

**Zeitschrift:** Ingénieurs et architectes suisses  
**Band:** 117 (1991)  
**Heft:** 26

**Artikel:** L'étude de projets intégrée à l'aide de la CAO: un des projets réalisés dans les communes modèles pour la communication en Suisse (CMC)  
**Autor:** Rapp, Matthias H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-77704>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 17.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

ment un réseau de plaquettes disposées plus ou moins orthogonalement entre elles (fig. 4). Une secousse peut provoquer l'effondrement de la structure qui est sensible comme un château de cartes («comportement thixotropique»).

L'exemple le plus célèbre de ce comportement est donné par les «quick clays» de Norvège, qui contiennent des sels.

Dans les zones sismiques 2 et 3, les épaisses couches d'argile sont relativement rares et souvent désaturées comme à La Claise-aux-Moines au-dessus de Lausanne. On en trouve cependant dans les hautes vallées, comme remplissage de surcreusements créés par un glacier (Rochers-du-Soir à Salvan, VS).

En présence d'argiles saturées au sens granulométrique (taille inférieure à 2  $\mu\text{m}$ ), une analyse minéralogique

s'impose pour déterminer s'il ne s'agit pas simplement des tectosilicates (quartz, feldspath, etc.). Ces derniers ne possèdent pas de charges ioniques. Ils n'ont pas le comportement thixotropique des argiles au sens minéralogique appelées phyllosilicates ou silicates en feuillets.

## 7. Conclusion

La nouvelle édition de la norme SIA 160 impose une meilleure identification des sols face aux risques sismiques. En présence de sables et de limons saturés, deux démarches sont nécessaires. Il faut d'abord reconnaître la résistance du sol à la liquéfaction. On détermine alors si le sol se dilate ou se contracte sous l'effet des vibrations. Ce comportement dépend de la compacité ou de la densité relative du sol. Si le sol a passé ce test, l'interaction

structure-sol doit être alors analysée sous l'angle de la rupture par poinçonnement, et sous celui des déformations pour la classe d'ouvrages III. Les méthodes d'approche sont nombreuses et diverses: essai de pénétration dynamique, cellule triaxiale, cellule triaxiale dynamique, modèles mathématiques, etc.

Lorsque des argiles saturées se rencontrent sur une grande épaisseur, la détermination minéralogique du sol permet d'appréhender son comportement thixotropique. Le cas échéant, des essais deviennent nécessaires.

Adresse de l'auteur:

Pascal Tissières, ing. civil SIA  
D<sup>r</sup> ès sc.  
Rue des Prés-de-la-Scie 2  
1920 Martigny

# L'étude de projets intégrée à l'aide de la CAO

Un des projets réalisés dans les communes modèles pour la communication en Suisse (CMC)

## Introduction

L'introduction de la CAO (Conception assistée par ordinateur) apporte d'importantes modifications au déroulement de l'élaboration et de l'étude de projets. De même, les nouveaux moyens de télécommunication offrent des possibilités supplémentaires de

PAR MATTHIAS H. RAPP,  
BÂLE

collaboration entre les professionnels concernés par la construction. La combinaison de la CAO avec la télécommunication est appelée «Etude de projets intégrée à l'aide de la CAO».

## Etat actuel de la pratique d'étude de projets à l'aide de la CAO

Quelles sont les caractéristiques qui ont déterminé jusqu'à présent le déroulement de l'étude de projets à l'aide de la CAO?

- Les projets d'importance ne sont en général pas étudiés par un seul bureau, mais par un grand nombre de bureaux spécialisés: architecte, ingénieur civil, ingénieur en chauffage / ventilation / conditionnement d'air, ingénieurs électriciens, spécialistes des installations sanitaires, etc. En Suisse, la plupart des bureaux d'études sont relativement petits et

ont des structures d'organisation simples.

- Très souvent, les projets importants sont, de plus, subdivisés en lots et en secteurs qui sont adjugés séparément à des entreprises spécialisées dans l'étude de projets.
- Jusqu'à présent, les informations relatives à un projet de construction ont été échangées entre les différents bureaux et les autres parties concernées (mandant, pouvoirs publics, entrepreneur chargé de l'exécution) sous forme de plans, de dessins, de listes, de tableaux, de rapports, etc. Les informations sont conservées en même temps à plusieurs endroits différents.
- Bien que l'informatique soit utilisée par un nombre toujours croissant de professionnels de la construction, son application reste, dans chaque cas, restreinte aux bureaux individuels, dont la plupart disposent de moyens informatiques efficaces tels que: systèmes de traitement de texte, tableurs, systèmes CAO, programmes de calcul, programmes destinés à l'élaboration de devis ou à l'établissement des décomptes des travaux, etc.
- L'échange d'informations et de données entre les différents bureaux d'une part, et les bureaux et le mandant d'autre part, est encore peu standardisé; les bureaux ont une

grande liberté quant à la forme sous laquelle ils présentent les projets.

- Le processus de l'étude de projets, la procédure de demande d'autorisation de construire et le déroulement des travaux de construction revêtent un caractère de plus en plus complexe et, par voie de conséquence, les travaux découlant des modifications apportées au projet représentent une part toujours plus grande de la somme totale du travail investi. La gestion de projets et la coordination exigent des dépenses de plus en plus importantes. L'échange d'informations imprimées (plans, documents) est trop peu efficace pour garantir l'actualité et l'intégrité indispensables des informations. Trop d'informations sont à la fois redondantes et incomplètes.

