



Pourquoi inventer des modèles pour la Construction ?

Roland Billon, Médiaconstruct et Enseignant à l'ENSA de Marseille
Isabelle Fasse, Médiaconstruct, ex Enseignante à l'ENSA de Marseille
Jacques Zoller, Professeur à l'ENSA de Marseille
Pascal Tonarelli, Maître de conférences à l'UVHC
Hafida Boulekbache, Maître de conférences à l'UVHC
Stéphane Duriez, médiatiseur à l'UVHC

Table des matières

Chapitre I. Résumé et prise de conscience..... 6

Chapitre II. Le développement des méthodes en AEC : une histoire d'échanges..... 8

- A. Le défi à relever.....8
- B. Pour construire beaucoup.....9
- C. Pour construire à l'économie.....9

Chapitre III. La qualité et l'économie imposent les échanges de données entre les logiciels..... 11

- A. Un impératif : échanger les données et les résultats..... 11
- B. Le blocage dans les échanges techniques : il faut changer de méthode de travail.....12

Chapitre IV. Limites de performances des logiciels conventionnels..... 14

- A. Les logiciels techniques sont hétérogènes..... 14
- B. Les éléments matériels pour communiquer..... 14

Chapitre V. Les interfaces sont à double sens 17

- A. Le concept d'interface.....17
- B. Les limites des interfaces..... 18

C. Vers la normalisation des données à échanger : un problème de sémantique.....18

ChapitreVI. La longue marche vers une norme internationale..... 21

A. Différence entre norme et standard..... 21
B. Les approches pour élaborer une norme.....22
C. Une recherche historique : SUC.....23
D. Une norme-standard pour les échanges de produits industriels : STEP.....24

ChapitreVII. Le consensus autour du mouvement d'utilisateurs IAI..... 26

A. L'approche de l'association IAI.....26
B. Une variante du modèle conceptuel : le modèle d'échange..... 26
C. Les bénéfices attendus à court et moyens termes.....27

Chapitre I. Résumé et prise de conscience

Résumé

Comprendre les raisons des blocages que les professions de l'AEC rencontrent dans la progression de la qualité, de l'économie et des méthodes de travail.

Historique des recherches et expérimentations qui ont conduit à l'adoption d'un standard mondial de communication et de description des entités d'un projet de construction.

Prise de conscience

Il ne suffit plus aujourd'hui d'être un bon professionnel à l'intérieur de son métier. Il faut en plus savoir s'intégrer dans des équipes interopérables, c'est à dire savoir communiquer, voire partager, les données et les résultats techniques de son travail (le projet), sous une forme compatible avec les outils informatiques des autres partenaires. Il faut également savoir récupérer les résultats de ses partenaires.

D'où la nécessité d'un langage (technique) pour se comprendre et dialoguer, c'est à dire utiliser un *Modèle conceptuel* unifié.



Communiquer

Chapitre II. Le développement des méthodes en AEC : une histoire d'échanges.

A. Le défi à relever

Les méthodes de travail des professions du bâtiment ont évolué constamment en Europe depuis les années 1950, c'est à dire depuis environ une cinquantaine d'années.

La première évolution, brutale, a été rendue nécessaire pour faire face à la reconstruction du tissu urbain détruit pendant la seconde guerre mondiale.

Il a fallu également faire face, dans la même décennie, à une brusque augmentation démographique due à plusieurs facteurs à la fois :

- l'euphorie de la fin d'une guerre meurtrière,
- une période économique faste qui a duré jusqu'aux premiers chocs pétroliers des années 1970. Les familles nombreuses (plus de trois enfants) étaient courantes.
- pour beaucoup de pays Européens, l'essor démographique a été aggravé par l'abandon de la politique coloniale, le retour des Européens dans leur pays d'origine provoquant une grave crise du logement dans les années 60.

Le défi à relever par le secteur du Bâtiment s'exprimait par une devise simple : « **Construire vite, beaucoup, et pas cher !** ».

Bien évidemment, la qualité a souffert de ces contraintes, et notamment la qualité architecturale, non seulement en Europe, mais dans les autres pays confrontés à la reconstruction ou à l'essor démographique (URSS, Pays de l'Est, Chine).

C'est dans cette période, entre 1950 et 1970, que l'Europe, et notamment la France, s'est couverte dans ses banlieues de grands ensembles « dortoirs », et d'un type de bâtiment dit « à loyer modéré » qui a enlaidi nos paysages, dénaturé le fonctionnement urbain de nos grandes et moyennes villes, et provoqué une aggravation des modes de vie.

Le phénomène, devenu une mode, s'est même propagé jusque dans nos campagnes, un grand nombre de maires de villages considérant comme une fierté et une justification politique de posséder « son *HLM* ».

Hélas, HLM dont l'architecture ressemblait à des alignements de parallélogramme de quatre façades tristes percées d'un empilement d'ouvertures monotones, quelquefois agrémentées de balcons à la fonction incertaine, stéréotype de la négation du patrimoine architectural et culturel régional de tous les pays.

Mais oublions un moment les conséquences catastrophiques de cette période, pour en

Pourquoi inventer des modèles pour la Construction ?

examiner les aspects positifs, qui concernent surtout les méthodes.

Le secteur du bâtiment, jusqu'alors artisanal, s'est transformé sous la contrainte, en une sorte d'industrie partielle, sans devenir une véritable industrie. Et c'est vrai encore aujourd'hui.

B. Pour construire beaucoup

Pour construire beaucoup, il a fallu multiplier les équipes, spécialiser les intervenants.

D'où **les premiers problèmes de communication** entre les divers métiers du Bâtiment. Un énorme besoin de coordination s'est révélé, non seulement au niveau des études de projets, mais aussi du chantier. Un nouveau métier est né : celui de coordinateur technique, traditionnellement assuré par l'architecte.

La complexité de la tâche a justifié l'existence à plein temps d'un spécialiste, sur chaque projet, dont le niveau de connaissances et de compétence devenait celui d'un ingénieur.

De nouveaux outils sont apparus : les méthodes d'ordonnancement de travaux, empruntés à l'industrie spatiale et aéronautique (*Méthode PERT* et *Potentiel*, exploitant le concept du « *chemin critique* »).

Mais on s'est aperçu que la manipulation de ces méthodes, à la main, était insupportable.

Pour qu'elles deviennent réellement opérationnelles, il fallait les automatiser, les rendre dynamiques, interactives, pour en faire de véritables outils de décision.

Bien évidemment la solution était informatique.

