles en Angleterre, l'indice s'établit à environ .25 ou .3; dans le domaine des sous-traités pour le chauffage et l'aération, les chiffres équivalents s'établissent à .53. L'indice d'industrialisation de la société Mobile Home Manufacturers aux Etats-Unis est d'environ .65. L'indice .7 est peut-être le plus élevé que l'on trouve aujourd'hui dans la fabrication des matériaux ou des éléments. Rappelons-nous que cet indice s'applique à un ensemble de procédés; dans tout ensemble de production il y a un grand nombre de secteurs où chacun peut avoir atteint un degré plus ou moins élevé d'industrialisation. Si nous considérons, par exemple, la production de fenêtres métalliques de dimensions courantes, vous admettez que certains des procédés sont assez mécanisés tandis que certains travaux se font encore dans une large mesure à la main, tout particulièrement le mouvement des pièces, comme le déplacement des sections de fenêtres d'un poste de travail à un autre.

Nous devons admettre que si nous examinons tous les échelons d'un procédé comme, mettons, le bâtiment, nous pouvons nous attendre que certains procédés soient très industrialisés tandis que d'autres le sont moins.

Si nous considérons l'industrie comme si nous en étions le "grand frère" (ou peut-être dans le rôle du ministère de l'Industrie), nous serions peut-être en mesure d'avoir une vue d'ensemble impartiale et de constater que telle ou telle entreprise ne réussit pas très bien à industrialiser ses procédés de sorte que nous pourrions la prévenir, pour ainsi dire, qu'au milieu du vingtième siècle, son entreprise est moins industrialisée que toutes les autres qui s'occupent d'autres aspects du procédé. D'autre part, nous pourrions examiner les données statistiques et nous apercevoir qu'une autre entreprise, mettons un fabricant de briques, a un degré d'industrialisation très élevé; de fait elle ne soulèvera vraisemblablement pas de problème.

Mais l'industrie du bâtiment n'a pas ce complexe du grand frère. Il est vrai qu'elle accepte en principe la nécessité de construire ou la nécessité d'accroître la productivité pour l'emploi judicieux du dollar canadien, etc., etc., mais, admettons qu'en réalité, elle agit véritablement quand il y a lieu de résoudre des problèmes immédiats et réels afin de découvrir ce que nous pouvons faire pour améliorer nos méthodes d'exploitation et en arriver à un degré d'industrialisation beaucoup plus élevé.

J'ai mentionné qu'il y a deux règles au jeu de l'industrialisation, jeu où il s'agit de remplacer les formes anciennes de travail par les procédés mécanisés et(ou) organisés. La première de ces règles vise la "répétition efficace".

D'après les renseignements que je possède, il n'y a aucun doute que lorsque la répétition est efficace, le rendement s'améliore sous la forme d'une diminution du *prix de revient* qui aboutit à une plus grande marge de profit à partager entre le fabricant et le client. Pour souligner ce point, je voudrais vous citer ce que M. Conrad Wachsmann a écrit: "Le principe de l'industrialisation est identique à celui de la production en série. La machine, ou les séries de machines, ou une usine automatique représente une dépense de capital ou d'énergie totalement irrationnelle, par rapport à un seul produit manufacturé. Par conséquent, on ne peut concevoir la machine que comme un instrument qui répète continuellement un cycle prédéterminé de mouvement et qui finit par devenir rentable. C'est là de toute évidence la source des résultats qui justifient le procédé industriel."

La statistique relative à la production des portes planes en Suède montre que le prix de revient d'une porte baisse de 43 à environ 35 couronnes suédoises lorsque la production annuelle augmente de 150,000 à 400,00 portes. Certaines réserves doivent être faites en ce qui concerne, notamment, la question de réduction de la variété. Cette question d'économie n'est valable que si le nombre de modèles de portes (divers genres) demeure constant et peu élevé. Si le nombre de modèles de portes croît en raison de l'augmentation de la variété demandée, le facteur d'épargne subit alors une diminution considérable bien qu'il ne soit peut-être pas totalement neutralisé.

Les opérations effectuées sur le chantier de la construction se prêtent au même genre d'économies. La statistique française concernant la pose des grands panneaux en béton, dans ce que nous appelons aujourd'hui les méthodes "traditionnelles" de préfabrication des grands panneaux en béton, indique une économie considérable de temps à mesure que le nombre des répétitions augmente; (remarquez bien que l'économie de temps n'est pas la même chose que l'économie d'argent). Incidemment,

ce même phénomène a été constaté sur plusieurs autres chantiers de construction avec des résultats semblables dans chaque cas. Je dois répéter qu'il s'agit là d'une économie de temps; quant à l'économie d'argent elle dépend de plusieurs facteurs tels que le montant du boni payé aux ouvriers, l'importance des frais indirects et de tant d'autres facteurs du même genre.

Il est un fait indéniable de nos jours, c'est que ces réductions du coût de construction présupposent une chose; en fin de compte, le plus grand succès est réservé à celui qui fera un usage efficace et continu de la répétition de façon qu'il puisse obtenir un emploi rentable d'une installation quelconque dans laquelle il a investi des capitaux pour réduire le coût au-dessous du coût traditionnel. Il est un fait indiscutable, à savoir que les opérations manuelles que nous avons employées au cours des deux ou trois derniers milliers d'années sur la répétition. Si vous ne pouvez pas employer la répétition, si l'utilisation de votre capital investi est faible, il n'y a pas de doute que le coût augmentera et il est presque certain qu'il dépassera le coût comparatif traditionnel.

La seconde règle du jeu, si vous vous rappelez bien, a trait à ce que j'appelle "les préjugés héréditaires". Il faut décider ce qui doit être répété. La réponse dépend évidemment de la personne qui pose la question. Il serait facile de trouver la réponse.

Nous pourrions construire une énorme fabrique non seulement parce que nous avons ce marché connu pour mettons 300 avions, mais parce que nous savons aussi que nous pouvons vendre chaque avion à un prix qui représente environ 3,000 fois le prix au pied carré d'une maison moyenne (avec cet indice de sûreté, il est possible de construire une usine assez grande). Dans l'industrie du bâtiment, les conditions ne sont pas tout à fait les mêmes; c'est pourquoi je souligne que la réponse à la question: "Que répétons-nous?" dépend beaucoup de la personne à qui nous la posons.

J'aimerais passer maintenant à quelques dossiers particuliers qui caractérisent les réponses données à cette question dans divers pays du monde. Prenons pour débiter le cas d'une méthode de construction industrialisée patronnée par des entrepreneurs en bâtiment. (Je songe à certains entrepreneurs en France, mais ils pourraient tout aussi bien se trouver en Grande-Bretagne, au Canada ou aux Etats-Unis). Voici ce qui se passe: l'entrepreneur s'entoure d'un nouveau genre d'organisation. Il assume les caractéristiques d'un fabricant pour un certain nombre, voire une grande part, des produits qui constituent l'immeuble. (Avouons que certains produits fabriqués sont exclus, car je ne veux pas suggérer que l'entrepreneur fabrique de fait les raccords pour l'éclairage électrique et des choses du même genre). En ce qui concerne la structure des immeubles, l'entrepreneur assume les caractéristiques d'un fabricant. Il compte dans son équipe une personne à laquelle j'ai donné par euphémisme le nom d'architecte; qu'il soit ingénieur en production, esthéticien industriel d'un genre ou l'autre, il y a toujours quelqu'un au sein de l'organisation qui détermine ce que sera le produit et comment il sera fabriqué. Le client qui désire peut-être acheter un de ces immeubles est exclu de l'organisation; il retiendra peut-être les services d'un architecte qui l'aidera à obtenir la meilleure valeur pour son argent, pour ainsi dire, et qui lui indiquera à titre professionnel si l'ensemble qu'on lui offre est une aubaine ou non. Il y a déjà une certaine organisation en comparaison du désordre traditionnel que j'ai mentionné au début.

Si nous jetons un coup d'oeil sur les techniques mêmes employées par ce genre d'entrepreneur, nous constatons qu'il s'agit de surmonter les difficultés que présente l'organisation, et qui accablent l'entrepreneur. Il serait idéal de recevoir à pied d'oeuvre des planchers et des murs de la grandeur d'une pièce qui arriveraient (nous en verrons la source tout à l'heure) avec les fenêtres, les revêtements intérieurs et extérieurs, le calorifuge, les conduits électriques, les pièces moulées et ainsi de suite. Une fois ces planchers et ces murs livrés, une équipe constituée de quatre ouvriers non spécialisés et d'un conducteur de grue pourraient monter une pièce à tous les quarts d'heure pendant toute la journée.

Pour parvenir à cela, il faut disposer d'une fabrique dotée d'un parc pouvant contenir la grande variété de murs requis pour l'oeuvre en cause. Dans le parc, nous pouvons nous attendre à voir stockés dans un ordre rigoureux des panneaux de plancher, des panneaux de plancher endentés, des panneaux muraux avec ouvertures pour les fenêtres, des panneaux de mur intérieur à deux conduits, des panneaux de mur intérieur d'un autre genre, des panneaux de mur intérieur pour événements de cuisine, des panneaux de mur intérieur avec une grande et une petite porte etc., vous pouvez vous imaginer sans peine l'énorme problème d'organisation que cela représente. Nous verrons bientôt comment on s'y est pris.

La fabrique qu'installera cet entrepreneur sera constituée d'une grande surface couverte, avec des tables pour les moules en acier, des appareils de traitement à la vapeur; les procédés de construction y sont encore très rudimentaires - le béton est répandu par des hommes chaussés de bottes et munis de pelles.

Cet arrangement a été conçu par l'entrepreneur en réponse à la question: "Qu'est-ce que je dois répéter? Je veux des murs tout faits que je pourrai assembler très rapidement à pied d'oeuvre". L'entrepreneur ne tient pas à atteindre dans son usine une forte mesure d'efficacité industrielle. Si le marché était aussi vaste que celui des ingénieurs de production de l'Union soviétique, où l'on trouve des chantiers de construction qui s'étendent sur une distance de plusieurs milles, il serait possible de construire une fabrique munie de chaînes permettant de produire des séries de panneaux muraux identiques qui se succéderaient à chaque poste de travail. Une autre chaîne produirait les panneaux de plancher également identiques et une autre les murs intérieurs porteurs de charge.

Cela nous amène à considérer une autre lacune sérieuse que l'entrepreneur de par sa nature n'a pu combler lorsqu'il s'est demandé: "Qu'est-ce que je dois répéter?" et qu'il a établi un nouveau genre d'organisation. L'immeuble tout indiqué pour la préfabrication est le grand bâtiment formé de blocs rectangulaires. Il se compose des divers genres de panneaux requis qui font l'objet d'un programme de production.

L'industrialisation n'est possible que dans le cas d'un programme de construction (comprenant plusieurs projets particuliers); lorsqu'un projet est presque terminé, les préposés aux ventes se mettent à la recherche de nouveaux clients et sont contraints de dire: "Eh bien, voyez ce que nous sommes en mesure de construire, j'espère que vous allez nous commander des immeubles de ce genre!" Si le client répond: "Vos édifices ne me plaisent pas, je n'en achèterai pas", leur prochaine suggestion sera: "Laissez-nous, au moins, utiliser nos moules, celui, par exemple, de cinq mètres vingt et un, ayant des murs d'une longueur de cinq mètres vingt et un". (Je puis vous assurer avoir vu, à la section de la production de l'un de ces entrepreneurs plusieurs projets

différents avant cette dimension déterminée de cinq mètres vingt et un pour plusieurs clients différents.

On a en fait observé ce genre de défauts et constaté qu'on avait plus récemment abordé d'autres façons le problème du classement des dimensions afin de trouver des facteurs communs plus naturels entre divers projets successifs. Dans le cas d'un système récemment parrainé au Royaume-Uni, on s'est rendu compte que la technologie du béton précontraint rend possible la construction de moules télescopiques qui produiront des éléments *similaires* mais non *identiques*. L'épaisseur se trouve alors constante tout comme la deuxième dimension, soit la hauteur en ce qui concerne les panneaux muraux; quant à la longueur on peut en prévoir l'augmentation grâce à la possibilité d'un ajustement du moule. Dans ce système, pour diverses raisons, l'augmentation de la longueur du moule était exprimée en multiples de 4 pouces, (tandis qu'en réalité les accroissements étaient de 8 pouces.)

Lorsque les panneaux sont standardisés, on peut prendre une autre dimension, soit, par exemple, les multiples de quatre pouces. Les deux cas permettent l'installation dans l'usine d'un équipement beaucoup plus spécialisé parce qu'il est possible de prévoir ce qu'il y a lieu de répéter. La vente est aussi beaucoup plus facile, du fait qu'il est possible de décrire aux clients éventuels le potentiel de l'usine en termes de production. Ce sont là les règles du jeu. Ce n'est pas par pure coïncidence que le facteur commun fondamental d'augmentation soit de 4 pouces dans ces deux cas. D'autres personnes ont fait des innovations. C'est ainsi, qu'étant donné la demande constante de nouvelles écoles pour les années à venir, un client, soit un groupe de commissions scolaires, ont décidé de centraliser leurs besoins et d'élaborer des programmes de façon à pouvoir établir quelque système nouveau de construction pour satisfaire à la demande. Du point de vue de l'organisation, le client retient les services d'un architecte qui travaille en quelque sorte à titre de concepteur industriel au développement des éléments. Il retient aussi les services de l'architecte du projet (qui travaille dans le même bureau que le précédent) de façon à permettre de nombreuses communications entre les architectes intéressés à la conception industrielle et les architectes intéressés à un projet en particulier.

Certains fabricants d'éléments participent dans une certaine mesure à l'effort de coordination parce qu'on les invite chaque année à présenter des offres. Mais pour l'entrepreneur en construction, qui est chargé d'assembler ces éléments, aucune relation nouvelle coordonnée ne s'établit entre lui et le client, le concepteur ni le fabricant.

Du point de vue de la programmation, on prépare des tableaux annuels où paraissent le nom de chaque école à construire, son coût en capital brut pour le pays en livres sterling et la date prévue du commencement des travaux. Ici, nous nous référons nettement à un programme de construction coordonné, élément essentiel à la mise au point d'une nouvelle méthode de construction.

Le groupe commanditaire de ce projet, dont l'architecte était la force dominante, avait établi un impératif: les écoles ne devaient pas être toutes identiques; il avait donc conçu une sorte de monteur, avec "cent et un" éléments différents. On prépare des listes d'éléments des standards, comme les têtes et les bases de colonnes, en même temps que les dessins des éléments standards et leur plan d'assemblage. En fait, tous les dessins d'exécution indiquent la façon dont pourra se faire l'assemblage par rapport au quadrillage. Donc, lorsqu'on commence à établir les plans du projet, ils peuvent être

considérablement simplifiés. Certains plans de bâtiment débutent sous forme de simple esquisse de base, à partir de laquelle on peut tout aussi bien développer les plans de la charpente, ceux du toit, et ainsi de suite, jusqu'à obtenir le plan d'ensemble de tout l'édifice.

Mais il n'y a aucun doute qu'on peut réaliser des constructions d'un genre entièrement différent avec cet assortiment d'éléments – ces cent et un éléments. L'architecte du projet peut obtenir les éléments composants pour établir la hauteur du bâtiment; il peut obtenir les raccordements, les barres d'armature décalée, les passages souterrains, les voies surélevées, les passages entre les constructions à un étage et celles à deux étages, en somme tous les éléments nécessaires, à son avis, à l'élaboration du programme de construction de l'école en cause. Par contre, comme je viens de l'indiquer, il se peut que le fabricant d'éléments trouve que des assortiments comprennent encore un trop grand nombre d'éléments de type différent - nombre trop considérable pour permettre une réduction efficace de la variété. Il a été nécessaire afin de contrôler le travail d'assemblage en chantier de faire une analyse des opérations bien qu'il soit grand temps que ces opérations deviennent communes à tous les bâtiments qui seront construits avec les éléments en question: elles sont d'une grande complexité pour chaque construction et pour chaque entrepreneur en particulier. Et, soit dit en passant, s'il nous fallait faire l'analyse semblable pour la méthode utilisant les grands blocs de béton dont nous avons déjà parlé, les opérations auraient représenté une ligne droite (peut-être l'idéal du point de vue de la construction des bâtiments).

On a vu d'autres organisations se former. Je veux parler ici du programme SCSD en Californie, qui a voulu tenir compte du fabricant, délibérément et d'une façon réfléchie. Le client et son conseiller du programme ont adressé un appel de soumission détaillé aux fabricants, sous forme de spécifications d'exécution. Dans ce document, on suggérait aux fabricants désireux de soumettre des offres de se former en groupes pour entreprendre l'exécution de tous les aspects du programme. Vous savez que les fabricants, pour leur part, ont fourni leur réponse à l'établissement d'un système. Mais les architectes de projets particuliers n'ont pas été inclus dans l'organisation de la coordination; à vrai dire, il y a eu fort peu de communications entre l'architecte du projet et les fabricants.

Nous l'avons vu, les séries d'éléments pour le projet SCSD comportent: les charpentes d'acier, les systèmes de chauffage et de ventilation, l'installation électrique et l'agencement des plafonds (comprenant les prises de courant et les bouches de chauffage), les cloisons fixes et les cloisons amovibles.

D'autres combinaisons sont possibles. Voici un exemple de système de construction mis au point en Grande-Bretagne il y a quelques années: un groupe de fabricants ont formé, de leur propre chef, un consortium avec une équipe de spécialistes du design pour mettre au point un système particulier d'éléments coordonnés, système qui est spécialement destiné à satisfaire aux exigences des habitations n'ayant que quelques étages. Là, il y a coordination suffisante entre l'entrepreneur et son équipe d'esthéticiens industriels mais leur travail n'est pas lié à un programme particulier de construction ni coordonné sous ce rapport. Ils sont indépendants du client.

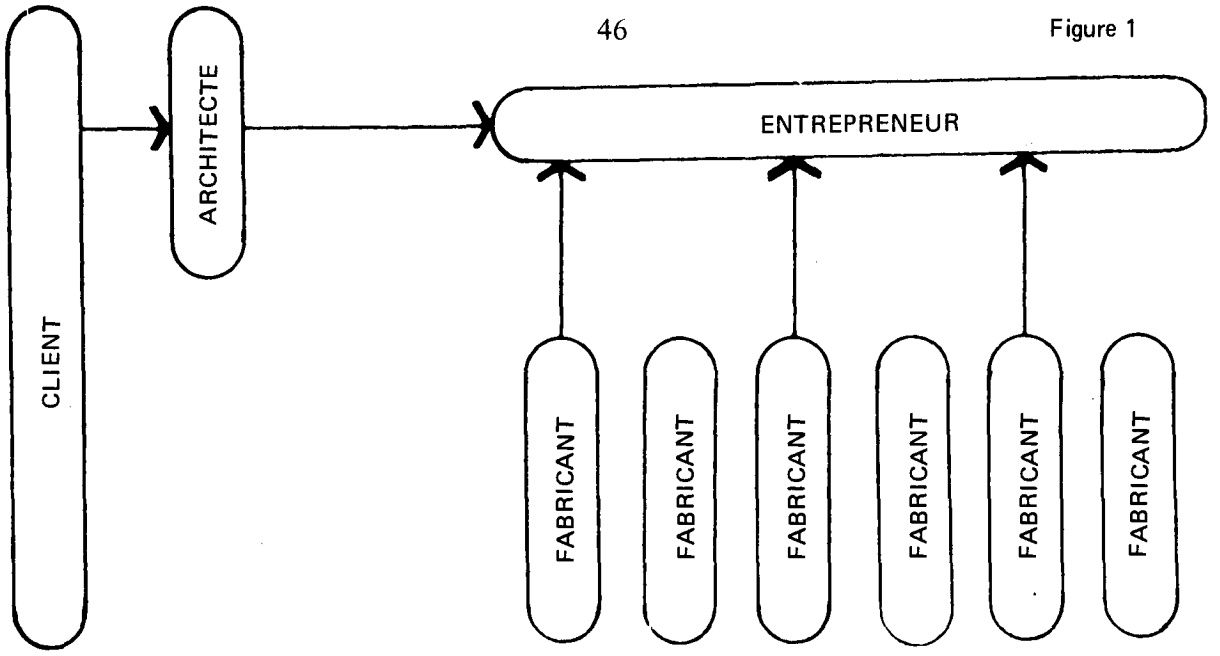
Tout ceci prouve que les tentatives actuelles de coordination, c'est-à-dire une coordination totale de l'organisation sont plus ou moins complètes. Revenant à notre point de départ, il est clair que nous avons discuté des différents systèmes qui peuvent

fournir une réponse méthodique à la question "que dois-je donc répéter? "

Pour en arriver à la coordination totale, de nouvelles organisations ont été établies. Mais, comme je l'ai aussi laissé entendre, aucune d'elles n'a atteint une parfaite cohérence. Dans chaque cas, c'est soit le client, soit le fabricant ou l'entrepreneur qui est exclu de l'organisation de sorte que la réponse à l'établissement d'un système n'est que partielle. J'aimerais traiter d'un autre genre d'industrialisation, le genre d'industrialisation ou d'innovation qui n'exige pas une systématisation des méthodes de construction du genre de celle que nous venons d'étudier. Le rendement peut être accru grâce à des moyens ingénieux employés pour effectuer de petites tâches. Je pense à certaines innovations, notamment au plâtrage au pistolet, au revêtement intérieur sec, aux clouuses, à l'emploi sur le chantier de scies par les gens du métier, aux petits accessoires de mise en place vendus avec les matériaux de base et à toutes les innovations de ce genre. Ce sont là de petits moyens ingénieux qui facilitent sensiblement la construction. Ils ont surtout des répercussions sur le produit même de la construction mais ils ont aussi des répercussions considérables sur la façon dont il est construit.

