



Mettre son entreprise en conformité avec la norme

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..... 5

Chapitre II. Devenir interopérable : des bénéfices immédiats..... 6

- A. Les carences du traitement de l'information technique..... 6**
- B. Décloisonner l'information entre les activités du Bâtiment..... 7**
- C. Bénéfices en interne pour la profession d'architecte.....11**
- D. Bénéfices collectifs pour toutes les professions de la maîtrise d'œuvre et de l'ingénierie.....13**

Chapitre III. Gérer la période de transition..... 17

- A. Résumé des acquis sur les échanges en IFC..... 17**
- B. Les deux étapes de la période de transition..... 18**
- C. Définir sa stratégie de mise à niveau.....19**

Chapitre IV. Normaliser les projets en cours..... 22

- A. Pour convertir un dessin en objets du Bâtiment..... 22**
- B. Méthode de « sémantisation » d'un plan..... 23**
- C. Les cinq règles de structuration des données en couches..... 26**
- D. Le choix des couleurs apporte un contrôle visuel essentiel..... 28**

Chapitre I. Résumé et prise de conscience

Résumé

Chaque partenaire d'un métier de la Construction doit être capable de s'insérer dans une équipe pour un **travail collaboratif**. En utilisant les outils informatiques normalisés, la collaboration devient **interopérable**.

L'utilisation de la norme d'échange de données du projet est donc un préalable obligatoire pour réussir cette mutation urgente des métiers du secteur.

C'est une question de survie à moyen terme pour nos agences d'architecture, et BET, et à plus long terme pour nos entreprises du Bâtiment.

L'investissement technologique n'est pas important, pas plus que l'effort intellectuel pour acquérir les compétences nécessaires.

La réussite dépend surtout d'un autre facteur, socioprofessionnel :

- 👉 notre capacité à modifier nos habitudes méthodologiques vers plus de rigueur pour communiquer (structurer l'information du projet),
- 👉 notre volonté de décloisonner son métier par le partage de l'information technique dans une attitude collaborative.

Prise de conscience

Chaque partenaire doit saisir l'opportunité d'investir immédiatement dans cette mise aux normes de son outil et de ses méthodes de travail, puisque certains **bénéfices à en retirer** sont **immédiats**.

La **rentabilité maximum** se met en place progressivement dans une période **de transition** de modernisation des pratiques.

Chapitre II. Devenir interopérable : des bénéfices immédiats

A. Les carences du traitement de l'information technique

Il est bon de rappeler le constat qui motive l'action internationale de l'IAI, c'est à dire les carences actuelles du traitement de l'information technique dans le secteur de la Construction.

En France, ce constat s'appuie sur *un rapport toujours d'actualité [biblio. 1]*, repris dans l'ouvrage « *Maîtres d'ouvrages, maître d'oeuvre et entreprises [biblio. 2]* », JJ TERRIN, Editions Eyrolles 2005.

En matière de Technologies de l'Information et de la Communication (*TIC*), il n'est vraiment pas difficile pour chaque métier d'obtenir des bénéfices immédiats, tant le secteur du Bâtiment est en retard. Il en est **aux préalables, malgré la généralisation de l'informatique.**

En effet, on constate un paradoxe :

- Les métiers utilisent (presque tous)
 - ➔ L'informatique
 - ➔ Internet et les E-Mail
 - ➔ Les logiciels de *DAO - CAO*
 - ➔ Les calculs techniques automatisés
- Les fabricants et distributeurs élaborent des catalogues électroniques
 - ➔ Sur CD-Rom
 - ➔ Bientôt en ligne sur Internet
- Les appels d'offre publics sont en ligne
- Les écoles d'ingénieurs et Universités testent le E-Learning

mais

les méthodes de conception, la communication des informations techniques d'un projet de construction entre métiers n'ont pas évolué vers des plateformes collaboratives et interopérables, comme dans l'industrie.

Si bien que le secteur de la construction est dans une impasse du traitement de

l'information qui lui interdit de progresser dans

- la qualité
- les délais
- l'économie
- l'exercice
 - ➔ de la maîtrise d'ouvrage
 - ➔ de la maîtrise d'œuvre, conception et ingénierie réunies
- le contrôle des règlementations
- le déroulement des chantiers
- l'aspect juridique
- la satisfaction de l'utilisateur
- la maintenance du bâti
- la gestion patrimoniale

Il en résulte pour l'économie nationale des gaspillages matériels et humains, et des manques à gagner. Chaque métier du secteur se heurte à un seuil de rentabilité.

Pourquoi ?

B. Décloisonner l'information entre les activités du Bâtiment

Les grandes activités de la Construction fonctionnent chacune d'une façon cloisonnée, centripète et hiérarchique. Les bénéfices que l'on pourrait retirer de l'utilisation des outils informatiques sont minimisés. Par exemple, pour chacune des activités suivantes :

1 : LA PROGRAMMATION D'UNE OPERATION (EN MAÎTRISE D'OUVRAGE)

- Impossibilité de calculer analytiquement un coût global de construction avant exécution
 - ➔ Incompatibilité des outils logiciels
 - ➔ pas de cumul d'information,
 - ➔ pas de mémoire des expériences passées (pas de capitalisation des expériences)
 - ➔ pas de simulations projectives
- De ce fait, lancer un programme de construction se transforme trop souvent en une **aventure**
 - ➔ Vis-à-vis des prix, des délais, de la qualité
 - ➔ Vis-à-vis de la justification initiale du programme lui-même
 - ➔ Risque de dérapage des budgets pour les marchés privés et publics
 - ➔ Risque de non maîtrise des finances des collectivités territoriales

- Perturbation des modes de passation des marchés, des concours.

2 : AU STADE DE LA CONCEPTION ET DE L'INGENIERIE

- Impossibilité de récupérer facilement les **données d'une opération**
 - ➔ Données éparses et peu informatisées
 - ➔ Organismes détenteurs non coordonnés
- **Modélisation des plans en simples dessins 2D non porteurs de sémantique**
 - ➔ Risques d'incohérence entre les vues
 - ➔ Documents écrits non intégrés
 - ➔ Pas d'évaluation économique instantanée
 - ➔ Prise en compte difficile des règlements et normes, contrôles à posteriori
- Impossibilité de **communication entre logiciels techniques** des différents métiers
 - ➔ Absence d'un référentiel sémantique du vocabulaire entre intervenants
 - ➔ Perte de temps insupportable de re-saisies
 - ➔ Lenteur des validations et des arbitrages pour l'ensemble des partenaires
 - ➔ Cycle interminable des modifications, pas de traçabilité
 - ➔ Absence de simulations comparatives
 - ➔ Absence de relations avec les entreprises pendant la conception
 - ➔ Difficulté d'évaluation du coût global
 - ➔ Impossibilité d'évaluer le mieux disant
 - ➔ Dépassement des délais, des coûts des études

3 : AU STADE DE LA CONSTRUCTION

L'entreprise évolue dans un monde de décision et de contrôle parallèle à celui de la maîtrise d'œuvre, sans véritable communication :

- **L'entreprise doit refaire les plans d'exécution pour** les adapter à sa mise en œuvre
 - ➔ Elle saisit à nouveau l'information du projet
- **L'entreprise doit recalculer totalement les coûts avec une autre méthode**
 - ➔ Elle renégocie à nouveau les matériaux et composants auprès des distributeurs
 - ➔ Il n'y a pas de retour d'information, de traçabilité des choix vers les industriels et la maîtrise d'œuvre
 - ➔ Difficulté d'élaborer des DOE fidèles (pas d'intégration des CR de chantiers)
- **Pas de relations entre les plans de conception, les prescriptions, les DTU et les plans d'exécution propres à l'entreprise**
 - ➔ Saisies redondantes pour logiciels techniques de chantier
 - ➔ et d'ordonnancement de travaux
- **Les modifications en cours de chantier, malfaçons, erreurs d'interprétation et sinistres sont inévitables et dus en grande partie à cette incohérence :**

- ➔ Dépassement des délais, des coûts
- ➔ Augmentation démesurée des assurances
- ➔ Dilution des responsabilités
- ➔ Procès interminables
- ➔ Traçabilité des responsabilités difficiles à établir

4 : AU STADE DE L'ENTRETIEN ET DE LA MAINTENANCE DU BATI

■ **Difficulté d'élaborer une représentation numérique du patrimoine construit**

- ➔ Plans papiers inutilisables parce que non orientés gestion de patrimoine
- ➔ Plans numérisés (*DXF*, *DWG*) à transformer
- ➔ Documents textuels inexploitable
- ➔ Saisie redondante de données et informations non relationnelles
- ➔ Coût prohibitif de la constitution des bases de données de *GTP*

■ **Perte de la mémoire et de l'historique de la construction**

- ➔ Les objets de la *GTP* ignorent les objets de la conception, de l'ingénierie, du chantier
- ➔ Pas de capitalisation des connaissances, Coût global ignoré

■ **Inversement, pas de remontée d'informations vers les donneurs d'ordre, concepteurs, constructeurs :**

- **Pas de cercle vertueux pour améliorer la filière Bâtiment, le développement durable**, avec au contraire une augmentation des réserves, des sinistres, des procès, du recours aux assurances, et du montant de leur cotisation.

