

Évaluation des coûts des défauts d'interopérabilité  
supportés par entreprises, maîtres d'ouvrage et exploitants,  
dans le cadre de la construction et l'exploitation de bâtiments



Décembre 2009

Rapport final de l'étude 08E86

Auteurs : Michel Léglise et Bernard Ferriès, LAURENTI

## Résumé

En 2004, le NIST a évalué les coûts des défauts d'interopérabilité dans le bâtiment aux USA et a révélé l'importance d'un gisement d'économies de l'ordre de 16 milliards de dollars.

La FFB a engagé la présente étude afin d'estimer ces coûts dans le contexte français. La méthode s'est largement inspirée de celle du NIST pour ménager la possibilité de comparer les deux pays. Deux différences : nous nous sommes limités aux entreprises et aux gestionnaires de patrimoine, mais nous avons pris en considération le secteur du logement collectif.

Un questionnaire a été adressé à des entreprises d'au moins cent salariés ainsi qu'à des gestionnaires de patrimoine ayant contribué à l'élaboration du livre blanc eXpert ou ayant participé à la journée du 1<sup>er</sup> décembre 2009 à la FFB. L'échantillon est significatif : la surface construite annuellement par les 36 entreprises ayant répondu s'élève à plus de 3,5 millions de m<sup>2</sup> ; la surface du patrimoine géré par les 9 gestionnaires ayant répondu est d'environ 30 millions de m<sup>2</sup>.

Les résultats obtenus sur ces échantillons sont du même ordre de grandeur de ceux de l'étude du NIST : le coût des défauts d'interopérabilité s'élève à 35 € par m<sup>2</sup> SHON pour les entreprises et à 2,3 € par m<sup>2</sup> et par an pour les gestionnaires de patrimoine.

Pour les entreprises, la majeure partie du coût (41%) réside dans ce que l'on pourrait gagner en termes de durée d'une opération moyenne si tout le flux d'informations était interopérable. Viennent ensuite les coûts de ressaisie manuelle des informations, pour 25%.

Il faut noter que les petites entreprises semblent plus affectées par les défauts d'interopérabilité que les grosses.

Le recours à des formats standards d'échange, l'utilisation d'outils de travail collaboratif qui fluidifient les échanges sont des pistes à explorer pour réduire ces deux postes qui pèsent 2/3 des coûts subis par les entreprises.

Sur la base de cette valeur de 35 €/m<sup>2</sup> et sachant que 49 Millions de m<sup>2</sup> ont été construits en 2008, le total des économies potentielles des entreprises au niveau national s'élève à 1715 M€, soit 4% des 38 Md€ du chiffre d'affaires 2008 de la construction hors logement individuel.

La variété des organisations chez les gestionnaires de patrimoine et la dispersion des réponses rendent hasardeuse toute extrapolation au niveau national. Le coût de 2,3 € par m<sup>2</sup> et par an est toutefois parlant pour un gestionnaire car il peut le comparer à des valeurs plus familières comme le coût d'une opération de relevé et celui des dépenses récurrentes de gestion (énergie, nettoyage,...).

94% de ce coût correspond à des processus inadéquats. Comme l'ont démontré certains projets pilotes, il est possible de renouveler ces processus par de nouvelles pratiques et des solutions interopérables fondées sur le BIM.

En conclusion, l'importance des économies potentielles est confirmée. Elles sont de nature à mobiliser les efforts de tous les acteurs pour réduire les coûts des défauts d'interopérabilité.

# Sommaire

<b>1. Contexte et but de l'étude .....</b>	<b>5</b>
1.1. L'interopérabilité .....	5
1.2. L'étude du NIST .....	5
1.3. Le projet eXpert .....	5
1.4. Le but de l'étude .....	6
<b>2. La démarche .....</b>	<b>7</b>
2.1. Le socle de l'étude de référence .....	7
2.2. L'adaptation au contexte français .....	8
<b>3. Les coûts des défauts d'interopérabilité .....</b>	<b>10</b>
3.1. L'écart avec la situation idéale .....	10
3.2. L'identification et la qualification des coûts d'interopérabilité .....	11
3.3. La distribution en trois phases de cycle de vie .....	11
3.4. La référence des coûts .....	12
3.5. La formation des éléments de coût .....	14
<b>4. Les données .....</b>	<b>16</b>
4.1. Les variables locales (de terrain) et les questionnaires .....	16
4.2. Les variables globales nationales et la consolidation .....	17
<b>5. L'exploitation des données .....</b>	<b>19</b>
5.1. Les échantillons .....	19
5.2. La sélection des valeurs utilisables .....	19
5.3. Les calculs .....	20
<b>6. Les résultats .....</b>	<b>22</b>
6.1. Résultats sur l'échantillon de chaque groupe d'acteur .....	22
6.2. Fiabilité, précision, éléments d'incertitude .....	32
6.3. Consolidation nationale .....	33
6.4. Le ressenti de l'interopérabilité .....	34
6.5. Les limites de la transposition .....	35
<b>7. Conclusions .....</b>	<b>36</b>

## **Abréviations, acronymes**

**BIM** : Building Information Model, souvent traduit en français par : « Maquette Numérique ». « Le BIM est un ensemble structuré d'informations sur un bâtiment, existant ou en projet. Il contient les objets composant le bâtiment, leurs caractéristiques et les relations entre ces objets. Ainsi, la composition détaillée d'un mur, la localisation d'un équipement ou d'un élément de mobilier dans une pièce, font partie du BIM. Ces informations complètent la description purement géométrique de la forme du bâtiment produites par certains logiciels. »<sup>1</sup>

**CAX** : logiciel de dessin, conception, ou étude, assisté par ordinateur

**DOE** : Dossiers des ouvrages exécutés.

**FFB** : Fédération Française du Bâtiment.

**GP** : Gestion de Patrimoine

**IFC** : Industry Foundation Classes, standard international du BIM spécifié par BuildingSmart International (ISO/PAS 16739).