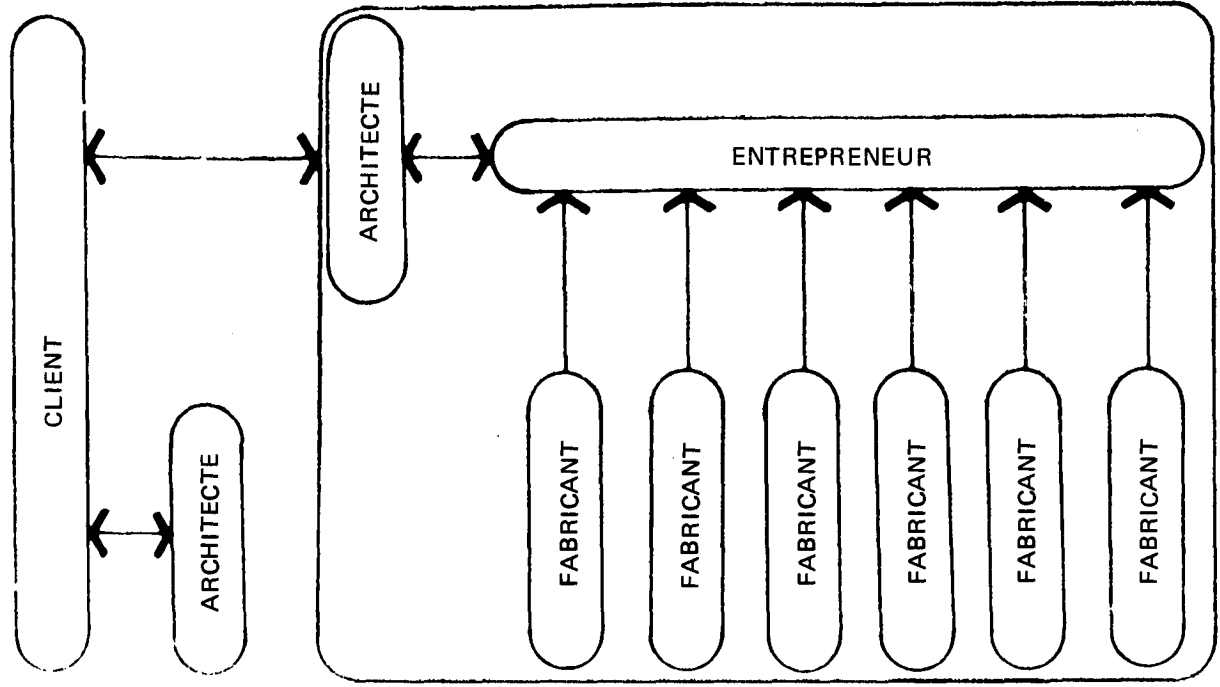
Justement à cause de l'importance et de l'efficacité de ces petites innovations bon nombre de personnes prétendent que pour améliorer l'industrie du bâtiment, il faut admettre qu'elle comprend un certain nombre de secteurs autonomes; nous devrions, disent-elles, éviter la systématisation et concentrer délibérément nos efforts sur les petites innovations. Nous devrions en accroître l'étendue en y introduisant les règles de coordination dont le modèle est la coordination modulaire.

Si le chemin du progrès réside dans ce genre d'innovation, il est absolument indispensable d'imposer autant de règles de coordination que possible, afin de suppléer au manque de systématisation. Cherchons tout d'abord à obtenir les dimensions appropriées, puis envisageons les autres problèmes qui sont également importants: les techniques du jointoiment, les tolérances, les règles d'assemblage, les méthodes de manutention, etc. Nous avons, d'une part, la systématisation, avec des tentatives délibérées, bien qu'incomplètes de coordonner l'organisation et les techniques de construction. Nous pouvons avoir, d'autre part, une amélioration générale des méthodes, coordonnées seulement par une nouvelle connaissance de la construction. La coordination modulaire est indispensable dans les deux cas. C'est une première mesure sans laquelle il est inutile de tenter d'aller plus loin.

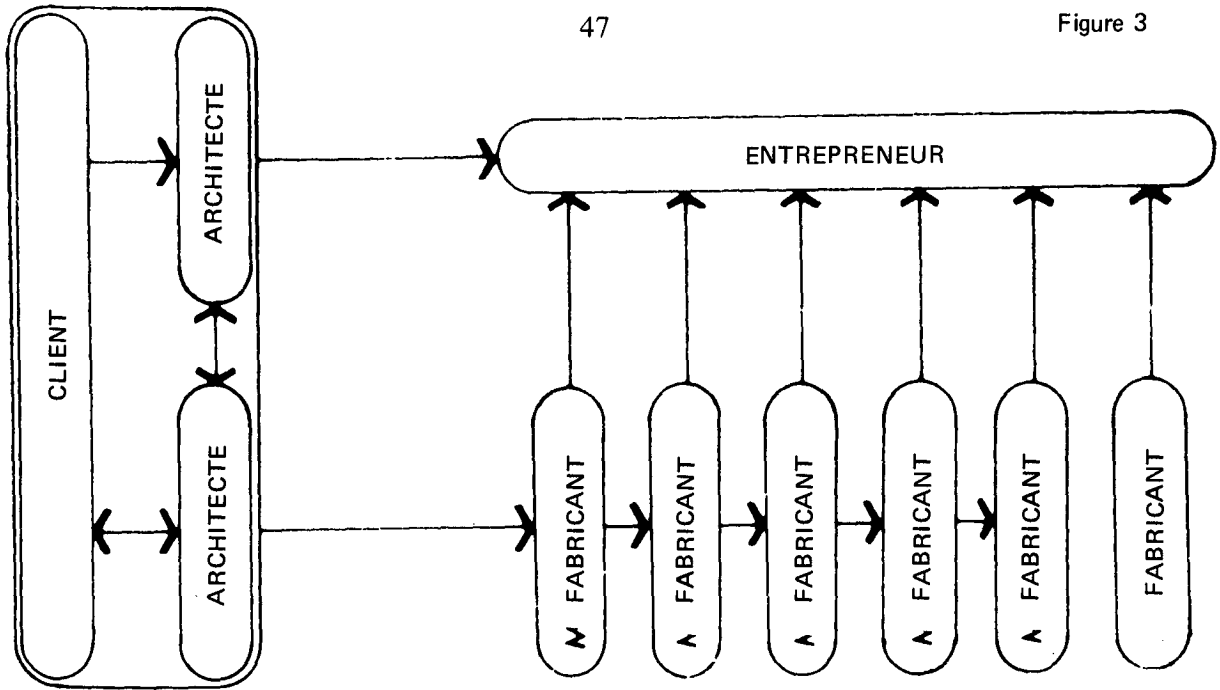


L'architecte en tant que concepteur indépendant. Seul le débit d'informations ou d'instructions à sens unique relie entre eux les participants à l'activité de la construction. Certains fabricants se tiennent à l'écart.

Figure 2



L'architecte en tant que conseiller de l'entrepreneur. Ici, l'entrepreneur joue un rôle d'organisateur qui comporte de la conception industrielle ou "design" et de la fabrication; le marché est encore en dehors.



L'architecte en tant que conseiller du client pour ce qui est de l'élaboration du système et de la conception du projet. Le "design" et le marché sont en étroite relation; certains liens sont établis avec les fabricants.

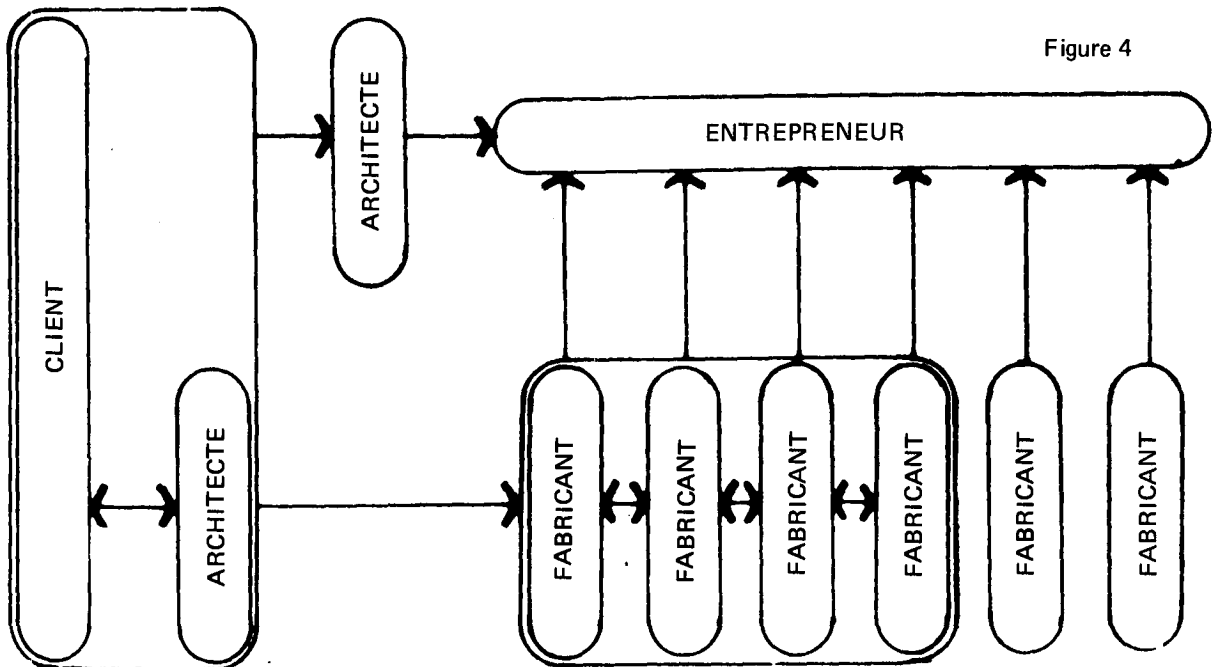
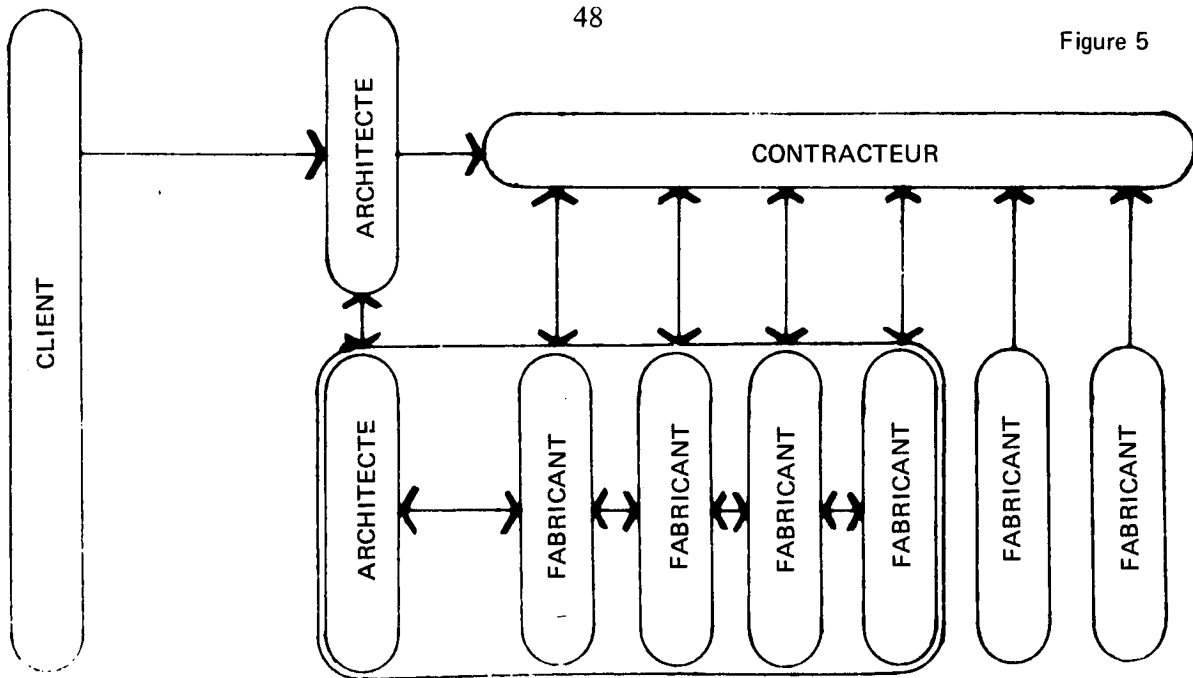


Figure 4

L'architecte en tant que conseiller du client pour ce qui est de l'élaboration du système seulement, par exemple, l'élaboration des systèmes de construction d'école. Les fabricants sont maintenant tout à fait engagés, mais les liens avec l'architecte et l'entrepreneur du projet sont ténus.



L'architecte en tant que conseiller d'un consortium de fabricants. Autre méthode d'engager le fabricant, mais elle est exposée aux incertitudes du marché.

**RÉSUMÉS DE LA
DISCUSSION EN GROUPE**

NOTICES BIOGRAPHIQUES SUR LES CONFERENCIERS

LENNART K. BERGVALL assume, entre autres fonctions, la présidence du Comité suédois de la coordination modulaire, la vice-présidence de l'Office technique de la normalisation en Suède, la présidence du Groupe modulaire international et le poste de conseiller aux Nations unies pour la coordination modulaire.

Il a obtenu son diplôme en architecture de l'Université technique de Stockholm en 1934 et, depuis 1944, il dirige en collaboration avec M. E. Dahlberg, la Coopérative de recherche sur la construction des maisons d'habitation, société privée qui s'occupe exclusivement du développement de l'industrie de la construction en Suède.

COLIN H. DAVIDSON a obtenu son baccalauréat en architecture après avoir étudié à Liverpool et à Bruxelles, et il a également obtenu une maîtrise en architecture au M. I. T. en 1954. Après avoir travaillé à l'exécution de différents projets d'habitation en Italie, en Grande-Bretagne et aux Etats-Unis, il a étudié les applications des techniques industrielles en construction et il s'est installé à son propre compte comme architecte-conseil en 1962.

Actuellement, il enseigne à la Washington University à Saint-Louis, Missouri, et assume à temps partiel les fonctions de directeur dans le secteur de la recherche et du développement en industrialisation du bâtiment qui se fonde sur les données de son cours. Il s'occupe également d'un projet relatif à un centre de recherches sur le bâtiment et il donne également des consultations sur nombre de sujets.

PHILIP H. DUNSTONE vient d'une famille qui, depuis six générations, s'occupe de l'industrie de la construction. En 1938, au début de sa carrière, il est assistant métreur et en 1951, il fonde sa propre entreprise en société avec M. Kenneth Monk. Il porte un très grand intérêt à l'emploi des machines électroniques dans l'industrie de la construction.

Parmi les ouvrages publiés par M. Dunstone sur l'emploi des ordinateurs et sur le système métrique, le livre intitulé "*Combinations of Numbers in Building*" fait oeuvre de pionnier en mettant en lumière la coordination modulaire dans la construction industrialisée. En Grande-Bretagne, M. Dunstone fait partie de plusieurs comités gouvernementaux et professionnels sur les ordinateurs et le système métrique. Il est également un membre du Conseil de la société modulaire.

STANLEY R. KENT a obtenu son baccalauréat en architecture de l'Université de Toronto en 1944 et un diplôme de maîtrise de l'Université de Liverpool (Angleterre) en 1966. Après avoir longtemps pratiqué sa profession dans l'industrie privée, il entre au service du Conseil national de recherches en 1950 et il est nommé premier architecte de la Division des recherches en bâtiment de cet organisme en 1956. Il y assume également, à temps partiel, les fonctions d'agent de recherche adjoint et d'expert chargé du projet de la coordination modulaire.

Le professeur Kent a occupé plusieurs postes dans l'enseignement à l'Ecole d'architecture de l'Université de Toronto et à l'Université de Liverpool. Il a rédigé plusieurs articles sur la coordination modulaire et il est également l'auteur du Manuel de coordination modulaire du Conseil national de recherches. Il a fait plusieurs exposés sur ce sujet destinés à des associations professionnelles du Canada, des Etats-Unis et de l'Europe. Il est membre de l'Institut royal d'architecture du Canada, de la Société modulaire (R.-U.) et du Groupe modulaire international.

**APERÇU DE LA
DISCUSSION EN GROUPE
À HALIFAX, TORONTO,
WINNIPEG, EDMONTON,
VANCOUVER ET MONTRÉAL**

DU 17 OCTOBRE AU 1^{er} NOVEMBRE 1957

PANELISTES:

**L.K. Bergvall
C.H. Davidson
P.H. Dunstone
S.R. Kent**

ANIMATEURS:

**D.M. Blenkhorne
D.C. Aird
J.S. Sugiyama
Kenneth Bruce
D.W. Thompson
J.H. Derome**

M. D.M. BLENKHORNE: J'ai une question à poser pour commencer la discussion: quels besoins de formation professionnelle et autres devons-nous satisfaire pour aider l'industrie à s'adapter aux changements rendus nécessaires par l'adoption de la technique modulaire?

M. C.H. DAVIDSON: La formation cloisonnée que nous offrons à l'architecte et la formation plus pratique du fabricant ou de l'entrepreneur ont pour résultat l'ignorance des problèmes réciproques. Lorsque nous en saurons plus sur la façon d'assembler les choses lorsqu'elles arrivent à pied d'oeuvre, nous reconnaitrons immédiatement tous les aspects de la coordination modulaire dont nous avons parlé aujourd'hui.

M. BLENKHORNE: En quoi l'économie de temps est-elle liée à l'économie d'argent?

M. B. BERGVALL: Le temps, c'est de l'argent. La standardisation modulaire peut vous faire gagner du temps tout au long de la construction, depuis les plans jusqu'à l'achat et jusqu'à la livraison du bâtiment au propriétaire. Tout peut se rendre en termes de temps, même les matériaux puisque leur prix de revient dépend du temps mis à les produire.

M. J. DEROME: En ce qui concerne la forte demande d'écoles en raison de l'explosion démographique et le besoin grandissant de logement, le gain de temps à la construction est très important. Je suis donc d'avis que cette question du facteur temps est capitale.

M. BERGVALL: Voulez-vous dire qu'indépendamment des dollars épargnés, le temps est souvent la chose importante?

M. BLENKHORNE: Oui, mais le temps revient souvent bien cher à économiser.

M. S.R. KENT: J'aimerais ici faire état de deux considérations supplémentaires. La première est le coût de l'argent. Nous réalisons la plupart de nos projets avec de l'argent emprunté. L'argent coûte de l'argent et plus il se trouve immobilisé dans un projet de construction plus ce projet revient cher à son commanditaire. La seconde est liée à l'industrialisation et à l'emploi de main-d'oeuvre. Lors de la construction de l'université de York en Angleterre, le projet devait être achevé à date fixe et pour ce faire en recourant aux méthodes traditionnelles, nous aurions dû employer toute la main-d'oeuvre de la ville de York et des environs durant toute la durée des travaux. C'était bien entendu impossible en raison de la construction intensive dans cette partie de l'Angleterre. Nous avons pour cette raison opté pour le système à éléments modulaires CLASP, de manière à faire exécuter par la main-d'oeuvre des usines les assemblages que nous pouvions ensuite monter sur place avec la main-d'oeuvre disponible.

M. BERGVALL: Les pénuries, comme celles de main-d'oeuvre, ou de bâtiment, ou les deux ensembles, amènent souvent à innover. Parler coordination modulaire, c'est jeter les bases de l'avenir de l'industrie de la construction. En créant l'industrie nous devons clairement nous inspirer du fait que le temps est de l'argent et que l'argent gagne de l'argent. Indépendamment des situations découlant des problèmes actuels ou futurs, que nous pouvons présager, nous devons reconnaître que la coordination modulaire est un moyen de gagner du temps à peu de frais en ce qui nous concerne. Ceci est des plus important.

M. MARSHALL: Je crois savoir que les fabricants de portes au Canada ont normalisé les hauteurs de portes. Pourriez-vous expliquer quelle devrait être la hauteur modulaire?

M. BERGVALL: La taille des vantaux de portes adaptables aux cadres usuels a été discutée à la réunion de l'Organisation internationale de normalisation de Bruxelles et c'est un problème intéressant. Si vous êtes en présence d'un plancher de béton et que les blocs sont dressés sur la face brute de la dalle, l'assise part alors de cette surface. Mais si vous l'inversez pour rendre la porte modulaire, alors le cadre part du plancher fini et le haut de la porte dépasse d'autant le niveau du bloc modulaire voisin.

M. BLENKHORNE: Nous avons résolu ce problème en surélevant le plancher brut sous les murs au niveau du plancher fini ou en utilisant un bloc de six pouces.

M. KENT: Une autre question se pose: porte et cadre sont-ils tous deux normalisés ou seulement le battant?

M. MARSHALL: Eh bien, à mon avis, la porte même normalisée n'a pas d'importance. Pour moi, les cotes modulaires doivent tenir compte du cadre et de l'habillage. Le bloc de béton dont vous parlez me laisse supposer que vous avez en vue un module de quatre pouces si bien que le cadre de la porte devrait convenir à un multiple de huit pouces. M. Don Blenkhorne dit que vous pourriez songer à surélever à partir de la face inférieure du plancher mais vous devez vous représenter quelques-uns des inconvénients possibles.

M. BERGVALL: Vous vous souvenez que j'ai établi une distinction entre les dimensions de coordination générale et la coordination modulaire. Le battant de porte devrait être assorti à son cadre et à rien d'autre. Le cadre seul doit être modulé mais alors chacun d'eux, c'est l'évidence, doit être normalisé.