Nous avons développé tout au long de ce cours la conclusion technique et méthodologique qui s'impose :

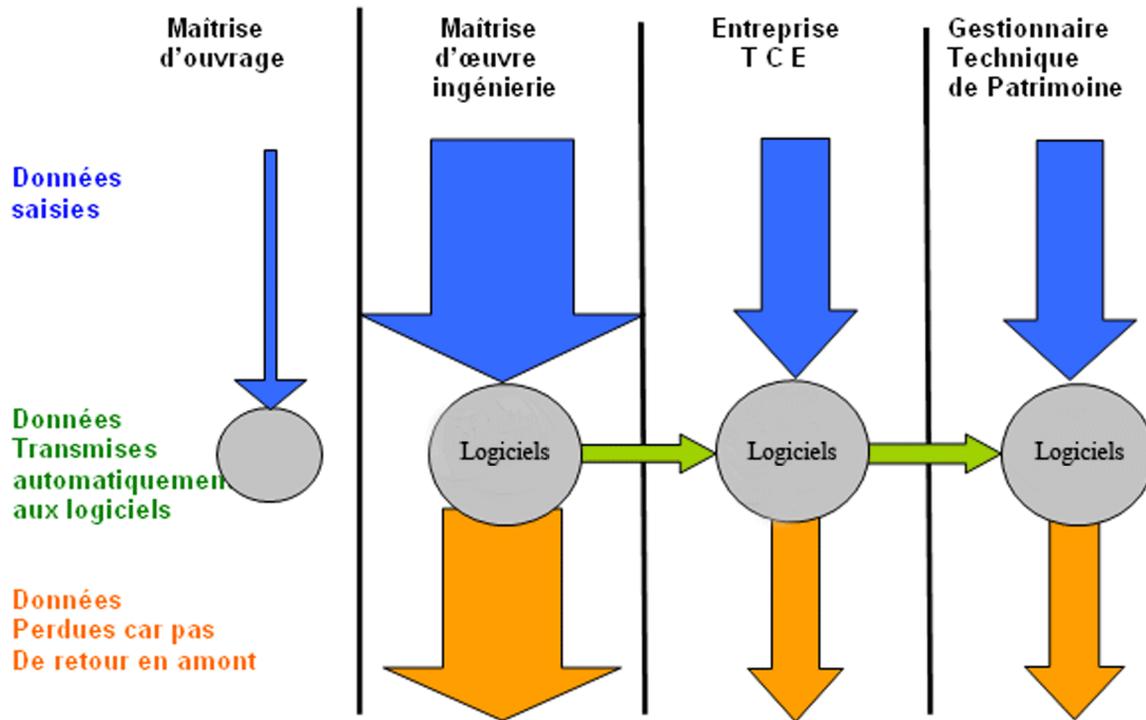


A retenir

La transformation du traitement de l'information en un système informatique intégré, continu, normalisé, interopérable, peut contribuer

- **à supprimer la majorité des défauts dénoncés dans les 4 principales activités du Bâtiment**
 - **à procurer un bénéfice immédiat à chaque métier de la Construction, jusqu'à atteindre progressivement un niveau culminant avec l'interopérabilité.**
-

**IMPORTANCE RELATIVE DE LA SAISIE DES DONNEES TECHNIQUES DANS
LES ACTIVITES DU BATIMENT :
Organisation HIERARCHIQUE**



**Les données transmises entre métiers sont minimales,
La quantité d'informations saisies, puis perdues, est maximale**

*Importance relative de la saisie des données techniques dans les activités du bâtiment :
Organisation hiérarchique*

Certains pays progressent plus vite (les Anglo-Saxons), que d'autres (les Latins) ...
Pourquoi ?

Les outils ne sont pas suffisants !

La réforme de nos méthodes, de nos habitudes, de la formation, de notre culture professionnelle, est le facteur prépondérant, le véritable défi pour les français, pour continuer de progresser dans le secteur de la Construction.

Décloisonner l'information entre les métiers, par logiciels et fichiers interposés, dépend d'une volonté de bousculer l'ordre établi pour se moderniser.

Les enquêtes menées en France par des organismes professionnels habilités (les Fédérations Professionnelles réunies dans Médiaconstruct ...) montrent que les acteurs des métiers du Bâtiment en France sont attentistes : « J'utiliserai la norme IFC lorsque j'y serai obligé ! ».

En effet, la maîtrise d'œuvre et l'ingénierie dépendent des donneurs d'ordre (la Maîtrise d'Ouvrage), et attendent donc que celle-ci oblige contractuellement les architectes et ingénieurs, économistes et entreprises à s'organiser en équipe « interopérable ».

La prise de conscience s'effectue néanmoins, par les métiers situés aux deux extrémités de la chaîne des études : les promoteurs et la Maîtrise d'Ouvrage, d'une part, et la Gestion Technique de Patrimoine (*GTP*) d'autre part. Ce dernier métier est confronté à des **contraintes financières difficilement gérables s'il ne dispose pas de la base de données numérique et graphique de son patrimoine bâti, comme d'un outil d'analyse, de simulation et d'aide à la décision.**

Des sociétés spécialisées utilisent maintenant, en France, et avec succès, la norme IFC pour constituer et exploiter ces bases de données interopérables (par exemple *ACTIVE-3D*).

C. Bénéfices en interne pour la profession d'architecte

La nature des bénéfices immédiats à retirer en interne est différente selon les métiers.

Mais c'est certainement l'architecte qui est le plus concerné à l'intérieur de sa propre profession, avant même qu'il aborde le travail collaboratif entre métiers.

Il doit en préalable structurer les données du projet en 3D, à défaut en 2D ½.

Si on considère qu'en 2007 seulement 10 % des agences d'architecture travaillent réellement en 3D avec des logiciels de CAO, le bénéfice attendu immédiatement concerne donc 90 % de cette profession.

Nous résumons les avantages pratiques du travail préalable en 3D :

- **Cohérence** de la production des plans, coupes, façades, axonométries et perspectives
- **Véritable outil d'aide à la conception**, à travers la visualisation
- **Charte graphique unifiée**, facile à appliquer, par le biais devenu automatique de normes de calques, de styles d'objets, de catalogues d'équipements partageables.