**M** devant une unité : millions de cette unité.

**Md** devant une unité : milliards de cette unité.

**MOA** : Maîtres d'ouvrage et exploitants.

**NIST** : National Institute of Standards and Technology<sup>2</sup>, organisme fédéral des USA

**R&D** : Recherche et Développement.

## **Bibliographie**

[Bresson 2006] : Bresson, Jean Yves, « Intérêt économique de la numérisation du patrimoine bâti et non bâti des collectivités locales », étude préalable pour le département Équipement Numérique du Territoire de la Caisse des Dépôts et Consignations, rapport interne, 2006, 26 pp.

[Fortassin 1990] C. Fortassin, M Léglise, M Pérez, *L'informatisation des Architectes, équipements et pratiques*, Plan Construction et Architecture, Collection "Recherches", Paris, Février 1990, 80 pages, ISBN 0854 18-9, ISSN 0249 8804.

[Lewis 1973] : Lewis, D. *Counterfactuals*. Oxford: Blackwell, 1973.

[NIST 2004] : M. P. Gallaher, A. C. O'Connor, J. L. Dettbarn Jr., and L. T. Gilday, « Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry », U.S. Department of Commerce Technology Administration, National Institute of Standards and Technology, NIST GCR 04-867 Report, 2004, 210 p. Téléchargement sur : <http://www.bfrl.nist.gov/oa/publications/gcrs/04867.pdf>.

[Young 2007] : Norbert W. Young Jr., Stephen A. Jones, Harvey M. Bernstein, « Interoperability in the Construction Industry SmartMarket Report, McGraw Hill Construction », 2007 Interoperability Issue, 26 p., Résumé et visualisation ou achat ici : [http://construction.ecnext.com/coms2/summary\\_0249-259123\\_ITM](http://construction.ecnext.com/coms2/summary_0249-259123_ITM)

<sup>1</sup> Définition extraite de : <http://www.buildingsmart.fr/la-maquette-numerique/definitions/maquette-numerique-bim-et-ifc>

<sup>2</sup> Présentation de ses missions sur : <http://www.nist.gov/index.html>

# 1. Contexte et but de l'étude

## 1.1. L'interopérabilité

On appelle interopérabilité la capacité d'un système ou d'un produit à travailler avec d'autres systèmes ou produits sans un effort particulier de la part de l'utilisateur.

Les téléphones mobiles sont un exemple d'interopérabilité réussie puisque nous communiquons quotidiennement sans difficulté même si nous n'avons pas le même opérateur. Ce résultat n'a été techniquement possible que parce que ces opérateurs ont adopté les mêmes standards informatiques.

Nous sommes loin d'une telle situation dans le domaine de la construction, car, si chaque acteur dispose aujourd'hui de nombreuses applications dédiées, ces logiciels communiquent encore bien mal. Or, toute opération mobilise de nombreux intervenants qui échangent des quantités de documents, de plus en plus sous forme électronique. Le manque d'interopérabilité est une source d'erreurs, de retards, de travaux improductifs divers. Il a ainsi des impacts financiers, notamment du fait des nombreuses tâches sans valeur ajoutée nécessaires pour remédier à ces défauts.

Le problème est suffisamment sensible pour avoir été à l'origine de la création de l'IAI (Agence Internationale pour l'Interopérabilité) en 1995. Cette association qui s'appelle à présent « Building Smart International » est représentée en France par l'association Mediaconstruct<sup>3</sup> dont la FFB est un des membres les plus actifs.

## 1.2. L'étude du NIST

En août 2004, le NIST<sup>4</sup> a publié une remarquable étude [NIST 2004]<sup>5</sup> intitulée *Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry*<sup>6</sup>.

Cette étude a quantifié les coûts des défauts d'interopérabilité dans le bâtiment aux USA.

Pour fixer les idées, les économies potentielles ont été estimées à environ :

- 2 € par m<sup>2</sup> et par an pour la maintenance et l'exploitation du patrimoine existant
- 50 €/m<sup>2</sup> pour l'ensemble des intervenants d'une opération de construction.

Nous ne savons pas si ces valeurs sont applicables au contexte français et cela a décidé la FFB à engager la présente étude.

A noter qu'une autre étude nord-américaine a vu le jour depuis 2004. Il s'agit de [Young 2007], qui, sur des bases différentes, analyse finement les coûts, non en valeurs absolues, mais en pourcentages d'économies. Cette étude, complémentaire de celle du NIST, est très riche.

## 1.3. Le projet eXpert

Tous les acteurs de la construction ont un intérêt, au moins économique, sans parler de la qualité du travail et de celle des données produites, à ce que l'interopérabilité s'améliore. Le maître d'ouvrage serait le principal bénéficiaire, ce qui a déjà incité certains d'entre eux à analyser la situation [Bresson 2006] ou à prendre des mesures, préfigurées par des projets pilotes<sup>7</sup> menés dans le cadre du projet national eXpert<sup>8</sup>.

La FFB est partenaire de ce projet dont l'objectif est de promouvoir de nouvelles pratiques pour l'échange et le partage d'information.

Lancé en mai 2007, eXpert est en fait l'application dans la filière du Bâtiment de l'action « TIC & PME 2010 » en faveur de l'interopérabilité et de l'économie numérique.

<sup>3</sup> <http://www.buildingsmart.fr/>

<sup>4</sup> <http://www.nist.gov/index.html>

<sup>5</sup> Une référence entre crochets [] indique une entrée de la bibliographie, en début de document.