M. STUART CAMERON: Je parle en tant qu'entrepreneur. Je pense que 30 années d'expérience en Angleterre me donnent le droit de m'exprimer au Canada. Je n'ai jamais vu quiconque s'opposer à ce qu'un travail soit exécuté à l'usine plutôt que sur le chantier. Des primes et paiements suivant la qualité de la production – et non pas à la pièce – peuvent amener d'heureux résultats. Cette question de facilité d'exécution et de travail à l'usine est, j'en suis certain, une affaire d'instabilité de main-d'oeuvre.

La coordination modulaire est tout à fait compatible avec notre industrie. L'avantage, pour l'entrepreneur général, à utiliser en plus grand nombre les éléments fabriqués aux cotes modulaires est qu'il en tire des enseignements sur les problèmes à prévoir dans le montage comme les tolérances, les scellements et les joints.

M. DAVIDSON: Puisqu'à propos de construction industrialisée nous avons fait miroiter les avantages de la coordination il est bon d'évoquer le danger d'estimer qu'une fois toute chose modulée, nous aurons résolu tous nos problèmes. Dans le procédé fermé, où le groupe concepteur prend tout sous sa gouverne et recherche le moyen d'obtenir toute une gamme d'utilisations à partir d'un modèle unique, les problèmes soulevés seront nombreux et durables. La coordination dimensionnelle fait ressortir la nécessité de coordonner en détail un grand nombre de choses. Nous avons parlé tolérance des éléments, tolérance de montage et un peu convention de jointoiment; nous aurions pu discuter convention de jointoiment pendant toute la durée du séminaire. De même nous aurions pu traiter des problèmes de manutention, de conditionnement pour le transport, etc. En construction traditionnelle nous savons résoudre ces problèmes car nous pouvons nous fonder sur l'expérience de quelques

millénaires. La coordination modulaire, sous son jour essentiel, ne fait qu'ajouter à la longue liste des problèmes du bâtiment, mais nous y atteler revient à attaquer tous les autres problèmes. Le ministère de l'Industrie a du pain sur la planche.

M. BERGVALL: La coordination modulaire n'impose rien de nouveau dans le domaine des tolérances mais elle offre certaines règles pour les vérifier.

M. BLENKHORNE: Il est remarquable de constater à quel point l'un suit l'autre: pour industrialiser de façon satisfaisante la construction, nous devons d'abord coordonner les dimensions.

M. KENT: Nous n'avons pas de normes sur les tolérances dans la construction au Canada et j'aimerais me référer à deux pays d'Europe où des normes ont été établies. Dans ces pays, les normes stipulent une gamme de tolérances selon les différents types de construction. Ainsi les tolérances sont adaptables pour les bâtiments d'usine mais rigoureuses pour les hôpitaux. Nous devons d'abord considérer les dimensions et nous demander quels écarts nous pouvons admettre sans nuire au montage.

M. DUNSTONE: Les tolérances rigoureuses sont coûteuses et vous devez décider dans quelle mesure elles vous sont réellement indispensables. Des tolérances inutilement rigoureuses sont une perte d'argent.

M. DAVIDSON: Lorsque, dans mon bureau d'étude, même en construction traditionnelle, nous dessinons l'assemblage de deux pièces pré-façonnées, nous ménageons un petit blanc et une petite marge autour des pièces. On a toujours besoin de plus d'espace entre les choses qu'on ne le pense. Et si les ouvriers, en plus de leur salaire normal, reçoivent une prime de rendement, vous devez veiller à ce que l'ouvrage n'en souffre pas.

M. COLLIER, ARCHITECTE À FREDERICTON: Comment faites-vous pour dessiner des bâtiments modulaires? Vous cantonnez-vous aux seules possibilités offertes par les matériaux modulaires ou estimez-vous disposer d'une liberté totale?

M. BLENKHORNE: Le pas décisif a probablement été accompli lorsque nous avons gagné le fabricant de maçonnerie à la technique de modulation. A cet égard, en Nouvelle-Ecosse, vous avez damé le pion à tout le Canada. Lorsque les briques et parpaings ont été modulés, nous avons eu de quoi travailler. Il est difficile de les dénombrer, mais d'autres éléments que les carreaux et pièces du genre sont à un cheveu d'être modulés. S'ils ne le sont pas, alors il faut bien les adapter. La construction n'en est pas plus coûteuse puisque nous avons toujours procédé ainsi.

M. DAWSON: Le programme modulaire impose la publication d'un répertoire des matériaux modulés. Bien des matériaux en fait, pourraient entrer dans la catégorie, et en ce moment nous en faisons précisément le compte afin de pouvoir les recenser, ainsi que leurs fabricants, de façon précise.

M. SHAW, PRÉSIDENT: Nous fondions tous de grands espoirs dans la réunion de cet après-midi, et je suis certain que, non seulement riche d'enseignements mais encore captivante, elle aura rempli notre attente. Je vous demanderai de témoigner votre appréciation à nos orateurs d'aujourd'hui.

ANIMATEUR: MONSIEUR DAVID C. AIRD

**PROGRAMME BEAM
COORDINATION MODULAIRE**

EXPOSÉ PRÉLIMINAIRE DE M. DAVID C. AIRD: Mesdames, messieurs, je suis particulièrement honoré de me trouver ici cet après-midi bien que je ne sois pas certain d'être l'animateur idéal. Il est conforme au génie du ministère de l'Industrie de choisir pour animer le débat de plus ignorants de tous en coordination modulaire. C'est peut-être le moyen intentionnel - et loin de moi la pensée de vouloir jeter le moindre discrédit sur mes homologues des autres groupes - de faire valoir par le contraste la valeur de la participation de notre groupe d'experts. Je confesse qu'à les entendre ils n'avaient nul besoin d'un tel artifice pour manifester leurs qualités de techniciens et conseillers en matière de coordination modulaire.

L'une des difficultés de la tâche, notamment eu égard à ma situation, c'est de poser clairement les problèmes afin de ne pas se fourvoyer dans leur solution.

A tort ou à raison, je suis aujourd'hui chargé par le ministère de l'Industrie d'animer ce groupe et en conséquence je pense que nous devrions nous entendre sur la façon de travailler. Je ne tiens pas à parler longuement car vous avez hâte d'entendre ceux qui ont d'utiles exposés à nous faire, mais je tiens à bien préciser dès le départ combien je suis étranger à cette industrie, particulièrement au stade de la conception et que je ne sais rien des problèmes posés. Je suis prodigieusement intéressé mais ignorant.

J'ai néanmoins une formation de fabricant et peut me prévaloir d'un jugement honnête, fondé sur plusieurs années d'observation des problèmes de l'entrepreneur et des difficultés de chantier que crée l'installation des usines. Aussi, en tenant compte de ces deux sortes d'expérience, il ne me semble pas incongru que nous puissions nous entendre à propos de construction industrielle en dépit des complications introduites.

Ce groupe est censé débattre de coordination modulaire et je pense que nous serions avisés de garder à l'esprit que c'est là le thème de notre discussion.

Malheureusement, on l'a signalé, la coordination modulaire n'est qu'une façade du problème très général de la construction industrielle.

Cela crée pour l'industrie et pour nous tous un certain nombre de difficultés épineuses. Nous devons les circonscrire, les examiner à fond et les résoudre. Nous sommes à la veille d'une transformation radicale des structures de l'industrie, et j'ai mon mot à dire sur la question, mais les entrepreneurs actuels, à mon avis, ne doivent se faire aucune illusion quant à l'origine de la concurrence qu'ils auront à soutenir. Les syndicats de la construction s'en préoccupent et je trouve naturel que les milieux professionnels soient inquiets quand leur profession est soumise à ces transformations. Ainsi sommes-nous en présence d'un monstre passablement effrayant, dangereusement menaçant, et aussi face à un défi encore obscur mais redoutable avec la mission de définir les moyens concrets de le relever.

J'aimerais lancer la discussion. Il ne nous faut qu'une question pour rompre la glace, aussi vais-je demander au groupe d'experts si la coordination modulaire convient aussi bien aux méthodes de construction traditionnelle qu'aux futures techniques de construction industrialisée?

M. L. BERGVALL: Je pense avoir en quelque sorte répondu à cette question durant mon exposé de ce matin en disant que la coordination modulaire présentait en construction traditionnelle certains avantages qui pouvaient toujours se convertir en argent. Quant à la construction industrielle systématisée, c'en est une condition préalable.

Un expert plus versé que moi en construction traditionnelle, car je travaille exclusivement dans le bâtiment industrialisé, pourrait mieux répondre à cette question, le professeur Kent par exemple.

M. S.R. KENT: Je pense qu'il est de plus en plus difficile de définir ce qu'est la construction traditionnelle, parce qu'en bien des cas l'industrie s'affranchit des moyens traditionnels si bien que même la prétendue construction traditionnelle se caractérise par des méthodes industrialisées à des degrés divers. Aussi ne parlons pas des nombreux stades de la construction industrialisée. Je pense, dans ce contexte, que la technique modulaire s'applique aux degrés de construction industrialisée les plus simples comme les plus évolués.

M. BERGVALL: Nous concevons tous, je suppose, que si tout, absolument tout, fabrication et montage des éléments, se faisait à pied d'oeuvre, on se passerait fort bien de coordination modulaire quel que soit le bâtiment. Au Canada cependant, comme dans la plupart des pays industrialisés, certains éléments parviennent au chantier préfabriqués même s'il s'agit de construction traditionnelle.

Mais l'intérêt de la coordination modulaire fait qu'elle procure tous les avantages de la normalisation des dimensions pour toutes les parties de l'ouvrage qui existent en

cotes modulaires, sans nuire le moins du monde aux autres. En d'autres termes, un peu d'éléments modulaires vaut mieux que pas du tout.

M. HAL WILKINSON (Ingénieur des programmes à la SNC-Filer Ltd.): Bergvall et Dunstone ont tous deux mentionné que la part de la fabrication en atelier augmenterait considérablement avec la coordination modulaire et je me demande qu'elle sera la réaction des syndicats.

Les problèmes de cet ordre sont fréquents et bien connus de vous tous, j'en suis persuadé. Voici un exemple. Il y avait dans une installation industrielle que je connais bien une certaine pièce de tuyauterie à collecteur, munie de soupapes spéciales faites d'un alliage à haute teneur de nickel mais qui ressemblait à de l'acier doux. A l'arrivée sur le chantier, on la démontra puis remonta en utilisant un fil à souder d'acier doux et le tout dut aller à la ferraille. Il en a coûté soixante mille dollars de plus au commanditaire et six semaines de retard et d'attente pour tout le monde.

Cela n'est pas rare et c'est un problème sérieux en construction. Je me demande si on l'a rencontré en Angleterre et en Suède et ce qui nous attend dans notre industrie.

M. AIRD. Je vous remercie. Je demanderai à M. Dunstone de bien vouloir répondre à cette question.

M. P.H. DUNSTONE: Je pense qu'il importe d'envisager l'application de la coordination modulaire aux deux types de construction généralement définis, c'est-à-dire la construction traditionnelle et la construction industrialisée.

Les ouvriers peuvent naturellement ne pas remarquer la coordination en construction traditionnelle. Les matériaux et éléments paraissent superficiellement identiques. La situation s'améliorera dans le bâtiment non coordonné, mais pour ce qui est des syndicats, le travail ne présente pas de différence mais devient seulement plus efficace.

De grandes différences tendent à se faire jour en construction industrialisée. Il se produit, et vous y faisiez allusion je crois, un glissement du travail de chantier vers l'usine. Le travail à pied d'oeuvre diminue et les opérations exécutées à l'atelier augmentent.

Comment les syndicats réagissent-ils devant ce phénomène? Ce type d'évolution n'est pas assez marqué en Angleterre, à mon avis, pour attirer leur attention, aussi existe-il peu de remous ou discussions à ce sujet. Il faut néanmoins en prévoir mais à bien considérer la situation syndicale et la pénurie de la main-d'oeuvre, je pense qu'ouvriers des usines et chantiers étant également syndiqués, il n'y aura pas de querelle immédiate ou prochaine à propos du travail exécuté à l'usine ou sur place.

M. BERGVALL: Je dirais, dans un sens très général, que la situation prévalant dans le moment gouverne étroitement la possibilité de voir surgir ou non des difficultés d'ordre syndical causées par cette tendance à transférer une partie de l'activité du chantier à l'usine. Un excédant de main-d'oeuvre se traduit par moins de difficultés dans le bâtiment qu'une pénurie. C'est tout à fait naturel.

Notre expérience en Suède montre que le transfert est possible par négociations entre l'industrie et la main-d'oeuvre. L'accord a tenu pour certains types de procédés à ce que, par exemple, le syndicat du bois et de la construction ne régit pas seulement la construction elle-même mais encore toute la plomberie, l'installation électrique, etc... qui se font sur le chantier. Il a été réalisé parce que personne ne pouvait plus affirmer la nécessité d'une quelconque qualification professionnelle de la main-d'oeuvre tant était poussé, pour chaque élément, le degré de préfabrication.

D'autre part, il est arrivé qu'une société employant un autre procédé tente de copier celui-ci. Elle se borna à dépêcher ces monteurs, qui étaient syndiqués, de l'usine au chantier. Mais dans notre pays, les ouvriers du bâtiment sont beaucoup mieux payés que les ouvriers en usine de sorte que la société essuya un refus catégorique des travailleurs. Cela montre bien qu'il faut soigneusement préparer chaque opération en tenant compte de la situation précise du pays et de l'organisation syndicale existante.

J'ajouterai que l'économie en argent n'est pas nécessairement réalisée comme on le suppose par le seul transfert d'activité opéré du chantier à l'usine. L'efficacité de la construction industrielle se mesure fréquemment au nombre d'heures-ouvriers requises sur le chantier. Il n'est pas surprenant que les syndicats réagissent contre cette pratique poussée à l'extrême. Les conflits syndicaux provoqués de cette manière peuvent rendre le travail effectué en usine plus onéreux que s'il avait été exécuté sur le chantier.

La préfabrication n'est pas un objectif en soi, mais elle apporte souvent une solution à nos problèmes de production. Laissez-moi vous répéter qu'il est extrêmement hasardeux de tirer une conclusion générale valable pour tout pays dans ce domaine particulier des rapports main-d'oeuvre-direction d'entreprise. Je sais que la situation diffère ici totalement de celle de la Suède et qu'en Angleterre elle est encore différente.

Nous avons été interrogés sur nos expériences propres et je puis communiquer toutes celles que j'ai acquises en ce domaine, mais je ne les considère pas nécessairement valables pour fournir des réponses adaptées aux conditions canadiennes.

M. CLAYTON (architecte à Ottawa): Nous avons d'une part discuté de coordination modulaire et d'autre part du module de 4-po. ou de 10-cm. Me tromperais-je en affirmant que le choix du module a fait beaucoup parler, qu'il n'est pas accepté par tout le monde et en fait le seul module est celui de 4-po. Je pense me souvenir qu'on débattait encore très récemment en Angleterre pour décider lequel des deux modules, de 4-po. ou de 10-cm. était le bon.

M. DUNSTONE: Il est certain qu'on a beaucoup discuté de la taille du module. Il y avait un groupe dit "brick lobby" qui défendait le module de 3-po. Le débat a été animé mais je pense que le module de chiffre 100-mm (10-cm) est maintenant bien accepté -- c'est le cas chez nous. Je ne crois pas qu'il rencontre beaucoup d'opposition.

M. BERGVALL: Puis-je ajouter en ma qualité de Président du Groupe modulaire international qu'il n'existe aucun pays, à l'exception d'un seul, qui manifeste de l'intérêt pour un module autre que celui de 10-cm, ou de 4-po. pour les quelques pays utilisant cette mesure.

L'unique exception est l'Allemagne qui souffre maintenant de son rôle de pionnier puisqu'elle a été la première en Europe et peut-être dans le monde à opter pour la construction modulaire. Les Allemands qui avaient primitivement adopté le module de 12.5 cm ont à présent le problème de se convertir au module international de 10-cm.

On ne discutait absolument pas de taille quand l'Allemagne a choisi son module. Le module de 12.5 cm était acceptable pour la construction modulaire internationale et pouvait être choisi. Le seul mérite du module de 10 cm 4 po. est d'être internationalement accepté mais c'est énorme et suffisant.

M. KENT: M. le Président, il existe une anecdote intéressante à ce sujet et puisqu'on a parlé du "brick lobby" et de l'adoption du module de 10 cm ou 100 mm en Angleterre, je la trouve appropriée. L'industrie de la brique s'est longtemps opposée à

l'adoption du module de 4 po. au "British Institute Committee on Modular Coordination" et au cours de la réunion de 1964 le délégué des fabricants de brique déclara au comité, non sans arrière-pensée: "Non, nous n'accepterons pas le module de 4 po. parce que si vous insistez pour que nous changions, alors nous adopterons le module de 10 cm!" Le comité se concerta puis répondit aux briquetiers: C'est entendu, nous acceptons le module de 10 cm." Ce fut le premier sujet d'entente au sein du comité, et on a établi peu de temps après la norme B.S.I. de coordination modulaire fondée sur le module de 10 centimètres.

M. T. BJORNSTAD (professeur agrégé d'études sur le milieu au département d'esthétique industrielle, de l'Université de Waterloo): Je suis un architecte attaché à l'Université de Waterloo et j'ai le plus grand respect pour les causeries données ici; je suis d'accord en principe sur leur contenu.

Je pense qu'il y a lieu d'améliorer notre méthode de travail. J'ai encore fortement l'impression que nous en sommes à discuter d'éléments concrets, alors que ce qu'il nous fait découvrir, c'est la raison pour laquelle nous devrions adopter de nouvelles unités modulaires.

Nous étudions entièrement la situation du point de vue construction, ce qui revient à remédier à une mauvaise situation après coup. La véritable nécessité d'une coordination modulaire se situe au stade de la conception même. Nous parlons de la quantité incroyable de données ainsi que de la normalisation de celles-ci. Nous en venons directement au corollaire de cette prémisse, à savoir avec toute décision qu'il nous faudrait prendre comporterait peut-être une dépense d'une centaine de milliers de dollars. Il faut faire appel à l'interprétation pour résoudre ces problèmes.

Actuellement, je pense que le changement qui dictera ou décidera ce que deviendra l'unité viendra directement des architectes. Même aujourd'hui, un grand nombre de plans sont établis en fonction des ordinateurs, et le problème qui se pose actuellement à nous n'est pas de savoir si l'unité doit être de quatre ou six pouces, mais de déterminer la capacité de l'équipement de calcul. Cette capacité nous indiquera les dimensions du module, car chaque module exige une aire d'emmagasinage au sein de l'ordinateur de sorte que les dimensions du module dépendront de l'aire disponible.

L'équipement de calcul conçu aujourd'hui (les calculateurs étant conçus en fonction des problèmes d'architecture) fera partie de l'équipement standard d'ici les cinq prochaines années, et ce pendant les 10 prochaines années. Ils exigeront sûrement une interprétation de sorte que je pense qu'avant de déterminer les dimensions de l'unité modulaire, il faudrait tenir compte de ce que les concepteurs envisagent de faire, à savoir si les briques mesureront quatre pouces, trois pouces ou deux pouces.

Il s'agit d'une question de définition. Il est possible d'établir le module et de l'utiliser, mais encore faut-il qu'il s'intègre dans les processus mentaux. J'aimerais connaître l'opinion de M. Dunstone à ce sujet.

M. DUNSTONE: M. le président, je ne peux répondre du point de vue conception; je ne suis pas autorisé à parler en qualité de concepteur-dessinateur. Mais je peux vous répondre, du point de vue calcul automatique que l'ordinateur est notre esclave: nous choisissons les dimensions que nous désirons en nous plaçant de quelque point de vue que ce soit et l'ordinateur exécute nos ordres.

Par conséquent, comme vous le dites si bien, le noeud du problème se résume à une question de dessin et de conception. J'aurais cru que les concepteurs avaient déjà envisagé la question et je suis certain que d'autres membres de la tribune en viendront à s'interroger à ce sujet, mais les concepteurs se sont mis d'accord pour adopter un module de 4 pouces/100 millimètres. Une fois que la décision a été prise, tout ce qu'il reste à faire c'est de soumettre l'ordinateur, celui-ci étant un outil, en conséquence.

M. BJORNSTAD: Accepter une norme de 4 pouces uniquement parce que cette unité est presque égale à 10 centimètres européens est une attitude sûrement inacceptable. A mon avis, le choix des dimensions d'une unité modulaire ne peut être motivé que par des exigences au niveau de la conception, ou plus précisément, que par les déterminants des ordinateurs. Compte tenu des débouchés actuels et futurs dans le domaine du contrôle analytique et de la notation matricielle en matière de conception, nous découvrons, par exemple, que le fait d'intégrer dans un plan une centaine d'activités amènerait une régénération de dix mille relations simultanément interdépendantes qui influeraient sur chaque décision relative à la systématisation.

Des questions aussi complexes ne peuvent être traitées qu'au moyen d'ordinateurs. Les nombreux facteurs dont il faut tenir compte, dans le cas d'une systématisation d'envergure même moyenne, font appel à une capacité énorme d'emmagasinage, de la part des ordinateurs, de sorte qu'il s'agit maintenant de savoir quel est le plus petit module utilisable qui puisse tout de même satisfaire à ces définitions de la conception, compte tenu des limites d'emmagasinage des ordinateurs. Ainsi, avant d'opter pour un module quelconque, ne devrions-nous pas étudier cet aspect de ses limites en vue d'essayer de réduire son utilité?