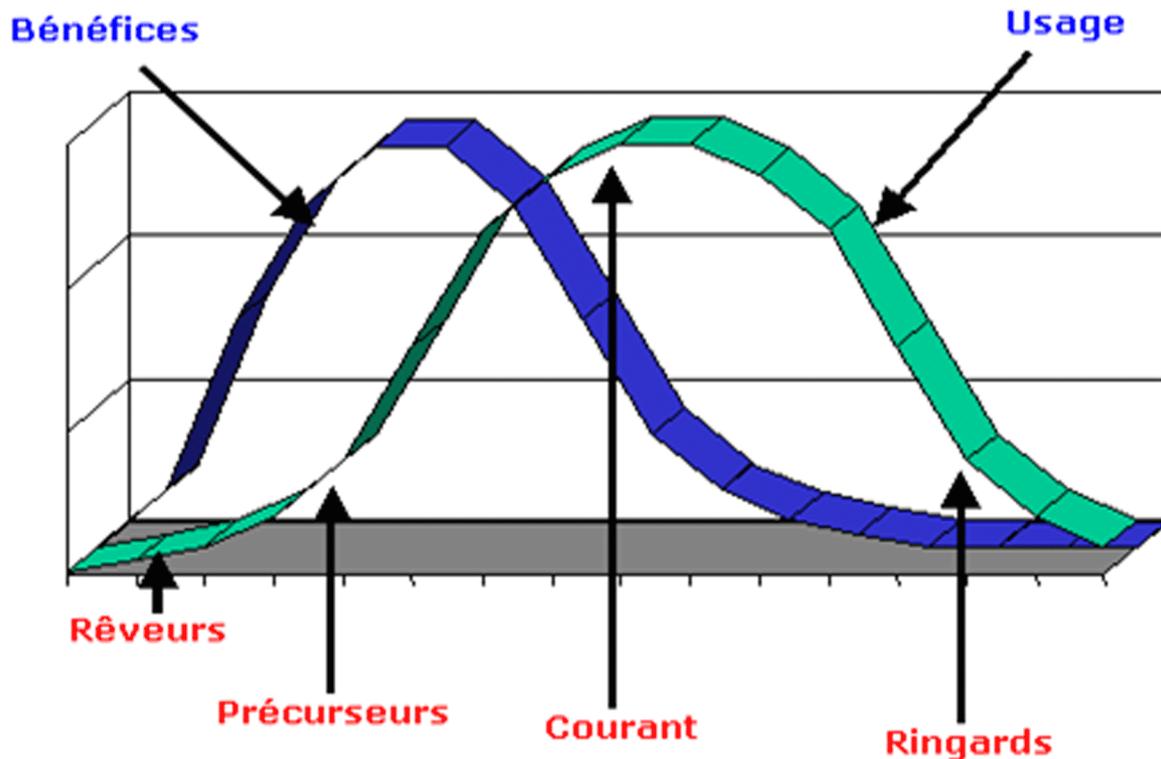
- Quelle **rationalisation de la production documentaire**, quelle **amélioration de la rentabilité**, dès qu'une agence comporte au moins deux postes de travail !
- **Partage du projet et du travail** à travers un réseau interne (si logiciels identiques)
- **Modifications rapides** d'un projet, en intervenant seulement à un seul endroit. Toutes les vues sont actualisées automatiquement.
- **Calcul automatisé des nomenclatures** des surfaces et volumes, si le projet a été organisé et décrit en espaces, zones et pièces.
- **La CAO minimise le nombre de logiciels à utiliser, donc les formations.**
- **La CAO permet un passage quasi naturel de la production de l'agence à la norme internationale**, qui devient une simple formalité, si le logiciel est compatible IFC.

A quel prix ? Il est relativement faible :

- Un peu plus de **rigueur** en saisie. Le passage au 3D constitue une promotion.
- **Une innovation fondamentale** : les nouveaux logiciels objets permettent de travailler en **2D ½** seulement, c'est à dire permettent de saisir séparément chaque étage à l'altitude zéro. L'opérateur ne s'occupe que de maîtriser le concept de hauteur. Une simplification « spectaculaire » ! L'assemblage des différents étages du bâtiment est immédiat, économique en ressources. Cette performance découle de la généralisation du concept qui existe depuis longtemps dans un logiciel de dessin comme « Autocad », avec la mise en référence externe d'un fichier, attaché à un fichier maître, ou principal. Un opérateur habitué au travail en 2D ne sera donc pas dépaycé.
- Quelques autres concepts raccourcissent énormément la durée de formation, comme par exemple le menu contextuel qui évite de retenir le nombre de plus en plus important des commandes. La formation sur les logiciels de CAO « leader » du marché, en 2007, ne demande qu'une semaine, et ensuite un trimestre de pratique pour obtenir un très bon niveau de rentabilité.
- L'investissement dans les outils (micro-ordinateurs et logiciels) est le même en 2D ou en 3D.

Pourquoi donc toutes les agences ne travaillent-elles pas en 3D ?

C'est le moment pour les décideurs de se poser vraiment la question. Attendre plusieurs années que les pratiques interopérables deviennent courantes les priverait de la période la plus profitable. Voir les deux courbes ci-dessous, qui s'appliquent à toute innovation, comme à celle des TIC pour l'interopérabilité dans le secteur de la Construction :



POUR CONVAINCRE LES HESITANTS ...

Ce premier investissement profitable de passage à la CAO 3D, une fois réalisé, permet effectivement de faire exploser les bénéfices attendus dès que le travail devient collaboratif.

Sont concernés tout d'abord les coopérations d'une agence avec d'autres agences qui travaillent sur un même projet, mais avec des logiciels de CAO différents (le cas du travail coopératif sur des postes clients serveurs utilisant le même logiciel ne pose plus de problèmes depuis longtemps).

Sont concernés ensuite les échanges des données du projet entre logiciels hétérogènes proches ou distants. Dans tous les cas l'utilisation de la norme IFC est obligatoire.

Le résultat est magique : les partenaires peuvent envoyer ou récupérer des projets entiers, des parties de projets, des éléments de projets, sur leur logiciel de CAO, alors qu'ils ont été conçus sur d'autres logiciels d'éditeurs différents. Chacun retrouve sur son écran le projet du partenaire, comme si lui même l'avait saisi. Une révolution, qui permet une nouvelle façon de travailler en équipe, au sein de la même profession.

D. Bénéfices collectifs pour toutes les professions de la maîtrise d'œuvre et de l'ingénierie

Mais le bénéfice le plus spectaculaire pour l'architecte est atteint dès que l'échange de données réunit des métiers différents, comme la maîtrise d'œuvre et l'ingénierie.

C'est à dire dès qu'un logiciel d'architecture communique ses résultats aux logiciels

techniques, dont la liste nationale et mondiale s'allonge en permanence :

- Les logiciels de calcul de métrés, estimatifs, analytiques ou d'estimation rapide,
- Les logiciels de calcul de structure, statiques ou dynamiques, parasismiques, utilisés en pré dimensionnement, ou pour coffrage, ferrailage, assemblage métallique ou bois,
- Les logiciels de calcul thermiques, utilisés en diagnostique, calcul règlementaire ou simulation. Les logiciels de calcul acoustiques,
- Les logiciels de gestion de locaux, de GTP, les bases de données correspondantes chargées de numériser une représentation centralisée du patrimoine bâti,
- Et enfin la liste bien fournie des logiciels de traitement des activités techniques de chantier (ordonnancement de travaux, gestion des coffrages outils, commandes de matériaux, situations extraites de l'état d'avancement du chantier).

Les logiciels d'entreprise sont pour l'instant trop isolés de ceux utilisés par les architectes et BET, sauf à re-utiliser un fond de plans dessinés en DAO, support d'information inerte qui prive le logiciel technique de bénéficier des données intelligentes, oubliées !

Cette énumération, bien qu'incomplète, fait prendre conscience :

- **Du rôle moteur à jouer par l'architecte**, puisque la chaîne des échanges est initialisée par la saisie de son projet dans un logiciel de CAO normalisé.
L'interopérabilité ne peut être mise en place sans son concours. Ce serait absurde qu'un autre professionnel se charge de saisir une deuxième fois le projet pour constituer la base de données interopérable, puisque l'architecte doit de toute façon réaliser une représentation numérique du projet pour produire ses plans. C'est pourtant ce qui arriverait si la profession d'architecte renonçait à cette opportunité de rester le pilote du traitement de l'information technique du projet, pendant les études au moins.
L'abandon de cette fonction clé pour l'avenir du secteur du Bâtiment risquerait de la marginaliser
- Que **les bénéfices complets à retirer d'une organisation interopérable sont obligatoirement collectifs**. Ils résultent d'une nouvelle entente contractuelle de répartition des honoraires. Dans la période de transition évoquée plus loin, il s'agira d'une entente au coup par coup, faisant intervenir ou non la Maîtrise d'ouvrage.

Contrairement aux architectes, les bénéfices en interne, hors interopérabilité, d'adoption de la norme par les autres métiers techniques, sont faibles.

Le seul préalable à l'interopérabilité qui s'impose à leur décideur est d'adopter un logiciel normalisé IFC, si ce n'est déjà fait.

Mais dès qu'une équipe de maîtrise d'œuvre et d'ingénierie « interopérable » se met en place, alors les bénéfices deviennent spectaculaires pour tous, au grand profit de chacun, mais en plus au grand profit de la maîtrise d'ouvrage et du propriétaire de la construction.