<sup>6</sup> Téléchargeable ici : <http://www.bfrl.nist.gov/oa/publications/gcrs/04867.pdf>

<sup>7</sup> Conseil Régional de Bourgogne : <http://www.buildingsmart.fr/les-pratiques/projets-pilotes/internat-de-chevigny-1>

<sup>8</sup> <http://www.projet-expert.fr/>

L'ensemble des organisations professionnelles de la filière s'est mobilisé autour de ce projet fédérateur qui s'est achevé le 31 décembre 2009. Sept groupes métier ont été constitués :

- A/ Maîtrise d'ouvrage et exploitants
- B/ Industriels et fabricants de produits pour la construction
- C/ Maîtrise d'œuvre
- D/ Entreprises
- E/ Editeurs de logiciels et sociétés de services Internet pour le BTP
- F/ Enseignement, formation professionnelle
- G/ Métiers du foncier et géo localisation.

Chaque groupe a formulé des attentes et des recommandations sous la forme de livres blancs. Une des recommandations du groupe A<sup>9</sup> est de

« *Faire progresser la connaissance sur les incidences des défauts d'interopérabilité en engageant des études sur le modèle de celle du NIST en 2004.* »

En fait, cette étude a été souvent déterminante, même en l'état, dans la décision de maîtres d'ouvrage de s'engager dans l'expérimentation de nouvelles pratiques destinées à exploiter ces gisements d'économies.

#### 1.4. Le but de l'étude

L'étude du NIST a apporté une première quantification en 2004 des coûts des défauts d'interopérabilité aux USA.

La présente étude a pour objet d'adapter la démarche du NIST au contexte français. L'étude est appliquée à deux catégories d'acteurs du secteur de la construction :

- les entreprises
- les maîtres d'ouvrage et exploitants

Elle doit permettre d'estimer les coûts dus aux défauts d'interopérabilité pour chacun de ces acteurs, dans le cadre de la construction, et celui de la gestion du patrimoine.

L'application aux autres acteurs traités dans le rapport du NIST - la maîtrise d'œuvre, les industriels et les métiers du foncier - ne sont pas considérés dans ce travail. Ils pourront être intégrés ultérieurement si les résultats proposés ci-après le justifient.

<sup>9</sup> [http://www.buildingsmart.fr/les-projets/expert/livrables/groupe-maitrise-d2019ouvrage-btp-et-exploitants/Synthese%20LB\\_MOA%20v2.pdf/view](http://www.buildingsmart.fr/les-projets/expert/livrables/groupe-maitrise-d2019ouvrage-btp-et-exploitants/Synthese%20LB_MOA%20v2.pdf/view)

## 2. La démarche

### 2.1. Le socle de l'étude de référence

On donne ci-dessous les caractéristiques essentielles du travail fait à l'époque aux USA tel qu'il apparaît dans le rapport [NIST 2004].

#### 2.1.1. Étendue

L'étude a porté sur une partie de l'industrie de la construction des USA (*Capital Facilities Industry*) qui recouvre les activités de conception, construction et exploitation de bâtiments commerciaux, institutionnels et industriels d'une certaine taille.

**Quatre groupes d'acteurs de la construction** et de sa maintenance et son exploitation ont été retenus :

- Les maîtres d'œuvre
- Les entreprises générales
- Les industriels et fabricants
- Les maîtres d'ouvrage et exploitants

**Quatre phases de la vie d'un bâtiment** ont été considérées :

- programmation – conception
- construction
- exploitation – maintenance
- destruction – recyclage

**Trois catégories de coûts** supportés pour des défauts d'interopérabilité ont été identifiés :

- Les coûts induits par les mesures d'évitement ou de prévention (*avoidance costs*).
- Les coûts induits par les mesures correctives (*mitigation costs*).
- Les coûts induits par les retards (*delay costs*)

#### 2.1.2. Méthode

La méthode du NIST consiste à :

- identifier les coûts induits par le manque d'interopérabilité
- quantifier ces coûts
- établir des questionnaires d'enquête permettant d'obtenir ces données auprès d'un échantillon par type d'acteur
- calculer les coûts pour chacun de ces échantillons
- extrapoler les résultats de chaque échantillon au niveau national en utilisant les données de l'économie nationale du secteur considéré.

La matière première de l'étude était basée sur des réunions, des entretiens téléphoniques et des questionnaires pour chaque catégorie d'acteur. L'étendue de l'échantillon, à l'échelle fédérale, a été la suivante :

- 70 organisations ont contribué à l'étude dont 28 pour la maîtrise d'ouvrage et 9 pour les entreprises générales.
- 105 entretiens ont été menés dont 53 pour la maîtrise d'ouvrage et 11 pour les entreprises générales.

### 2.1.3. Résultats

L'encadré ci-dessous résume les principaux résultats obtenus (pour l'ensemble du territoire des États Unis, sur des données de 2002) :

La valeur 2002 du patrimoine considéré par l'étude était estimée à 374 Md\$ pour une surface totale de 3,6 Mdm<sup>2</sup> qui s'accroît de 106 Mm<sup>2</sup> par an.

Pour ce patrimoine, les coûts des défauts d'interopérabilité ont été évalués à 16 Md\$. Les économies potentielles ont été estimées, en nombres ronds, à :

- 2 € par m<sup>2</sup> et par an pour la maintenance et l'exploitation du patrimoine existant
- 14 €/m<sup>2</sup> pour les entreprises lors d'une opération de construction<sup>10</sup>.

## 2.2. L'adaptation au contexte français

### 2.2.1. Trois types de coûts et trois phases de cycle de vie du bâtiment

Comme dans l'étude du NIST, les coûts des défauts d'interopérabilité sont répartis en trois catégories :

- Les coûts induits par les mesures de prévention
- Les coûts induits par les mesures correctives
- Les coûts induits par les retards

De même, trois phases du cycle de vie du bâtiment sont traitées :

- programmation – conception
- construction
- exploitation – maintenance.

La phase « destruction et recyclage », évoquée comme quatrième phase dans l'étude du NIST, n'a pas été exploitée (pas plus, d'ailleurs, que par le NIST).