M. KENT: Cette question est sûrement pertinente, et je pense qu'elle indique qu'il faut prendre des mesures pour réduire le nombre des variables dans l'industrie de la construction. M. Bjornstad a souligné que des variables à tous les quatre pouces représentent un nombre trop grand de variables pour la mémoire de l'ordinateur. Je suis d'accord, mais le concept d'une échelle de grandeurs signifie peut-être qu'il faudrait envisager des éléments sous forme de multiples de module de 100 millimètres (10 centimètres) ou de 4 pouces. La gamme complète n'est pas utilisée étant donné que la chose n'est pas nécessaire.

On a proposé d'opter pour un module de 300 millimètres équivalent à un pied de sorte que le module de 300 millimètres serait généralement utilisé en tant que multiple du module de 100 millimètres, tandis que le module de 300 millimètres serait parfois subdivisé en modules de 100 millimètres. En outre, je me demande si ce n'est pas là ce qui avait été recommandé dans la mesure du possible en Angleterre, d'après M. Davidson.

M. A.A. GOLDES (Président de *A.A. Goldes and Associates Limited*, experts-conseils): J'aimerais beaucoup que nos collègues européens nous fassent connaître les mesures prises aux premiers stades de l'industrialisation de la construction afin de sauvegarder la position et ménager la susceptibilité des entrepreneurs quant à la concurrence dans le cas des soumissions.

Premièrement, aux premiers stades de l'industrialisation, il n'y avait qu'un choix restreint de systèmes de construction industrialisés. Ainsi, j'imagine, la construction industrialisée reposait uniquement entre les mains d'un ou deux fournisseurs de tels systèmes à l'abri de toute concurrence.

M. E.J. SIMPSON (Architecte, *Ontario Housing Corporation*): Je ne voudrais que poser une question d'ordre général aux membres de la présente tribune, mais j'ignore qui devrait y répondre. Voici: Quel rôle l'Etat devrait-il jouer dans l'élaboration de nouvelles méthodes de construction au pays? Je pense que le gouvernement peut jouer un rôle de catalyseur et certainement favoriser l'utilisation des nouvelles méthodes et des nouveaux procédés. Est-ce trop exiger de l'industrie que de lui demander de financer les travaux de recherche et de perfectionnement qu'exige la mise au point de nouvelles méthodes et de nouveaux procédés?

M. DAVIDSON: M. Bergvall et moi-même avons discuté de cette question de sorte que je peux répondre de façon précise. A mon avis, il est certain que la meilleure façon d'amener l'industrie de la construction à innover consiste à lui donner d'importantes commandes. Si l'industrie reçoit d'importantes commandes de la part de ses clients, elle devra apporter de grandes innovations pour satisfaire à ces commandes.

Je pense donc qu'il s'agit là de la meilleure façon, ou en tout cas de la voie la plus rapide, car il est probable que l'industrie de la construction hésitera à investir des sommes considérables au titre des travaux de mise au point, des délais d'approbation et de l'outillage requis pour trouver de nouvelles solutions.

M. BERGVALL: Peut-être seriez-vous intéressés à connaître ce qui se passe dans d'autres pays. Je ne parle pas spécialement de mon propre pays. En outre, laissons de côté les pays de l'Europe orientale étant donné qu'ils font appel à des procédés spéciaux pour réaliser cette coordination modulaire. Dans certains pays de l'Europe occidentale, on a essayé d'utiliser la coordination modulaire de manière plutôt facultative. Dans d'autres pays, les gouvernements ont pris certaines mesures. Au Danemark, par exemple, où la coordination modulaire a connu un grand succès, le gouvernement a promulgué, il y a deux ou trois ans, je crois, un règlement en vertu duquel tout immeuble résidentiel destiné à être loué doit être de construction modulaire.

Le gouvernement a également réuni un personnel d'experts en construction modulaire, chargé d'aider les entrepreneurs, les architectes, etc. pendant la période d'adaptation. Les constructions préfabriquées ont connu un grand succès au Danemark justement en raison de l'établissement de ces règlements sur la construction modulaire.

En France, la situation est, sous certains rapports, analogue. Dans mon propre pays, le gouvernement a promulgué, juste avant mon départ, certains règlements aux termes desquels tous les immeubles érigés pour le gouvernement ou pour tout organisme de l'Etat doivent être conformes aux normes suédoises, ce qui signifie, entre autres, qu'ils doivent être de construction modulaire.

On pourrait évidemment envisager la question dans l'optique préconisée par M. Davidson, le gouvernement étant un important client. L'Etat a également promulgué des règlements permettant aux divers organismes gouvernementaux qui, d'une manière ou d'une autre, subventionnent la construction d'écoles, d'immeubles résidentiels, etc. d'édicter des règlements analogues.

Personnellement, je crois que cette méthode est valable si elle est employée soigneusement et prudemment de manière à ne pas promulguer de tels règlements lorsqu'il est évident que ceux-ci n'encourageraient pas la mise au point de nouvelles techniques. L'emploi de cette méthode exige cependant une très grande dextérité.

M. KENT: J'espère que les représentants des gouvernements sont en assez grand nombre ici et qu'ils sont persuadés des avantages du procédé modulaire. J'espère, en outre que les gouvernements feront maintenant preuve de prudence, comme il se doit.

Nous tentons, je pense, d'employer une méthode d'approche par la persuasion au Canada. M. Davidson a fait mention d'un système d'association économique pour le CLASP* mais il n'a pas souligné le fait que, dans ce cas, un grand nombre de propriétaires mettaient en commun leurs exigences afin d'obtenir la mise en oeuvre d'un programme. Il en a été de même dans le cas du *Southern California Schools Development*.

La première mesure prise par le groupe de recherches, dans ce cas, a consisté à rassembler tous les clients éventuels afin de s'assurer de la construction d'une grande quantité d'immeubles. Au Danemark, il a fallu que le gouvernement stipule qu'un nombre déterminé de logements seraient construits au cours d'une période de cinq ans. Une fois cette période écoulée, le gouvernement a encore stipulé qu'un certain nombre de logements seraient construits au cours d'une autre période donnée.

Grâce à ce stimulant, les fabricants avaient certaines raisons d'innover et d'engager les capitaux requis pour effectuer les changements tout en ayant la garantie qu'ils rentreraient ensuite dans leurs dépenses.

M. BERGVALL: Il serait bon de faire remarquer que le gouvernement danois stipulait également qu'un seul code régirait l'ensemble de la construction au Danemark. En outre, ce code ne serait modifié pour aucune raison au cours de la période de cinq ans dont il a été question ci-dessus, de manière que les fabricants sachent à quoi s'en tenir.

M. AIRD: En raison encore de mon ignorance en tant que profane en la matière, il me semble qu'un véritable problème se pose ici en ce que l'initiative qui, je suis certain que la plupart d'entre vous en conviennent, devrait être le fait de l'architecte, du planificateur et du concepteur, appartiendra maintenant au gouvernement ou au fournisseur, ces derniers étant ceux qui peuvent réunir le plus grand nombre de capitaux.

M. JOHN CAULFIELD SMITH (Directeur de la *Canadian Structural Clay Association*): Il m'est apparu, lors d'un récent échange de vues sur la situation du logement, que le gouvernement lui-même, surtout aux échelons supérieurs, constitue le principal client de l'industrie de la construction. Il semble logique, à première vue, de supposer que les ministères des Travaux publics des gouvernements fédéral et provinciaux font preuve d'une certaine initiative, plutôt en dehors du secteur de la construction industrialisée, dans le domaine de la construction d'édifices publics (bureaux de poste et divers autres immeubles de ce genre) conformes aux normes modulaires. Est-ce que M. Kent aurait l'obligeance de traiter brièvement de cette question?

M. KENT: En réponse à la question de M. Smith, permettez-moi de souligner que le ministère des Travaux publics possède un modèle de petit bureau de poste dont des exemplaires sont construits dans diverses parties du pays. Ce modèle est de conception modulaire et son exécution n'a soulevé de difficultés dans aucune partie du pays.

* Consortium of Local Authorities School Project*

Cette assertion aurait peut-être besoin d'être rectifiée. Nous avons avec nous un représentant du ministère des Travaux publics et j'aimerais beaucoup qu'il élabore sur cette question.

M. D.H. MILLER (Ministère fédéral des Travaux publics): M. Smith a raison, nous avons de fait des bureaux de poste de conception normalisée. En réalité, nous avons environ six modèles. Il s'agit de modèles de bureaux de très petites dimensions, variant entre mille pieds carrés et deux mille pieds carrés, et de conception modulaire.

Le coût de ces bureaux varie entre trente mille et soixante-dix mille dollars environ. Nous n'avons jamais reçu de plaintes de la part des entrepreneurs ayant présenté des soumissions relatives à ces immeubles ou ayant construit ces derniers. Qu'il s'agisse d'entrepreneurs en travaux de maçonnerie en parpaings, en briques ou en pierres, aucun n'a, que je sache, éprouvé des difficultés relativement à cette coordination modulaire.

Je pense que c'est là un bon départ pour le gouvernement. Quant à savoir s'il convient, à ce stade, d'élargir le secteur de la construction modulaire, je n'en suis pas convaincu moi-même. Ainsi, dans le cas d'un million de dollars, il est certain que le fait de demander à nos experts d'établir les plans de façon modulaire donnerait un grand essor à la construction modulaire, mais en résulterait-il une hausse ou une baisse du coût de l'édifice au stade actuel?

Je l'ignore, et j'aimerais avoir des précisions à ce sujet si quelqu'un est en mesure de me renseigner. Nous aurions un excellent argument si nous pouvions dire à notre architecte consultant qu'en adoptant la conception modulaire il obtiendrait certains avantages au point de vue économique sans qu'il n'ait à faire de sacrifices relativement à l'esthétique.

M. D.M. BLENKHORNE (*Shore and Moffatt and Partners*): M. le président, je ne pense pas qu'il soit possible d'affirmer que les immeubles de conception modulaire coûtent plus ou moins cher. Toutefois, nous employons la méthode de coordination modulaire depuis plus de dix ans et il est certain que rien ne prouve que celle-ci soit plus coûteuse que la méthode de construction traditionnelle.

Je n'ai pour ainsi dire rien de plus à ajouter à ce sujet. S'il y a ici d'autres entrepreneurs familiers avec la méthode de construction modulaire, peut-être peuvent-ils vous donner plus de précisions.

M. AIRD: On a attiré mon attention sur le fait qu'il y a parmi nous un représentant du bureau des normes des Etats-Unis, et je me demande s'il aurait l'obligeance de nous faire connaître son point de vue.

M. R.W. SMITH, fils (*National Bureau of Standards*, Washington (D.C.)): Je suis secrétaire du *United States Standards Institute* qui est le comité de la construction modulaire auprès du gouvernement des États-Unis. Les livres du *U.S. Institute* ont été normalisés vers la fin des années 1940 ou le début des années 1950, lors de l'adoption du module de 4 pouces. Le problème des laveuses à vaisselle dont il a été question précédemment résulte du fait que nos armoires de cuisine et appareils ménagers sont construits d'après un module de base de 3 pouces, et ce, depuis des années. L'industrie ne voit aucune raison de modifier la situation, bien que de nombreuses pressions aient été exercées dans ce sens. Je pense que l'adoption du module de 4 pouces aux États-Unis remonte à environ 1938, lorsque la *Bemis Foundation* adopta ce module pour la construction de maisons unifamiliales et jeta ainsi les bases de tout ce système. A l'épo-

que, la maçonnerie était un facteur aussi déterminant que la coordination avec les "deux sur quatre". Ainsi, l'industrie américaine de la maçonnerie a maintenant adopté le module de base de 4 pouces, tant pour ce qui est des parpaings que des briques.

M. GOLDES: Comme les divers membres de l'industrie de la construction ont été soumis aujourd'hui à un interrogatoire plutôt serré, je me demande si nous ne pourrions pas mettre sur la sellette une autre des parties en cause, savoir les universités.

J'aimerais savoir quelles mesures furent prises par les universités européennes pour dispenser un ensemble de connaissances de base indispensables à l'extension de l'industrialisation.

J'aimerais savoir si les universités envisagent de mettre sur pied un cours de construction industrialisée ou un cours dans une autre discipline au niveau postuniversitaire.

Enfin, j'aimerais savoir si le ministère de l'Industrie serait prêt à subventionner un tel cours dans une université canadienne?

M. DAVIDSON: Ma réponse à votre question est la suivante: mettons les universités "sur la sellette", elles le méritent. En autant que je sache, il y a une école d'architecture au Royaume-Uni, affiliée au *University College of London*, qui offre un cours de construction, ce terme étant pris dans son sens global pour signifier l'ensemble des étapes de la construction, si vous préférez. Ce cours n'est pas nécessairement orienté vers l'industrialisation mais, comme on peut s'y attendre, celle-ci constitue l'un de ses principaux aspects.

Il y a une ou deux autres écoles de science et de technologie qui se sont préoccupées de cette question mais celle-ci est pratiquement ignorée dans les facultés ordinaires d'architecture ou même dans les facultés ou écoles de génie. Le génie et l'architecture sont malheureusement enseignés de façon traditionnelle, en insistant davantage sur ce qui est construit que sur la façon de construire.

Aux Etats-Unis, on commence à élaborer des cours spéciaux dans ce domaine, soit dans le cadre des écoles d'architecture ou, dans un cas, de la faculté de génie et d'architecture.

En ce qui concerne ce qui se fait en Angleterre, l'avantage réside dans le fait que ceux qui passent par ce département de la construction peuvent ensuite s'orienter vers l'architecture, l'esthétique industrielle ou d'autres professions du genre en se spécialisant après avoir reçu cet enseignement de base commun à ces diverses disciplines. D'autre part, dans une ou deux des écoles auxquelles je pense aux Etats-Unis, une fois devenu architecte ou ingénieur dans le sens traditionnel du terme, le diplômé n'a plus aucun contact avec la discipline en question.

M. BERGVALL: Je pense que nous nous occupons trop du niveau supérieur de l'enseignement, si je puis m'exprimer ainsi, lorsque nous parlons de la formation des architectes. Il est indispensable, bien sûr, que les architectes soient au courant de la coordination modulaire et que celle-ci fasse partie de leur programme d'étude, mais il y a plus. Cette formation doit être donnée à tous les niveaux, depuis celui des apprentis dans divers métiers, qu'ils soient déjà sur le marché du travail ou qu'ils en soient à leurs débuts.

Il s'agit d'une double tâche qui consiste à informer ceux qui ont déjà atteint un certain niveau d'instruction en incluant la coordination modulaire dans leur programme d'études et à informer ceux qui, quel que soit leur niveau d'instruction et le moment,

n'ont pas de formation universitaire en architecture ou en génie. Je veux dire ceux qui sont aux niveaux ouvriers de l'industrie.

Je pourrais ajouter que, dans mon pays, nous ne possédons pas ce merveilleux cours que vous réclamez. Je sais qu'il se donne un cours de ce genre dans certains pays de l'Europe orientale plus préoccupés que nous par l'industrialisation de la construction.

M. KENT: Je pense que vous seriez peut-être intéressés d'apprendre que le comité chargé d'établir les programmes d'études des écoles secondaires de l'Ontario (*Ontario Secondary School Curriculum Committee*) est à établir le programme d'études des écoles techniques, lequel tiendra compte de l'aspect industriel de la construction dont la coordination modulaire constitue un élément primordial.

Permettez-moi d'ajouter que le programme que l'on est à remplacer a été établi entre 1928 et 1930, de sorte qu'il est permis de dire qu'il est temps qu'on le modifie.

M.H. COCKER (*McKay-Cocker Construction Limited*): Je travaille moi-même dans le domaine de la construction en tant qu'entrepreneur général et je suis en outre président du comité pour la formation et l'instruction au sein de l'Association des constructeurs canadiens. Je suis donc particulièrement intéressé dans les observations formulées par M. Bergvall concernant la formation à tous les palliers. Toutefois, nous, les entrepreneurs généraux, sommes très préoccupés par le facteur coût et je ne pense pas qu'il se trouve un seul entrepreneur général parmi nous qui n'ait déjà été aux prises avec des problèmes de coût.

En dépit de tous les éléments modulaires qui existent aujourd'hui dans nos industries, comme dans la fabrication des parpaings et des briques, il semble terriblement difficile d'obtenir un dessin conçu pour que ces deux éléments s'adaptent l'un à l'autre, que ce soit en fonction des portes ou des fenêtres.

Récemment, relativement à l'un de nos contrats, nous nous sommes aperçus que notre devis estimatif relatif à la maçonnerie comportait un excès de coût d'environ 34 p. 100. J'ai vérifié la chose très très soigneusement. Avec le contremaître des travaux de briquetage, nous avons vérifié l'estimation et avons découvert qu'il fallait deux briqueteurs occupés constamment à scier pour quatre briqueteurs occupés à poser les parpaings. En raison de la disposition de la porte et des fenêtres de l'immeuble, il fallait scier chaque parpaing de montant de porte ou de châssis de fenêtre, soit au niveau du montant, soit au sommet. Si la présente tribune ne sert à rien d'autre qu'à nous rendre tous conscients de ces inexactitudes et de l'importante mesure dans laquelle le dessin influe sur les coûts, je pense que nous serons déjà engagés sur la voie du succès. Pour ma part, je pense que vous êtes déjà sur la bonne voie. Continuez! (Applaudissements.)

M. V.S. RISTIC (*Industrial Research Institute*, Université de Windsor): Bien que la décision qui a présidé au choix de modules de 3, 4 ou 5 pouces ait eu quelque chose d'arbitraire, je me permets de faire remarquer qu'il n'a été question que deux ou trois fois des pièces de charpente dans la coordination modulaire. J'aimerais donc poser une double question: premièrement, les dimensions du bois de sciage, stipulées d'après le *Canadian Institute of Timber Construction*, ou des pièces d'acier laminé, d'après l'*American Institute of Steel Construction*, sont-elles adaptées à la coordination modulaire? Sinon, pourquoi? Deuxièmement, les dimensions des pièces de charpente (étant donné que nous savons tous que rien n'est soumis à une décision ou à un jugement arbitraire en ce qui concerne les pièces de charpente) s'intègrent dans le système modulaire? Et sinon, comment résoudre ces problèmes?

M. BERGVALL: Je pense qu'il serait possible de répondre à plusieurs de vos questions en se reportant à la distinction que j'ai établie plus tôt entre les dimensions de coordination spéciale et les dimensions de coordination générale.

Dans l'industrie canadienne de la construction, la façon dont le bois de charpente ou de sciage est posé permet de tirer le meilleur parti possible des dimensions, à tout le moins, des dimensions de coordination spéciale des pièces de charpente et des poteaux d'acier. Néanmoins, cette question permet d'effleurer un important problème, à savoir les épaisseurs des éléments de construction des immeubles.

Ainsi, il y a une cloison portante entre deux appartements qui, pour des raisons de construction et d'insonorisation, doit mesurer 14 centimètres d'épaisseur (soit un peu moins de 6 pouces); du point de vue modulaire, la cloison devrait mesurer 4 pouces ou 8 pouces d'épaisseur. Dans le dernier cas, comme certains l'ont souligné lors de la causerie de la semaine dernière, il y aurait un peu moins de 3 pouces de bon béton en pure perte; à mon avis, si le mur est doté de l'épaisseur modulaire d'une façon aussi maladroite, la perte de 3 pouces de béton est justifiée, car si le mur en béton solide constitue la façon la plus évidente de remplir toutes les épaisseurs, alors un peu moins de 6 pouces, cela suffit. Mais il y a avantage à dessiner le mur de façon à obtenir l'épaisseur de 8 pouces désirée. On peut utiliser d'autres genres de panneaux, comme les panneaux creux, et une foule d'autres possibilités s'offrent à l'ingénieur doué d'imagination. Que gagne-t-on ainsi? Eh bien, le coût sera peut-être un peu plus élevé. Le fait d'avoir, par exemple, la cavité mentionnée précédemment, mais d'obtenir un mur d'épaisseur modulaire permettra d'éviter une multitude de problèmes lorsqu'il s'agit d'intégrer ce mur aux autres éléments de l'immeuble. Il faut peser le pour et le contre.

Je pense que ceci répond à cette question plutôt spécifique sur les matériaux, mais je pense que personne ne s'attend nécessairement à ce que les poutres de bois de charpente ou d'acier laminé soient de conception modulaire, car leurs dimensions ne sont habituellement pas des dimensions de coordination générale.

M. J.C. RANKIN (architecte, Metro Toronto School Board S.E.F.): M. Davidson nous a brossé un tableau très vivant de l'évolution de l'industrie de la construction telle qu'il la conçoit de nos jours. Pourrions-nous le mettre à contribution deux ou trois minutes encore ainsi que sa boule de cristal? Ce serait, je crois, très instructif pour nous tous.

M. DAVIDSON: Oui, je pense que vous pouvez ainsi prendre votre revanche. Si je fixe ma boule de cristal -- mais laissez-moi d'abord regarder dans la boule de quelqu'un d'autre appartenant à une profession dont je n'ai pas d'expérience directe, ce qui me permettra de généraliser plus gratuitement.

Si nous considérons l'industrie du conditionnement de la viande, nous découvrons que depuis 20, 30, 40, 50 ans et je ne sais combien plus exactement, la situation a bien évolué entre le petit éleveur, le petit abattoir de village, les petits magasins locaux, chacun servant leur spécialité aux clients de leur propre localité et les grandes exploitations actuelles aux immenses troupeaux et aux distributeurs de détails du type Safeway etc., et. L'unique rescapé du détail est le boucher casher ou rituel.