Par ailleurs, les bureaux d'études techniques (calcul de structure, calcul et dessin de béton armé) se sont trouvés dans l'impossibilité de faire face à la demande. Pour aggraver leur problème, devant les catastrophes de chantiers dus à la précipitation (immeubles effondrés pendant la construction), des règlements draconiens sont apparus et ont continuellement évolué, rendant les calculs de plus en plus complexes. Heureusement pour les *BET*, les premiers outils informatiques sont apparus dans les années 1965-70, pour leur permettre d'automatiser les calculs, et bientôt les dessins.

Les architectes, de leur côté, sous la poussée de quelques pionniers visionnaires (Citons Nicolas Negroponte aux USA, *Paul Quintrand* en France) ont expérimenté les premiers logiciels graphiques interactifs dits « intelligents ». Malheureusement, c'est la facilité qui s'est imposée dans ce domaine par l'émergence d'outils de dessin électronique (*DAO*), au détriment jusqu'à nos jours de la *CAO*, marginale dans le secteur du Bâtiment.



C. Pour construire à l'économie

Pour construire vite et « pas cher », le défi était encore plus important. Il fallait abandonner les technologies artisanales du « tout fait à la main », sur le chantier. Il y avait aussi pénurie de main d'oeuvre. L'importation d'une main d'oeuvre non qualifiée de pays

pauvres et Nord Africaine ne résolvait pas le problème.

Le Bâtiment a donc adapté des méthodes issues de l'Industrie : préfabriquer le maximum de composants en usine, puis se contenter de les transporter et de les assembler sur le chantier. Dans un premier temps, on a cherché à imiter les composants de maçonnerie, ce qui a donné naissance à « la préfabrication lourde ». Elle était « sur mesure », c'est à dire qu'aucune standardisation n'existait, ni pour les composants de gros oeuvre, ni pour la plupart des composants du second oeuvre.

Le Bâtiment s'est heurté à un deuxième problème de communication : le sur-mesure montrait ses limites économiques. La préfabrication en usine ne permettait pas d'économies sur les études, complexifiait les dossiers de plans, les appels d'offres, interdisait la réduction du nombre des fournisseurs et leur interchangeabilité ...

Contrairement à l'industrie pour qui le concept de grande série existait depuis longtemps, chaque bâtiment était encore un prototype presque jamais suivi de séries.

Bien sûr la tentation était grande de reproduire le même bâtiment plusieurs fois. Cette pratique de certains maîtres d'ouvrage publics a marqué irrémédiablement les esprits autant que le paysage. Le chemin de grue déterminait le plan de masse de l'opération.

Pour éviter cette impossibilité technique de communiquer pour concevoir économiquement, on a inventé des « Règles de coordination dimensionnelles » (autour de 1972), ce qui effectivement a conduit à standardiser les plans eux-mêmes.

Ce qui aurait pu constituer un progrès architectural, si cette initiative avait été bien traitée, comme dans les bâtiments anciens de Venise, par exemple, et plus généralement dans les innombrables réussites des siècles passés basées sur la répétition d'un module

Mais ce ne fut pas le cas. Assembler des éléments pauvres conduit à aggraver la pauvreté de l'ensemble.

Heureusement, le massacre urbain a tourné court par une décision politique (du moins en France, sous l'impulsion de la présidence de Giscard d'Estaing) par l'interdiction des grands ensembles et des tours de grande hauteur pour le logement.

Ce qui a rapidement mis en faillite les usines de préfabrication lourde, et a donné naissance à la préfabrication légère, laquelle n'avait pas besoin de règles de coordination dimensionnelle aussi strictes. Cette forme de préfabrication perdure encore (charpentes et structures métalliques ou en bois, planchers légers, façades légères).

Par ailleurs, essentiellement pour des raisons économiques, le retour au gros oeuvre traditionnel (blocs de béton ou de briques, béton banché coulé sur le chantier, plaques de plâtre à découper sur place) a replongé le secteur dans son organisation artisanale archaïque, à partir des années 1970-80.

Le problème de la communication entre les professionnels ne se trouvait donc pas résolu pour autant. Il empirait.

Chapitre III. La qualité et l'économie imposent les échanges de données entre les logiciels.

A. Un impératif : échanger les données et les résultats.

Un troisième progrès économique et de méthode a été possible dans le secteur du Bâtiment, dès que les prix des systèmes informatiques personnels sont devenus abordables pour une petite structure.

Car les acteurs du Bâtiment sont essentiellement des petites et moyennes entreprises.

Oublions le cas des grosses entreprises qui sont pourtant soumises aux mêmes règles de rentabilité. Si certaines s'étaient déjà équipées de gros et mini ordinateurs, peu rentables, leur motivation était autre : acquérir une image médiatique d'innovateur.

Le déclic a eu lieu à partir des années 1981-85, période où les micro-ordinateurs graphiques sont devenus tout à la fois bon marché, fiables et performants.

En l'espace de 15 ans, on peut constater que toutes les professions du Bâtiment se sont informatisées (le taux de pénétration des outils informatiques est d'environ 70%, plus ou moins selon les pays d'Europe et les métiers), et utilisent couramment des logiciels graphiques, de calcul technique ou de devis. Les *PME* se convertissent lentement.

Seuls, les artisans sont réfractaires.

Cette période correspond à une amélioration spectaculaire de la rentabilité et de la qualité à l'intérieur de chaque métier. Des progrès sensibles ont également été réalisés dans la production des plans produits par les logiciels de différents métiers. Un standard d'échange de dessin vectoriel s'est imposé, par la force commerciale d'un éditeur qui a su prendre le marché mondial de la table à dessin électronique (*Autodesk*).

Avancée qui a permis certaines innovations dans la maîtrise d'échanges de plans, comme par exemple dans les *opérations de synthèse* pour la préparation du dossier d'exécution, réalisée à l'aide des « *armoires à plans électroniques* ».

Les métiers savent communiquer leurs dessins sous forme électronique, et à distance à travers Internet. Mais pas encore le contenu sémantique du projet. On constate qu'un seuil de progrès ne peut plus être franchi.

La cause est encore une fois un problème de communication.

B. Le blocage dans les échanges techniques : il faut changer de méthode de travail.

Si en interne, chacun est devenu plus performant, collectivement, rien n'a changé.

Les données du projet suivent un cycle infernal de saisies redondantes d'un ordinateur à l'autre, dans une procédure séquentielle qui allonge anormalement les délais de réponses, provoque des erreurs, décourage les partenaires, interdit l'étude des options, annule bien souvent les gains de l'informatique, et ne garantit rien du tout au Maître d'Ouvrage.