Ce point important de la répartition sera évoqué plus précisément dans la suite de ce document, puis discuté plus loin. Par ailleurs, et l'on peut consulter à ce sujet [Young 2007], p. 30 :

Plus une structure a progressé vers l'interopérabilité, moins elle peut distinguer ses investissements et ses coûts en termes de phases, et moins elle souhaite préciser la répartition, qui peu à peu, prend de moins en moins de sens pour elle.

### 2.2.2. La restriction à deux catégories d'acteurs

L'étude française traite seulement deux des quatre catégories d'acteurs prises en considération dans l'étude du NIST :

- les entreprises
- les maîtres d'ouvrage et exploitants.

<sup>10</sup> À l'époque de l'étude, on avait environ 1 € pour 1,2 \$.



### 2.2.3. D'autres adaptations

En cours d'étude, il a fallu aussi effectuer d'autres adaptations, dont on a découvert qu'elles étaient nécessaires. Elles tiennent globalement à :

- des différences culturelles
- des différences dans l'organisation du travail
- des accès aux variables globales plus difficiles.

Nous n'avons pas mené de réunions ni d'entretiens préalables, car ce sont eux qui, aux USA, ont permis de déterminer, dans l'étude initiale ([NIST 2004], p. 4-8), ce que l'on devait mesurer en termes de coûts. Cet ensemble de coûts a été adopté dans l'étude française comme préalable admis. En effet, c'est la coïncidence de ces ensembles qui permet des comparaisons entre les USA de 2002 et la France de 2009.

Nous avons, autant que faire se peut, essayé de suivre au plus près, chaque fois que possible, l'étude du NIST à partir du document référencé par [NIST 2004], pour pouvoir faire, en particulier, des rapprochements entre la situation aux USA et en France.

Quelques points restent cependant assez obscurs dans ce rapport. Nous avons donc contacté par deux fois chacun des deux auteurs principaux de cette publication, avec quelques questions précises. Nous n'avons pas pu obtenir de réponse.

Coller au mieux à l'étude initiale, a posé d'autres problèmes que nous avons parfois découverts à mesure du dépouillement des premiers questionnaires. En résumé, la différence des contextes états-unien et français porte sur les points principaux suivants :

- Les États-Unis ont une « culture du chiffre » plus développée que la nôtre. Ils disposent donc plus facilement de données quantitatives. Les données de répartition des tâches de chacun à l'intérieur de l'entreprise semblent plus facilement accessibles et plus fines que chez nous. Nous avons dû tenir compte de données moins exhaustives que souhaité.
- Les professions de la construction et du bâtiment sont parfois différentes. Notamment, pour les entreprises il existe une plus forte intégration (les Entreprises générales, *General Contractors*). Les professions de maîtres d'Ouvrage et gestionnaires de patrimoine (*Owners and Operators*) sont éclatées en trois catégories outre-atlantique, détaillées dans [Bresson 2006]. Les approches métier sont donc différentes entre la France et les USA.
- Nous avons dû faire des adaptations concernant la classification du patrimoine considéré, qu'il soit à construire ou à gérer par la suite. Nous avons rajouté, aux domaines Commercial, Administratif (*Institutional* des USA), Industriel, Agricole, le domaine du Logement.
- Les instruments de métrique ont été adaptés au contexte français et précisés. La surface n'est pas clairement définie dans l'étude du NIST. Nous avons exigé que toutes les surfaces soient exprimées dans la même unité, le m<sup>2</sup> de Surface Hors Œuvre Nette. Cette SHON est devenue la référence unique pour mesurer l'importance d'une opération, tant comme participation de chacun à l'intérieur de son échantillon, que comme participation de chaque échantillon à la consolidation nationale<sup>11</sup>.
- La France est peu encline à considérer sa rentabilité immobilière en termes d'exploitation, s'appuyant sur une rentabilité du capital qui n'existe guère aux USA pour cause de quasi absence de rente foncière.

Les différences de culture, d'approches métiers, d'indicateurs économiques nécessitent tout de même des adaptations, et l'étude française ne peut être menée complètement à l'identique de l'étude menée aux États-Unis.

<sup>11</sup> Cette surface est une donnée que certaines catégories d'entreprises ont du mal à considérer : toutes celles qui interviennent sur des surfaces verticales (cloisons, vitrages), inclinées (toitures) ou qui agissent globalement (climatisation, plomberie),

### 3. Les coûts des défauts d'interopérabilité

Ce chapitre et les suivants concernent les travaux effectués et les adaptations faites dans la présente étude sur le socle de l'étude du NIST.

#### 3.1. L'écart avec la situation idéale

##### 3.1.1. L'improbable scénario

L'étude du NIST ne consiste pas à calculer les valeurs habituelles de ce type d'exercice, par exemple des retours sur investissement. Comme le résume [Bresson 2006], on cherche « bien plutôt, ce que coûte le fait de ne pas pouvoir disposer d'informations, d'être confronté aux difficultés d'échanger entre les acteurs et de douter en permanence de la fiabilité des connaissances ».

Un certain nombre d'éléments qui serviront aux calculs de coûts s'appuient sur l'exploration d'une *situation idéale* qui se réfère à un scénario irréaliste, celui « qui va à l'encontre des faits », ou bien celui qui « serait arrivé si... », nommé encore « le scénario du contre-exemple », qui permet l'utilisation d'une méthode économique nommée en anglais « *counterfactual analysis* » [Lewis 1973], et qui, aux dires des auteurs, a fait ses preuves.