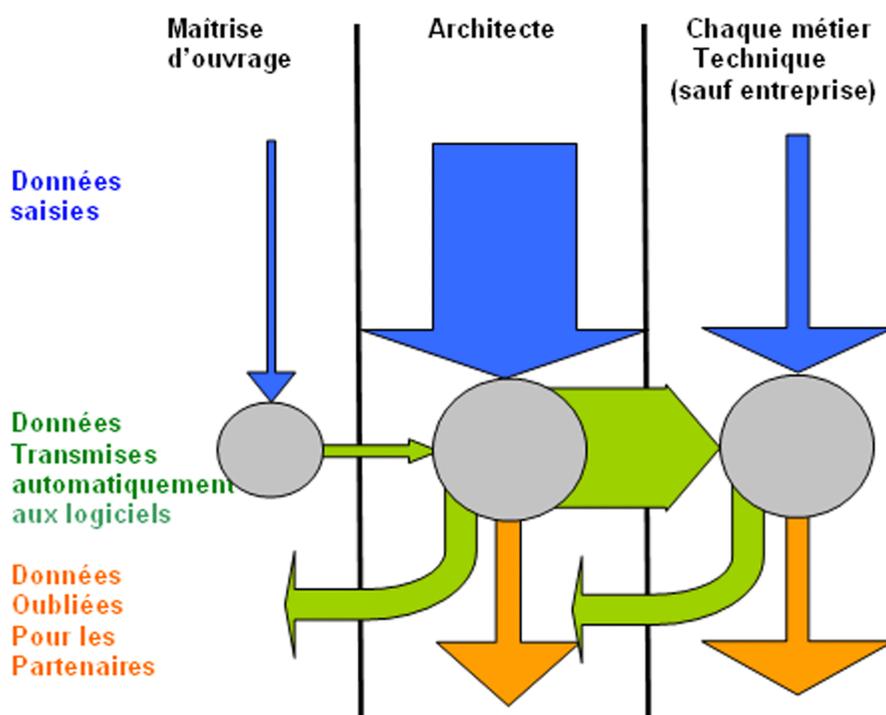
Par exemple, si seulement l'architecte et le thermicien décident de s'échanger les données, lors d'**une étude thermique règlementaire, du type RT 2000 ou RT 2005, le temps de saisie de l'immeuble et des locaux est raccourci dans un rapport de 1 à 10** en utilisant la norme IFC. L'architecte peut envisager d'avoir l'évaluation de son projet dans la

journée !

Cet argument mérite que l'on prenne le temps d'étudier le mode de rémunération de l'effort supplémentaire qui a été nécessaire !

Seule, l'entreprise de construction pose encore des problèmes de politique stratégique pour qu'elle accepte les règles du jeu de l'interopérabilité. Mais, isolée en amont par le fonctionnement collaboratif de la Maîtrise d'œuvre et de l'ingénierie, et contrainte en aval par les propriétaires de patrimoine bâti de fournir les données numériques aux logiciels de GTP, elle sera bien obligée de participer, ne serait-ce que pour des raisons économiques.

FLUX DES DONNEES DU PROJET EN MAITRISE D'ŒUVRE-INGENIERIE : Cycle interopérable



L'architecte saisit la plus grande quantité des données, et soulage ses partenaires des saisies redondantes. Les données transmises en aval deviennent prépondérantes.

Les données transmises en retour ouvrent un cycle interopérable.

FLUX DES DONNEES DU PROJET EN MAITRISE D'ŒUVRE-INGENIERIE : Cycle interopérable

Rappelons les principaux bénéfices attendus par tous les autres acteurs, évoqués à contrario positivement dans le paragraphe "Les carences du traitement de l'information technique" du chapitre "Devenir interopérable : des bénéfices immédiats" de cette même unité, et accessibles déjà au stade existant de la première étape opérationnelle de la technologie des IFC, c'est à dire l'échange de fichiers projet point à point entre deux partenaires :

- **Evaluation économique instantanée** en cours de conception
- **Prise en compte des règlements et normes** de chaque spécialité technique.
- **Contrôles en cours de conception**, et non à posteriori, car c'était long et cher.
- **Référentiel sémantique du vocabulaire du bâtiment**, assuré par la norme IFC.
- **Suppression des saisies redondantes**, devenues inutiles, ou minimales, donc des pertes de temps et des erreurs insupportables
- **Validations quasi instantanées** du projet entre partenaires complémentaires
- **Cycle immédiat des modifications**, donc peu coûteuses, qui garantissent la bonne qualité du projet.
- **Respect et même amélioration spectaculaire des délais des études.**
- **Respect des coûts**, à la fois du projet, et du coût des études
- **Possibilités de simulations comparatives** du même projet, des tests de partis différents
- **Relations avec les entreprises** pendant la conception devenues possibles, pour affiner les coûts, car elles disposent, même hors interopérabilité, d'outils d'estimation rapide adaptés à leur technologie de chantier et de construction
- **Possibilité d'évaluation du coût global en cours de conception**
- **Possibilité d'anticiper une estimation** pour choisir le mieux disant lors des appels d'offres, par métier, et par entreprise générale.

Une panoplie de performances propre à séduire n'importe quel donneur d'ordre, public ou privé, qui bénéficie

- de garanties sérieuses de délais, qualité et coûts,
- d'une simulation des choix techniques dont il est à peu près certain que la meilleure option a été choisie pour son programme,
- et même « l'énorme » possibilité pour lui de modifier le programme de l'opération à moindres frais si les études font émerger une meilleure solution !

=> **CONSTAT :**



A retenir

L'interopérabilité ?

- **De quoi minimiser le risque de se lancer dans une aventure incertaine pour chaque opération de construction.**
- **Une garantie de bonne fin pour la Maîtrise d'Ouvrage Publique.**
- **Une plus grande chance pour les partenaires constitués en équipe interopérable d'être consultés et choisis pour chaque projet.**

Mettre son entreprise en conformité avec la norme

Chapitre III. Gérer la période de transition

A. Résumé des acquis sur les échanges en IFC

Résumons ci dessous les acquis dont vous disposez aujourd'hui pour aborder l'interopérabilité. C'est nécessaire surtout, si pressé, vous n'avez pas lu le début du cours (si vous n'êtes pas tout à fait d'accord avec ce constat, effectuez un retour sur les chapitres précédents) :

=> CONSTAT



A retenir

- Vous avez compris l'**enjeu des échanges et de l'interopérabilité : l'intérêt économique, l'amélioration des méthodes de travail, l'amélioration de la qualité et du délai des études.**
 - Vous disposez d'une **norme internationale** pour mettre en communication les logiciels techniques et de CAO du secteur de la Construction : les **IFC**
 - Vous avez constaté que maîtriser cette nouvelle technologie **n'est pas difficile**, que **ses concepts sont simples, et l'investissement modique.**
 - Le bénéfice de **cette nouvelle pratique** dépend seulement de votre volonté à modifier des habitudes et adopter un **comportement professionnel collaboratif autour du projet.**
-

Une fois maîtrisé le logiciel de CAO compatible IFC dont votre métier a besoin, votre travail de formation sur les IFC est-il terminé ?

En théorie, certainement. Il resterait quand même à acquérir une certaine pratique des échanges. Pratiques en évolution permanente pour des échanges chaque année plus performants.

On peut en effet espérer que les logiciels de CAO 3D et des métiers du Bâtiment deviennent de plus en plus « intelligents ». Qu'ils soient capables de classer et structurer l'information du projet à l'insu de l'utilisateur. Qu'ils puissent guider la saisie des données pour que les fichiers d'échange IFC produits soient conformes sans alourdir le travail de l'architecte, ni des partenaires techniques.

B. Les deux étapes de la période de transition

L'**offre logicielle**, ainsi que le standard IFC, évolueront constamment. On peut faire confiance à la technologie. Elle est et restera toujours largement en avance sur les pratiques.

Il faudra en effet du temps pour que les **méthodes** des professions du bâtiment s'adaptent et exploitent complètement cette « nouvelle » technologie.