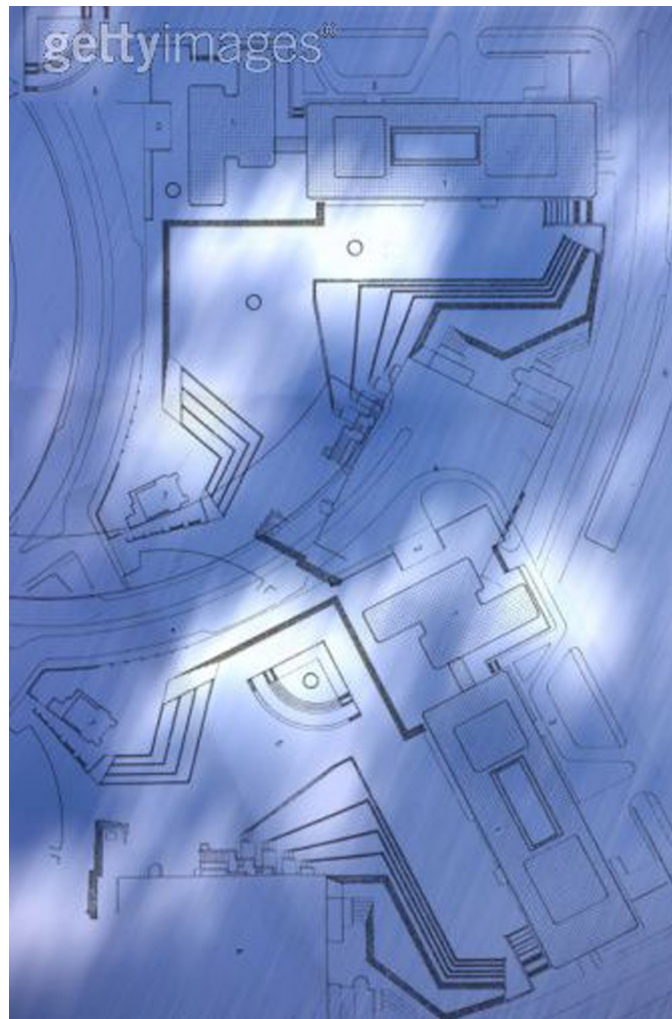
Les problèmes techniques, technologiques, méthodologiques, économiques et réglementaires sont même de plus en plus complexes, notamment ceux de l'ingénierie.

Ils ne peuvent être résolus que par une concertation permanente entre les acteurs professionnels, pour aboutir à une coordination technique dynamique, interactive, dans toutes les phases de l'opération. Car plus que jamais la conduite des études d'un projet, sa conception, puis sa réalisation, et enfin son exploitation sont des affaires collectives.

Un mot qualifie cette nouvelle méthodologie : le **travail collaboratif**.

Si les logiciels des partenaires en présence s'organisent en systèmes d'information, le travail collaboratif peut prendre la forme de *l'ingénierie « concourante »*, ou « *interopérable* » .

Le sujet d'intervention commun devient alors une représentation « virtuelle », modélisée, de toute l'information technique du bâtiment en projet ou construit.





A retenir

Si chaque partenaire d'une opération de construction est informatisé, atteindre une nouvelle étape d'économie, de qualité, de fiabilité, suppose que les différents systèmes informatiques en présence, hétérogènes par nature, puissent échanger leurs données et leurs résultats. Et d'une façon encore plus ambitieuse, puissent être capables de se partager simultanément l'accès à une représentation unique du Bâtiment. C'est le nouveau défi à relever à l'aube du troisième millénaire.

Nous verrons qu'il n'est pas simple à résoudre.

L'enjeu de la communication informatisée entre les logiciels des métiers du bâtiment est tel qu'il préoccupe les pouvoirs publics depuis une dizaine d'années. Plus spécialement en France le Ministère de l'Équipement et du Logement agit à travers le *Plan Construction*.

En 1994, un programme de recherche visait entre autre à "**Faciliter la coopération des métiers**".

De nos jours, cette préoccupation et ces recherches sont toujours d'actualité, et le resteront encore longtemps. Elles se sont même mondialisées, à travers plusieurs coopérations internationales.



A retenir

Un standard mondial est à l'étude, qui s'impose déjà d'une manière irréversible. Pour réaliser un système d'échange de données techniques, les professions sont obligées de s'entendre sur des normes décrivant les produits du Bâtiment : une retombée historique sans précédent qui transforme radicalement le secteur économique de l'AEC.

Les méthodes de travail archaïques actuelles évoluent vers des méthodes collaboratives qui s'appuient sur les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC).

Chapitre IV. Limites de performances des logiciels conventionnels.

A. Les logiciels techniques sont hétérogènes.

Nous venons d'évoquer le problème technique majeur (il y en a d'autres) des logiciels traditionnels en AEC : leur difficulté à s'échanger des données.

Quelles en sont les causes ?

La communication est difficile non seulement entre logiciels de métiers différents (par exemple entre ceux des concepteurs et ceux des techniciens de l'économie), mais aussi à l'intérieur du même métier (entre les logiciels différents de *CAO*, *DAO* de plusieurs architectes, entre ceux des entreprises de gros oeuvre et de second oeuvre ...)

Les professionnels du bâtiment exploitent des logiciels de DAO, CAO, d'imagerie, de calcul thermique, de calcul de structure, de calcul et dessin de béton armé, de calcul quantitatif, d'estimation de prix, de *calepinage*, de devis couplés à des plans graphiques, de gestion technique de patrimoine, de maintenance

Il existe souvent dans un seul pays, comme la France, entre une dizaine et une cinquantaine de logiciels commercialisés dans chaque métier, sans compter les logiciels "maisons" que les propriétaires ne veulent pas abandonner, car ils répondent "sur mesure" à leurs besoins.

Que dire du nombre de logiciels existants en Europe, et dans le monde !

Le premier problème technique est donc le grand nombre de logiciels différents existant sur le marché, ce qui interdit tout espoir d'une concertation directe entre les auteurs de ces logiciels pour une entente sur un moyen de communication.