## Conditions nécessaires à la réalisation de l'étude de projets intégrée à l'aide de la CAO

Voici l'exemple d'un scénario idéal pour l'étude de projets intégrée à l'aide de la CAO:

- Les architectes, les ingénieurs et les spécialistes mandatés pour un projet décident d'élaborer les plans de l'ouvrage projeté à l'aide de la CAO.
- Chacun des bureaux utilise ses propres moyens informatiques et son propre système CAO, donc les moyens qui sont les mieux adaptés à ses tâches et dont l'application ne pose plus aucun problème aux collaborateurs concernés.
- Les bureaux désignent parmi eux un bureau qui servira d'hôte (en anglais: host) et qui gèrera la banque commune des données du projet.

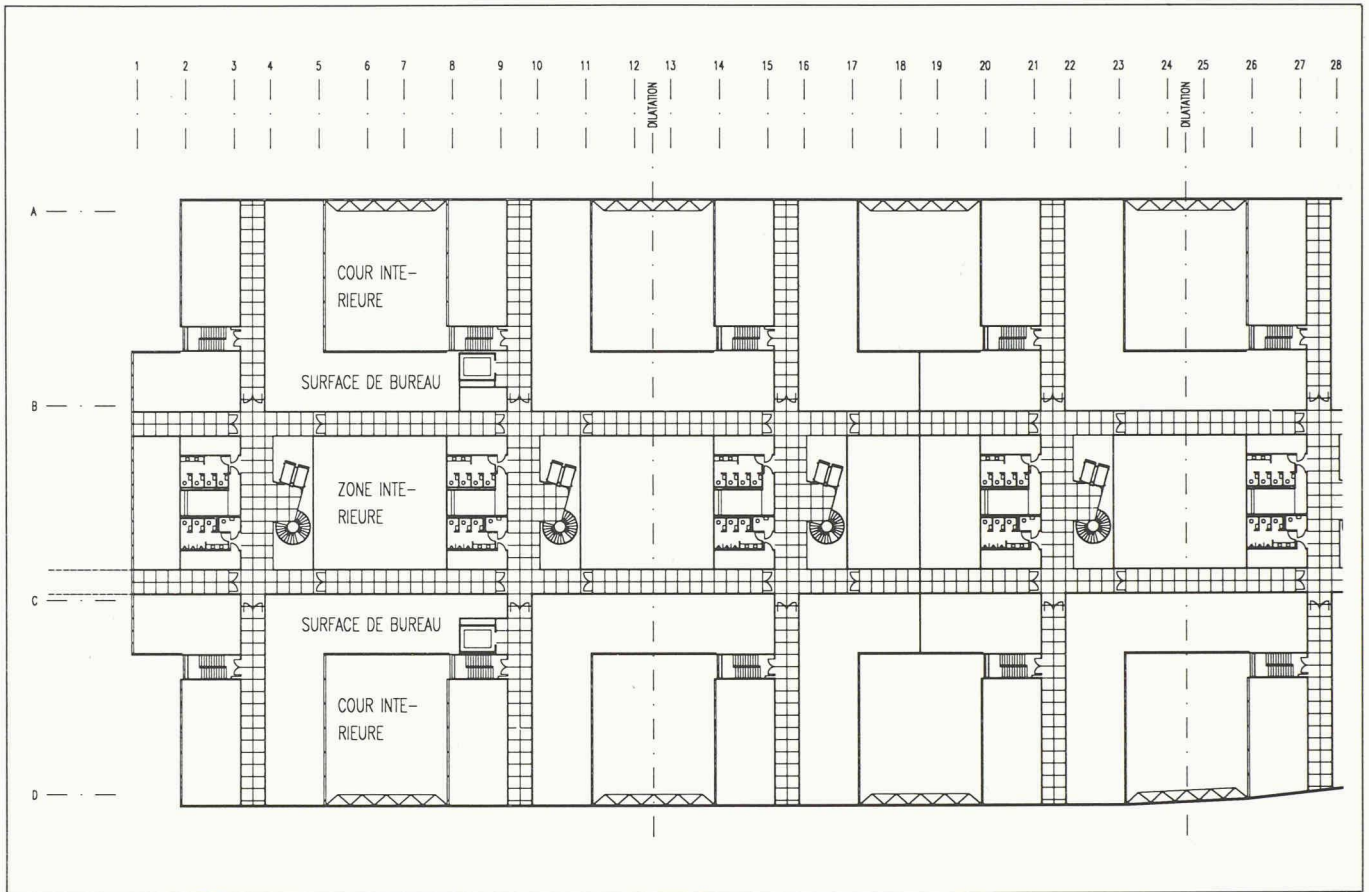


Fig. 1. - Gare postale de Bâle: plan du niveau réservé à des bureaux (extrait).