Le changement le plus profond s'effectue en ce moment, car cette innovation est récente. Avant d'atteindre une « vitesse de croisière » dans les pratiques de l'interopérabilité, qui ressemblent à celles de l'*Ingénierie concourante*, nous constatons que nous sommes dans une période de « transition ». Nous ne savons pas combien de temps elle peut durer.

Deux grandes étapes techniques sont mises en place : les échanges par fichiers, et les échanges à travers une base de données partageable.

- La première étape est opérationnelle, et c'est la plus importante. Elle consiste en un échange des données du projet par un simple **fichier d'échange, directement entre les logiciels des partenaires**, pris deux à deux. Ce fichier contient la totalité du projet ouvert au moment de l'export.

Pour éviter aux utilisateurs de se soucier de la compatibilité des interfaces disponibles selon l'évolution de la norme, le concept de plateforme est mis en oeuvre. Les versions successives regroupées sous l'appellation IFC 2.x sont obligatoirement compatibles. Avec la révision 2x3, les éditeurs ont fait l'effort d'être tous munis du même niveau d'interface au même moment (2008). On peut donc considérer que cette date ouvre véritablement la période de confort souhaitée pour normaliser sa production, et aborder avec succès les pratiques interopérables.

- La deuxième étape est en préparation, et concerne la future plateforme d'échanges au moyen d'une *base de données* centralisée du projet, partageable et dynamique, forme sophistiquée de l'interopérabilité. Les échanges peuvent ne concerner alors qu'une partie du projet, ou seulement les vues d'un métier. Cette souplesse oblige le partenaire à utiliser un langage de requête pour accéder à l'information du projet localisée sur un serveur. Elle est donc plus complexe à mettre en oeuvre que l'étape 1.

Cette deuxième étape nécessite donc la mise en place de ressources informatiques permanentes, et d'un professionnel qui assure le rôle d'administrateur de la base de données, image numérique contractuelle unique du projet. Les outils mis en oeuvre dans ces deux étapes sont complémentaires. Ils cohabiteront donc pendant de nombreuses années.

Quelque soit le mode d'échange utilisé, fichier ou base de données, les partenaires doivent s'entendre sur les **nouvelles procédures techniques à mettre en oeuvre**, mais aussi **contractuelles**, au delà de l'existence des outils.

- Par exemple admettre que **les dessins ne sont plus l'information centrale** du projet.

Chercher la partie d'information qui vous concerne dans des documents indépendants, ou par des dialogues incomplets et ambigus, est une pratique révolue.

- Le projet devient un *système d'information*. Avec Internet, il n'est nul besoin de

savoir où est localisée la base de données centralisée du projet

- Par exemple s'habituer à **travailler sur un écran**, et non plus sur des plans papiers figés.
- Par exemple oublier les dessins traditionnels ambigus, pour examiner des **représentations thématiques, dynamiquement mises à jour**.
- Par exemple s'habituer à s'**insérer dans des équipes délocalisées** dans le monde entier, et **travailler à distance**.

Puisque les problèmes que vous rencontrerez seront essentiellement humains, à vous d'ajouter un savoir faire pédagogique personnel au sein de votre entreprise ou BET, ou agence, au savoir faire technique et méthodologique apporté par cette innovation.

Heureusement, la période de transition vous donne largement le temps de vous adapter au premier mode de fonctionnement de la première étape, facile à mettre en oeuvre, au coup par coup, en choisissant des partenaires motivés.

C. Définir sa stratégie de mise à niveau

Il reste ensuite deux composantes à mettre en place dans votre entreprise :

- Sélectionner les premiers projets à traiter.
- Choisir le ou les logiciels normalisés les mieux adaptés à votre cas particulier,

Pour débiter, sélectionner de préférence un projet ni trop important, ni trop complexe.

Le projet à « normaliser » est obligatoirement dans l'une des trois situations suivantes :

1. Terminé, archivé, et a été saisi dans l'ignorance totale de la norme,
2. En cours d'élaboration, mais a été également saisi dans l'ignorance de la norme,
3. Débute, et vous voulez le rendre compatible à la norme.

La troisième situation est traitée dans l'unité "la pratique des logiciels normalisés IFC", chapitre "Nouveau projet conforme à la norme".

La première situation ne nous intéresse pas, sauf si le dossier doit être à nouveau « sorti » pour une reprise de traitement, par exemple en cas de rénovation ou de modification.

Dans ce cas, nous nous trouvons alors dans la situation 2.

La deuxième situation représente un cas délicat pour la rentabilité de la production, notamment pour l'architecte. En résumé, si le projet est bien structuré, et s'il a été saisi avec un logiciel qui aujourd'hui est devenu normalisé IFC, alors sa mise en conformité avec la norme ne sera pas difficile.

Il peut en être différemment, si le projet a été saisi en DAO, ou traité dans un logiciel non normalisé aujourd'hui, ou encore dont l'information est mal structurée.

Chaque cas est alors particulier, et la stratégie est différente selon que votre

métier se situe en amont des études (l'architecte), ou en aval (les métiers de calcul).

Cependant, vous devrez dans tous les cas procéder en deux étapes :

- d'abord corriger les défauts de structuration de l'information dessinée dans les plans,
- ensuite, si les plans sont en 2D, transformer les dessins en entités objets du Bâtiment.

Pour ce faire, vous disposez de méthodes développées dans le chapitre "Normaliser les projets en cours" de cette même unité.

Le dernier problème à résoudre pour le partenaire d'une opération soumise aux échanges IFC est le choix du logiciel compatible IFC, à utiliser pendant cette période de transition.

Examinons plus en détail les besoins pour les deux grandes catégories de partenaires, ceux qui conçoivent les plans d'architecture, et ceux qui les valident :

- **Pour les métiers de calcul**, le choix d'un logiciel est très simple. Il doit obligatoirement être muni d'une interface de lecture. L'interface d'écriture n'est pas indispensable dans l'étape d'échange de fichiers IFC. Cette première forme d'interopérabilité privilégie un seul sens d'échange.

Le retour d'information vers l'émetteur s'effectuera hors logiciel, en communiquant simplement par E-Mail le résultat de la validation du projet : les coefficients, la note de calcul, le métré, le DQE, l'estimation rapide, le quantitatif. Dans cette première étape, on limite l'intervention directe de tous les partenaires sur les plans de l'émetteur. Rien n'a été encore normalisé pour contrôler à ce stade les opérations de synthèse à travers des fichiers.

Il y a autant de représentations du Bâtiment qu'il existe de fichiers circulant entre les partenaires, en toute liberté.

La synthèse appartient comme par le passé, à l'un d'eux, collecteur des informations en retour, détenteur de la vérité du projet, à travers une méthode traditionnelle ou d'un système logiciel « armoire à plans ». Simplement, dans cette forme d'interopérabilité mixte, ce retour en validation du projet architectural est immédiat, économique. C'est déjà une révolution !