B. Les éléments matériels pour communiquer.

Par quel moyen deux logiciels peuvent-ils communiquer ? La boutade ci-après résume bien le deuxième problème technique :



A retenir

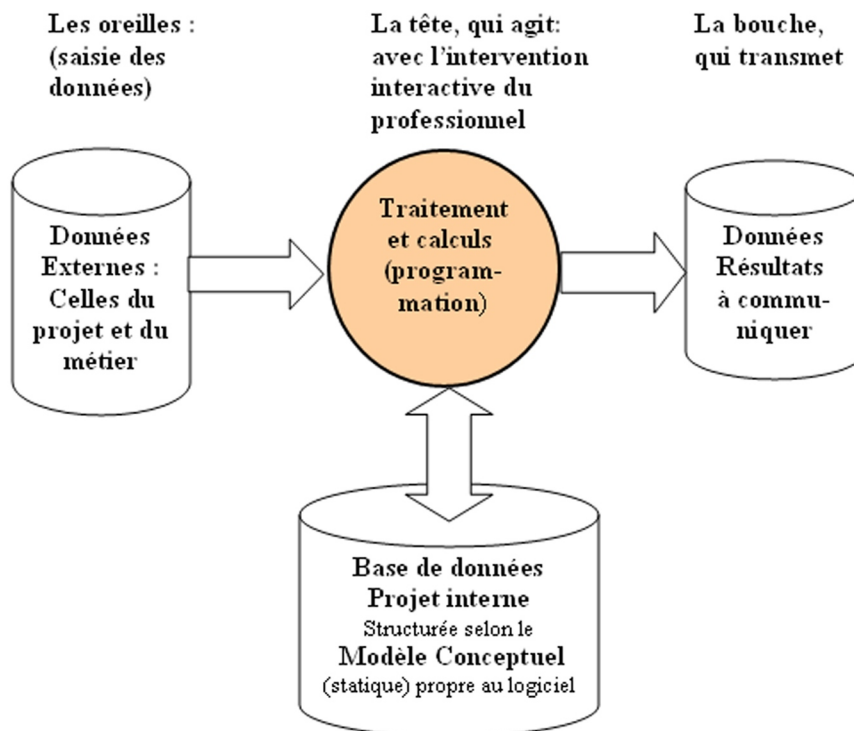
Pour communiquer, les logiciels techniques doivent se doter d'une bouche et d'oreilles et parler un même langage dont les mots sont les objets du bâtiment.

Pourquoi inventer des modèles pour la Construction ?

A défaut, ils utilisent une sorte d'excroissance, les interfaces, qui provoquent des transferts d'information douloureux .

Un logiciel, pour fonctionner, organise quatre types d'information, à l'image de ce qui se passe dans la tête d'un professionnel pour résoudre un problème sans l'aide d'informatique :

- Les **données externes**, que l'utilisateur apporte (les données du problème) Il s'agit non seulement des données propres au projet, qu'il faut décrire au logiciel, mais aussi les données propres au métier et qui seront prises en compte par le logiciel, s'il est assez « intelligent » pour les traiter.
- La *base de données Projet du logiciel*, c'est à dire la représentation et les transformations des données que le logiciel effectue (dont l'organisation est formalisée par ce que l'on appelle le *Modèle conceptuel statique*).
- Les **procédures de traitement**, c'est à dire le raisonnement interne, les calculs que le logiciel effectue selon des instructions et des connaissances que son auteur a imaginé, stockés et automatisés pour lui (le *Modèle conceptuel dynamique* du traitement, écrit dans un langage de programmation).
- Les **résultats** produits, supposés être communicables à une tierce personne (documents ou fichiers exportables).



LA CONNAISSANCE ET LA MEMOIRE

Les types d'informations manipulés dans un logiciel technique, sorte d'automate programmé pour accomplir des tâches professionnelles

Le problème de la communication entre deux logiciels revient à rendre compatibles les résultats de l'un, pour qu'ils deviennent les données externes du suivant, et éventuellement dans le sens inverse.

Bien évidemment, c'est la plupart du temps impossible, et l'auteur du logiciel n'a souvent

Pourquoi inventer des modèles pour la Construction ?

même pas envisagé cette possibilité !

Une solution consisterait à adopter une sorte de langage de programmation pour tous les logiciels spécifiques du domaine du bâtiment. Les objets informatiques manipulés correspondraient aux composants et ouvrages du bâtiment. Les langages *orientés objets* permettent cette performance. Il faudrait alors que les données et les résultats s'expriment également en composants et ouvrages du Bâtiment.

Il est impossible d'imposer aux développeurs un **langage de programmation** et des **bases de données internes** structurées identiquement pour tous. Il faut donc accepter de laisser à chaque auteur de logiciels la liberté complète d'imaginer et de structurer sa propre base de données représentative du Bâtiment. A chacun son modèle conceptuel interne, résultat de sa façon de voir et de traiter.

Chapitre V. Les interfaces sont à double sens ...

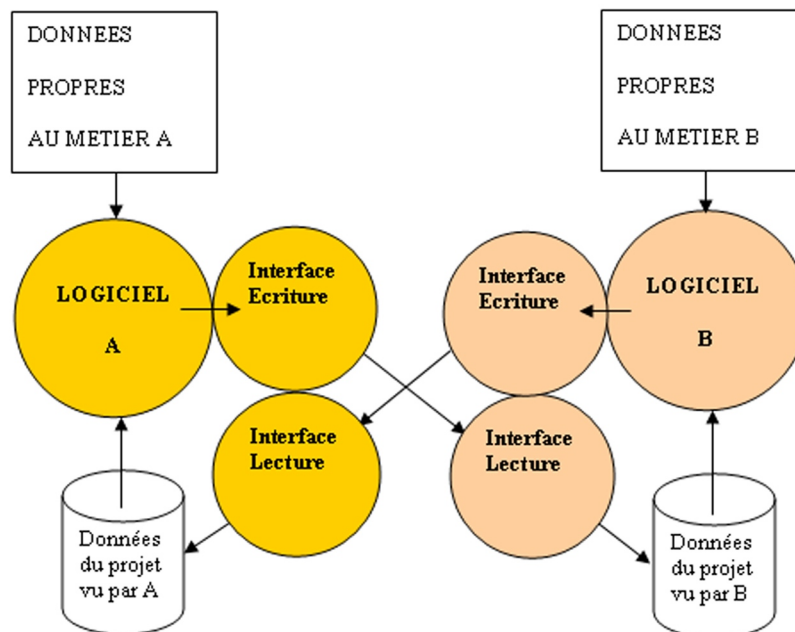
A. Le concept d'interface.

Il faut donc se résoudre à la boutade, qui précise que la seule solution réside dans le développement d'excroissances associées à chaque logiciel : une ou plusieurs *interface* de communication, qui exploitent un langage commun susceptible de véhiculer du sens (de la sémantique).

Et c'est ce langage qui pose problème dans le bâtiment, comme pour deux personnes étrangères qui ne parlent pas la même langue. Il leur faut une interface pour se comprendre, dans le meilleur des cas, un interprète, qui en fait joue deux rôles pour chacun : il écoute, puis il parle. Ce qui fait quatre fonctions d'échange dans le système d'information qu'ils forment entre eux, pour quatre sens différents.

Une solution plus économique consiste pour chaque candidat à la communication à s'équiper d'un dictionnaire, muni des deux sens possibles. Mais c'est plus long et difficile.

Ces principes sont à la base des interfaces de chaque logiciel, pour lesquels on distingue une *interface* d'entrée, et de sortie.