Ce qu'il faut en conclure, à mon sens, c'est que dans les bouleversements de toutes sortes dont chaque industrie est la proie -- j'ai choisi celle de la viande parce qu'elle est très éloignée de ma propre sphère -- les gens s'évertuent à tenir de nouveaux rôles.

Ceux qui réussissent sont ceux qui en fait se trouvent un rôle inédit mais conforme à un besoin ou ceux qui amalgament plusieurs rôles anciens en un seul qu'ils peuvent remplir avec plus d'efficacité. A moins que l'architecture n'y veille, nous allons nous retrouver, j'en ai peur, "architectes rituels" si j'ose dire et nul doute qu'on ne trouve alors aussi les "entrepreneurs rituels".

Je ne puis ajouter grand-chose mais il me semble que nous devrions chacun nous efforcer de regrouper nos fonctions dans les industries de la construction industrielle coordonnée dont j'ai parlé.

DISCUSSION EN GROUPE

À

L'HÔTEL FORT GARRY, WINNIPEG

LE 24 OCTOBRE 1967

PANÉLISTES:

**L.K. Bergvall
C.H. Davidson
P.H. Dunstone
S.R. Kent**

ANIMATEUR:

J. S. Sugiyama

PRÉSIDENT:

J. D. Wood

M. J. SUGIYAMA: J'aimerais demander aux experts qu'elles sont à leur avis les incidences de la production modulaire sur les qualités esthétiques d'un bâtiment.

M. L. BERGVALL: Je crois pouvoir répondre à cette question en vous contant l'anecdote suivante. Voici environ 25 ans, nous avons commencé à discuter de coordination modulaire en Suède. Il s'agissait de choisir entre les modules de 4, 5 ou 6 po. Nous avons donc invité deux éminents architectes à soumettre des plans pour la façade d'une école qu'ils tracèrent, et nous les avons redessinés en les adaptant aux modules de 4, 5 et 6 po. Cela fait nous avons demandé aux deux architectes de reconnaître leurs dessins. Ils ont immédiatement désigné les dessins de façade visiblement adaptés à 6 po. mais ils ont été incapables de retrouver l'original parmi les autres. Cela me paraît édifiant. Le module est une unité si petite et d'une telle souplesse qu'il ne limite en rien la liberté de conception de l'architecte et ne nuit aucunement aux qualités esthétiques de la construction.

M. C.H. DAVIDSON: J'aimerais le traduire ainsi: si l'architecte se refuse à élaborer une esthétique industrielle compatible avec la coordination modulaire, alors un autre s'en chargera peut-être. En d'autres termes, si l'architecte fait l'autruche et dit "Je ne peux pas le faire", un autre le fera. Ce peut être l'ingénieur et je prie les architectes de ne pas se formaliser de mes propos.

MME P. HUNT, Institut de technologie du Manitoba: Connaissez-vous une quelconque école d'architecture, université ou école technique enseignant le dessin adapté à la technique modulaire et si oui, savez-vous qui a préparé les programmes d'études, organisé la transition ou bien alors voulez-vous que cela soit entrepris maintenant?

M. KENT: C'est une question percutante. D'abord, parlons de ma maison -- l'Ecole d'architecture de Toronto. Je puis tout de suite vous dire que dans toutes les écoles d'architecture, nous sommes en présence du problème que j'ai assez prudemment abordé au cours de mon exposé de ce matin. A savoir que dans les écoles d'architecture où nous nous efforçons de former des concepteurs, ceux-ci se cabrent dès qu'ils se sentent soumis à la moindre pression. Je pourrais dire que notre problème à l'université n'est pas l'enseignement des étudiants mais la formation des enseignants. Donc la technique modulaire est enseignée aux étudiants à l'Université de Toronto, ce qui est conforme à sa vocation universitaire. Le Professeur Gillmore peut rendre compte de la situation à l'Université du Manitoba. On enseigne le "modulaire", il me semble à l'Université de Montréal. Les étudiants de l'université de la Colombie-Britannique y sont initiés. Je crois pouvoir dire que les étudiants se rendent compte en mûrissant seulement de l'importance vitale de l'utilisation, d'une façon ou d'une autre, de la technique modulaire. Maintenant pour ce qui est des écoles techniques, l'une d'elles à Toronto enseigne le dessin modulaire. L'un de nos instructeurs techniques à Calgary est à présent familiarisé au système. Les programmes des écoles techniques de l'Ontario sont en cours de révision et les procédés modulaires feront l'objet d'une série de cours.

M. SHACK, ARCHITECTE DÉCORATEUR: Je vais lancer une note discordante. Je ne suis pas habitué à plusieurs des termes de construction que vous avez employés. On nous a parlé de quantité de choses dont les techniques de fabrication, l'économie réalisé dans le prix de revient de la construction par l'automation et la production de blocs intégrés complets. Mais l'étude, à mon point de vue d'ensemblier, n'est pas assez

poussée. Sans doute, toutes ces nouveautés telles que la coordination modulaire sont commodes, peut-être pour l'architecte et aussi pour les entrepreneurs et fabricants; sans conteste, elles ont du bon et produiront d'heureux résultats. Mais ce qu'on a négligé de discuter tout au long de cette journée c'est la façon dont les bâtiments sont construits non pas seulement par, mais *pour des gens*. Le module de 4 po. marche très bien, malheureusement les locataires ne se fabriquent pas en multiples de 4 po. ou de 2 po. Les êtres humains se fond individuellement. Si donc vous vous en tenez à ce quadrillage à trois dimensions de 4 po. bien des problèmes surgissent en raison, je pense, des rapports mutuels liant l'extérieur à l'intérieur du bâtiment. Les plans de travail sont à 35 po., le niveau des sièges est à 18 po. Ni l'un ni l'autre ne s'accommode d'un module de 4 po. Les tables sont généralement à 29½ po. du sol. Aussi j'aimerais connaître, M. le Président, les opinions à ce sujet.

M. DAVIDSON: Il n'est pas discutable que l'homme pour son meilleur confort utilise pour s'asseoir un siège d'une certaine hauteur. Il ne s'agit pas de discuter le moins du monde de la hauteur idéale d'un plan de travail. Aucun procédé modulaire n'exige le changement de ces dimensions. La question vient peut-être d'un malentendu ou d'un léger excès de simplification qui a pu s'introduire au cours de la discussion - à savoir que l'espace modulaire au sein duquel on évolue dans une construction de type modulaire impose un inévitable quadrillage auquel il faut partout se plier. Ce n'est pas le cas. La coordination modulaire est une question d'ordre pratique avant tout et rien d'autre. Si, par exemple, nous parlons d'une chaise ordinaire, on entend par dimension modulaire éventuelle tout simplement le plan déterminé par les pieds sur lesquels elle repose. Que le siège proprement dit, le plan sur lequel on s'assoit, vous ou moi, se trouve à 17,½ 18 ou 20 po. est affaire de commodité et n'a absolument pas à s'adapter à tel autre élément de la construction. Si, par exemple, le niveau d'un évier ou d'un plan de travail est à 35½ po. de haut et non pas 36 po., hauteur modulaire la plus proche, il est parfaitement possible de sortir de la prétendue difficulté en utilisant une planche de fixation de ½ po. sur l'évier ou à 4 ½ po. de hauteur. On retrouve alors les dimensions d'usage pour le carrelage ou pour les éléments de cuisine rapportés au-dessus. Je pense que cette porte de remarque est l'effet d'une simplification excessive de l'interprétation du quadrillage modulaire.

UN INGÉNIEUR CONSEIL: J'ai une question toute simple à poser. Comment en est-on arrivé au chiffre de 4 po. pour le module de base. Est-ce un choix arbitraire? Ce chiffre présente-t-il des avantages déterminants sur tout autre et quel est l'équivalent métrique de ce module?

M. KENT: L'un des impératifs de la construction industrialisée est la réduction du nombre des variables. Nous pouvons d'une part réduire ces variables au point de manquer de souplesse. D'autre part nous ne pouvons les multiplier sans coût catastrophique. De sorte qu'à mi-chemin nous devons trouver une souplesse suffisante mais non pas excessive. Je dois vraiment renvoyer la question à M. Bergvall qui a analysé dans le détail le comportement de la "Swedish Manufacturers' Association" face au choix du module de 10 cm. Ceci est un début de réponse à la seconde partie de votre question.

M. BERGVALL: Revenons d'abord au module de 4 po. qui a été le tout premier module créé au sens industriel moderne du terme. C'est Alfred Bemis qui l'a inventé à Boston. La raison pour laquelle on s'y est arrêté, à cette époque lointaine, a

probablement été le fruit d'une réflexion purement subjective. Il devait être assez petit pour convenir à de multiples usages et assez grand pour permettre de limiter le nombre des variables. L'exemple que je vous ai donné des architectes incapables de découvrir si leurs dessins avaient été modifiés à 4 po. ou non témoigne de la justesse probable du choix. Parlons maintenant du choix particulier de 10 cm, l'équivalent de 4 po. dans les pays européens adeptes du système métrique et notamment le mien. Au début, j'en conviens, nous aurions pu adopter le système allemand qui existait alors et existe peut-être encore aujourd'hui. Mais dans un pays du "système métrique" quantités de tailles en usage devaient être des multiples de 10 cm. Le choix de 10 cm a sans aucun doute été dicté par les incidences sur les prix de revient, dans la mesure où elles étaient prévisibles. Elles ont semblé moins défavorables pour le module de 10 cm que pour celui de 12.5 cm.

C'est là, je pense, la raison du rapide succès du module de 10 cm dans les pays "métriques". De sorte qu'à l'exception de l'Allemagne, tous les pays soucieux de coordination dimensionnelle ont opté pour le seul module de 10 cm. Je dis bien tous! Or, le module équivalent le plus proche dans le système anglo-saxon se trouve être celui de 4 po. Il ne sont pas identiques, néanmoins les efforts de coordination modulaire accomplis durant la Grande Guerre à Boston, aux E.-U. et dans les pays d'Europe qui s'en préoccupaient, ont porté tout à fait fortuitement dans la même voie. En visite en 1946, nous avons pu examiner en détail l'oeuvre accomplie par Boston et l'A.S.A. 62 en coordination modulaire. Nous avons constaté qu'en dépit de la différence existant entre 4 po. et 10 cm nous avons presque partout abouti aux mêmes solutions. C'était révélateur et de grand intérêt. Je pense que cela répond à votre question.

M. BRIAN AKINS, entrepreneur général: J'ai une question à poser qui n'a pas encore été soulevée, à propos d'une adaptation de notre code actuel du bâtiment en vue de faciliter la mise en oeuvre de la coordination modulaire. Je pense devoir m'adresser à M. Dawson dont le ministère pourrait peut-être exercer une pression sur d'autres services du gouvernement. Le Code national du bâtiment sert de prototype et de guide dans la plupart de nos municipalités et nous en possédons une version adaptée à Winnipeg. Mais elle donne lieu à des difficultés parce qu'elle n'est pas intégralement acceptée. Prenons un exemple simple: les portes extérieures et leurs cadres. Une porte extérieure de 3 pieds avec son cadre à feuillure n'est pas modulaire à l'extérieur du cadre dont la dimension est précisément importante pour cet élément. De même le placage maçonné sur une charpente de bois exigeant une taille minimum de 6 po. crée des difficultés d'ordre modulaire. Que fait-on pour remédier à cette situation?

M. DAWSON: Nous disposons, au Canada d'un Code national du bâtiment, et c'est fort heureux car peu de pays ont cette chance. Pourtant, ce code n'a pas de statut légal et ne doit son adoption qu'à l'adhésion strictement volontaire des municipalités ou collectivités. J'espère que le professeur Kent s'étendra sur ce sujet de grande importance. Toutefois je serais plutôt enclin à me satisfaire d'un Code national du bâtiment moins rigoureux à l'égard de la normalisation des dimensions que ne le propose M. Akins. Cela dit, je ne doute pas du bien-fondé de votre exemple et qu'il justifie l'introduction d'une modification de nature à favoriser le développement de la technique modulaire. Nous convenons que le Code national du bâtiment puisse être sévère en certains domaines tels que celui que vous évoquez et ceux qui touchent à l'industrialisation de la construction. C'est pourquoi une partie du Programme BEAM

visé l'étude des codes et normes de la construction; je désigne ici plutôt la qualité et les normes de rendement que la normalisation des dimensions.

Il est vrai, qu'en raison d'autres priorités, cette partie du Programme BEAM ne s'est pas développée aussi rapidement que les parties réservées à l'information sur le procédé de construction, à l'industrialisation de la construction ou à la coordination modulaire. Nous sommes cependant conscients d'une difficulté à cet endroit et je pense qu'elle sera traitée ou du moins recevra un début de solution dans un proche avenir. L'effort entrepris dans ce but comprendra la création d'un quatrième comité consultatif industriel dont la composition ne différera pas beaucoup des autres.

Les progrès déjà accomplis ont permis à certains membres, ingénieurs-conseils et architectes, de présenter leur candidature à ce comité consultatif industriel. Ce témoignage d'intérêt laisse bien augurer et nous en attendons de fructueux avis de sorte que les modifications éventuellement proposées en vue de l'adaptation aux nouvelles techniques et procédés, tels que la coordination modulaire et la production préfabriquée, reposeront sur une base solide et concrète.

DISCUSSION EN GROUPE

À

L'HÔTEL MACDONALD, EDMONTON

LE 26 OCTOBRE 1967

PANÉLISTES

L.K. Bergvall
C.H. Davidson
P.H. Dunstone
S.R. Kent

ANIMATEUR:

Kenneth Bruce

PRÉSIDENT:

Ronald Clarke

M. FRED MINSOS, d'Edmonton: Nous touchions de bien près la préfabrication cet après-midi et je me demandais à quel point les empiétements des différentes professions allaient affecter votre système. J'ai vu, dans des revues suédoises, des salles de bain complètes avec des murs précoulés, toute la plomberie et accessoires compris et mise en place, et je demande quel sera l'effet de la réaction des syndicats sur les économies réalisées car ces blocs précoulés seront très faciles à assembler et si les syndicats se montrent aussi sourcilleux qu'ils peuvent l'être ici, toute l'économie peut être absorbée.

M. S.R. KENT: C'est une question qui concerne les syndicats et je crois M. Bergvall qualifié pour y répondre. Vous voulez parler des électriciens, plombiers, etc.?

M. L. BERGVALL: D'abord, je crois utile d'attirer votre attention sur le fait qu'il est très hasardeux de tirer des conclusions relatives à l'attitude des syndicats d'un pays dans une certaine situation et de les étendre à un autre pays dans une autre situation. Pour répondre plus particulièrement à la question, à savoir quelle a été l'influence des syndicats sur l'évolution technique, nos syndicats ont précisément adopté envers l'industrialisation, l'attitude que j'ai préconisée: ne pas fuir devant l'inévitable. Nous devons faire face et il faut que ça marche.

M. P.H. DUNSTONE: Les syndicats ont à peine été touchés par ce problème en Angleterre jusqu'à présent. Le moment venu, je pense qu'ils rechercheront une solution d'ensemble. Le syndicat s'intéressera à la fois à l'usine et au chantier. Les hommes de métier auront tendance à se muer en monteurs mais dans la mesure où ils conserveront leur salaire, ils n'y verront pas personnellement d'inconvénients. J'estime que les syndicats auront à résoudre ce problème d'une façon ou d'une autre.

M. KENT: J'aurais une observation à présenter: ce qui va se produire ici, c'est une obstruction énorme qu'il faudra d'abord écarter. C'est affaire de temps et de patience. Deux importantes décisions ont été prises récemment par la Cour Suprême des Etats-Unis, l'une à propos d'une porte préfabriquée, l'autre au sujet de l'isolation thermique arrivant préfabriquée sur le chantier. Les syndicats s'y sont opposés et la Cour Suprême les a soutenus. Je vois là des incidents de parcours, mais dans l'abord des procédés de construction, nous devons certainement leur donner toute leur importance.

M. C.H. DAVIDSON: J'aimerais ajouter quelque chose à propos des syndicats. A mon avis, c'est un problème de bonnes relations. Souvent, au cours de mes cours à St-Louis au printemps dernier, les étudiants américains disaient: "Mais c'est impossible ici à cause des syndicats". Ce en quoi nous différons et j'ai déclaré: "Invitons les syndicats et posons la question" nous les avons donc invités et pour la toute première fois dans cette école d'architecture, et je suis prêt à le parier, pour la première fois pour beaucoup d'autres, des gens du "Carpenters' District Council" de Saint-Louis, en l'occurrence, sont arrivés, ont parlé aux élèves architectes et nous avons constaté qu'ils avaient effectivement des choses sensées à nous dire et qu'en fait si nous avions pris pour règle de discuter de ces problèmes avec eux dès le début, nous aurions pu aboutir à des solutions préférables à celles de notre propre cru.

M. DUNSTONE: De bonnes relations entre la main-d'oeuvre et les employeurs peuvent amener l'accord sur ces points. Ainsi des délégués de la Building Labour Union ont participé à la Board of Building Standardization depuis la création de cette institution voici 25 ans.

M. J. SISSONS, vice-président, Medicine Hat Brick & Tile Ltd.: M. Minsos a soulevé, il y a quelques minutes, la question de la place des syndicats dans le mouvement en cours et je pense qu'elle s'applique également aux entrepreneurs du bâtiment. Je crois qu'ils ont actuellement les mêmes préoccupations et j'aimerais voir poser la même question à leur profit. Quelle sera leur attitude et qu'en pense la commission?

M. DAVIDSON: C'est une question nouvelle pour moi et je pense tout à fait fondée. Toute nouvelle méthode entraîne inévitablement de nouvelles organisations. Il me semble inévitable que les spécialistes (entrepreneurs spécialisés du bâtiment et sous-entrepreneurs) en viennent à établir des rapports avec quelque autre groupe de l'industrie de la construction. Cela peut signifier la naissance d'un consortium des entrepreneurs du bâtiment, non plus limité à une branche de l'industrie mais s'étendant au-delà des anciennes barrières. C'est peut-être ici la solution, ou peut-être des rapports spéciaux s'établiront-ils entre certains entrepreneurs spécialisés et certains entrepreneurs généraux; je n'en sais vraiment rien. L'organisation, à mon avis, importe peu pourvu qu'elle soit plus intégrée que notre structure actuelle.

M. DUNSTONE: Nous sommes ici, je pense, en présence de deux situations. La première, où l'on a recours à la coordination modulaire au sens traditionnel, est la situation de départ qui voit l'entrepreneur de bâtiment spécialisé s'inquiéter et où les choses finissent par s'arranger. La seconde est la mutation vers l'industrialisation qui voit disparaître l'homme de métier au profit du monteur. C'est tout à fait différent: il s'agit d'une tendance de l'industrie qui nous affecte tous ensemble. La peur du changement tient moins à la coordination modulaire qu'au passage à l'industrialisation de nombreuses entreprises, plus habituées à assembler isolément les matériaux ou éléments de la construction. Bien entendu, en termes d'industrialisation, ces entreprises individuelles tendront à disparaître.

M. R. CLIVER (Edmonton): Il y a eu nombre d'écrits et de discussions sur la compatibilité de rôle nouveau de l'architecte et des exigences de la société d'aujourd'hui. Quels changements, s'il en est, envisagez-vous dans le rôle de l'architecte si la coordination modulaire devient un jour un fait accompli?

M. KENT: Nous supposons que nous devons travailler avec des éléments de plus en plus normalisés. Un des problèmes auxquels nous nous heurtons, c'est que l'architecte ne s'est pas préoccupé des éléments normalisés que comporte l'industrie de la construction. Je pense que le rôle de l'architecte se modifiera lorsque la coordination modulaire deviendra un fait accompli étant donné que nous devons alors travailler avec des éléments de plus en plus normalisés et collaborer directement avec des fabricants à la mise au point de ces éléments standards. Ceux-ci devront posséder les qualités voulues et être suffisamment adaptables, ce sont là les véritables objectifs que nous visons.

M. BRUCE: Je pense que la question portait plutôt sur le rôle de l'architecte dans le cadre de l'industrie actuelle de la construction.

M. BERGVALL: Il me faut souligner que l'avènement de la coordination modulaire comme tel ne pourrait entraver la tâche de l'architecte au sein de l'industrie de la construction. Le rôle de l'architecte n'en serait que simplifié si la coordination modulaire ne constituait que le seul changement à venir. Je ne pense pas que les clients, représentés par les architectes, devraient orienter la mise au point de nouveaux

éléments. En effet, il ne le font habituellement qu'en vue de projets spécifiques, ce qui entraîne la mise au point de produits qui ne conviennent qu'aux projets en question et qui sont destinés à connaître une fabrication d'envergure relativement restreinte. A mon avis, les fabricants d'éléments doivent s'inspirer des nouveaux produits mis au point dans d'autres industries, se tenir au courant des nouvelles idées techniques, les sélectionner, les évaluer et déterminer leurs avantages. La deuxième étape consiste à rassembler ces éléments et à les mettre à l'épreuve dans votre bureau de dessin ou votre laboratoire. Vous pouvez enfin construire une maison dans laquelle ce produit est intégré de la façon dont il sera censé l'être lors de sa mise sur le marché. Vous augmentez ensuite légèrement votre production afin de pouvoir déceler la réaction du marché, après quoi viennent les diverses techniques de production correspondant aux diverses phases de la production. Ensuite, vous êtes enfin prêts à dire oui ou non. Voici, en bref, la méthode de mise au point de nouveaux produits.