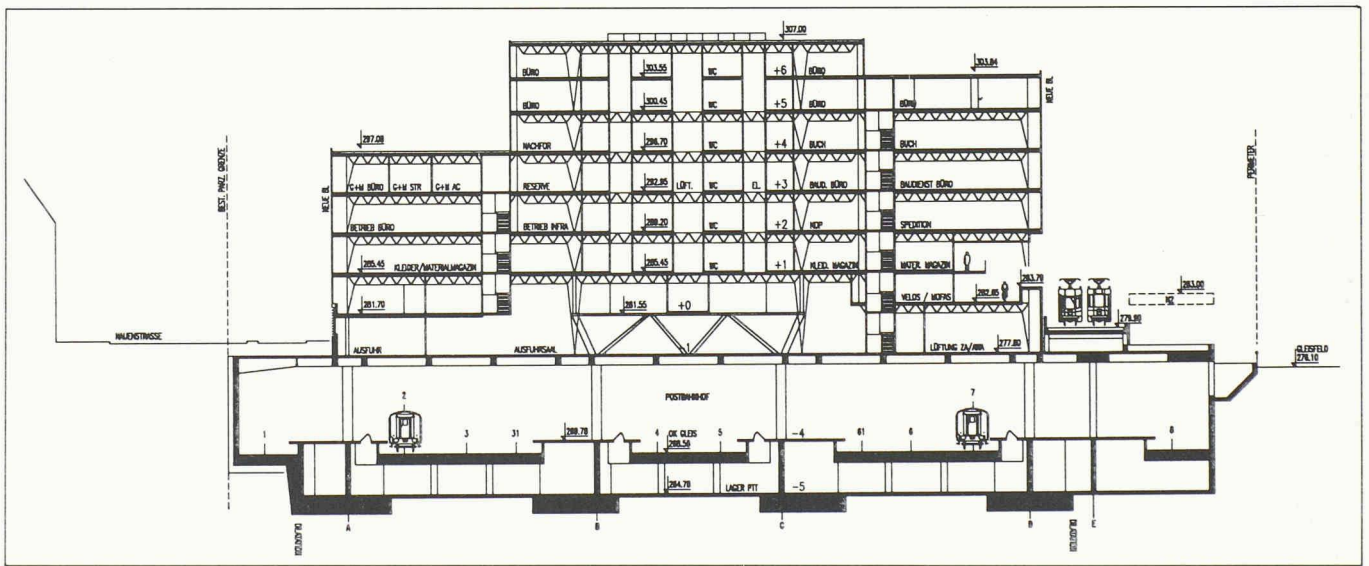


Fig. 2. - Gare postale de Bâle: coupe axe 14-15.

- La structure de la banque de données relatives au projet a été déterminée par les associations professionnelles; les détails concernant l'application sont cependant définis par les bureaux.
- Chaque bureau est rattaché au processeur hôte par une ligne de transmission à haute performance et dispose d'une interface qui lui permettra de communiquer avec la banque de données commune.
- Le projet est subdivisé en couches traitées par différents bureaux de manière que, pour chaque couche

- (en anglais: layer), un seul bureau ait le droit d'introduire, d'effacer ou de modifier des données, tandis que les autres bureaux peuvent uniquement lire les données de la couche en question.
- Si, par exemple, l'ingénieur spécialisé dans les installations de chauffage, de ventilation et de conditionnement d'air doit placer les gaines, il appelle à l'écran les couches qui sont réservées à l'architecte pour l'établissement du plan d'étage et qui lui servent d'information de fond. Il construit ensuite les gaines sur la

- couche qui lui a été attribuée. Après avoir terminé la mise au point de son « plan », il introduit sa couche dans la banque de données. De son côté, l'architecte peut à tout moment appeler les couches attribuées aux spécialistes pour adapter ses plans, si nécessaire.
- Un système « Mailbox » (boîte aux lettres électronique) permet à chaque bureau d'informer les autres bureaux des modifications qu'il a apportées aux plans, à savoir des modifications effectuées sur les couches dont il est responsable.

- Il est tout à fait imaginable que le maître de l'ouvrage ait, lui aussi, accès aux informations enregistrées dans la banque de données du projet, afin de pouvoir coordonner ses propres besoins (financement, planification des échéances, exploitation, etc.) avec le stade d'avancement du projet.
- Une fois le projet achevé, le maître de l'ouvrage peut conclure, avec le bureau qui a géré la banque de données, un contrat réglant l'entretien et la remise à jour de celle-ci.

### Le projet « Etude de projets intégrée à l'aide de la CAO » réalisé à Bâle, comme modèle pour la communication (CMC)

Les idées présentées ci-dessus sont actuellement concrétisées à Bâle, dans le cadre du projet CMC « Etude de projets intégrée ». Les projets CMC, lancés par les PTT en 1986, ont pour but d'étudier les nouvelles possibilités offertes par la télécommunication et de les tester quant à leur viabilité au niveau technique et social. Douze communes suisses ont été choisies pour servir de communes modèles. A Bâle, la plus grande ville parmi ces communes, 77 projets isolés ont été soumis. Ces projets ont, par la suite, été regroupés dans cinq projets principaux étudiés chacun par un groupe de travail spécial :

1. Vidéotex régional
2. Télépools et télétravail
3. Bâtiments intelligents/domotique (sécurité, gestion de l'énergie)
4. Visiophones et visioconférences
5. Transmission d'images :
  - diagnostic (transmission de radiographies)
  - service de documentation, formation (Basler Zeitung)
  - étude de projets et technique (étude de projets intégrée, appliquée au projet « Gare postale de Bâle »).