Les quatre fonctions des interfaces, logiciels à développer séparément

Rendre ces interfaces « normalisés », utilisables quelque soient les logiciels A et B est le problème technique difficile à résoudre dans la profession du Bâtiment, car il suppose s'entendre au préalable sur une norme d'échange internationale.

B. Les limites des interfaces.

Comment concevoir ces interfaces d'échange, dans le cas du Projet ?

Jusqu'au début de 1999, il fallait obligatoirement que les éditeurs de logiciels s'entendent deux à deux pour développer des interfaces spécifiques. Car il n'existait pas de dictionnaire, chaque langue parlée étant réputée être unique pour un logiciel existant !

Le constat suivant est encore d'actualité :

Le transfert des données est qualifié de "douloureux". Il l'est au moins à deux titres :

- **Pour le développeur** de ces interfaces, c'est à dire chaque concepteur de logiciels métiers qui a bien voulu, quelque fois contraint, ouvrir son logiciel.

La maintenance de ces interfaces, souvent complexes, constitue un frein économique et technique à la diffusion des logiciels. Il faut gérer la combinatoire des versions du logiciel avec chacune des interfaces (qui comporte séparément une lecture et une écriture) vis à vis de l'évolution non maîtrisable des logiciels interfacés.

En pratique, cette solution ne dépasse pas deux ou trois possibilités de communication directe. Cela reste du « sur mesure ».

- **Pour l'utilisateur** aussi. Celui-ci est confronté à une recherche continuelle de logiciels "compatibles" avec les siens. Et quand il en a trouvé un, il s'aperçoit que les données transmises subissent une "perte d'information", dont les causes sont diverses.

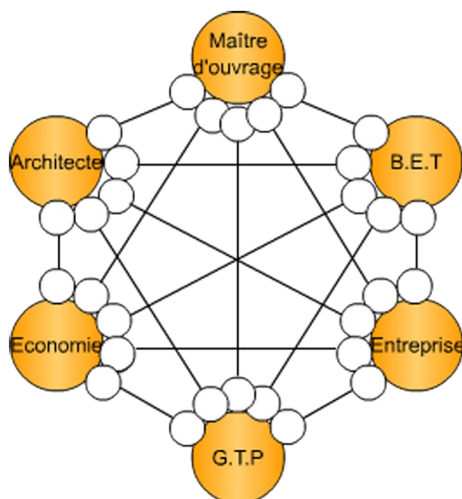
Bien souvent, il n'y a pas d'autres solutions que la re-saisie des données.

Ce constat encore valable explique le frein à la diffusion des logiciels métiers.

C'est pourquoi des efforts de recherche considérables ont été engagés dans les domaines susceptibles de repousser les blocages rencontrés dans les échanges.

C'est urgent pour les logiciels graphiques, et en particulier pour ceux des architectes, qui constituent le point d'entrée de toute la chaîne informatisable.

C. Vers la normalisation des données à échanger : un problème de sémantique.



En l'absence de standard d'échanges entre les différents outils informatisés des métiers du Bâtiment, les éditeurs de logiciels sont obligés de développer des interfaces sur mesure, sortes de verrues associées à leurs logiciels, uniquement exploitables pour un logiciel cible connu par avance.

Cet investissement peu productif, la gestion de la combinatoire des solutions, la difficulté de la maintenance de ces « verrues », conduisent à l'impossibilité d'échanger économiquement les données techniques d'un projet entre les partenaires d'une opération.

L'impasse : la multiplication des interfaces

Une description normalisée qui permettrait d'intégrer tous les aspects du projet, puis la possibilité pour les logiciels métiers d'accéder à cette information, sont les deux préalables à l'objectif recherché.

Il s'agit donc d'inventer un langage définissant la description des ouvrages et composants ainsi que l'environnement méthodologique du Bâtiment.

Ce langage concerne les informaticiens qui développent des interfaces et des logiciels, mais surtout les professionnels des différents métiers qui utiliseront ces logiciels. Tous doivent donc être d'accord sur les définitions des éléments physiques et méthodologiques, et ce qui complique la tâche, en plus observés selon leur vue métier.

Réussir ce qui devient « une norme d'échange informatisé dans le secteur de l'AEC » implique donc que le monde entier s'entende enfin sur une unique définition professionnelle, un standard universel d'une portée indiscutable, reconnue par exemple par l'organisme international qui fait force de loi : l'*ISO*.

On imagine la complexité et la difficulté pour aboutir à un tel résultat, quand on connaît les défauts structurels du secteur du Bâtiment : la fragmentation des métiers, et l'état artisanal des techniques et méthodes. Un constat négatif : la difficulté existante pour les professionnels de parler un même langage technique, en dehors de toute contrainte informatique !

Et pourtant cet accord sur une norme commune du secteur du Bâtiment a pu se réaliser, sans douleur, et il faut bien le dire, presque à l'insu de la majorité des professionnels concernés. Ils ont accepté la démarche de normalisation par ce qu'elle est imposée par les besoins des techniques informatiques.

Le résultat dépasse pourtant les besoins d'échange de données informatisé.

L'informatique est en train d'imposer un « Dictionnaire » des ouvrages et composants du Bâtiment.

Pour espérer une mise en place rapide du premier objectif, les échanges, et rendre irréversible par voie de conséquence l'adoption d'une norme descriptive mondiale, deuxième objectif, il faut continuer d'agir à la fois sur :

- **L'évolution du standard à l'étude (les modèles conceptuels, les formats d'échange),**
- **Les systèmes techniques d'échange et d'archivage (les outils logiciels, interfaces, bases de données et langages d'accès)**
- **La méthodologie** (l'évolution des méthodes existantes) autour des opérations de construction (ne pas sous estimer la difficulté de changer les habitudes de conduite des études !),

et à toutes les étapes de la vie d'un bâtiment :

**CONCEPTION
INGENIERIE**

**CONSTRUCTION
MAINTENANCE
REHABILITATION
GESTION DE LOCAUX
GESTION TECHNIQUE DE PATRIMOINE IMMOBILIER (GTP)
GESTION ADMINISTRATIVE DE PATRIMOINE IMMOBILIER**

Chapitre VI. La longue marche vers une norme internationale.

A. Différence entre norme et standard

La normalisation est un sujet qui traditionnellement ne passionne pas les étudiants, ni même la grande majorité des professionnels du bâtiment.

Elle est bien souvent perçue comme une entrave à la liberté de concevoir. C'est quelquefois vrai, si on confond réglementation et normalisation. Mais ne confondons pas.

Rappelons que la normalisation ne poursuit qu'un seul but : permettre que l'invention, l'effort matériel et intellectuel de l'homme, puisse s'insérer dans l'environnement existant.