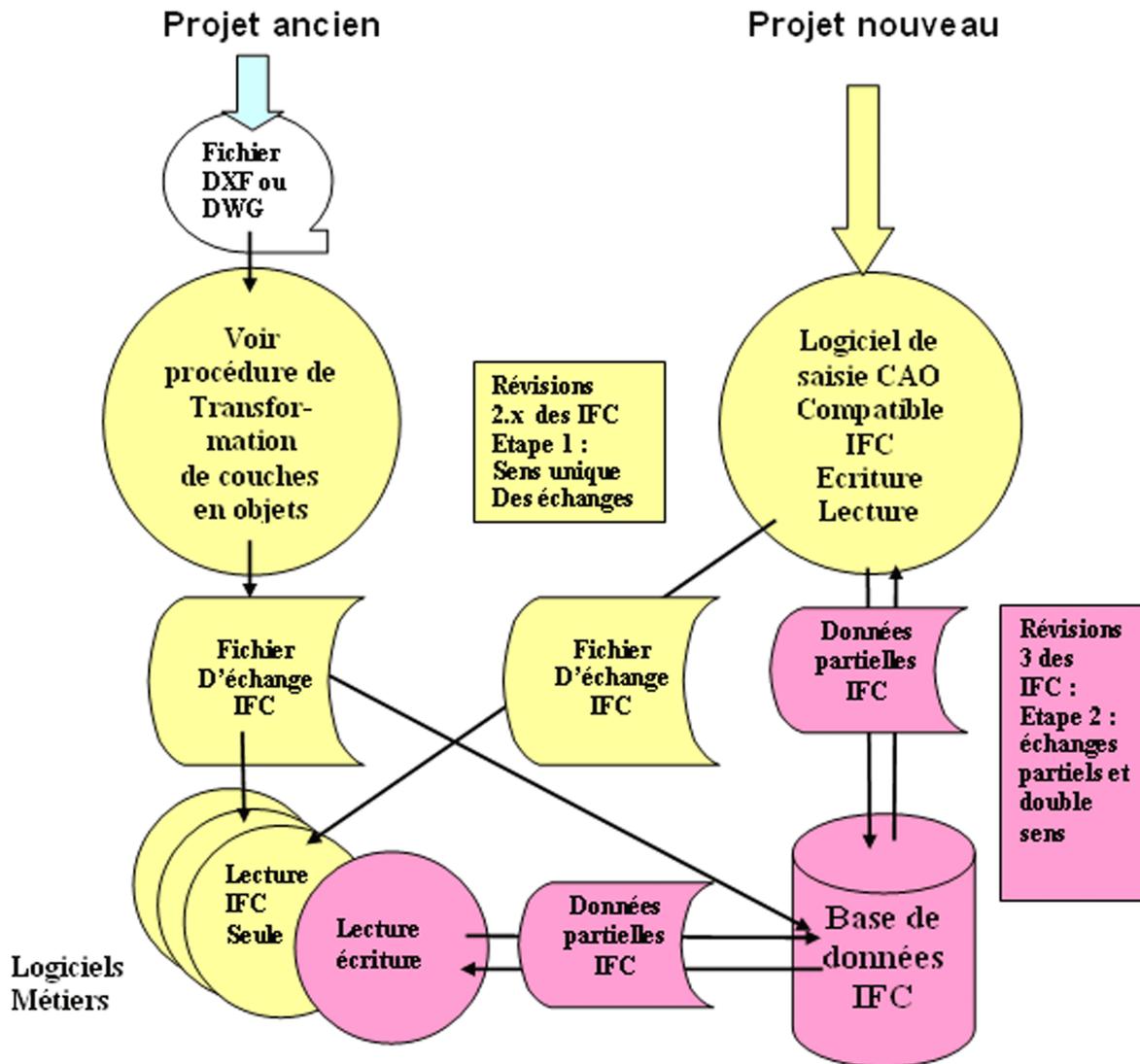
La qualité principale du logiciel à choisir, à travers son interface de lecture IFC, est son aptitude à **comprendre et interpréter l'organisation des objets**, sans obliger l'utilisateur à corriger sans cesse le manque d'automatisme.

Par exemple, pour un calcul de structure, le logiciel choisi est-il capable de transformer automatiquement une représentation « Composants » en représentation « filaire topologique » ? (voir les chapitres "La représentation topologique et géométrique du bâtiment " et "La nature des incompatibilités d'échange" de l'unité "Comprendre et échanger les vues métiers du Bâtiment").

En cas de difficultés, ce n'est pas la norme IFC qui est en cause, mais l'éditeur du logiciel de calcul qui doit améliorer son interface.

- **Pour l'architecte**, le choix est beaucoup plus difficile. Le logiciel graphique doit obligatoirement être muni d'une double interface de lecture et d'écriture IFC, et vérifier un certain nombre de performances dans le renseignement du projet.

Nous ne pouvons bien sûr donner des conseils sur un choix d'éditeur particulier, d'autant plus que l'offre évolue tous les jours. La liste est longue des éditeurs mondiaux et nationaux qui ont adhéré à l'*IAI*, qui ont déjà élaboré des *interfaces*, qui préparent ou ont déjà effectué la mutation de leurs logiciels vers les nouvelles technologies objet.



LES 2 ETAPES D'UTILISATION DE LA NORME IFC

Chapitre IV. Normaliser les projets en cours

A. Pour convertir un dessin en objets du Bâtiment

Il existe des millions de plans de bâtiments produits par des logiciels conventionnels, qui obéissent à une structuration des données en « **Calques** ». On dit aussi en « *Couches* ».

Beaucoup sont conservés sous une forme numérique, telle que des fichiers aux formats DXF ou DWG d'Autodesk.

Il en y aura encore qui seront produits pendant la période de transition, le temps que la nouvelle génération de logiciels « *Objet* » normalisés IFC se mette en place.

Ce patrimoine de plans informatisés sera-t-il exclu des échanges ?

L'enjeu économique n'est pas négligeable. C'est le nouveau challenge auquel les BET, les grands gestionnaires techniques de patrimoine immobilier sont confrontés, pour :

- faire évoluer leurs méthodes de travail vers une meilleure rentabilité,
- mieux renseigner leur parc immobilier,
- mieux prévoir, localiser et gérer son entretien,
- garantir une exploitation ultérieure de leur base de données par la nouvelle génération de logiciels métiers sans problèmes d'interfaçage.

Bon nombre de services techniques utilisent déjà des outils logiciels standard, ou sur mesure, ou configurés à partir de langages spécialisés, qui exploitent des *base de données* relationnelles.

C'est le moment de répondre à des questions souvent posées :

- Transformer ces bases de données purement alpha-numériques en bases de données également graphiques ?
- Seulement les associer à une représentation graphique ?
- Profiter de cette évolution pour mettre l'information au niveau d'une «norme» internationale ?

L'évolution d'un système d'informations existant est complexe, fortement dépendante du contexte d'une entreprise, petite ou grande, et nécessite des études de faisabilité approfondies.

De plus, un préalable technique et économique se pose. Sommes-nous capables, et pour des prix abordables, de transformer ces dessins existants ? Quelle implication méthodologique dans l'organisation de l'agence, du *BET*, de l'entreprise ?

Nous pouvons déjà répondre sur la faisabilité technique et une évaluation comparative de la transformation.

La transformation en objets du Bâtiment, et ensuite en objets IFC, d'un plan graphique 2D représentant un niveau (un étage) d'une construction est une opération connue d'un certain nombre d'éditeurs de logiciels de CAO et de sociétés de service.

Deux solutions :

1. On utilise simplement le plan DXF ou DWG comme un fond de plan, affiché dans un logiciel de CAO normalisé. L'opérateur s'appuie sur ce fond de plan pour saisir les nouveaux objets du projet. Cette opération est finalement rapide, et le résultat est sûr.
2. On utilise des logiciels spécifiques chargés d'interpréter la collection de traits. Ce n'est pas très facile. Cette méthode est surtout réservée à des sociétés de service, souvent spécialisées en GTP, qui développent leurs propres outils logiciels.

Sous réserve que le plan à transformer obéisse à quelques règles de « propreté » élémentaires, le coût d'une telle opération est abordable.

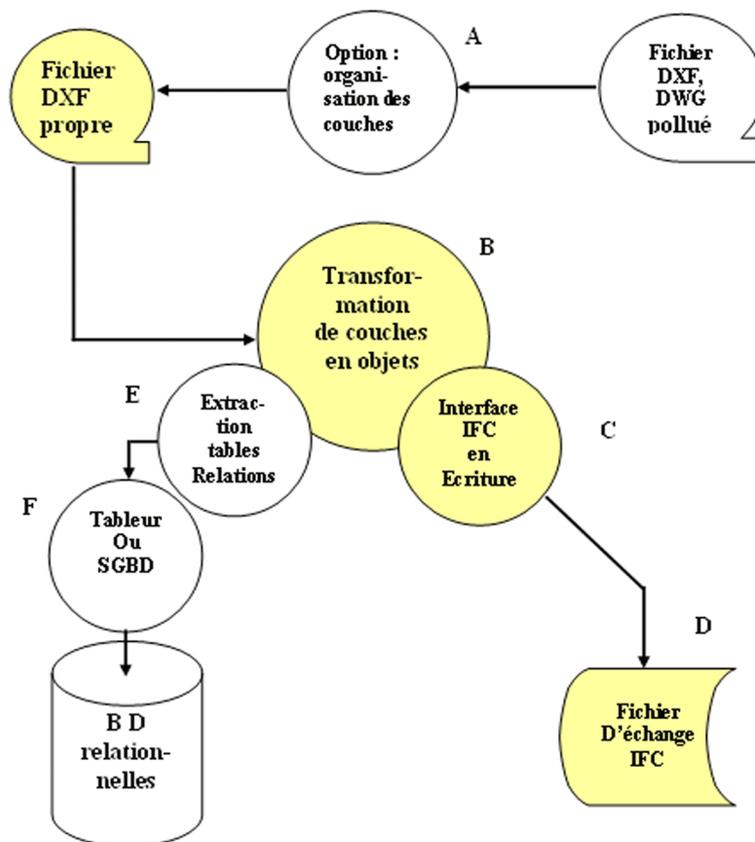
Il faut reconnaître que ces règles élémentaires de structuration de données, même en dehors de toute problématique d'échange, devraient être obligatoires dans une agence d'architecture ou un BET. Pourtant, elles ne sont pas systématiquement appliquées par les dessinateurs.