Le projet « Gare postale de Bâle » a été retenu comme exemple parce qu'il se prête parfaitement à l'application pilote de l'étude de projets intégrée à l'aide de la CAO. La gare postale fait partie d'un vaste projet, le Masterplan, qui devrait faire de la gare CFF de Bâle le centre névralgique de tous les transports publics de l'agglomération. Le groupe de bâtiments projetés se compose d'une gare postale souterraine (longueur : 200 m, largeur : 70 m), d'un bâtiment d'exploitation ferroviaire au-dessus de la gare et d'un ensemble d'immeubles de bureaux avec une infrastructure commune (fig. 1 et 2). La surface brute de plancher hors sol est de 80 000 m<sup>2</sup>. Les frais de construction pour le bâtiment de la gare postale s'élèveront à 400 millions de francs, ceux pour les immeubles de bureaux à

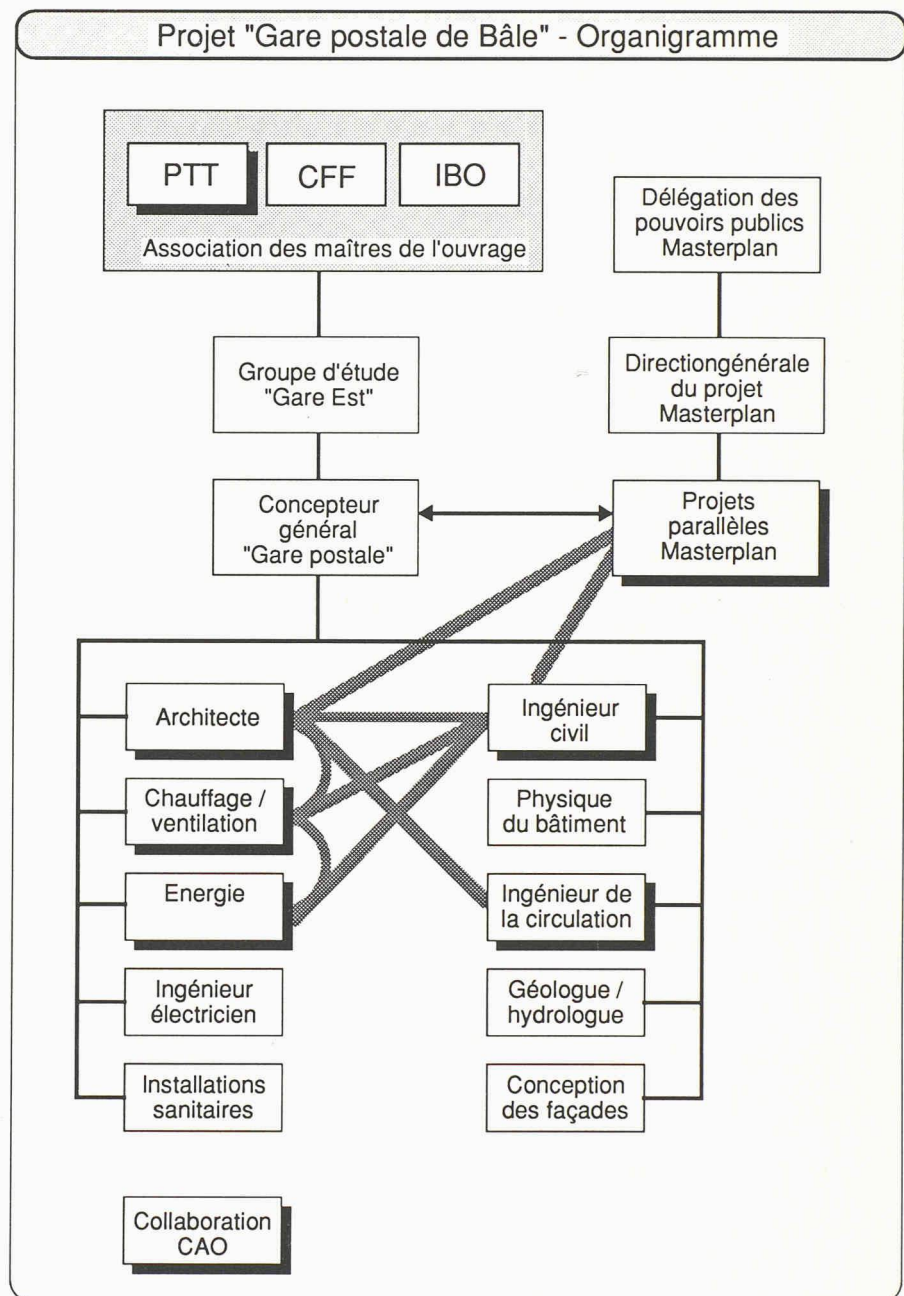


Fig. 3. - Gare postale de Bâle : organigramme.

200 millions de francs.