Elle permet à chaque artisan ou industriel d'apporter sa contribution. La norme remplit à la fois un rôle de faisabilité, d'économie et de progression dans la qualité.

La norme participe à la construction d'un langage technique.

C'est vrai dans le domaine des ouvrages et composants du bâtiment.

C'est encore plus vrai en informatique et bâtiment.

Dans ce chapitre, il s'agit d'évoquer comment ces normes se fabriquent, dans le domaine des *EDI* en AEC qui nous intéresse, et leur devenir, car leur étude est récente.

Dans le vocabulaire de ce cours, nous distinguons les concepts de la « **norme** » comme étant différent de celui du « **standard** ».

Un standard est une définition, description, ou procédure, qui s'est imposée par l'usage, le plus souvent par une volonté et une force commerciale.

Exemple : le standard d'échange graphique *DXF*, imposé sur le marché des logiciels de dessin par la force commerciale d'*Autodesk*.

Une norme dans son contenu et ses objectifs est identique à un standard. Mais son statut est différent. Elle présente un degré supplémentaire d'autorité. Elle devient presque un règlement. Elle est décrétée par un organisme mondial officiel reconnu par un certain nombre de pays adhérents à l'organisation qui a étudié et approuvé la norme.

Exemple dans notre domaine d'application : le langage de description de bases de données orientées objet *EXPRESS*, norme *STEP* qui dépend de l'*ISO*.

Une norme peut être décrétée, mais ne pas être utilisée en pratique par les professionnels. Avant de la concevoir, il faut qu'elle corresponde réellement à un besoin professionnel.

De plus, ce besoin doit être permanent, afin que l'évolution des sciences et techniques ne

rende pas la norme rapidement caduque.

B. Les approches pour élaborer une norme

Deux approches peuvent exister pour ceux qui étudient une norme :

- on étudie une norme, puis on la décrète.
- on attend qu'un standard émerge, puis on l'adopte comme norme.

Cette deuxième approche est la plus facile. D'ailleurs, si un standard émerge, il n'y a pas lieu de pousser les travaux pour en faire une norme, la force du standard se suffisant à lui-même.

Mais il y a deux inconvénients à se limiter à cette dernière approche.

- Le premier est que la technologie du standard n'est pas forcément adaptée au besoin général. Par exemple, les éditeurs de logiciels graphiques concurrents d'Autodesk soulignent les défauts du DXF :
 - ➔ illisible à l'œil, donc difficile à maîtriser pour la mise au point des développements,
 - ➔ redondant et volumineux en code, donc manque d'économie des supports,
 - ➔ grave manque de souplesse pour décrire l'aspect relationnel des entités (mais il n'a pas été « fait pour »).
- Le deuxième inconvénient est bien sûr le manque de contrôle des utilisateurs sur l'évolutivité de ce standard, car ils dépendent entièrement du bon vouloir de la société qui l'a imposé sur le marché.

Le standard DXF peut donc être anti-économique pour certains éditeurs et utilisateurs.

Pour assurer des fonctionnalités plus ambitieuses, il faudra inventer un autre dispositif.

En particulier il est urgent de répondre aux besoins de la communication sémantique des objets du bâtiment, qui nous l'avons vu, devient notre préoccupation essentielle pour assurer les échanges entre logiciels techniques.

Au-delà du graphique et de la forme géométrique, limite fonctionnelle du DXF, il s'agit de décrire l'idée abstraite d'un objet, c'est à dire son *Modèle conceptuel* réunissant les aspects utiles aux applications concernées.

L'intérêt général commande l'approche inverse, c'est à dire étudier et décréter une norme, ce qui comporte d'autres risques. Par exemple, ne pas disposer de moyens suffisants pour l'étudier complètement, l'expérimenter, et la faire connaître (problèmes d'investissements marketing et médiatique). Qui doit investir ?

De plus, avant de "normaliser" dans le domaine des systèmes d'information, il faut disposer du fameux « modèle conceptuel ».

Cette étape préalable pose le problème le plus difficile à résoudre dans le secteur du Bâtiment, nous l'avons évoqué : obtenir une adhésion de tous les professionnels d'un pays, puis de tous les pays, sur un même modèle, car la matière à normaliser est internationale.



A retenir

Il existe trois actions à mener pour élaborer et mettre en place une norme de communication informatique du bâtiment :

- une étude des besoins professionnels qui ne peut être menée que par les utilisateurs,
 - une action purement technique pour que son contenu soit "validé".
 - une action purement politique et économique pour aboutir au consensus mondial.
-

Quelques pays ont pris des initiatives, dont la France, et bien évidemment l'ISO.

Citons trois actions: SUC, puis une autre recherche française (CCM) qui a abordé des problèmes de faisabilité technique des échanges graphiques, et enfin l'ISO elle même, dont on verra que son action s'est finalement regroupée avec celle de l'IAI, la seule initiative qui a franchi le stade des études avec les IFC, objet d'une grande partie du cours.

C. Une recherche historique : SUC

Cette approche est pragmatique. Trois grandes entreprises françaises du *BTP* (CBC, SAE, DUMEZ) ont étudié le Système Unitaire de Communication (*SUC*) à la fin des années 80. Ayant constaté, comme tous les professionnels du bâtiment, que le standard d'échange de dessin vectoriel *DXF* d'Autodesk s'était imposé, les responsables des services recherche ont étudié en commun une convention utilisant la syntaxe du *DXF* pour décrire les composants du bâtiment présents dans un dessin en plan.

Un des intérêts de cette approche était de faciliter le développement des interfaces aux éditeurs de logiciels graphiques, la grande majorité possédant déjà des interfaces *DXF*.

Des expérimentations ont permis de vérifier que la communication sémantique du projet entre deux logiciels de CAO spécialisés en bâtiment était possible, communication bien sûr limitée aux composants géométriquement représentés dans des « calques » 2D.

Cette action française s'est intégrée à une action internationale :

l'étude d'un groupe de travail (WG13) de la norme *ISO* (Projet ISO TC10/SC8), pour définir des standards internationaux en matière de dessin pour la dénomination des couches, l'usage des couleurs, et la structure des données.

Deux niveaux de représentation sont abordés par SUC :

- une *structuration en couches* par classes d'objets du bâtiment,
- une **description topologique** 2D ET 3D de chaque objet.

La structuration en couches des classes d'objets n'a pas posé de problèmes particuliers.