M. BRUCE: Je pense que le rôle de l'architecte est encore à définir.

M. DAVIDSON: Dans toute vaste organisation industrielle, les rôles joués par les divers membres évoluent constamment. Cette évolution peut survenir de différentes façons: certaines personnes élargissent leur rôle jusqu'à faire englober par celui-ci les tâches accomplies auparavant par d'autres personnes, ou de nouveaux membres peuvent s'introduire dans cet ensemble organisé parce qu'ils ont créé un nouveau service spécialisé. Je suis enclin à croire que, dans l'industrie de la construction, si les architectes continuent de se comporter comme ils avaient l'habitude de le faire, ils finiront par être des spécialistes. J'ai l'impression qu'il y a une multitude de nouveaux rôles valables que peuvent jouer les architectes; ainsi, les architectes auront une influence extrêmement grande au sein de l'industrie de la construction.

M. BERGVALL: Il se peut que le fait de discuter de nouveaux rôles attire un peu trop notre attention sur les organigrammes. Quelle sera l'utilité de l'architecte dans le monde de demain? Quel genre de travail accomplira-t-il? Dans un sens global, l'architecte est-il un spécialiste? Nous aurons toujours besoin de lui, que nous l'appelions architecte paysagiste, architecte civil ou ingénieur des méthodes.

Il est une tendance de l'industrie de la construction qui mérite d'être soulignée, à savoir que cette nouvelle évolution industrielle peut amener l'architecte à s'adonner aux tâches vers lesquelles le porte son imagination créatrice. Même dans le cadre de cette nouvelle organisation de l'industrie de la construction, l'architecte peut jouer un rôle très important.

M. KENT: Je pense à une tribune à laquelle j'ai participé, il y a de cela quelques mois, au sujet de la conception des écoles. En l'occurrence, il s'agissait de la normalisation des plans des écoles ou des éléments utilisés pour la construction des écoles. Je pense que nous convenons tous de la façon dont le client est frustré lorsqu'il s'agit de plans normalisés. Ceux-ci ne remplissent pas le rôle qu'ils devraient remplir. D'autre part, lorsqu'il travaille avec une série d'éléments normalisés et modulés, l'architecte a la possibilité de fournir un éventail complet de plans aptes à répondre aux divers besoins des écoles, par exemple, dans le cas qui nous occupe. Par la même occasion, le propriétaire tire profit de la normalisation du mode de construction. Dans ce cas, l'architecte travaillant avec une série d'éléments modulaires jouit d'une nouvelle forme de liberté et remplit un rôle qui se distingue de celui qu'il avait l'habitude de jouer.

M. MCLENNAN (Ottawa): J'aimerais poser la question suivante à M. Kent. Elle concerne les écoles d'architecture et les méthodes d'enseignement du dessin. Je sais qu'on enseigne à dessiner à l'École d'architecture de Toronto, mais je me demande si l'enseignement porte sur le dessin modulaire et sinon, pourquoi? J'aimerais, en outre, savoir si les écoles de génie au Canada déploient des efforts dans ce sens? Il me semble que l'une des choses sans doute les plus difficiles à répandre serait une connaissance des méthodes de dessin à base modulaire.

M. KENT: Pour répondre à la partie la plus simple de votre question d'abord, je ne connais aucune école de génie qui enseigne cette matière. A l'École d'architecture de Toronto, pour commencer par celle-là, nous nous sommes heurtés à de grandes difficultés, ceux d'entre nous qui sommes en réalité intéressés à la construction des immeubles par opposition à ceux qui s'occupent plutôt de la conception de ceux-ci. Nous avons reconnu la nécessité d'adopter la coordination modulaire, mais ce n'est qu'au cours des quelques dernières années, lorsque la construction industrialisée est devenue "à la mode" chez les architectes, que les étudiants ont reconnu la nécessité de la coordination des dimensions des éléments des constructions industrialisées. A l'École d'architecture de Toronto, les étudiants reçoivent des cours de dessin modulaire. Conformément à la tradition universitaire, ils ne sont pas tenus de travailler selon la conception modulaire, mais il semble qu'ils acceptent de plus en plus celle-ci comme un procédé reconnu de construction industrialisée. Dans d'autres écoles d'architecture, les élèves reçoivent un enseignement sur les avantages du procédé modulaire, mais étant donné que les façons d'envisager la conception varient d'une école à l'autre, j'ai bien peur que l'acceptation des procédés modulaires ne varie également selon l'école d'architecture en question. Il se peut que la situation s'améliore étant donné que nous sommes à former des membres du personnel des diverses écoles d'architecture afin qu'ils aident à mettre en vigueur les programmes consécutifs à la présente série de conférences, à savoir une série de cycles d'études sur la conception modulaire. Je dirais que les professeurs d'écoles d'architecture sont davantage familiarisés avec la question, bien qu'il n'ait pas été facile, à venir jusqu'à il y a deux ou trois ans, de se procurer les publications touchant la coordination modulaire.

M. J.A. DAWSON: J'aimerais élaborer sur la question des cycles d'études étant donné que ce sujet a été abordé lors de chacune des présentes conférences. Le ministère de l'Industrie, en collaboration avec le Comité consultatif de l'industrie sur la coordination modulaire, a décidé de tenir un cycle d'études pour faire part, selon la méthode établie par M. Kent, de la conception modulaire et a tenu seul ces séances d'études pendant une longue période de temps. Le Comité consultatif de l'industrie a reconnu le travail accompli par M. Kent dans ce domaine et a donc recommandé la tenue d'une série de séances d'études sur l'utilisation de la coordination modulaire. Nous espérons inaugurer ces cycles d'études dans tout le Canada très bientôt. A cette fin, nous avons réservé les services d'un certain nombre d'architectes qui exercent leur profession ou qui se consacrent à l'enseignement au Canada. Nous avons tenu deux séminaires sous la direction de M. Kent, en vue de permettre aux architectes de se familiariser avec les publications relatives à la coordination modulaire et avec les méthodes d'enseignement à adopter lors des séances d'études afin qu'ils emploient les mêmes termes partout au Canada. Ces cycles d'études amèneront une généralisation rapide de la connaissance de la conception modulaire dans tout le Canada. Vous tous ici présents jouez un rôle très important dans ce programme et, étant donné que nous

reconnaissons la nécessité de hausser le niveau de productivité et d'efficacité dans le domaine de la construction et que la coordination modulaire est un moyen d'arriver à cette fin, je suis sûr que vous ferez votre possible pour nous aider. Je compte certainement sur votre aide et votre collaboration à ce sujet.

M. E. LOCK (Edmonton): A venir jusqu'ici, j'ai eu la nette impression que lorsqu'il est question de coordination modulaire et d'éléments modulaires, c'est toujours en fonction de la maçonnerie ou peut-être de l'acier préfabriqué. A-t-on pris des mesures pour inciter l'industrie du bois à adopter la coordination modulaire, surtout aux niveaux du marché intérieur et du marché d'exportation.

M. BERGVALL: En fait, le bois ne pose, sous ce rapport, aucun problème important. Vous vous rappelez certainement que j'ai attiré votre attention, dans mon exposé, sur le fait que, pour la coordination modulaire, certaines dimensions seulement doivent être adaptées aux dimensions modulaires, à savoir les dimensions de coordination générale d'un certain produit. Ainsi, dans le cas d'une pièce de bois de 2 X 4 pouces, il est très rare que ces dimensions soient des dimensions de coordination générale. Cette pièce est habituellement censée remplacer une partie de l'élément analogue de la charpente de l'immeuble, et cet élément entièrement fonctionnel doit être de dimensions modulaires pour s'intégrer au reste de l'immeuble. La construction du mur devrait se fonder sur des dimensions de coordination types. En outre, une pièce de bois de sciage de 2 X 4 pouces ne constitue qu'un matériau brut; une fois corroyée et dressée, la pièce peut être de dimensions autres que 2 X 4 pouces, celles-ci n'étant que les dimensions nominales. Je pense qu'il en est de même d'un certain nombre d'autres matériaux en bois. Le contreplaqué est encore fabriqué selon des dimensions en pouces, en Suède, en raison de notre commerce traditionnel d'exportation avec l'Angleterre, mais j'espère que la situation va bientôt changer. L'exactitude avec laquelle sont exécutés les travaux de construction non conventionnels dans mon pays, et dans le vôtre aussi sûrement, est telle qu'on ne pourrait exiger que ces divers matériaux soient pré-adaptés à la charpente en bois qui est érigée à pied d'oeuvre. A venir jusqu'ici, la différence entre les dimensions en pouces et les dimensions du système métrique n'a pas posé de problèmes, mais je prévois déjà le moment où il faudra s'occuper de ces choses.

M. DAVIDSON: Vous venez d'effleurer une source de conflits. On a toujours l'impression, et cette impression est universelle, que la coordination dimensionnelle ou modulaire et la construction industrialisée sont toujours associées à des matériaux et éléments en béton. Cette impression n'est aucunement justifiée de sorte que j'ai délibérément modifié mon exposé aujourd'hui et parlé de panneaux de bois, d'ajustement des fenêtres dans les baies de bois afin d'essayer de triompher de ce préjugé. La coordination modulaire s'applique tout autant aux panneaux de bois préfabriqués ou prémoulés qu'aux murs de béton.

M. BRUCE: Il a été question précédemment de la question des joints dans la construction, et il semble que ce sont justement ces joints qu'il s'agit de coordonner. En général, une pièce de bois de 2 X 4 pouces ne va pas à l'encontre des joints d'une construction, mais si on utilise la coordination modulaire, il se peut que celle-ci se fasse dans le sens de la longueur des pièces mais non dans celui de la dimension de 2 X 4 pouces. Le même problème se pose en ce qui a trait à l'acier de construction; jusqu'ici, les poutres en I en acier de construction, les larges sections transversales de fer en L,

n'ont jamais gêné l'application des systèmes modulaires, car ces dimensions ne sont pas additionnées les unes aux autres ou ajoutées à celles d'autres éléments. Il ne faut pas oublier que nous considérons toujours la construction comme un processus additif.

M. DAVIDSON: Je pense qu'il est indispensable de se rappeler que nous ne parlons pas de diviser le monde en petits cubes imaginaires de 4 pouces. On pourrait s'interroger, par exemple, sur la relation entre les dimensions anthropométriques et la règle de 4 pouces. Ainsi, on pourrait prétendre que la hauteur de plan de travail idéale pour une cuisine n'est pas 36 pouces mais, disons, $35\frac{1}{4}$ pouces ou quelque chose du genre; il serait erroné d'en conclure que, parce que les dimensions dans le système modulaire sont arrondies aux 4 pouces les plus rapprochés, toutes les dimensions devraient être arrondies aux 4 pouces les plus rapprochées. Si $35\frac{1}{4}$ constitue la bonne hauteur, les plans de travail doivent être à $35\frac{1}{4}$ pouces du plancher même dans un système modulaire. Il s'agit de reconnaître que, lorsqu'un élément modulaire de cuisine est intégré dans une cuisine de construction modulaire, la hauteur du plan de travail ne constitue pas une dimension critique au niveau de laquelle un certain travail d'assemblage devra être effectué. Ainsi, il se peut que le dos du panneau de propreté soit la dimension qui compte étant donné qu'il doit s'abouter au revêtement du mur. Dans ce cas, si la hauteur du plan de travail est de $35\frac{1}{4}$ pouces, le panneau de propreté mesurera $\frac{3}{4}$ pouces ou $4\frac{3}{4}$, à moins qu'il ne soit possible de contourner la situation.

M. DAWSON: Je pense que nous en venons à l'argument que contient la question de M. Lock, à savoir l'élaboration de normes dimensionnelles, non seulement pour ce qui est des planches de bois individuelles mais pour les éléments, etc. Je pense que les participants devraient discuter de la question. Je pense qu'il y a un M. Hayward dans l'auditoire qui pourrait peut-être prendre part à cet échange de vues.

M. HAYWARD: Lorsque nous fabriquons des fenêtres pour une cloison lattée et plâtrée, ce qui nous amène à la question que vous avez soulevée, la distance entre trois montants, par exemple, est de 48 pouces moins $1\frac{5}{8}$ pouces: C'est le module que nous utilisons pour en arriver à une grandeur de fenêtre modulaire. dans le cas de parpaings et de briques (actuellement il s'agit pour nous de travaux réalisés à la demande), nous construisons des cadres de fenêtre spécialement adoptés aux baies. Les cloisons lattées et plâtrées sont de fabrication plus courante.

M. BERGVALL: Ceci démontre en réalité, je pense, la nécessité de la coordination modulaire. Votre production de charpentes à montants espacés de 16 pouces comporte certainement des conditions normalisées de fabrication; mais ce n'est évidemment pas l'idéal pour vous de devoir fabriquer une série de fenêtres pour maisons en bois et une autre série pour les structures de briques ou de parpaings, etc. Mais derrière ces difficultés, il y a l'expérience que l'on peut acquérir en examinant ce qui se passe dans d'autres industries, à savoir que si l'on veut rationaliser la production, il faut prévoir des séries plus longues, une production continue, etc., et c'est précisément ce que permet la coordination modulaire.

L'ASSEMBLÉE: Si nous acceptons la coordination modulaire des éléments de construction et, ensuite, l'industrialisation complète de la construction, est-ce que nous ne finirons pas par avoir au pays de grandes sociétés d'entrepreneurs, comme cela s'est produit dans l'industrie alimentaire avec les grands magasins à succursales ainsi que dans l'industrie automobile où les grands monopoles ont finalement fait disparaître toutes les petites entreprises. Je me demande si nous ne nous acheminons pas vers l'expansion future de grands monopoles.

M. KENT: La question que je me posais en réalité était celle-ci: la coordination modulaire conduit-elle réellement à la création de grandes compagnies et à l'élimination des petites entreprises.

M. DAVIDSON: Il y a eu de nombreuses discussions en Angleterre dans ce sens. Un certain nombre de tendances commencent à se dégager. Entre autres, il semble y avoir un phénomène inéluctable en vertu duquel les grands entrepreneurs effectuent certains genres de travaux tandis que les entrepreneurs d'importance moyenne peuvent en fait exécuter même les contrats les plus importants ou même tirer profit des plus vastes possibilités du marché en formant divers consortiums ou autres genres de groupements, et c'est ce qui commence à se produire en Angleterre. On peut déjà voir les forces typiques qui sont à l'oeuvre et il est possible de découvrir des solutions générales pour faire face à ces forces. Il n'est pas absolument nécessaire qu'il y ait de grandes sociétés d'entrepreneurs. L'objectif principal de la coordination modulaire est de permettre la réalisation de niveaux supérieurs d'efficacité sans avoir à adopter, par exemple, un mode d'entreprise à commandes postales du genre *Sears Roebuck* qui fournit des immeubles normalisés. Il ne s'agit aucunement d'une conséquence inéluctable; il existe une multitude d'autres sortes de conséquences. Je pense que si nous sommes conscients de cet état de chose maintenant, nous pouvons adopter une politique réfléchie et façonner l'avenir de manière plus positive.

M. R.D. HINDSON (Ministère de l'Industrie): J'aimerais faire allusion à la question concernant le petit entrepreneur. J'aimerais d'abord citer une pensée de Cléanthe reprise par Sénèque: "Le destin conduit celui qui consent et tire celui qui résiste". Je veux dire par là que la coordination modulaire se répandra de toute façon, tout comme l'industrialisation de la construction. Or, si le petit entrepreneur ou l'architecte pensent qu'ils peuvent empêcher cette éventualité de se produire en s'y opposant, ils encourageront la formation de grandes compagnies en mesure d'entreprendre des travaux dans tout le pays étant donné qu'elles peuvent, en prenant des décisions générales, normaliser et industrialiser la construction, et c'est là une des raisons pour lesquelles elles sont formées et connaissent un tel succès. Si le petit entrepreneur peut agir ainsi, il pourra peut-être retarder cet avènement. Je suis certain que les petites et moyennes entreprises pourront relever ce défi avec succès.

M. BRUCE: J'aimerais maintenant poser une question sur la valeur de la coordination modulaire dans le cas des immeubles de construction traditionnelle. Il semble qu'il soit continuellement question des immeubles industrialisés, alors que ceux-ci ne deviendront peut-être pas réalité avant longtemps et que nous utilisons encore les méthodes de construction traditionnelles.

M. KENT: Vous avez employé le terme "traditionnel", lequel est inapproprié je crois, car la construction industrialisée est déjà employée jusqu'à un certain degré actuellement et il n'est question que des second et troisième niveaux d'industrialisation de la construction. Il a été mentionné précédemment que nous travaillons actuellement beaucoup plus que nous ne le croyons avec des éléments industrialisés. Tout ce que nous envisageons dans un avenir rapproché, c'est uniquement la coordination dimensionnelle, par le module, de ces éléments industrialisés. Je me permets d'ajouter que c'est là quelque chose que l'on peut réaliser immédiatement, pour ce qui est de tous les éléments que nous utilisons actuellement. Par la suite, au fur et à mesure que se perfectionneront nos techniques d'industrialisation et qu'augmentera la gamme des éléments de construction, ceux-ci deviendront également de dimensions modulaires.

M. DAVIDSON: J'aimerais ajouter quelque chose à ce sujet; je ne voudrais pas donner l'impression que la coordination modulaire a quelque chose de mystérieux. Il ne fait pas de doute pour moi qu'il s'agit d'un processus vraiment facile; je suis certain que vous serez guéris de votre scepticisme après une journée de participation aux cycles d'études. Il est possible de se familiariser rapidement avec le processus de coordination modulaire.

DISCUSSION EN GROUPE

À

L'AUBERGE BAYSHORE, VANCOUVER

LE 30 OCTOBRE 1967

PANÉLISTES:

L. K. Bergvall
C. H. Davidson
P. H. Dunstone
S. R. Kent

ANIMATEUR:

D. W. Thomson

PRÉSIDENT:

Warnett Kennedy

M. D.B. SUTHERLAND: Quel succès connaîtra l'adoption du module de 20 pouces adopté pour le projet IRNES* relativement à la conception des écoles à Montréal et comment s'adaptera au concept de la coordination modulaire le module de 60 pouces adopté dans la SEF* à Toronto.

M. L. BERGVALL: A mon avis, le module de 4 pouces convient parfaitement et constitue un excellent choix de module de base. Je ne connais pas les raisons pour lesquelles ces modules de systématisation auxquels vous faites allusion ont été adoptés. Je ne peux affirmer, en l'occurrence, qu'ils constituent un choix judicieux, mais je puis certainement dire qu'ils ne correspondent pas à ceux que le reste du monde aurait choisis en pareil cas.

M. P.H. DUNSTONE: J'aimerais élaborer sur ce qui précède en me reportant à un exemple relatif à l'Université de la Californie. Les personnes en faveur des subtilités de rendement ont adopté un module de 20 pouces parce qu'elles ont pensé que celui-ci fournirait le degré de subtilité convenant à l'aire des immeubles résidentiels de l'université; mais il est évident que des subtilités de ce genre se produisent normalement dès que d'autres développements surviennent. Ainsi, un certain nombre des pièces qui font partie de la charpente seront vraisemblablement des 2M, et essayer d'adapter ces pièces à un espace de 60 ou 20 pouces pose toutes sortes de problèmes. Il n'y a aucun terme commun entre l'épaisseur de mur ou les dimensions des poteaux qui constitue dans les deux cas un multiple de 20 pouces.

M. BERGVALL: D'une certaine façon, il s'agit d'une question de proportions. On s'attend à avoir des dimensions fonctionnelles comportant certaines approximations afin de pouvoir procéder en effectuant très peu de variations.

M. I.L. HAMILTON: Auriez-vous l'obligeance de nous dire quel genre de corps administratif a été mis sur pied pour assurer la coordination de la construction modulaire entre le gouvernement, les architectes et les industries en Suède (et ailleurs, si vous en avez le temps). Ces renseignements nous aideraient énormément à déterminer la structure d'un organisme semblable au Canada.

M. BERGVALL: Avant de répondre, je dois souligner que ce genre d'organisation doit être établi d'après les structures déjà en place. Ainsi, la profession d'architecte n'a jamais été aussi organisée dans mon pays qu'en Grande-Bretagne et, dans une certaine mesure, qu'au Canada. La question de la coordination modulaire a toujours été, depuis le tout début, en 1942, entre les mains des spécialistes de la construction en Suède. En d'autres termes, ce fut souvent le centre de recherches qui a procédé à des enquêtes et assumé la responsabilité du travail de stimulation en vue de l'adoption de la conception modulaire. Pour le moment, dans mon pays, tout le monde s'attend à ce que l'organisme de normalisation de la construction prenne les devants dans ce domaine. Au Danemark, la situation est analogue, une partie plus grande du travail est accomplie par l'Institut de recherches sur la construction. En France, plus précisément, l'Institut de recherches sur la construction assure entièrement la coordination de la construction modulaire. En Allemagne, la situation est un peu confuse étant donné que l'Allemagne a ouvert la voie dans ce domaine en étant le premier pays à adopter la coordination modulaire; malheureusement le choix de module de base s'est porté sur le module de 5

*IRNES – Institut de Recherche et de Normalisation Économique et Scientifique, Inc.

*SEF – Study of Educational Facilities

pouces (12.5 centimètres), et il existe actuellement une controverse, à savoir s'il serait préférable d'abandonner ce module et d'adopter l'équivalent métrique de 4 pouces (10 centimètres).