Il va sans dire que la réalisation d'un projet d'une telle envergure exige un schéma d'organisation complexe (fig. 3). Les maîtres de l'ouvrage (PTT, CFF et une société immobilière privée) ont mandaté pour l'étude du projet un groupe de bureaux de taille moyenne :

- architectes : Zwimpfer Partner et Bürgin + Nissen
- ingénieurs civils : Rapp Ingenieure + Planer, Weiss Guillod Gisi et Zschokke
- installations de chauffage, de ventilation, de conditionnement d'air et de réfrigération : Waldhauser et Rapp Ingenieure + Planer
- ingénieurs électriciens : Selmoni
- installations sanitaires : Bogen-schütz.

Dès le début, ces bureaux se sont mis d'accord sur l'application de la CAO, sans pour autant obliger les bureaux individuels à utiliser un système spécifique. Parmi ces bureaux, trois utilisaient le système « speedikon », un seul le système « AutoCad » ; les autres ne s'étaient pas encore décidés pour un système.

### La transmission de données à l'aide du réseau Mégacom

Pendant la première phase, l'étude intégrée du projet est limitée à quatre bureaux (deux bureaux d'architectes et deux bureaux d'ingénieurs), à la direction générale des PTT (en tant que maître de l'ouvrage) et au service de documentation CAO du Dr Walder, lequel s'est chargé de la direction

du projet CMC « Etude de projets intégrée » (fig. 4).

Le réseau Mégacom des PTT, utilisé pour la transmission de données, est le premier réseau commuté de câbles à fibres optiques, permettant une vitesse de transmission de 2 Mbit/s. Grâce à ce débit qui est environ mille fois plus élevé que celui de réseaux conventionnels, le réseau Mégacom se prête, entre autres, à la transmission de données graphiques. Il peut également être utilisé pour l'interconnexion de réseaux locaux ou pour la transmission numérique de sons. Les liaisons sont entièrement duplex, et le taux d'erreurs est, malgré la grande vitesse de transmission, inférieur à celui des circuits habituels. Mégacom sera ultérieurement intégré dans le réseau de télécommunication « Swissnet » des PTT.

Pour l'instant, le réseau Mégacom est encore peu répandu : à fin 1990, des centrales ont été mises en service dans cinq villes suisses. Il est prévu de l'étendre à au moins 12 villes, et, en cas de forte demande, à 20 villes.

Les frais de transmission par Mégacom sont nettement inférieurs à ceux de la transmission par téléphone (fig. 5). Prenons comme exemple un jeu de plans dont le contenu correspond à 500 pages format A4 (10 MBytes) : la transmission par ligne téléphonique durerait 10 heures et coûterait 15 francs à l'intérieur du réseau local, et 200 francs sur le réseau interurbain (200 km), tandis que la transmission par Mégacom dure 42 secondes et coûte 1 fr. 60 à l'intérieur du réseau local, ou 3 fr. 10 pour une distance de 200 km. La communication de données par Mégacom coûte donc entre 10 et 60 fois moins cher que celle effectuée sur le réseau téléphonique.

Les postes terminaux nécessaires pour un raccordement au réseau Mégacom sont représentés dans la figure 6.

Les bureaux d'études chargés de l'élaboration du projet pour la gare postale de Bâle ont interconnecté leurs réseaux locaux (appelés en anglais : Local Area Network ou, en abrégé, LAN) d'après le schéma reproduit à la figure 7. Le fait que des réseaux du type « Ethernet » ou « Token Ring », ou des stations de travail individuelles sans réseau local aient été connectés, était tout à fait conforme à l'idée du projet CMC qui devait constituer un projet pilote et, en tant que tel, permettre d'appliquer de nouvelles méthodes.

Le format DXF a été choisi comme base standard pour l'échange de données CAO.

La pose des câbles à fibres optiques fut achevée en mai 1991. Les adaptations nécessaires du logiciel sont en cours, et les premiers essais de transmission ont été fixés en août 1991. Ce n'est que

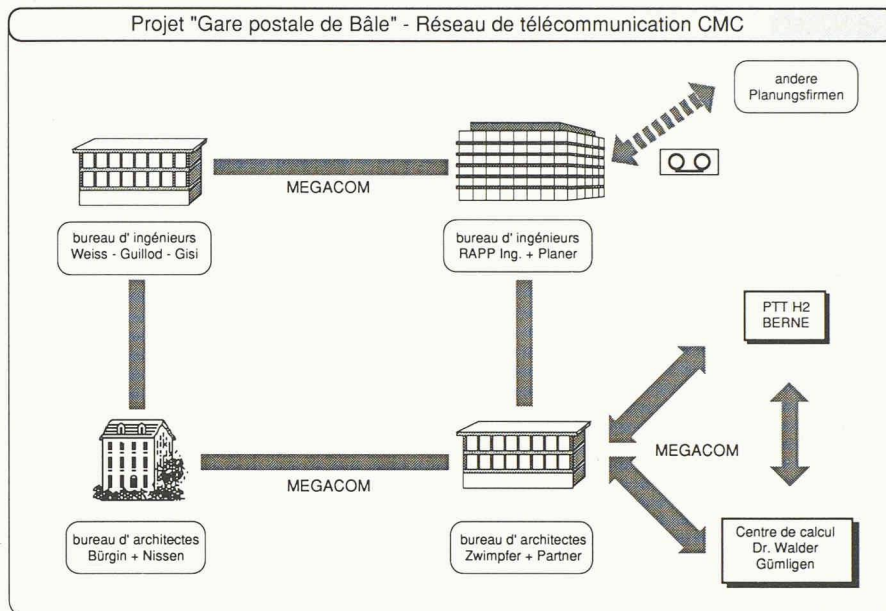


Fig. 4. - Gare postale de Bâle : réseau de télécommunication CMC.