En revanche, la qualification de chaque objet du bâtiment, à travers la description topologique qui permettait la mise en place du réseau de *relations de voisinage*, s'est heurtée pendant les expérimentations à de sérieux problèmes d'application aux logiciels disponibles

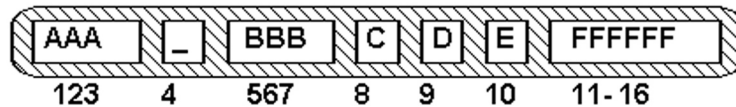
Pourquoi inventer des modèles pour la Construction ?

(période 1992-1996).

La difficulté provenait du manque de richesse sémantique de la plupart des logiciels, qu'il fallait compenser par une action « manuelle » de renseignement du dessin à échanger, à la charge de l'opérateur.

Nous retiendrons en conclusion que détourner la structuration des plans en couche pour renseigner les objets du bâtiment constitue une impasse économique.

CODIFICATION DU NOM DE COUCHE SUC-DXF



AAA	Famille d'objets
-	Séparateur
BBB	Type d'objets dans la famille
C	Type de vue
D	Nature de l'information
E	Forme de représentation
FFFFFFF	Identifiant de l'objet

Codification du nom de couche SUC-DXF



A retenir

Les logiciels traditionnels techniques et de CAO utilisent une structure de données en couche, qui est peu performante pour rendre compte de la complexité des ouvrages et composants du Bâtiment.

En vue des échanges techniques, ils devront adopter une structure et des langages *orientés objets*, ce qui va nécessiter le développement et la mise en place dans la profession d'une nouvelle génération de logiciels, plus intelligents.

D. Une norme-standard pour les échanges de produits industriels : STEP

Cette approche est plus théorique, plus ambitieuse. Elle visait à définir un *Modèle conceptuel de référence*, à le faire valider par les industriels et éditeurs de logiciels, et à le proposer pour normalisation à l'un des comités techniques (184) de l'ISO (encore lui), dont le sous-comité 4 s'occupe du "Standard for the Exchange of Product data model", soit *STEP*.

STEP est une évolution des formats et conventions d'échanges connus sous les noms d'*IGES*, DIN 66301, SET ..., plus spécialement utilisés en mécanique et électronique.

Ce qui caractérise STEP, c'est de fournir non seulement un format d'échanges, à partir d'un *Modèle conceptuel* de données, mais aussi une véritable *base de données d'échange*, et des outils normalisés pour décrire les différents éléments du modèle, aux différents stades de ses représentations. Les outils exploitent tous les *LOO*.

Au niveau qui correspond à la définition sémantique des objets manipulés dans un domaine professionnel, interviennent des comités spécialisés : *STEP - AEC* pour les domaines de l'Architecture, de l'Ingénierie, de la Construction.

En 1993, un projet spécifique à la Construction a été déposé (on appelle *APPP* - Application Protocol Panning Project - un projet dans un domaine d'application spécialisé).

En France, des laboratoires de recherche utilisent couramment les outils STEP, et ont déjà apporté une contribution majeure dans le cadre de travaux européens, à la définition d'un modèle de référence : le *CSTB*, le Groupe Structuration de Données (GSD), des entreprises du BTP, des éditeurs de logiciels.

Par modèle *STEP*, on entend modèle de produit industriel. Le bâtiment est ici considéré comme un produit.

On retiendra que la "route est longue", qui conduit de l'étude prénormative STEP de quelques laboratoires à la publication d'une norme *ISO* de communication informatisée de modèles d'échange du bâtiment. Il aurait fallu sans doute de nombreuses années pour que ces travaux aboutissent à l'international, car le personnel de l'ISO sont des chercheurs, le plus souvent bénévoles, et doivent s'appuyer sur d'hypothétiques contrats de recherche.

Chapitre VII. Le consensus autour du mouvement d'utilisateurs IAI

A. L'approche de l'association IAI

Il est vrai que ce genre d'étude ambitieuse nécessite des moyens considérables.

A partir de 1999, les efforts de recherche commencent à porter leurs fruits.

Les acteurs du secteur du Bâtiment de la majorité des pays industrialisés prennent contact pour mettre en commun leurs réflexions, recherches et moyens, et étudier les caractéristiques de ces standards ou normes d'échanges.

Un autre constat s'impose : la solution dépasse les limites d'un seul pays, les logiciels utilisés provenant du monde entier. Les éditeurs mondiaux sont concernés et rien ne peut être élaboré sans leur accord. La future norme ou standard d'échange doit être mondiale ou n'existera pas.

L'initiative qui a permis une fédération internationale concrète vient des Etats Unis.

Les chercheurs de l'*IAI*, association privée composée initialement de futurs utilisateurs se sont rapprochés des chercheurs de STEP-ISO.

Ils étaient exaspérés de l'avancement trop lent de l'étude de la norme d'échange dans le bâtiment, par l'organisme officiel.

Il en a résulté une coopération afin d'aboutir plus vite au résultat attendu, STEP laissant dorénavant l'initiative de l'étude de la future norme à l'*IAI*, et lui permettant d'adopter les éléments et outils STEP déjà disponibles.

Cette action spectaculaire, parce que rapide, de l'*IAI* (International Alliance for Interoperability) est décrite dans un autre chapitre. Nous verrons comment elle s'est imposée dans le monde.

B. Une variante du modèle conceptuel : le modèle d'échange

Nous avons évoqué plus haut le rôle du *Modèle conceptuel* interne à un logiciel, celui qui permet de représenter les données et les connaissances propres au logiciel. Il appartient exclusivement à l'auteur du logiciel. Il fait partie de son patrimoine de savoir faire.



A retenir

Pour structurer les informations à échanger entre deux ou plusieurs logiciels, on doit définir un nouveau type de *Modèle conceptuel* pour représenter les différents aspects de l'information à traiter par les interfaces : le graphique, la géométrie, les propriétés, les relations, la sémantique ...
C'est le *Modèle conceptuel* des échanges, partie la plus importante de la future norme de communication.

Dans le présent cours, nous nous focaliserons sur l'aspect fondamental de l'étude de ce modèle d'échange, sa partie la plus abstraite, la plus délicate, non pas parce qu'elle est plus difficile ou complexe, mais parce qu'elle doit faire l'objet d'un certain consensus pour être utilisée et adoptée.

Il s'agit d'étudier comment on peut établir une structure de communication dans le bâtiment. Techniquement, il y aura toujours "perte d'information" si les deux logiciels partenaires de l'échange ne sont pas au même niveau sémantique. Il y aura nivellement par le bas. Mais le modèle conceptuel de la structure de communication doit, quant à lui, prévoir le niveau supérieur.

Cette expérience de structuration, vécue à travers les travaux dirigés, est pédagogiquement la meilleure préparation à la maîtrise des outils de la nouvelle génération, et à l'évolution des pratiques de la profession.