M. C.H. DAVIDSON: Au Royaume-Uni, aucun organisme d'aucune sorte n'a été mis sur pied pour coordonner l'adoption de la coordination modulaire. En réalité, une société de construction modulaire a été créée en 1953. Ensuite, le gouvernement a reconnu les avantages de la conception modulaire, en partie grâce aux membres de la profession qui faisaient partie de la société en question, et le gouvernement a finalement décidé que tous les immeubles gouvernementaux seraient de conception modulaire. Par la suite, le gouvernement a évidemment adapté la conception modulaire au système métrique, après l'adoption de celui-ci. En fait, la réponse à cette question, c'est que la Société de construction modulaire est vraiment le seul organisme central qui comprenne des représentants de toutes les professions et de tous les secteurs de l'industrie et qu'elle a été en grande partie l'instigatrice de l'adoption de la coordination modulaire en Grande-Bretagne.

M. D.W. THOMSON: M. Bergvall a mentionné que l'Institut de recherches sur la construction en Suède a établi une série de normes sur les caractéristiques modulaires des éléments de construction. Au Canada, nous avons établi une norme générale (CSA 31) qui ne fait que fournir la terminologie et énoncer le principe de la coordination modulaire. On avait espéré que d'autres normes relatives aux dimensions des matériaux et éléments de construction seraient établies à partir de la norme A31. Tel n'a pas été le cas. Par conséquent, au Canada, nous ne possédons que des normes qualitatives et aucune norme relative aux dimensions des matériaux de construction.

M. PETER MEES: Ne conviendrait-il pas d'adopter la coordination modulaire en l'adaptant au système métrique? Le module de base serait alors de 10 centimètres.

M. S.R. KENT: Cette question de l'adoption du système métrique a été soulevée à maintes reprises depuis le début de nos discussions sur la coordination modulaire. D'après nos estimations, nous ne pouvons confirmer que le système métrique sera adopté avant au moins les cinq ou dix prochaines années, bien que les choses puissent aller plus vite que nous ne le croyons. La meilleure conduite à suivre serait d'adopter la coordination modulaire dès maintenant et, lorsque nos dirigeants auront décidé d'adopter le système métrique, nous pourrions utiliser le module de 10 centimètres moyennant un minimum d'ajustements. L'adoption du système métrique dépend essentiellement de la décision du gouvernement. Cependant, notre industrie peut adopter dès maintenant la conception modulaire et passer ensuite au module de 10 centimètres, une fois que le gouvernement se sera prononcé en faveur de l'adoption du système métrique.

M. BERGVALL: Je n'ai pas l'intention de vous donner des conseils sur cette question, mais j'aimerais ajouter quelques mots pour préciser la nature du module. Que l'on utilise un module de 4 pouces ou, dans le cadre du système métrique, un module de 10 centimètres, il n'y aura aucune différence dans l'apparence des dessins d'architecture relatifs à l'emplacement. Seuls les dessins détaillés des éléments et les cahiers des charges seront différents. Mais je ne vois aucune raison pour laquelle, dans un pays où le système britannique est en vigueur, on ne pourrait pas utiliser, comme nous le faisons, des éléments de plancher de dimensions égales à celles de 36M. Cela signifie que les dimensions de l'élément sont de 36 X 10 centimètres et, selon le système

britannique, de 36 X 4 pouces. Le fait que les dimensions modulaires peuvent être très facilement désignées signifie qu'il ne faut pas nécessairement s'abstenir de la coordination modulaire d'ici à ce que le système métrique soit adopté.

M. DAVIDSON: En Grande-Bretagne, le système métrique a finalement été adopté en raison des pressions successives exercées en ce sens par l'industrie sur le gouvernement. Celui-ci a finalement cédé à ces pressions. L'industrie de la construction est la première à se modifier, mise à part l'industrie pharmaceutique, mais le système métrique amènera une modification de l'ensemble des industries. Il n'y a pas de raisons pour que seule l'industrie de la construction soit appelée à changer.

M. COWIN: Que fait-on à propos des tolérances et de la stabilité dimensionnelle des éléments?

M. DUNSTONE: On travaille aux tolérances et je pense que lorsque vous tiendrez ici des séminaires consacrés à la technique modulaire, le sujet dont on traitera avant tout autre sera la question globale du rapport entre la taille modulaire nominale de l'élément de bâtiment et du bâtiment et la taille réelle et la position réelle qu'il occupe. Divers pays possèdent maintenant des guides modulaires types. On y dispose de renseignements publics sur les différents facteurs concourant à la différence qui apparaît entre les dimensions prévues et réelles de l'élément ou composant. On y connaît aussi la probabilité des plus grands écarts possibles. Nous arrivons maintenant à une étape de certitude; il ne sera plus nécessaire d'ajuster les éléments et nous constatons qu'il nous faudra mettre les bouchées doubles.

M. COWIN: Cette question visait particulièrement l'industrie manufacturière. Si je demande ce que signifie 4 X 8, j'obtiens différentes réponses.

M. DUNSTONE: Cette question même a été soulevée au Modular Society Committee à propos des tolérances dans la colonne "dimension" des tableaux. J'ai alors questionné le président du comité. Vous pouvez voir, au paragraphe inséré à cet effet, qu'en cas de possibilité d'écart dans les cotes, il convient de s'assurer auprès des fabricants que toutes les pièces ont bien les mêmes dimensions.

M. BERGVALL: Je pense que la question visait aussi un autre problème: celui des tolérances par rapport à la stabilité dimensionnelle. Ceci est naturellement des plus importants pour les produits du bois. Nous avons toujours manifesté une certaine complaisance à assumer qu'un panneau de 4 pi. mesurait exactement 4 pi. Ce qui peut être faux. Nous devons tenir compte des variations de dimensions inhérentes à la substance de l'élément modulaire. La raison d'être des tolérances est qu'elles doivent être maintenues dans des limites convenues. C'est ce que nous faisons dans les normes suédoises.

M. DAVIDSON: J'aimerais ajouter, pendant que nous en sommes aux tolérances, qu'une tolérance rigoureuse n'est pas une vertu en soi. La question des tolérances est, je l'ai dit, essentiellement pratique. Il en résulte, par exemple, qu'on peut décider en procédés fermés de l'attitude à observer à l'égard des tolérances. Travaillant sous contrôle central extérieur, on peut s'apercevoir que les panneaux sont à assembler par boulons auquel cas la stricte observation des tolérances devient un souci immédiat.

M. BERGVALL: Il est arrivé que certains s'alarment de trouver, disons 3.15/16 po. à un mur censé avoir 4 po. d'épaisseur. En fait, la distance mur à mur étant de 30 modules ou davantage, cette fraction de pouce est pratiquement négligeable. Cela revient à dire qu'il est inutile de pousser le souci de coordination théorique au delà d'un degré compatible avec les nécessités pratiques. Il faut toujours concilier les deux.

LE PUBLIC: Pourriez-vous nous parler de l'application de la technique modulaire à la construction des écoles aujourd'hui? Je sais que M. Davidson enseigne à l'université. Parlons de l'"Habitat" à l'Expo, nous avons là une conception préfabriquée modulaire peu rentable car elle se présente comme l'incarnation de la conception modulaire. Pourrions-nous vous entendre à ce sujet?

M. BERGVALL: En ce qui concerne l'application du module de 4 po. à la construction scolaire, nous avons prié au début des années 1940 deux éminents architectes qui, ensemble, avaient réalisé une école, de nous en fournir le plan. Nous avons alors recopié ces dessins, l'un fidèlement et l'autre adapté aux modules de 4, 5 et 6 po. Invités à reconnaître le dessin original, ils ont uniquement distingué le plan adapté au module de 6 po. Ceci illustre le fait qu'un module de 4 po. entraîne une différence minime imperceptible à l'oeil pourtant exercé d'un bon architecte. C'est aussi répondre à ceux qui veulent utiliser d'autres systèmes de modules.

Vous pouvez choisir les dimensions que vous voulez et les adapter ensuite au module de 4 po. le plus voisin.

LE PUBLIC: Pourriez-vous nous parler des procédés mécaniques et de l'équipement entrant dans ces constructions. Seront-ils coordonnés?

M. THOMSON: Question fort judicieuse. Franchement je vois difficilement comment les procédés mécaniques s'adaptent à la technique modulaire sinon pour les éléments terminaux. Certains des experts, riches d'expérience pourraient peut-être nous parler de l'application qui en a été faite en d'autres parties du monde.

M. BERGVALL: Laissez-moi vous citer l'exemple d'un bâtiment où toute la distribution d'eau, la plomberie et les installations sanitaires étaient intégralement modulés. Nous savions qu'il ne suffisait pas seulement de moduler la taille des briques. Sans doute toutes ces installations pouvaient se ramener au même type dimensionnel, mais à ce moment, il importait de s'assurer que les différents composants, dont le réseau des conduits, s'adapteraient au plan général modulaire. Eh bien, lorsqu'il en a été discuté à l'échelon européen et mondial, les fabricants de ces composants ont rejeté l'idée parce que, disaient-ils, les pièces les plus coûteuses d'une ligne sont les T et les coudes. Les pièces rectilignes coûtent le moins à acheter et installer. Il était donc économique de fabriquer les composants aussi petits que possible. Il s'est avéré à l'analyse que ce n'était pas nécessairement exact, car en y songeant bien, la jonction des diverses pièces est soumise à des dimensions normalisées spéciales, lesquelles peuvent véhiculer la coordination. Ce qui importe c'est que l'ensemble des pièces cadrent d'une façon modulaire propre à s'intégrer dans une construction modulaire et qu'une pièce ou élément aussi grand que possible puisse être fabriqué. En sorte que je ne vois pas de difficulté à étendre les dimensions modulaires aux procédés mécaniques. En gros, je dirais que les accessoires de toutes sortes ouvrent à la coordination modulaire d'immenses perspectives plus ou moins négligées à ce jour.

J'ai fait, voici quelques années, une étude des dimensions des fenêtres et j'ai constaté que le haut ou linteau de la fenêtre était à distance fixe du plafond. J'ai aussi remarqué que la hauteur de la pièce d'appui était liée à celle du radiateur situé en-dessous. Je pense donc que pour les baies ainsi équipées, la hauteur de l'accessoire est déterminante soit pour la position de l'appui, soit pour la hauteur de la fenêtre. Ceci montre l'interdépendance des dimensions verticales des accessoires, fenêtres, etc., dont j'ai pu constater la grande variété.

M. J.H. DEROME: (Traduisant du français une question posée par le public): Quelle sera l'action future envisagée par le ministère de l'Industrie dans la poursuite du programme de coordination modulaire?

M. J.A. DAWSON: Vous avez demandé ce que le ministère de l'Industrie se proposait d'accomplir, en coopération avec l'industrie, en vue de faire admettre la conception modulaire dans la construction canadienne. Je pense devoir vous dire, en guise de préambule, que tout ce programme, le Programme BEAM et son aspect de coordination modulaire ont été lancés en vue d'accroître la productivité et l'efficacité dans l'industrie du bâtiment.

Or, on admet généralement, notamment dirais-je, dans les milieux analogues à celui-ci, que l'accroissement de la productivité et du rendement sont les conditions préliminaires essentielles d'un meilleur niveau de vie dans le pays; il me semble donc que chacun de nous, en tant que Canadien doit s'efforcer de contribuer, dans sa propre sphère d'influence, à l'amélioration de la productivité et du rendement.

La technique modulaire est un des moyens d'y parvenir. C'est l'un des moyens d'obtenir un meilleur rendement. Nous en sommes à la dernière des six conférences tenues devant des auditoires pareils à celui-ci, par tout le pays depuis Halifax, voici deux semaines en passant par Toronto, Winnipeg, Edmonton, Vancouver. Ainsi a-t-on pu, en un temps très court, donner une meilleure idée de la coordination modulaire au sein de groupes influents. La technique modulaire est mieux connue et nous l'espérons plus appréciée à la suite de ces conférences.

Nous ne pouvons cependant pas nous en tenir là. Le ministère, agissant sur la proposition du Comité consultatif à la coordination modulaire, a pris des mesures pour l'organisation d'une série de colloques consacrés à la pratique modulaire. Il se tiendront partout au Canada dans un mois environ. Le but est de tenir de 50 à 60 de ces colloques avant la fin de l'année financière. A cet effet, 14 architectes de l'industrie ou de l'enseignement ont accepté d'y participer et de les diriger. Le professeur Derome, animateur de ce groupe, est l'un d'eux, de même que le professeur architecte Z. Jarnuszkiewicz de Québec et le professeur d'architecture Stewart Wilson de McGill. Trois réunions de consultation ont réuni les 14 instructeurs sous la direction du professeur S.R. Kent, en prélude à ces colloques.

Nous comptons pour l'organisation de ces colloques sur la collaboration de diverses associations représentant l'industrie du bâtiment et des associations membres de l'IRAC (Institut royal d'architecture du Canada) de chaque province. Nous avons eu des entretiens avec les présidents provinciaux des associations d'architecture dans tout le pays et prévoyons une participation enthousiaste. Les associations du bâtiment des provinces, les officiels des gouvernements provinciaux et les institutions d'enseignement nous ont assurés de leur assistance. Les colloques s'adressent aux jeunes architectes, aux jeunes ingénieurs, aux dessinateurs et contremaîtres des manufactures de matériaux de construction etc. Nous comptons beaucoup sur votre influence en tant que hauts dirigeants de l'industrie pour réclamer la tenue de tels colloques dans vos domaines respectifs. Nous apprécierons énormément tout ce que vous pourrez faire pour nous aider et coopérer.

Il existe en outre un autre aspect du programme qui résulte des discussions menées entre les dirigeants de l'Institut royal d'architecture du Canada et le ministère de l'Industrie dans les tout premiers jours de l'élaboration du programme. Les

représentants des professions de l'architecture ont alors déclaré qu'ils attendaient ce jour depuis longtemps et qu'ils aimeraient beaucoup dessiner en normes modulaires et fournir les spécifications des matériaux modulaires mais qu'ils éprouvaient des difficultés à amener les fabricants à produire de tels matériaux, notamment sans coût pénalisant. Or, parmi les fabricants, nous avons entendu un autre son de cloche. Ils se sont déclarés en faveur des économies procurées par la normalisation modulaire mais ont ajouté qu'ils éprouvaient des difficultés à rencontrer des architectes pour fournir les caractéristiques des matériaux et éléments modulaires. Le Comité consultatif industriel a donc proposé l'établissement d'un répertoire des matériaux de constructions modulaires qui verra le jour au début de 1968. Les fabricants de l'assistance recevront une documentation générale à ce sujet. Le répertoire comprendra la liste des fabricants, leurs produits modulaires et les cotes nominales de ces produits.

M. GEORGE SALICK: J'appartiens à une société d'installateurs. Puis-je poser une question directe? Le mouvement, au Canada me semble inspiré et dirigé par les gouvernements ou leurs services. C'est le ministère fédéral de l'Industrie qui a organisé cette réunion. Or, nous n'ignorons pas à quel point l'industrie du bâtiment est concurrentielle dans ce pays. Il me semble que le gouvernement canadien y constitue la principale source des fonds nécessaires à la construction; voici donc ma question: "L'un des experts du comité ou de l'assistance peut-il me dire quelle somme sera consacrée par le ministère de l'Industrie, l'année prochaine, afin de promouvoir la coordination modulaire et sous quelle forme?"

M. DEROME: J'aimerais que M. Hindson réponde à cette question.

M. R.D. HINDSON: Le ministère de l'Industrie par le truchement du Comité consultatif industriel s'attent à une faible dépense pour la promotion de la coordination modulaire. M. Bergvall, je pense, a quelques chiffres pertinents à nous offrir. La somme que nous envisageons de consacrer à des réunions comme celles d'aujourd'hui est extrêmement modeste en fonction des résultats escomptés. M. Dawson a fait état de la publication d'un répertoire. Celui-ci ne reviendra pas à plus de \$3,000 y compris les frais de diffusion. Quant au coût entraîné par ces conférences vous avez tous pu observer combien il est modeste. Les dépenses occasionnées par les séminaires sont également des plus minimes et sont uniquement les frais d'instructeurs.

M. KENT: Vous apprendrez peut-être avec intérêt qu'il y a environ quatre ans, le Comité mixte canadien pour les matériaux de construction, constitué de représentants de l'IRAC, d'ingénieurs-conseils, de fabricants, d'entrepreneurs et de la Division de la recherche en bâtiment, a eu l'intention de promouvoir la coordination modulaire dans tout le Canada. Mais il s'est heurté à un obstacle: Aucune des associations du comité mixte n'a pu réunir l'argent nécessaire pour entreprendre le programme recommandé par le comité. C'est donc à la création du ministère de l'Industrie et à l'intérêt qu'il lui manifeste que la coordination modulaire devra la possibilité de prendre maintenant son essor au Canada.

M. DAVIDSON: J'aimerais ajouter un mot à ce débat. J'en prends la liberté parce que m'estimant de l'aile gauche à cette assemblée, vous m'y voyez à droite. Je sais par expérience qu'il est extrêmement imprudent de se hâter de faire quelque chose uniquement parce que le gouvernement l'a dit. Il devient par contre tout à fait raisonnable de le faire lorsque le marché commence à s'éclaircir et que la chose apparaît digne d'intérêt et rentable. J'aurais pensé qu'en bonne logique pour votre industrie,

dont je connais les ressorts, les clients du bâtiment devraient constater les importants efforts de la coordination en tous domaines, et notamment de la coordination modulaire, de sorte qu'il devienne alors légitime pour les industriels du bâtiment d'y répondre par des investissements appropriés.

M. REED: Je suis fabricant. Les avis que nous avons reçus aujourd'hui sont, j'estime, fort utiles. S'y opposer revient en quelque sorte à protester contre le besoin de religion. Cette conférence aboutira, je crois, à une meilleure coordination dans notre industrie; mais il me semble, après avoir voyagé en Europe, qu'il existe une différence entre la construction qu'on y pratique et la construction en Amérique et c'est fondamentalement la différence dans la manière d'envisager le facteur temps. Car le temps, de nos jours, est une dimension. Nous avons débattu de prix de revient avantageux, de la façon de les assurer et de nouveau, il y a là quelques inconséquences parce que le prix de revient dont on parle n'est pas le même pour tous. Le coût d'un projet de construction pour un gouvernement est bien différent de ce qu'il en coûte, disons à une entreprise commerciale à l'égard d'un propriétaire lequel doit compenser une perte en loyers si son bâtiment n'est pas achevé en temps voulu. C'est un facteur de la plus grande importance à considérer et j'aimerais faire une autre observation, à savoir que le prix de revient moindre des éléments n'entraîne pas nécessairement le coût moindre à la production. Quantités de facteurs entrent en jeu et toute une série d'équations sont à résoudre avant de pouvoir définir avec certitude la méthode la plus économique et la valeur la plus élevée. Peut-être nous efforçons-nous davantage de produire un bien de valeur que de produire uniquement à bon compte.

J'ai aussi constaté que la participation des gouvernements est très différente en Europe et en Amérique du Nord. Il est apparu ce matin que la coordination modulaire était au stade le plus avancé en Russie où il suffisait de la décréter obligatoire. J'espère que nous n'allons pas juger la méthode satisfaisante ici pour la raison qu'elle l'a été là-bas, car les conditions sont tout à fait différentes.

J'ai encore une autre remarque à formuler. Les rapports entre architectes et ingénieurs-conseils (qu'on n'a pas mentionnés ce matin), entrepreneurs généraux de travaux et fabricants varient beaucoup de l'Europe à l'Amérique (l'un de nos conférenciers y faisant allusion).

Aussi nous nous demandons si de telles différences ne justifient pas d'envisager avec de grandes précautions l'intervention d'un gouvernement décrétant que la coordination modulaire est la clé de tous nos problèmes de construction. Il ne s'agit ici que d'une remarque.

M. DEROME: Merci, M. Reed. Je dois dire que certains des points que vous avez soulevés ont été discutés dans les différents comités du programme BEAM. Je demanderais à M. Dunstone de vous répondre. Je suis très heureux que vous ayez évoqué la question de l'économie de temps.

M. DUNSTONE: Je veux me faire aujourd'hui, pour ainsi dire, le champion des entrepreneurs. Je ne puis davantage vous approuver en ce qui concerne la valeur. J'ai défendu ce matin la thèse que tout cela devait aboutir à une plus-value, d'abord pour le propriétaire de la construction quel qu'il soit (le gouvernement ou une personne privée) et, par voie de conséquence pour le pays, le Canada en l'occurrence.

Vient naturellement ensuite le fait que la diminution du prix de revient s'accompagne d'un gain de temps. Tout ce dont j'ai fait état ce matin: économie dans

l'implantation du chantier, élimination des pertes, économie de main-d'oeuvre sur place, tout cela signifie du temps de chantier. Et le gain de temps, comme bien vous savez, se traduit généralement par un meilleur prix de revient et inversement.

Si je puis, pour ce qui regarde l'action du gouvernement, m'aventurer en terrain glissant — il est très facile de devenir expert hors de son propre pays ou, suivant l'adage, nul n'est prophète, donc si je puis me hasarder à commenter la situation de l'Angleterre, l'introduction de la coordination modulaire n'a pas du tout été le fait du gouvernement; en fait il n'a pas fallu moins de 15 ans pour l'amener à y trouver quelque intérêt. A présent tous les contrats passés par le gouvernement doivent obéir à la coordination modulaire et en fait, je l'ai déjà dit, la conversion au système métrique est également liée à l'application de la coordination modulaire. J'espère vous avoir satisfait au moins sur certains points.

M. AUERBACH: Je m'adresse à M. Dunstone. Nous avons discuté de coordination modulaire. Mais nous l'avons toujours vue inhérente au procédé de type ouvert ou à telle construction préfabriquée spéciale ou partie intégrante d'un procédé quelconque. Nous parlons ici de l'application de la coordination modulaire et de la situation créée là où il n'existe pas de procédé. C'est une démarche irrationnelle et je pense que si nous tenons à recourir à la coordination modulaire qui, à mon sens, est un outil propre à faciliter la construction et l'industrialisation, nous devons commencer d'abord par créer la situation qui exige l'emploi de l'outil. Il ne rime à rien d'introduire en système de coordination modulaire ou d'essayer de l'introduire partiellement, là où il n'existe pas. Et j'aimerais poser ici une question précise: Que pense M. Dunstone de cette façon de voir et comment met-on la chose en route?