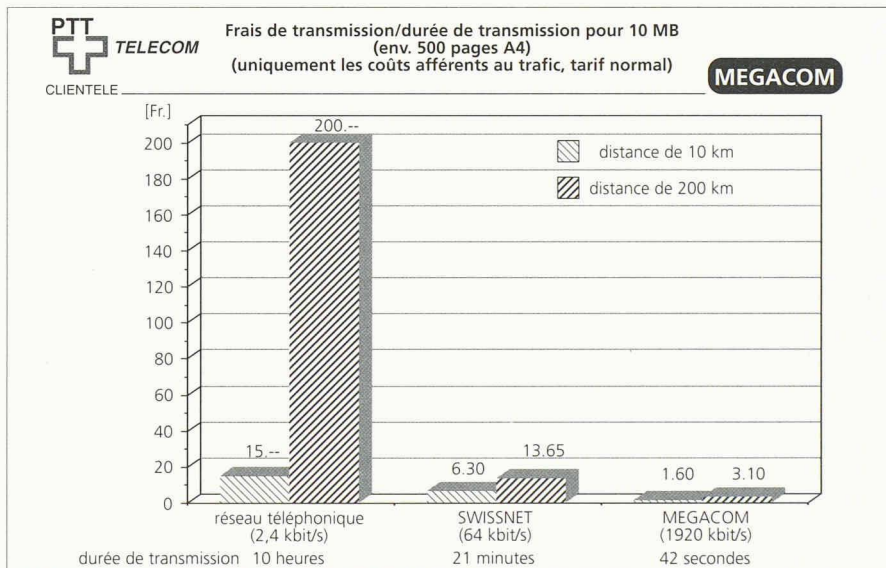


Fig. 5. - Comparaison des frais de transmission.

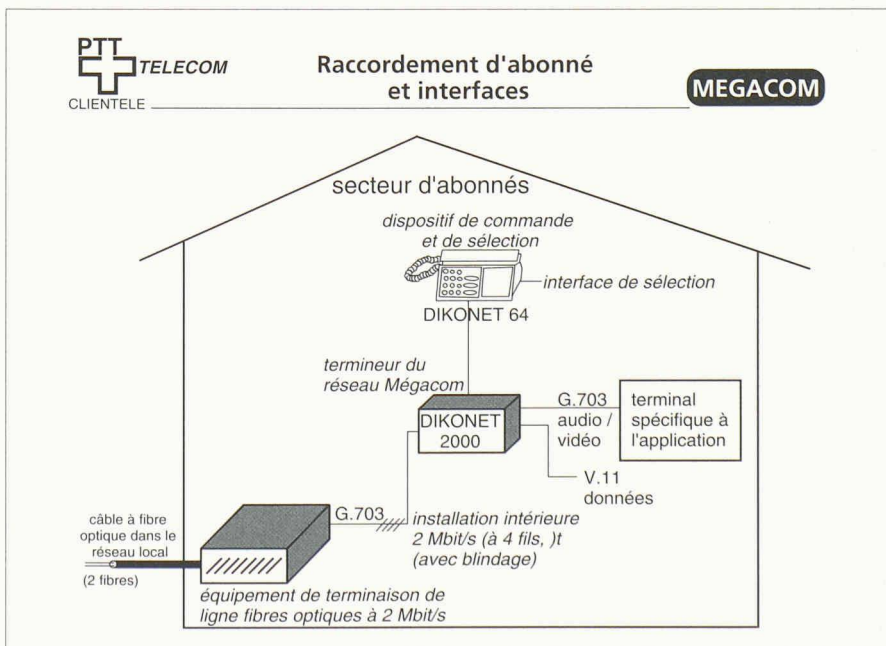


Fig. 6. - Eléments du système MEGACOM.

**Schéma de numérotation des couches**

- 1<sup>er</sup> chiffre chapitre principal  
 2<sup>e</sup> chiffre chapitre  
 3<sup>e</sup> chiffre sous-chapitre  
 4<sup>e</sup> chiffre information concernant la présentation graphique

Exemple :

- 352 1  
 3.. Installations électriques  
 .5. Téléphone  
 ..2. Distribution  
 ... 1 Lignes

Fig. 8 – Projet CMC de Bâle: structuration des plans.

sur la base des expériences réalisées lors de l'élaboration du projet pour la gare postale de Bâle, que l'on décidera, au début de 1992, si l'étude intégrée à l'aide de la CAO sera également appliquée au projet détaillé.

**Structure des données des plans élaborés à l'aide de la CAO**

Une transmission efficace des données entre les bureaux n'est possible que si la structure des données est clairement définie au préalable. Les bureaux collaborant au projet de la gare postale de Bâle se sont appuyés sur celle déterminée le 9 novembre 1989 par la Commission pour la CAO de l'ASIC (Association suisse des ingénieurs-conseils). La structure arrêtée se caractérise par les règles ci-après.