On se place donc, pour une partie de l'étude, en comparaison d'une situation réelle avec celle qui se produirait dans un monde où les échanges numériques de toutes natures, le stockage et la récupération d'information seraient totalement intégrés pour tous les acteurs. Dans ce monde, il est réputé que les informations sont accessibles à tous de manière transparente, à chaque instant, à l'aide d'appareils fixes ou mobiles (généralement des ordinateurs). On assume que chaque donnée n'est saisie qu'une fois, après quoi tous peuvent y accéder. Ces données sont donc présentes et utilisées dans et par des systèmes totalement interopérables.

Certaines des estimations de coût vont donc se faire en posant des questions du type : combien gagnerait-on (de temps, de travail, d'opérations inutiles, etc.) si une fonction donnée de votre processus devenait interopérable ?

On remarquera qu'une telle question ne peut s'adresser qu'à un contributeur *averti et connaissant* des solutions en matière d'interopérabilité comme les outils de travail coopératif et les formats d'échange. Ce fait imposerait donc un choix particulier des contributeurs potentiels pour l'envoi des questionnaires.

Par contre, cette position théorique de l'analyse qui ne prend pas le chemin de quantifier des retours sur investissement a l'avantage de s'intéresser directement à un niveau plus général, ce que le NIST nomme le niveau « social<sup>12</sup> ».

##### 3.1.2. Les gains ne sont pas uniquement matériels

On ne s'intéresse pas ici non plus à la *qualité*. On peut cependant imaginer aisément que l'amélioration de l'interopérabilité amène une meilleure *qualité des données*, en termes de fiabilité, de précision et de pertinence. Pour certains, c'est même une des premières vertus de l'interopérabilité. L'amélioration de la qualité va réduire d'autres coûts moins directs, très peu évaluables.

<sup>12</sup> On peut lire, p. 4-1 de [NIST 2004] : « The cost estimate of inadequate interoperability was quantified by comparing the current state of interoperability with a hypothetical counterfactual scenario in which electronic data exchange and availability is fluid and seamless. The difference between the current and counterfactual scenarios represents the total estimated economic loss associated with inadequate interoperability. Costs were calculated at the social level. In other words, this analysis quantified the efficiency loss borne by society because of inadequate interoperability. »

Améliorer l'interopérabilité ne signifie pas seulement réduire des coûts mais aussi améliorer la qualité, que nous ne quantifions pas ici, en dehors du champ de cette étude.

## 3.2. L'identification et la qualification des coûts d'interopérabilité

Trois types de coûts sont distingués, et ils se répètent de manières diverses, à chaque phase de la durée de vie du bâtiment.

### 3.2.1. Les coûts d'évitement ou de prévention [*Avoidance costs*]

On sait qu'il va y avoir des problèmes d'interopérabilité avant même de lancer une opération. Les coûts d'évitement correspondent à des actions préventives : puisqu'il va y avoir problème, que peut-on faire à l'avance pour l'éviter ?

Voici des exemples de ces coûts :

- participation à des efforts de normalisation
- achat de logiciels de traduction de formats de données,
- achat, maintenance, des systèmes redondants pour échanger des informations, et formation du personnel à ces systèmes qui ne sont pas au cœur de métier, etc.

### 3.2.2. Les coûts d'atténuation ou de correction [*Mitigation costs*]

S'il y a défaut d'interopérabilité, au cours d'une opération, des coûts imprévus ou non évités à l'avance doivent être supportés. Certains auteurs pensent que ce sont les coûts les plus importants.

Ce peuvent être, par exemple :

- des ressaisies manuelles,
- des recherches d'information dans des fichiers épars,
- d'éventuelles reprises d'ouvrage
- des coûts de vérification de la fiabilité de l'information, etc.

### 3.2.3. Les coûts des retards [*Delay costs*]

Dès qu'il y a retard, il y a des coûts supplémentaires. On compte là les frais impliqués par des retards imputables à la non interopérabilité.

On peut rencontrer, par exemple :

- des retards à la livraison suite à l'utilisation de mauvaises versions de certaines données
- des durées compressibles sur les opérations, (c'est-à-dire qu'une opération pourrait s'exécuter en moins de temps si l'interopérabilité était à l'œuvre)
- des ressources inutilisées lorsque la construction est stoppée ou retardée
- des profits attendus non encaissés à la suite de retards de livraison du bâtiment, etc.

On ne tient pas compte de certains coûts sociaux induits par ces trois types de coûts. Car ces coûts supportés par des échanges entre structures privées et/ou publiques, peuvent avoir des conséquences sociales, et des coûts sociaux (ex : l'hôpital, indispensable à une petite ville, subit un retard d'un an). On ne peut quantifier ces atteintes éventuelles au bien public ou au bien-être social, qui dépendent trop du contexte.

## 3.3. La distribution en trois phases de cycle de vie

### Types de données

Les données que nous nommerons « locales » sont extraites d'une l'enquête par questionnaire. Elles représentent un état obtenu auprès des acteurs de terrain.

*D'autres données, que nous nommerons « globales »* concernent des données, soit nationales (qui permettent d'extrapoler à partir de l'échantillon local la situation nationale), soit suffisamment générales pour être réputées supposées à un type d'acteur donné.

### **Mode de calcul**

Pour chaque type d'acteur, on décompose chaque coût en « éléments de coût » qui, sommés, formeront le coût en question.

Chaque élément de coût est calculé à partir des réponses données au questionnaire et de quelques valeurs de données globales<sup>13</sup>.

On calcule alors les coûts pour chaque contributeur, et on agrège ces coûts dans l'échantillon, en utilisant la surface pour donner son importance relative à chaque contributeur au sein du total. En utilisant le même paramètre de poids relatif, on extrapole les résultats de l'échantillon au plan national en utilisant les données globales à l'échelle nationale.

La recherche des données locales à travers les questionnaires tente de faire la part de ce qui se déroule dans chaque phase. Ainsi certains coûts, présents en phase de conception, peuvent se retrouver de même en phase de construction, et certaines questions font référence à la phase à laquelle l'on s'intéresse, de manière à pouvoir dégager des coûts réellement imputables à telle ou telle phase.