Heureusement, il existe des logiciels utilitaires pour mettre de l'ordre dans un fichier DXF, mais réparer les conséquences du manque de méthode coûte toujours plus cher que la dépense sur la méthode.

B. Méthode de « sémantisation » d'un plan.

La méthode met en jeu tout ou partie des éléments suivants :

- des plans d'étages sous la forme de fichiers DXF, ou DWG, et bien structurés,
- des logiciels graphiques (de CAO) normalisés dans l'environnement des IFC
- un opérateur formé à la procédure.



PROCEDURE DE « SEMANTISATION » DES PLANS DE BATIMENT

Les « ronds » correspondent à des fonctions assurées par des logiciels de différentes catégories :

- Logiciels de **type A : Réorganisation de fichiers DXF** (ou DWG). Cette mise en ordre peut être effectuée soit dans le logiciel source qui a servi à saisir ou produire le dessin du plan, soit avec des utilitaires spécialisés, en général plus efficaces et moins onéreux pour ce problème précis (Il existe par exemple en France le logiciel *DX Convert*). Si le plan dessiné est trop « brouillon », on peut être amené à abandonner toute velléité de le remettre en ordre, et se résoudre à opter pour une méthode de re-saisie en s'appuyant ou non sur une image de fond. Le prix est encore abordable.
- Logiciels de **type B : Transformation de dessins en objets du bâtiment**, au sens des technologies informatiques dites « orientées objets ». Ce doit être un logiciel de CAO, ou bien des logiciels spécialisés pour un métier du Bâtiment (Thermique, Calcul de structure, Métrés) qui sont capables de produire une représentation des objets qu'ils utilisent en se calant sur un fond de plan dessiné.
- Logiciels de **type C : L'interface IFC en écriture**. Il permet donc d'introduire, via un fichier d'échange **D**, le projet ancien dans le cycle normalisé et bénéficier de ses performances. Cette famille de logiciels inclut les logiciels de CAO leader du marché. Ce sera le plus souvent la solution choisie.

Une variante de cette étape s'adresse à ceux qui possèdent déjà des systèmes d'information utilisant des logiciels **tableurs ou SGBD** standards (Logiciels de type **F**), configurés pour une entreprise, ou sur mesure, et qui ne veulent pas les abandonner. Le

logiciel de transformation de dessins en objets doit alors être muni d'une interface spécifique (E) qui produit des **tables relationnelles** extraites du modèle IFC.

Pour éviter d'avoir recours à une mise en ordre de fichiers *DXF* (ou *DWG*) ou du moins ne pas y consacrer trop d'énergie, il faut que les plans dessinés de chaque niveau du Bâtiment respectent les quelques règles évoquées dans le chapitre suivant, le chapitre "Les cinq règles de structuration des données en couches".

Vectorisation ou saisie manuelle en CAO ?

Rappelons que la vectorisation est une opération qui transforme les traits dessinés sur un plan papier en vecteurs, ou entités de dessin lisibles dans un logiciel de DAO ou CAO.

Tout d'abord disons que le traitement d'un plan papier qui a fait l'objet d'une vectorisation est en général difficile. Celui qui a déjà essayé comprendra pourquoi. Evacuons cette solution, qui nécessite trop de temps d'intervention manuelle pour corriger les approximations automatiques. Les traits obtenus, en général non jointifs, et jamais exactement horizontaux, parallèles ou verticaux, et dont les distances sont toujours approximatives, puisqu'ils ont été initialement dessinés à la main, ne peuvent véritablement faire l'objet d'une sémantisation économique. On a plus vite fait de saisir un nouveau plan en CAO. Abandonnons l'espoir d'automatiser la récupération des plans papiers, en général. Si cette opération est proposée par une société de service, effectuer des tests préalables poussés !

Reste donc le seul cas de sémantisation des plans 2D saisis en *CAO*, ou le plus courant, en *DAO*.

Ils sont ou peuvent être traduits en *DXF*. Ils sont donc tous constitués d'un certain nombre de **calques** porteurs d'entités de dessins et de textes.

Une mise en ordre des calques et des entités de dessin est nécessaire pour que la procédure de transformation du dessin en objets puisse être rapide. Voir le paragraphe "Les cinq règles de structuration des données en couches", qui suit, pour réaliser cette opération préalable.

Sans entrer dans le détail de cette procédure, qui peut varier d'un logiciel à l'autre, le principe est simple, toujours le même. Il suffit de saisir les composants principaux de l'étage (Murs, ouvertures, menuiseries, équipements) en calant le curseur sur des points caractéristiques du plan 2D. On aura au préalable, ou en cours de saisie, sélectionné les hauteurs (murs, cloisons, allèges, linteaux ...).

Ensuite, en 2D ou en 3D, en s'appuyant sur les nouveaux murs 3D, on saisit les composants qui n'apparaissent pas sur les plans :

- **Compléter** l'information fonctionnelle des objets identifiés, associer des matériaux, par exemple
- **Créer** des composants nouveaux non présents dans un plan 2D, comme par exemple les planchers, toitures, poutres ...

Cette opération fournit dans un minimum de temps un maximum d'informations absolument nécessaires ensuite pour les échanges interopérables.

C. Les cinq règles de structuration des données en couches.

Nous énumérons les règles de propreté à respecter pour qu'un plan puisse être facilement exploité dans une opération de sémantisation, les trois premières devant être obligatoirement et complètement vérifiées :



A retenir

1 : Les éléments dessinés qui sont supposés être au contact, doivent être réellement jointifs.

- Par exemple s'ils ont été saisis avec *Autocad*, on a obligatoirement utilisé le mode « Accrochage aux objets ». Un dessin ne doit jamais être construit « à l'oeil ».
- C'est le B A BA du professionnel. Si non, les distances ne sont pas exactes, la cotation automatique est impossible, les relations de voisinage ne peuvent être détectées par les interfaces IFC ...Le plan est à mettre à la poubelle ou bien doit être saisi à nouveau en se guidant sur le dessin qui ne conserve comme statut qu'un fond de plan indicatif. Mais sauf cas spécial, l'opération n'est pas économiquement viable.



A retenir

2 : Les menuiseries et équipements divers devant être inclus dans le modèle IFC doivent impérativement avoir le statut de symbole de catalogue.

- C'est à dire pour un dessin DXF, avoir le statut de blocs (ou Wblocs) dans la terminologie *Autocad*.
- C'est valable également pour le dessin des escaliers et des rampes. Le statut des gaines techniques est variable selon leur mode de construction. Si leurs parois sont en cloisons, alors elles sont considérées comme des petites pièces.



A retenir

3 : Les composants de types différents doivent être ventilés dans des calques différents.

-
- La liste, non exhaustive, des calques correspondants aux types d'entités habituellement vues dans un plan d'étage courant :
 - ➔ Murs (porteurs), en distinguant un calque distinct pour la partie porteuse .
 - ➔ Cloisons
 - ➔ Garde-corps ajourés ou pleins
 - ➔ Poteaux
 - ➔ Symboles de menuiseries
 - ➔ Symboles d'équipements (sanitaires, cuisine, chauffage ...)
 - ➔ Noms de pièce
 - ➔ Noms de regroupement de pièces (appartements, services)
 - ➔ Trémies et réservations en plancher/plafond
 - ➔ Poutres si elles sont représentées en plan



A retenir

4 : Le nom d'une pièce ou du moins sa première lettre doit être situé à l'intérieur de la surface du contour.