- Le projet est subdivisé d'après un plan «géographique». Pour la gare postale, on a choisi une subdivision en étages et en étapes. Le projet est, de plus, subdivisé en plusieurs phases: avant-projet, projet et phase d'exécution.
- Le nombre des épaisseurs de trait, des caractères et des signatures a été limité, conformément à la norme SIA 400.
- L'ouvrage est décrit à l'échelle 1:1 en millimètres. Toutes les désignations, cotes et hachures sont définies en conséquence.
- La numérotation des différentes couches (layers) a été établie sur la base de la recommandation de l'ASIC, élaborée en 1989. 9999 couches sont prévues; les 999 couches principales sont subdivisées chacune en 9 couches secondaires servant à la description des éléments graphiques (fig. 8).

**Expériences réalisées jusqu'ici, problèmes et solutions possibles**

Bien que l'essai d'«Etude de projets intégrée à l'aide de la CAO» de la CMC de Bâle n'en soit qu'au commencement, plusieurs expériences ont déjà pu être réalisées.

**Couches principales**

Les 999 couches principales (3 chiffres) servent à une subdivision en fonction du groupe ou du domaine spécialisé, donc d'après la fonction à assurer. Les chapitres principaux sont les suivants :

- 0.. Arpentage
- 1.. Gros œuvre
- 2.. Structures portantes
- 3.. Installations électriques
- 4.. Chauffage, ventilation, conditionnement d'air
- 5.. Installations sanitaires
- 6.. Aménagements intérieurs
- 7.. Génie civil, aménagements extérieurs
- 8.. ... (réserve)
- 9.. Divers, communication, réserve

**Couche secondaire**

La couche secondaire (à savoir le 4<sup>e</sup> chiffre) sert à une subdivision d'après les critères de la présentation graphique.

La subdivision provisoire est la suivante :

- ...0 Sans subdivision supplémentaire
- ...1 Lignes
- ...2 Textes en allemand
- ...3 Textes en français
- ...4 Textes en italien
- ...5 Hachures
- ...6 Cotes de dimensionnement
- ...7 Lignes auxiliaires, axes
- ...8 ... (réserve)
- ...9 Remarques, commentaires

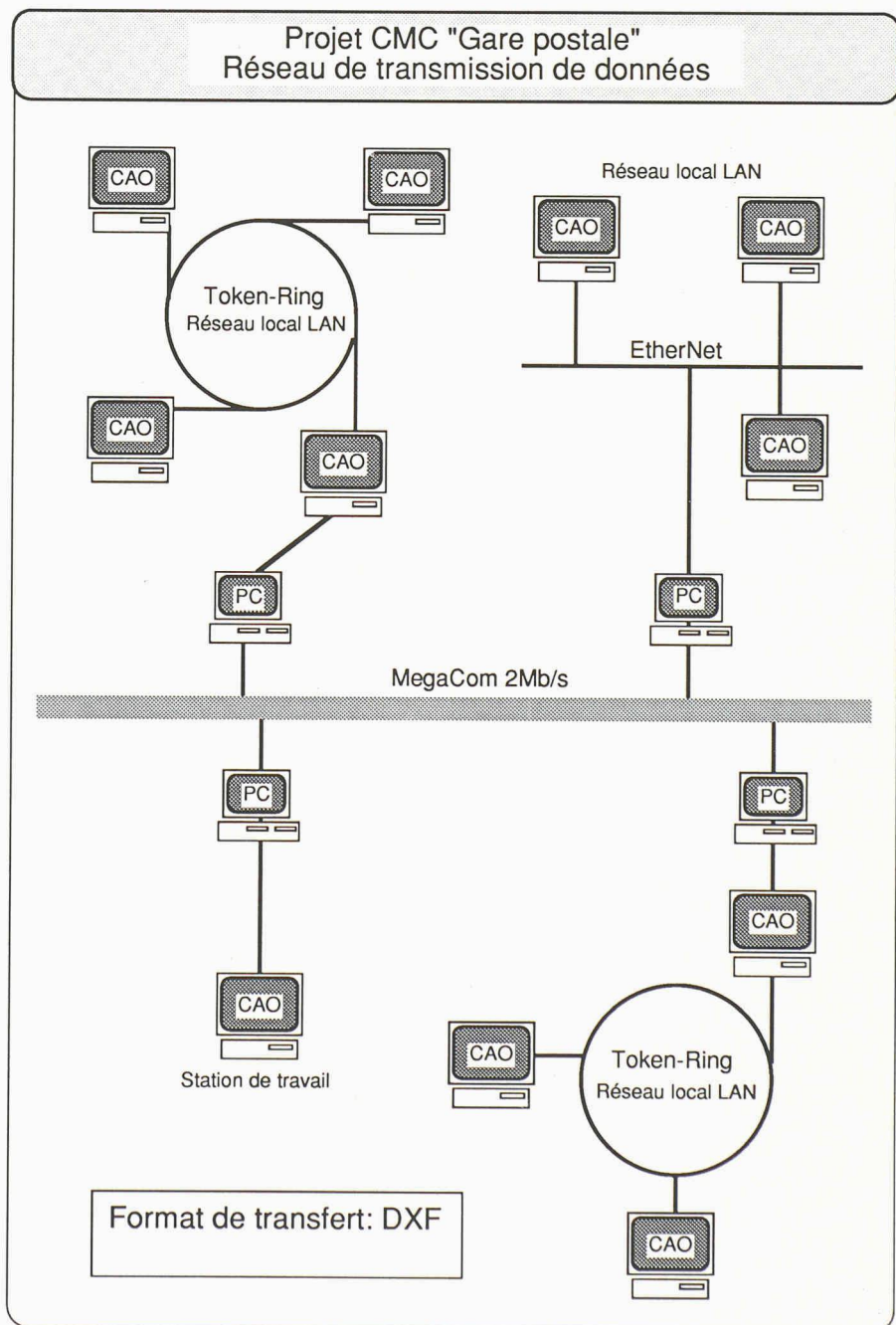


Fig. 7. – Gare postale de Bâle: réseau de transmission des données.