Cependant, il n'est pas toujours possible de savoir comment ils se répartissent entre phases, en particulier car la question de cette répartition ne peut être posée au contributeur. Ce peut être le cas notamment de certains coûts préventifs : comment savoir, quand on participe à des institutions de normalisation, affecter à telle ou telle phase les dépenses, alors qu'elles profiteront vraisemblablement à l'ensemble du cycle de vie du bâtiment ?

Dans ces cas là, on utilise, en tant que variables globales, une grille de répartition comparable à celle utilisée par le NIST : [NIST 2004], table 5-2, pp. 5-5. Cette table indique, au niveau global, comment il est raisonnable de partager (en pourcentage) tel type de coût entre les trois phases de cycle de vie pour un acteur donné. Ce partage est raisonnable, car il est le résultat d'un consensus trouvé lors des entretiens préalables de l'enquête américaine ([Nist 2004], p. 5-5, §1).

Rien n'indique cependant que cette répartition soit valable en France, et l'on verra qu'on peut justifier des scénarios différents lors de notre analyse des variables globales.

Les coûts résultants de manque d'interopérabilité sont répartis en trois types :

- coûts de prévention
- coûts de correction
- coûts de retards.

Chacun de ces coûts peut être présent à chaque phase de la vie du bâtiment : conception, construction, maintenance.

### **3.4. La référence des coûts**

Comme nous l'avons vu précédemment, pour avoir une possibilité de comparer France et USA, nous devons tenter de mesurer les mêmes coûts. Ces derniers ont été définis aux USA après des entretiens et réunions préalables avec les acteurs, puis affinés après les premières réponses à questionnaires. Au risque d'avoir des données moins pertinentes, car moins adaptées au pays, nous avons gardé ces mêmes éléments.

On voit, pour chaque source de coût, sa traduction technique et la manière de le quantifier économiquement.

<sup>13</sup> Par exemple le salaire chargé moyen national d'un opérateur de logiciel de Gestion du patrimoine

<b>Résumé des Impacts techniques et économiques des défauts d'interopérabilité</b>			
Adaptation de la table 4-1, p. 4-9 et 4-10 de l'étude [NIST 2004]			
<b>Source du coût</b>	<b>Impact</b>	<b>Quantification technique</b>	<b>Quantification économique</b>
<b>Coûts préventifs</b>			
Systèmes redondants	Licences des systèmes	Nombre de licences par type	Coût des licences
	Maintenance des systèmes	travail requis pour maintenir les systèmes	Coût de ces heures de travail
	Apprentissage des systèmes	Heures de travail consacrées à l'apprentissage et la maîtrise de tous les systèmes	Coût de ces heures de travail
	Pertes de productivité	Perte de productivité et temps passé sur des systèmes secondaires	Valeur (en travail) des ressources perdues
Traducteurs multiples	Licences des traducteurs	Nombre de traducteurs nécessaires par type	Coûts de ces licences
	Apprentissage des logiciels	Nombre d'heures de travail nécessaires à l'apprentissage de l'usage des différents traducteurs	Coût de ces heures de travail
Systèmes papier	Perte de productivité	Pertes de productivité associées au maintien de systèmes de communication utilisant le papier	Valeur des ressources de travail perdues
Traductions opérées en externe	Fournisseurs tiers	Travaux exécutés en externe auprès de fournisseurs de changements de formats de données	Coûts de ces travaux externes
Investissements dans des solutions d'interopérabilité	Recherche interne sur l'interopérabilité	Capital, travail et matériels nécessaires à cette recherche	Coût total de cette recherche
	Participation à des consortiums industriels	Temps et matériels requis pour cette participation	Coûts de participations, de temps de travail, et de matériels
<b>Coûts correctifs</b>			
Efforts inutiles non productifs	Changements de conception dues à un accès à de l'information inadéquate	Heures nécessaires au travail de re-conception	Coût de ces heures
	Changements dans la construction dues à un accès à de l'information inadéquate	Heures nécessaires au travail de re-constructions et gaspillage de matériaux	Valeur des heures de travail et des matériaux de construction gaspillés
Partage d'information inadéquat	Ré-entrée manuelle de données à partir de données numériques	Nombre d'emplois concernés par la ré-entrée d'information depuis des sources numériques et temps moyen par emploi	Valeur des ressources en travail perdues
	Nombre d'heures de travail nécessaires à la ré-entrée d'information depuis des sources papier	Nombre d'emplois concernés par la ré-entrée d'information depuis des sources papier et temps moyen par emploi	Valeur des ressources en travail perdues
	Pertes de productivité	Pertes de productivité associées à la recherche, la fourniture et la validation d'informations papier	Valeur des ressources en travail perdues
<b>Coûts des retards</b>			
Retards	Retards sur les produits et services	Durée du retard et capacité productive des équipements	Durée du retard multiplié par la valeur du produit ou du service amélioré pour chaque retard
	Retard dans les profits	Durée du retard et quantité de produits ou services qui auraient été vendus pour chaque retard	Valeur des profits en l'absence de retard moins valeur des profits perdus pour chaque retard
	Ressources inoccupées	Heures de travail non accomplies et matériaux perdus dû aux équipements inoccupés	Valeur du travail et des ressources matérielles perdus

### 3.5. La formation des éléments de coût

Une fois ces coûts identifiés et leurs traductions économiques trouvées, il suffit de caractériser chaque coût en le décomposant en éléments calculables.

Pour fixer les idées, voici un exemple : le calcul d'un élément du coût de la perte de productivité induite par la présence de systèmes redondants pour les entreprises.

100 utilisateurs de l'entreprise utilisent l'outil A.

10% de ces utilisateurs sont obligés de travailler pendant 10% de leur temps avec des outils redondants et leur productivité chute de 30% par rapport à celle de l'outil A.