M. DUNSTONE: Eh bien, je pense que le procédé ouvert en soi n'est pas celui dont vous parlez. En d'autres termes, tout s'assemble, comme le font maintenant en quelque sorte, au petit bonheur, les éléments traditionnels. Tout ce que nous faisons consiste à rationaliser ou à proposer la rationalisation. Mais nous rationalisons les dimensions des éléments de façon à ce qu'ils s'assemblent, s'imbriquent plus facilement. Nous savons tous les avantages qui en découlent et aussi qu'on y gagne du temps au montage. Voilà pour quelques avantages; je pense en avoir dit assez.

M. M. STEIN: Je suis entrepreneur général à Montréal. Ma question est motivée par l'histoire des conflits juridiques, des grèves légales ou non, etc., qui ont, ces dernières années, escorté l'essor des techniques des matériaux dans l'industrie du bâtiment. La coordination modulaire de toute évidence exigera de moins en moins la qualification, le métier que la main-d'oeuvre organisée a traditionnellement pratiqués et jalousement conservés tant d'années. J'aimerais demander aux orateurs de l'étranger de nous faire part de leur expérience à ce sujet. Quelle est la réaction de la main-d'oeuvre organisée?

M. BERGVALL: Tout d'abord, il convient naturellement de noter qu'il est très hasardeux de vouloir tirer des conclusions, valables d'un pays à l'autre, sur le comportement des syndicats. Cette réserve exprimée, je puis dire que la Suède n'a pas rencontré de difficultés sur ce point, mais c'est peut-être parce que nous avons intéressé dès le début les organisations syndicales à la coordination modulaire et à la normalisation de la construction. Lorsque nous avons entrepris de normaliser la construction, voici 25 ans, nous avons immédiatement veillé à assurer la présence de représentants des organisations ouvrières du bâtiment aux commissions consultatives

instituées et c'était, à ma connaissance, la première fois qu'un délégué de la main-d'oeuvre se trouvait invité à un tel comité purement technique. Cette initiative a engendré dès le départ un climat de confiance réciproque. Nous nous sommes ensuite assuré la possibilité d'intervenir directement au cours des assemblées annuelles de notre Organisation centrale de la main-d'oeuvre du bâtiment, afin d'expliquer en quoi consistait la coordination modulaire de sorte qu'elle a pu se concrétiser graduellement en toute connaissance de cause.

Il en va de même, dans une certaine mesure, pour l'expérimentation de procédés de fabrication plus évolués. Les syndicats ont accepté l'industrialisation comme inéluctable, je pense, et l'idée qu'il est préférable de s'y associer pour en tirer profit. Plutôt que de s'opposer à l'inévitable et finir dans d'inextricables difficultés, il vaut mieux - les centrales ouvrières en conviendront sûrement je crois - se mettre dès le début en posture d'orienter l'évolution d'une façon réaliste qui, sans nuire au mouvement syndical, lui sera profitable.

M. DAVIDSON: Je pourrais ajouter deux ou trois remarques à propos de notre expérience en Angleterre.

D'abord nos syndicats sont souvent d'avis que l'affaire est sans importance pourvu que la part des métiers utilisés dans la préfabrication soit équivalente à celle qu'aurait demandée le travail traditionnel en chantier. Je fais allusion à une usine qui produit des logements du type élément-boîte d'une pièce complète à base de bois de construction. On y voit des électriciens menuiser véritablement et des menuisiers tirer des fils. Il se trouve que le travail est plus commode ainsi. Mais l'important c'est que le nombre de professions mises en oeuvre à l'usine est égal à celui qu'aurait exigé le travail au chantier.

J'aimerais dire ensuite que tout industriel de la préfabrication qui emploie une main-d'oeuvre non syndiquée à des salaires inférieurs au tarif syndical est voué à la faillite parce qu'il ne peut utiliser sa main-d'oeuvre avec efficacité.

J'ajouterais enfin que l'an passé, alors que j'enseignais à l'Ecole d'architecture de l'université Washington à St-Louis, Missouri, mes élèves m'interrompaient constamment en s'exclamant: "Mais c'est impossible aux Etats-Unis à cause des syndicats". A la vingtième fois peut-être, j'ai fini par répliquer: "Au diable! votre opposition des syndicats. Invitez-les et demandez-leur!" Bien entendu, un certain travail d'organisation a été nécessaire, mais j'en parle maintenant parce que nous avons découvert que les délégués syndicaux mettaient alors pour la première fois les pieds dans cette école d'architecture et je n'hésiterais pas à le parier, pour la première fois dans n'importe laquelle, au moins à plusieurs milliers de milles à la ronde. Nous avons fait d'intéressantes découvertes pendant ces trois quarts d'heure que les syndicalistes ont passé parmi nous. Si les architectes le savaient, croyez-moi, bien des menaces de conflit latentes, même en construction traditionnelle, seraient écartées.

M. STERMAN: En l'absence de toute discussion réservée au marché des Etats-Unis, j'ai deux questions à poser qui s'adressent, je pense, aux fabricants. En premier lieu, la conversion au système modulaire affecte-t-elle leur façon de voir et quelle en est la conséquence pour leur production sur le marché réel ou potentiel des Etats-Unis, notamment en raison de l'évolution plutôt lente à nos yeux qui s'y manifeste. En second lieu et dans la mesure où leur conception de la fabrication se trouve heurtée (par la conversion au système modulaire), quel sera le rôle joué par le

gouvernement canadien et particulièrement le ministère des Travaux publics à l'égard du gouvernement des E.-U. ou des associations de fabricants?

M. DEROME: L'un des experts du groupe de travail souhaite-t-il répondre ou dois-je interroger l'assistance?

M. HINDSON: La question posée visait je crois une partie de l'industrie du bâtiment, or vous en convenez pour la plupart, les produits et matériaux de construction sont largement d'origine intérieure. Le commerce extérieur en produits de construction est relativement faible en raison du coût du transport et autres frais. Si bien que la conversion modulaire au Canada ne devrait pas sensiblement affecter notre position face aux Etats-Unis. Ceux-ci, notre gouvernement, le gros de l'industrie, à ce qu'il semble, veulent se "modulariser". Il se pourrait que nous améliorions notre commerce avec les Etats-Unis en nous modularisant les premiers. Je n'entrevois pas de difficulté du côté des Etats-Unis. Je n'y vois que des avantages.

M. PHILIP BEN: Je ne pense pas qu'il faille nous convaincre des avantages des techniques modulaires. Nous leur sommes tous acquis je pense, et depuis longtemps. En fait les ingénieurs et architectes des petites et grosses sociétés ont recours dans une certaine mesure à la coordination modulaire. La véritable question est donc comment s'y prendre, comment réaliser un système modulaire?

Or dans notre économie qui est libre avec tous les avantages et inconvénients que cela comporte, le prix de revient est fondamentalement le facteur déterminant et nous semblons convaincus ici qu'un système modulaire abaissera le prix de revient, réduira la main-d'oeuvre, etc. Alors, prouvez-le moi! Qui dans l'industrie ne s'efforcera pas de vous fournir tout ce que vous demanderez? Et qui dans la clientèle refusera la méthode la plus économique lui permettant de tirer le maximum de son argent? Il est bien évident qu'un architecte ou un ingénieur, concevant un projet ou autre chose, dépend de ce que l'industrie est en mesure de lui fournir à un certain moment.

Vous devez donc, soit entreprendre sous une certaine forme un programme pilote, soit trouver un client assez important, moderne et entreprenant pour risquer une partie de son capital dans cette entreprise.

Je propose alors que le ministère de l'Industrie pour sa part, ce qu'il peut faire avec beaucoup d'efficacité, amène les autres ministères (notamment le ministère des Travaux publics) à recourir au système modulaire pour l'un ou plusieurs ou quantités de ces bâtiments. Nous aurions alors un programme pilote et l'industrie serait en mesure d'en constater l'économie. Les commissions scolaires, les gouvernements provinciaux et autres organismes similaires sont les clients qui décideront si vraiment le système est préférable à la méthode traditionnelle.

Ayant indirectement posé la question au ministère de l'Industrie, j'aimerais demander aux experts leur avis, inspiré de leur expérience européenne, sur la façon d'introduire un système modulaire ici, sans perdre de vue toutefois que les conditions y sont différentes. Incidemment, si je suis bien informé, les fabricants ne sont pas seuls à l'origine des procédés modulaires en Europe mais aussi, dans une large mesure, les constructeurs d'ensembles locatifs et les entrepreneurs généraux, etc. Le système existant en Europe (disons celui de France que je connais bien ou de la Belgique) les autorise à beaucoup plus de liberté qu'ils n'en ont ici.

Je vous remercie, M. Ben.

Cette question correspond exactement à la préoccupation qu'avait le ministère de l'Industrie en organisant cette conférence. Il voulait connaître les réactions et les besoins des gens et pouvoir indiquer aux différents ministères quelles questions ces gens, les professionnels du bâtiment, leur poseront. Or à mon avis, l'un des sujets qu'il souhaite voir aborder est précisément celui des différentes façons de s'attaquer aux problèmes au sein même des ministères.

M. PRATT: Je suis architecte, ici, à Montréal.

En tant que société, nous rayonnons hors du Canada. Nous avons établi des liens parmi les nations récemment reconnues et pour en revenir à la conversion au système métrique et de son importance dans l'optique du fabricant, j'aimerais dire que nombre de ces nouveaux pays se rallieront au système métrique ou l'adoptent déjà. Un article de "Fortune" disait dernièrement que si les Etats-Unis et le Canada n'adoptaient pas *à présent* le système métrique, ils allaient voir les marchés se tarir. M. Bergvall a illustré ce point par l'exemple des machines à laver la vaisselle. On chiffre à deux fois son P.N.B. actuel, ce qu'il en coûterait aux Etats-Unis de différer de 20 à 25 ans cette conversion au système métrique. J'ai pensé faire en passant cette remarque nécessaire au moment où les fabricants envisagent, à la fois, l'application de la coordination modulaire et l'adoption par le pays du système métrique.

J'aurais une question à l'intention de M. Bergvall. Existe-t-il actuellement un groupement international publiant des prévisions technologiques directement liées à la technique modulaire, en vue d'établir des principes directeurs pour les recherches présentes et l'évolution de la construction. Autrement dit, nos mobiles actuels s'inspirent-ils d'une prévision de l'évolution qui aura nécessairement marqué la technologie d'ici 25 ans, ou faisons-nous confiance aux précédents historiques pour décider de cette évolution?

M. BERGVALL: Il existe une organisation internationale qui se consacre exclusivement à la question de la coordination modulaire. C'est le International Modular Group, dont je me trouve être le Président. Ce groupe est étroitement lié au C.I.D., à l'International Dealers' Organization, et aussi à l'I.S.O., Organisation Internationale de Normalisation. Il se tient également en étroite liaison avec les Nations Unies et la CEE, Commission Economique pour l'Europe, parce que la plupart des pays d'Europe s'intéressent à cette étude. Depuis sa création en 1960 le I.M.G. suit un programme de travail où la prévision de l'avenir est un souci permanent. Nous ne nous évertuons pas à prophétiser ce qui est souvent risqué mais nous sommes conscients que de nombreuses voies peuvent s'ouvrir à l'industrie du bâtiment dans l'avenir. Les conventions relatives aux dimensions que nous arrêtons aujourd'hui peuvent s'avérer de grande importance pour l'industrie future et doivent donc être telles qu'elles pourront la servir sous toutes ces formes.

Par exemple, nous n'avons pas décidé s'il fallait encourager les procédés ouverts ou fermés, la fabrication de petits ou de gros éléments, etc., mais nous nous sommes attachés à découvrir ensemble, les conditions scientifiques ou même purement géométriques d'une coordination totale des dimensions qui ne soit pas une entrave à l'évolution future quelle qu'en soit la direction. Je puis dire que cette tendance s'est manifestée en 1955 dans l'oeuvre entreprise sur une échelle plus modeste par l'organisation des E.T.A., groupant un nombre restreint de gouvernements européens.

Cette organisation déborde maintenant le cadre de l'Europe et compte des délégués de pays beaucoup plus éloignés (de l'Europe, s'entend) tels que l'Inde, le Japon, le Canada et les Etats-Unis. Le professeur Kent est l'un des membres canadiens.

M. DUNSTONE: Je ne puis, bien sûr, suivre l'orateur dans son plaidoyer, ou ce qui me semble l'être, pour une conversion au système métrique car ceci m'entraînerait dans le domaine politique et industriel du Canada dont j'ignore tout, mais je puis vous faire part du temps pris par cette conversion en Angleterre lequel se situe autour de huit ans. On a mis la chose en route en 1965. On a questionné l'industrie à ce propos en 1966 et réalisé l'accord sur un programme. Le programme prévoit un début d'application aux documents relatifs aux contrats, fin 1968 et tous les documents (c'est-à-dire ceux des projets nouveaux) se rédigeront et factureront en mesures métriques à la fin de 1972.

Vous voyez que le cycle est de huit ans chez nous.

M. BENNETT: Je suis fabricant. La question que je désire soulever a été abordée à plusieurs reprises assez complètement, il me semble, au cours de la présente discussion. Je crois que les motifs militant pour l'adoption des systèmes modulaires existent déjà, fournis par l'Etat et les installations scolaires entreprises actuellement à Montréal et Toronto. Un coup d'oeil sur quelques-unes des plaquettes d'identité m'apprend que le nombreux fabricants présents ici étaient également représentés aux journées d'étude de la S.E.F. (Study of Educational Facilities). Je crois savoir que les animateurs de ce dernier programme élaborent des normes de rendement qui n'ont pas grand-chose à voir avec notre sujet mais aussi des systèmes coordonnés lesquels font appel à la conception modulaire.

Or, je sais que plusieurs fabricants ont déjà fait part de leur intention de s'associer aux groupes de Toronto et Montréal pour leur programme de construction d'écoles et bien entendu ces programmes procurent les gros clients auxquels on faisait allusion plus tôt cet après-midi; aussi ma question est fort simple: ces études sont-elles intégrées au programme BEAM en sorte que notre production actuelle ou en préparation puisse être élargie et étendue à d'autres constructions?

M. DAVIDSON: Je ne vais pas répondre au nom du programme BEAM parce que nous avons ici des participants à ce programme qui pourront répondre eux-mêmes; je me hasarderai néanmoins à dire que la coordination — je l'ai déjà dit ce matin — dépasse de loin en importance la taille de son objet. Je connais assez bien le programme des S.E.F. et les programmes homologues de Montréal et je n'ignore pas, comme vous sans doute, le foisonnement de projets dont on parle plus ou moins activement aux Etats-Unis à la suite du prétendu succès de l'initiative du programme S.C.S.D. (School Construction Systems Development).

Je ferai les remarques suivantes: d'abord un grand danger, qu'il serait sage d'examiner dès à présent même si le contrecoup semble lointain, existe si nombre d'organismes clients commencent — à produire des normes d'exécution incompatibles. Je ne prétends pas vouloir supprimer toute différence de norme, je *dis* que s'il existe des différences, je vois un avantage très réel à restreindre ces différences à une certaine marge dans les caractéristiques d'exécution de sorte que le producteur d'un sous-système ou d'une série d'éléments puisse sans difficulté passer à un autre système par addition d'un élément physique particulier ou en coordonnant sa production avec quelque autre fabricant.

Je pense également judicieux de dire à propos de ces initiatives de type programme S.C.S.D. dans le domaine de la coordination – au sens large du mot – qu'elles coordonnent certaines des parties intéressées dans l'industrie du bâtiment. Si vous voulez bien vous rappeler l'organigramme des écoles de Californie que j'ai présenté en préambule à mes remarques, il y a encore des oubliés et j'aimerais qu'une nouvelle vague d'initiatives, au service de l'exécution et du client, soit mise au point qui ouvre la voie à une participation précoce de l'architecte et à une sorte de sélection préliminaire de l'entrepreneur.

M. KENNEDY: Je suis ingénieur et fabricant.

L'un de nos orateurs mentionnait ce matin qu'il existe trois façons de décider qui doit d'abord adopter la modulation. Il est facile au gouvernement fédéral d'exprimer son intérêt en pointant l'index aux quatre points cardinaux pour donner le départ. Mais il me semble évident que l'industrie devant l'importance du capital à investir ou même des frais d'études et de mise en oeuvre, doit être au préalable assurée, si non d'un marché garanti, du moins d'un marché raisonnablement rentable.

M. Davidson déclarait ce matin que 40 seulement des 400 procédés soi-disant industrialisés en Angleterre, allaient vraisemblablement survivre et ceci illustre bien le risque assumé par le fabricant lorsqu'il se lance dans une innovation sur une perspective de marché au lieu d'une probabilité raisonnable.

Si nous examinons les procédés qui ont réussi en Europe nous constatons que la plupart sinon la totalité se sont adressés à des groupements de clients ou propriétaires, c.-à-d., à une catégorie d'écoles, des ensembles hospitaliers ou des ensembles locatifs. Et, pour avoir été parfois redevable de la mise en oeuvre, le fabricant ou l'entrepreneur n'en n'avait pas moins un débouché clairement désigné.

Les différents organigrammes présentés par M. Davidson font apparaître le rôle moteur du gros client apportant un vaste projet de construction. Il en est ainsi trois fois sur quatre et dans le dernier cas lorsque le constructeur paraît tenir ce rôle, eh bien, je le répète, c'est qu'à défaut d'un marché garanti, il se trouve en présence d'une probabilité de marché suffisante pour risquer l'investissement.

Ceci revient à poser sa question de la séquence des événements. Les orateurs ont tout à tour indiqué trois stades qui me semblent plus ou moins indépendants. Tout d'abord la dimension modulaire applicable au travail de dessin de l'architecte. Ceci, selon M. Kent, est largement indépendant de la méthode de construction réellement employée sur le chantier.

Vient ensuite la fabrication des éléments modulaires; là encore la production est compatible à différents procédés de construction en chantier et l'investissement requis est plus important. Le dernier stade semble devoir être l'utilisation des éléments modulaires produits suivant les procédés de construction industrialisés. Me rendant aux observations de M. Kent, je suis persuadé que l'adoption des dimensions modulaires et le dessin effectif peuvent être entrepris sans investissement de capital autre que les frais de formation professionnelle et qu'elle entraînera probablement une économie quasi immédiate pour les sociétés d'architectes intéressées.

La production des éléments modulaires doit évidemment suivre à fortiori dans la technique des procédés divers, où les éléments font l'objet de soumissions; et comme je l'ai dit, les éléments ainsi produits étant alors disponibles en grand nombre, nourriront au stade ultime les procédés de construction industrialisés.

En résumé, je conçois l'ordre logique ainsi: primo, application de cotes modulaires aux dessins d'architectes sans égard à la méthode de construction; secondo, fabrication des éléments modulaires; et tertio, la systématisation du travail en chantier.

J'ai été vivement intéressé lorsque M. Bergvall nous a appris que le gouvernement suédois avait réglementé ou légiféré en matière de coordination modulaire non seulement au sujet des bâtiments officiels mais aussi de toutes les constructions subventionnées.

J'aimerais rapprocher ceci du fait que le ministère fédéral des Travaux publics me paraît être le plus important promoteur de construction et d'études d'architectes du pays. Il me semble en toute logique que si ce ministère venait à décider que tous les projets architecturaux dessinés pour son compte devaient se conformer aux cotes modulaires — ce qui me coûte rien — cette pratique s'étendrait bientôt à tous les travaux privés des mêmes bureaux d'architectes, si bien qu'envahis de plans modulaires, nous fabricants, n'aurions plus que la ressource de produire des éléments modulaires; aussi je suggère que l'on commence par introduire les dimensions modulaires dans les plans d'architectes réalisés pour le ministère des Travaux publics et par extension pour les administrations des écoles provinciales.

M. DEROME: Je vous remercie, M. Kennedy. Je vais demander à M. Kent et à M. Dunstone de bien vouloir vous répondre.

M. KENT: M. Kennedy a été très clair. J'ajouterai seulement que les plans modulaires sont beaucoup plus faciles à dessiner s'ils reposent sur des éléments modulaires existants. Et je suis certain que les éléments modulaires dont nous disposons sur le marché sont suffisants, au moins pour assurer le démarrage.

M. BERGVALL: Je ne me suis peut-être pas exprimé clairement ce matin à propos de l'initiative du gouvernement.

Celui-ci a bien décidé, c'est exact, que tous les bâtiments payés des deniers de l'Etat devraient être modulaires. Il a autorisé les services du gouvernement qui subventionnent différents types de construction à appliquer cette règle lorsqu'elle leur semblait avantageuse. Ceci fait apparaître le souci d'une certaine souplesse initiale pour la mise en vigueur du système.

Enfin, je désire insister sur ce que j'ai dit ce matin. Nombre d'orateurs ont indiqué que la conversion à la coordination modulaire ne rencontrait nul obstacle dans les bureaux d'études, mais que la réalisation industrielle imposerait des investissements assez importants. C'est vrai peut-être en certains cas mais en d'autres — et je reviens sur ce que j'ai dit ce matin — c'est peut-être faux, notamment lorsque vous synchronisez votre conversion avec le remplacement des moules et machines, qui doit normalement intervenir, quand vous remplacez les pièces ou que vous changez de modèle.