- S'interdire les caractères spéciaux qui ont une signification prioritaire en informatique (Point, étoile, barre de fraction ...), et toujours préférer des noms le plus court possible (c'est valable également pour les noms des symboles de catalogue).



A retenir

5 : Enfin, tout ce qui n'appartient pas à cette liste doit être expulsé vers d'autres calques qui seront ignorés dans la sémantisation.

- Par exemple les hachures, cotation, repérages d'altitudes, de coupes, mobilier de cellules, végétation, extérieurs, pochage, texte des commentaires, cartouche, ...

Pour beaucoup d'agences et de *BET*, ces règles élémentaires sont largement en dessous des contraintes de structuration « maison » ou qui obéissent à des conventions nationales ou internationales (*Normes de structuration des données en couches*).

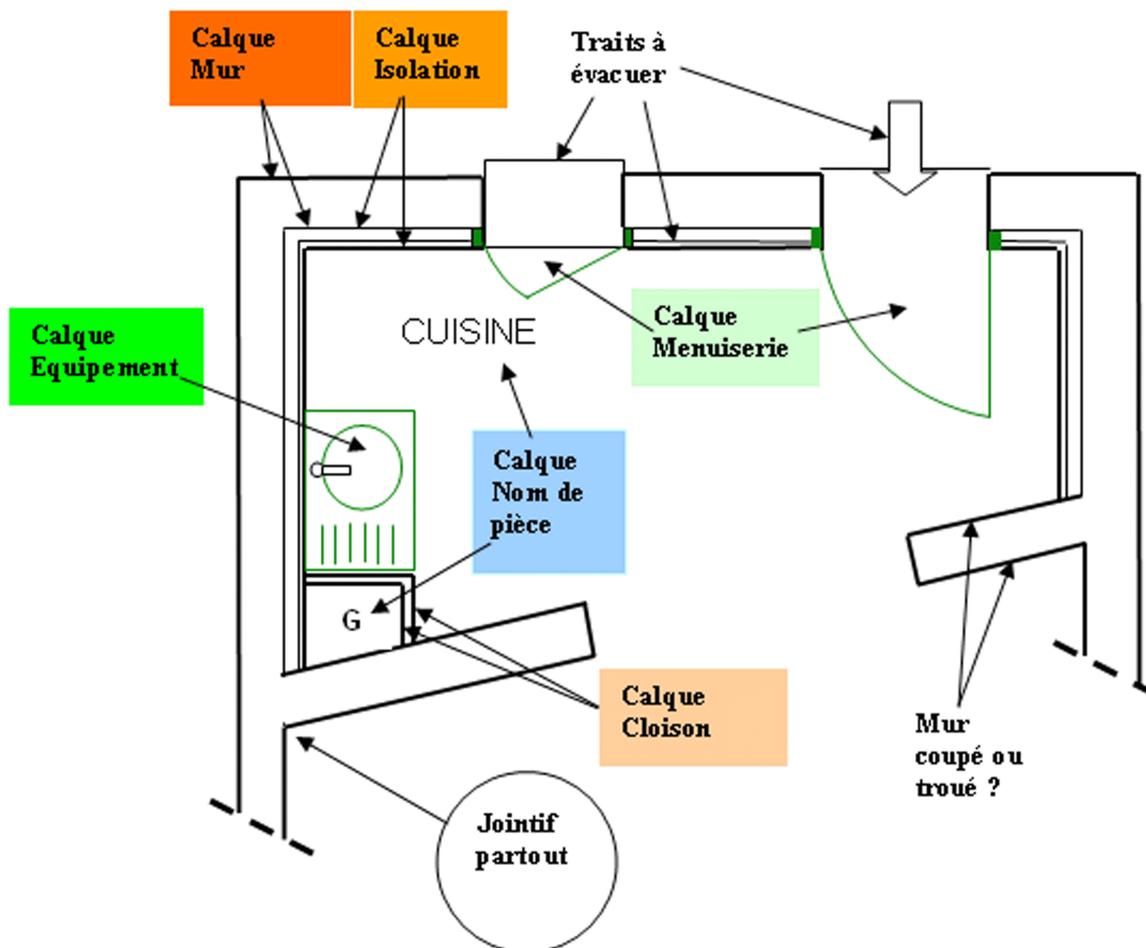
D. Le choix des couleurs apporte un contrôle visuel essentiel.

Bien évidemment, on pourrait ajouter une sixième règle concernant les couleurs.

Mais alors la tentation serait grande d'imposer une normalisation des couleurs associées à chaque type d'entité. L'*ISO* l'a tenté. Mais chaque agence a ses propres habitudes. Des goûts et des couleurs, laissons à chacun une part de liberté !

On peut quand même conseiller de se limiter à une seule couleur par calque, afin que la cohérence soit au moins respectée pour un projet donné.

Le dessin ci-dessous résume une grande partie des règles énoncées :



CONVENTION POUR LES ENTITES DE DESSIN EN 2D

Commentaires :

Les ouvertures présentent deux cas d'interprétation possibles :

- Il existe une menuiserie. Il faut alors créer obligatoirement un symbole de menuiserie, lequel percera le mur automatiquement.

- Il existe une baie libre. Deux cas :
 - ➔ l'ouverture possède un linteau. Donc c'est un seul mur « troué ». Il faut créer l'entité « percement ».
 - ➔ L'ouverture va du sol au plafond. Donc il existe deux murs en prolongement, sans ouvertures. Cas rare, et qui pose un problème dans la recherche automatique des contours de pièces.

Cas de l'isolation, ici rapportée. Chaque logiciel de CAO peut conduire à un choix de représentation différente. Retenir que pour couvrir tous les cas possibles, on peut prendre la précaution de modéliser un mur en ventilant ses éléments sur 3 calques :

- Un calque pour l'emprise totale,
- Un autre pour la partie porteuse, avec le tracé de son axe,
- Un autre pour uniquement l'emprise du complexe isolation contre cloison

Dictionnaire

ACTIVE-3D :

Editeur de logiciels utilisant les ressources des IFC, notamment en exploitant une Base de Données d'échange.

Autocad :

Ligne de produits logiciels de DAO-CAO, dont des logiciels spécialisés dans les métiers de la mécanique, du bâtiment, de l'Architecture, de l'électronique, de l'ingénierie, de l'imagerie ...produits par Autodesk.

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.

BET :

Bureau d'Etudes Techniques

CAO :

Conception Assistée par Ordinateur

collaboratif :

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

Couches :

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

Voir "Structuration en couche".

- 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.

DAO :

Dessin Assisté par Ordinateur

DX Convert :

Logiciel français commercialisé par la Sté Toucan Informatique, 6 Avenue Charles de Gaulle, 78150 Le Chesnay.

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.

GTP :

Gestion Technique de Patrimoine (immobilier)

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.

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.

interfaces :

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

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.

Normes de structuration des données en couches :

A l'international, on doit signaler les règles de structuration des calques de plans de Bâtiment de l'AIA, (Association internationale des architectes), de l'ISO (ISO/TC10/SC8), au royaume Uni, du British Standard, sans compter des travaux « maisons » comme le cahier des charges du Groupe Logement Français (F Pelegrin, architecte) , les conventions communes aux éditeurs d'armoires à plans, ...

Objet :

Voir l'unité "Le concept d'objet dans les logiciels de DAO, CAO et de calcul".

Nomme indifféremment un type d'objet, ou une occurrence de la classe.

Voir "Orienté Objet" et "Occurrence (ou instance)".

SGBD :

Système de Gestion de Base de Données, en général relationnelles.

système d'information :

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

Ensemble des logiciels et des acteurs qui exploitent la connaissance modélisée d'un objet complexe, réduit à différents points de vue.

TIC :

Parce qu'elles ne sont plus nouvelles, Technologies de l'Information et de la Communication, sigle amputé du préfixe « N ». Voir "NTIC".

Bibliographie

Bibliographie 1

Auteurs :

DOSSIER Jean-Michel, Architecte et urbanisme en chef de l'Etat,

Titre de l'ouvrage : Pratiques de Projet et Ingénierie

Publication : . | DIGITIP | 2005

Bibliographie 2

Auteurs :

TERRIN J.J,

Titre de l'ouvrage : Maîtres d'ouvrages, maître d'oeuvre et entreprises

Publication : . | Editions Eyrolles | 2005