Le taux horaire chargé est égal à 40 € et le nombre annuel d'heures de travail est estimé à 1 600.

Coût annuel résultant = 100 x 10% x 10% x 30% x 40 € x 1600 soit 19 200 €.

Nous avons ainsi défini deux tables d'éléments de coûts, une pour les entreprises, une pour les MOA. L'avant-dernière colonne fait référence à la plage d'explications dans le rapport [NIST 2004].

Phase	Catégorie du coût	Entreprise : Composant de coût	[NIST 04]	N°
<b>Programmation - conception</b>				
<i>Actions préventives</i>				
		Licences et maintenance des systèmes redondants (CAx)	5-6	1
		Pertes de productivité et apprentissage (CAx)	5-7	2
		Ressources maintenance systèmes redondants (CAx)	5-9	3
		Traduction de données	5-10	4
		R&D sur l'interopérabilité et participation à des consortia industriels	5-11	5
		Coûts induits par des processus inadéquats	5-11	6
<i>Actions correctives</i>				
		Re-saisie manuelle de données	5-13	7
		Vérification de l'information	5-14	8
		Demandes d'information	5-15	9
<i>Retards</i>				
<b>Construction</b>				
<i>Actions préventives</i>				
		Licences et maintenance des systèmes redondants (CAx)	5-6	10
		Pertes de productivité et apprentissage (CAx)	5-7	11
		Ressources maintenance systèmes redondants (CAx)	5-9	12
		Traduction de données	5-10	13
		R&D sur l'interopérabilité et participation à des consortia industriels	5-11	14
		Coûts induits par des processus inadéquats	5-11	15
<i>Actions correctives</i>				
		Re-saisie manuelle de données	5-13	16
		Vérification de l'information	5-14	17
		Demandes d'information	5-15	18
		Reprise d'ouvrage suite à erreur	5-15	19
<i>Retards</i>				
		Durées compressibles sur opérations	5-16	20
<b>Exploitation - maintenance</b>				
<i>Actions préventives</i>				
		Coûts induits par des processus inadéquats		21
<i>Actions correctives</i>				
		Tâches supplémentaires (Q. 2.3.2)	5-14	22
<i>Retards</i>				
		Perte de temps	5-16	23

Phase	Catégorie du coût	MOA : Composant de coût	[NIST 04]	N°
<b>Programmation - conception</b>				
<i>Actions préventives</i>				
		Licences et maintenance des systèmes redondants (CAx)	5-6	1
		Pertes de productivité et apprentissage (CAx)	5-7	2
		Ressources maintenance systèmes redondants (CAx)	5-9	3
		Traduction de données	5-10	4
		R&D sur l'interopérabilité et participation à des consortia industriels	5-11	5
		Coûts induits par des processus inadéquats	5-11	6
<i>Actions correctives</i>				
		Re-saisie manuelle de données	5-13	7
		Vérification de l'information	5-14	8
		Demandes d'information	5-15	9
<i>Retards</i>				
<b>Construction</b>				
<i>Actions préventives</i>				
		Licences et maintenance des systèmes redondants (CAx)	5-6	10
		Pertes de productivité et apprentissage (CAx)	5-7	11
		Ressources maintenance systèmes redondants (CAx)	5-9	12
		Traduction de données	5-10	13
		R&D sur l'interopérabilité et participation à des consortia industriels	5-11	14
		Coûts induits par des processus inadéquats	5-11	15
<i>Actions correctives</i>				
		Re-saisie manuelle de données	5-13	16
		Vérification de l'information	5-14	17
		Demandes d'information	5-15	18
<i>Retards</i>				
		Durées compressibles sur déroulement d'opération	5-16	19
<b>Exploitation - maintenance</b>				
<i>Actions préventives</i>				
		Licences et maintenance des systèmes redondants (CAx)	5-6	20
		Pertes de productivité et apprentissage (CAx)	5-7	21
		Ressources maintenance systèmes redondants (CAx)	5-9	22
		Licences et maintenance des systèmes redondants (GP)	5-12	23
		Pertes de productivité et apprentissage (GP)	5-13	24
		Ressources maintenance systèmes redondants (GP)	5-13	25
		Traduction de données	5-10	26
		R&D sur l'interopérabilité et participation à des consortia industriels	5-11	27
		Coûts induits par des processus inadéquats	5-11	28
<i>Actions correctives</i>				
		Pertes de productivité pour le personnel GP	5-15	29
		Vérification d'information par le personnel GP	5-16	30
		Reprise d'étude par le personnel GP	5-16	31
<i>Retards</i>				
		Perte de temps	5-16	32



## 4. Les données

### 4.1. Les variables locales (de terrain) et les questionnaires

Pour pouvoir calculer tous les éléments de coûts, on a mené deux enquêtes, l'une auprès des entreprises, l'autre auprès des maîtres d'ouvrage et exploitants.

Les éléments des questionnaires d'enquête ont été déterminés par le NIST, et nous avons accepté la contrainte de nous tenir au plus près. Nous avons adapté les questions de l'américain et avons tenu compte de quelques différences culturelles, comme indiqué plus haut, en particulier en ne retenant qu'une unité bien définie pour les surfaces : le m<sup>2</sup> de SHON.

Pour donner une idée, voici un extrait de quelques sujets traités dans le questionnaire destiné aux entreprises :

- évaluation des activités annuelles exprimées en nombre de projets et en m<sup>2</sup> construits par type de patrimoine (Agricole, Commercial, Industriel, Administratif, Logement)
- logiciels (investissements et utilisation) : nombre de licences par type de logiciel, systèmes complémentaires présentant des redondances fonctionnelles, pourcentage d'utilisation de ces systèmes
- R&D dédié à la réduction des défauts d'interopérabilité, frais de participation à des consortia œuvrant dans ce domaine, coût des licences de logiciels et des services de traduction de données,
- Résolution des défauts d'interopérabilité avant le début de la construction : temps consacré à la ressaisie par support d'échange (papier, électronique), temps consacrés à la vérification des versions de documents, nombre moyen de demandes d'informations et heures consacrées à y répondre,
- Résolution des défauts d'interopérabilité pendant et après la construction
- Impacts des retards induits par les défauts d'interopérabilité
- Ressources en équivalents temps plein consacrées aux différentes catégories de logiciels et réduction potentielle de ces ressources par rapport à un processus basé sur des échanges électroniques entre applications parfaitement interopérables.