C. Les bénéfices attendus à court et moyens termes.

Nous les résumons :



A retenir

- **Améliorer la productivité des partenaires, tout en réduisant la durée des études**
- **Garantir à la maîtrise d'ouvrage la qualité, l'économie, les délais, donc les prix.**
- **Accéder enfin à une « interopérable »** (un rêve réputé inaccessible dans le secteur du Bâtiment), permettre un travail *collaboratif* avec des outils informatiques.
- **Résoudre bon nombre de problèmes de coordination** (environ 10 milliards d'Euros gaspillés chaque année en France).

Pourquoi inventer des modèles pour la Construction ?

- **Délocaliser les études** (l'éclatement géographique des partenaires devient une contrainte incontournable en Europe et dans le monde).
 - **Permettre une participation des petites structures** (qui sont majoritaires dans l'économie du secteur du Bâtiment).
 - **Agir aux différentes étapes de la vie d'un bâtiment** (constituer un modèle numérique du bâtiment exploitable tout au long de sa vie).
 - **Enfin, disposer d'un Langage Technique Unifié normalisé pour le secteur de la Construction.**
-

Dictionnaire

AEC :

Architecture Engineering Construction (en anglais).

armoires à plans électroniques :

Voir l'unité "Pourquoi inventer des modèles pour la construction ?".

Système informatique de contrôle de plans numérisés pour les opérations de synthèses. La gestion porte sur les entités du cartouche, non sur le contenu.

Autodesk :

Editeur de logiciels généraux ou spécialisés dans un métier.

base de données :

Voir l'unité "Pourquoi inventer des modèles pour la Construction ?"

Système d'organisation de données englobant la structure d'information, l'information numérisée elle-même (fichiers), et les procédures d'accès.

base de données Projet :

Voir l'unité "Pourquoi inventer des modèles pour la Construction ?"

L'information stockée ne concerne que les données relatives à un projet : les données internes à un logiciel, ou les données d'échange.

BET :

Bureau d'Etudes Techniques

BTP :

Bâtiment Travaux Publics

calepinage :

Voir l'unité "Pourquoi inventer des modèles pour la Construction ?".

Plan d'assemblage d'éléments constructifs standards ou préfabriqués, sur la trame du bâtiment, et selon des règles de coordination dimensionnelle.

CAO :

Conception Assistée par Ordinateur

chemin critique :

Voir l'unité "Pourquoi inventer des modèles pour la construction ?".

Dans un planning d'ordonnancement de travaux, chemin d'enchaînement des tâches dont dépend la date de terminaison du chantier

collaboratif :

Se dit d'un travail de co-conception du projet effectué avec et entre des partenaires

métiers

CSTB :

Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, en France

DAO :

Dessin Assisté par Ordinateur

DXF :

"Drawing interchange file format". Structure de communication entre le logiciel AUTOCAD d'AUTODESK, et tout autre logiciel doté d'une interface capable de lire ou écrire ce type de fichier neutre, devenu standard d'échange de dessin.

EDI :

Echanges de Données Informatisés, faisant partie des TIC

EXPRESS :

Langage formel normalisé, pour décrire la structure de bases de données orientées objets. EXPRESS est un outil de STEP.

Le C.S.T.B. a développé un traducteur de schémas NIAM, qui produit des instructions EXPRESS.

HLM :

Habitation à loyer Modéré

IAI :

International Alliance for Interoperability : Association internationale chargée de mettre au point le standard d'échange IFC, et de le promouvoir à travers des chapitres nationaux.

IGES :

Autre structure de communication normalisée, utilisée surtout en mécanique.

l'ingénierie « concourante » :

Voir l'unité "Pourquoi inventer des modèles pour la construction ?".

Méthode d'ingénierie mettant en oeuvre une base de données centralisée du projet, accessible aux logiciels informatiques des partenaires d'une opération.

interface :

Elément intermédiaire entre deux logiciels pour permettre le transfert de données. Pose des problèmes de sémantique et de formats

« interopérable » :

Voir l'unité "Pourquoi inventer des modèles pour la construction".

Permettre aux partenaires d'une opération de construction d'accéder simultanément à une information dynamique et partagée du projet.

ISO :

"International Organization for standardization". Organisation internationale de normalisation, qui spécifie en particulier les normes de communication en informatique. L'ISO dépend de l'ONU.

LOO :

Langages Orientés Objets : C++, EXPRESS ...

Modèle conceptuel :

Ce terme est développé dans l'unité "Le concept d'objet dans les logiciels de DAO, CAO et de calcul".

Description formelle des concepts véhiculés dans un modèle de base de données, focalisée sur l'aspect sémantique (statique) du système d'information.

opérations de synthèse :

Voir l'unité "Pourquoi inventer des modèles pour la Construction ?".

Validation du dossier de plans d'exécution à l'issue de l'étude d'un projet de construction

orientés objets :

Voir l'unité "Pourquoi inventer des modèles pour la Construction ?".

Se dit d'un langage ou d'un logiciel utilisant une structuration d'informations exploitant les concepts de classes, attributs, événements, relations ...

Méthode PERT :

Méthode d'ordonnancement de travaux

Plan Construction :

Département du Ministère de l'Équipement et du Logement français chargé de promouvoir entre autre des actions scientifiques et techniques dans le domaine de la construction

PME :

Petites et Moyennes Entreprises

Potentiel :

Méthode d'ordonnancement de travaux, détrônée par la méthode PERT

Paul Quintrand :

Architecte, Professeur à l'École d'Architecture de Marseille, co-fondateur du laboratoire de recherche GAMSAU (Groupe pour l'application des Méthodes Scientifiques à l'Architecture et l'Urbanisme)

relations de voisinage :

Voir l'unité "Pourquoi inventer des modèles pour la construction ?".

Relation formelle entre l'objet examiné, et les objets de son environnement de même classe ou non, au contact direct ou proche

STEP :

"Standard for Exchange of Product Data Model". Norme ISO de spécification et d'échange de modèles de produits. STEP propose un cadre méthodologique, un

formalisme et des outils EDI.

structuration en couches :

Voir l'unité "Pourquoi inventer des modèles pour la Construction ?".

L'information, surtout graphique, est dessinée dans une série de "calques" indépendants.
Problèmes : standardiser la structure des calques.

SUC :

Système Unitaire de Communication. Structure expérimentale de communication inventée par trois grandes entreprises du BTP (CBC, DUMEZ, SAE), pour échanger le contenu sémantique de composants du bâtiment dessinés dans un plan. Le SUC utilise le formalisme du DXF.

topologique :

Dans ce cours, définition restrictive limitée aux propriétés de localisation dans l'espace à trois dimensions des objets graphiques du projet.