Les discussions portant sur la question de la structuration des couches sont les plus avancées. Appliquées à l'exemple de la gare postale de Bâle, les règles établies par l'ASIC se sont, jusqu'ici, avérées praticables; on peut donc à juste titre espérer qu'elles seront également admises par les autres associations professionnelles regroupant les spécialistes de la construction. Les règles appliquées en Suisse devront ensuite être intégrées dans les normes européennes et dans les normes EDIFACT destinées à uniformiser, au niveau mondial, l'échange de données. Le format DXF, choisi par les bureaux d'études participant à l'étude du projet de la gare postale, est utilisable, bien que de nombreuses informations internes concernant le mode de présentation se perdent au cours de la transmission car les programmes d'interface correspondants manquent. Une amélioration de cette situation ne sera possible que lorsque les auteurs de logiciels CAO s'entendront pour perfectionner le standard actuel.

Une autre série de questions concerne l'hôte gérant la banque de données relatives au projet. Lequel des bureaux faisant partie d'un groupe d'étude devra-t-il assumer la fonction d'hôte? Est-ce le bureau chargé de la direction générale du projet, par exemple le concepteur général, ou le bureau d'architectes? Ou est-ce plutôt le bureau qui dispose du matériel permettant de mémoriser et de traiter des quantités importantes de données? Est-ce que le bureau remplissant la fonction d'hôte aura en même temps des privilèges quand il s'agit de définir les normes applicables? Est-il imaginable que la banque de données physiques ne sera plus mise en une mémoire centrale, mais répartie sur tout le réseau, en

fonction de la capacité de mémoire dont on dispose à un moment donné? D'autres problèmes attendent d'être résolus: Quel bureau aura accès à quelles données, c'est-à-dire, quel bureau peut lire quelles couches et lesquelles peut-il modifier? Est-ce que le bureau chargé de la direction générale du projet aura le droit de modifier des données dans des couches qui ont été attribuées aux spécialistes?

Quel est le rôle du maître de l'ouvrage? Est-ce lui qui déterminera le format standard des données lorsque, une fois le projet achevé, il reprendra la banque de données CAO dans son propre système CAO? (Cette attitude a été adoptée par les représentants de l'industrie chimique à Bâle qui, de cette façon, obligeaient, de facto, les bureaux d'études bâlois à acquérir des systèmes CAO du type Intergraph.)

Qui garantira la protection des données? A qui appartiennent les données (droit d'auteur)? Des couches isolées «appartiennent» certes à chaque bureau individuel, mais elles ne valent pas grand-chose si elles ne sont pas reliées entre elles!

Et, en fin de compte, l'étude de projets intégrée à l'aide de la CAO soulève également des questions d'ordre économique. La répartition des honoraires et des prestations partielles entre les différents bureaux devrait être reconsidérée sous l'aspect de la nouvelle répartition des tâches. Comment indemniser de ses frais le bureau ayant assumé la fonction d'hôte?

Malgré les longues discussions qui ont été menées dans le groupe d'étude «Gare Est» au sujet de la répartition des droits et des obligations au niveau de l'étude de projets intégrée à l'aide de la CAO, les expériences réalisées jusqu'à présent sont bonnes. Les

moyens de télécommunication permettront aussi d'élaborer des projets importants de manière décentralisée, à l'aide de la CAO. Il ne faut toutefois pas oublier que le mot «télécommunication» contient également l'idée de communication: l'application de l'étude de projets intégrée à l'aide de la CAO n'aboutira à des résultats valables que si les parties concernées communiquent entre elles et essaient de s'entendre. A cet égard, cette méthode n'est nullement différente du déroulement habituel de l'étude de projets!

### Remerciements

L'auteur tient à remercier les membres du groupe de travail «Etude de projets intégrée» du projet CMC de Bâle, MM. R. Gisi (Weiss Guillod Gisi AG), C. Löffler (Rapp AG) et R. Zimmer (Zwimpfer Partner AG), d'avoir accepté de relire le manuscrit.

### Sources

- Commission pour la CAO de l'ASIC, recommandation du 9 novembre 1989
- Direction générale des PTT, Informations TELECOM, janvier 1990
- CMC Bâle, groupe de travail «Etude de projets intégrée»: Organisation des informations contenues dans les plans, en vue de l'étude de projets intégrée à l'aide de la CAO, novembre 1990.

Adresse de l'auteur:  
Matthias H. Rapp  
Dr. phil., ing. dipl EPF/SIA  
Rapp AG Ingenieure + Planer  
Hochstrasse 100  
4018 Bâle