Pour chacun des questionnaires, nous nous sommes attachés à fournir quelques éléments d'explication lorsque cela paraissait nécessaire.

Nous avons fait évaluer les questionnaires par deux personnes qualifiées pour chaque groupe d'acteurs, et tenu compte de leurs remarques avant l'établissement de la version finale envoyée.

Les retours de questionnaires ont été suivis de demandes d'information lorsque cela était nécessaire : précisions lors de réponses ambiguës, propositions de rectifications lorsque la question avait été manifestement mal comprise (en général, unités non conformes, valeurs non cohérentes), apport d'explications pour tenter d'aider à remplir des parties lacunaires, et de manière générale, tout ce qui pouvait contribuer à valoriser au mieux un travail volontaire déjà produit.

#### 4.1.1. Enquête Entreprises

La FFB, après avoir validé le questionnaire, s'est chargée de l'envoi, sous forme papier, auprès de l'ensemble des entreprises du bâtiment comportant au moins 100 salariés. L'explicitation du but de l'enquête était accompagnée d'une lettre du Président de cette Fédération attestant de l'intérêt qu'attache la FFB à cette étude.



324 questionnaires ont été ainsi envoyés sous forme papier, à remplir manuellement et retourner par courrier, avec un retour de 23 réponses. Une relance a été effectuée quelques semaines plus tard, ciblant davantage les entreprises générales et de maçonnerie qui n'avaient pas répondu. 130 questionnaires envoyés sous la même forme, ont permis un retour de 13 réponses supplémentaires.

La surface annuelle construite par les 36 enquêtés s'élève à plus de 3,5 Mm<sup>2</sup> par an.

#### 4.1.2. Enquête MOA

Notre position de co-animateurs du groupe A (maîtrise d'ouvrage et exploitants) du projet eXpert nous avait mis en situation, pour formaliser les livres blancs de ce groupe<sup>14</sup>, d'effectuer une enquête nationale auprès de ces acteurs. Nous connaissions une grande partie des personnes à contacter, d'autant plus légitimes qu'elles étaient réellement averties, pour avoir participé à ce premier travail, de l'interopérabilité. Comme nous l'avons vu, ces personnes avaient recommandé dans le livre blanc une adaptation de l'étude du NIST à la France.

Nous avons suscité le 1<sup>er</sup> décembre 2009 une journée de rencontres à la FFB à Paris, organisée par Mediaconstruct et la FFB dans le cadre du projet eXpert.

En cette journée, l'étude a été officiellement présentée par son commanditaire.

Le site de BuildingSmart, déjà cité, présente l'invitation et le programme, la synthèse des recommandations du livre blanc du projet eXpert pour les MOA, et les présentations en ligne.

Cette journée a été très suivie (environ 70 participants), et a rappelé, par les présentations faites, l'intérêt de l'interopérabilité en montrant des réalisations concrètes.

Le questionnaire a été envoyé quelques jours plus tard aux participants en version électronique.

L'échantillon comprend des gestionnaires de bâtiments industriels (Aéronautique), de bâtiments à usage commercial (Aéroports) ou institutionnels (Enseignement Supérieur, Conseil Régionaux), du logement (social ou non), etc., pour un patrimoine total géré d'environ 30 Mm<sup>2</sup>.

Nous avons ainsi envoyé, de manière très ciblée, une trentaine de questionnaires et reçu 9 réponses.

## 4.2. Les variables globales nationales et la consolidation

Les informations globales sur le secteur du bâtiment ont été fournies pour la plupart par les services compétents de la FFB. Les types de variables utiles sont :

- pour le calcul du coût du travail :
  - le nombre annuel d'heures ouvrées (1 600 heures)
  - les taux horaires chargés frais généraux inclus (Cadres : 78,9 € ; ETAM : 33,7 €)
  - la durée moyenne d'élaboration d'une demande d'information (2 heures)
  - la perte de productivité, en % de temps de travail, lors de l'utilisation de systèmes redondants (30%)
- pour la consolidation au niveau national :
  - l'estimation de la surface totale des opérations créées annuellement par les entreprises et par les MOA par usage (Agricole, Commercial, Industriel, Administratif, Logement)
- pour la répartition dans le cycle de vie du bâtiment
  - les répartitions estimées des coûts de défaut d'interopérabilité entre phases de durée de vie du bâtiment.

<sup>14</sup> Voir : <http://www.buildingsmart.fr/les-metiers/maitrise-douvrage/documentation/index#moa>

Le tableau suivant présente l'estimation faite par le NIST après recherche de consensus auprès des 70 compagnies :

[NIST 2004] Table 5-2	Programmation Conception	Construction	Exploitation
Entreprises	15 %	85 %	0 %
MOA	27,5%	22,5%	50%

Cette répartition, jugée plausible pour les entreprises, a été appliquée.

Pour les MOA, nous avons considéré que la phase exploitation était plus importante suite à deux analyses concordantes :

- d'après les réponses au questionnaire, les phases de conception et construction durent chacune environ 15 mois soit 2% de la durée d'exploitation d'un patrimoine sur 50 ans.
- l'accroissement du stock (surfaces des constructions neuves ramenées à la surface du patrimoine) est également dans les mêmes proportions.

Nous avons donc appliqué le tableau de répartition suivant :

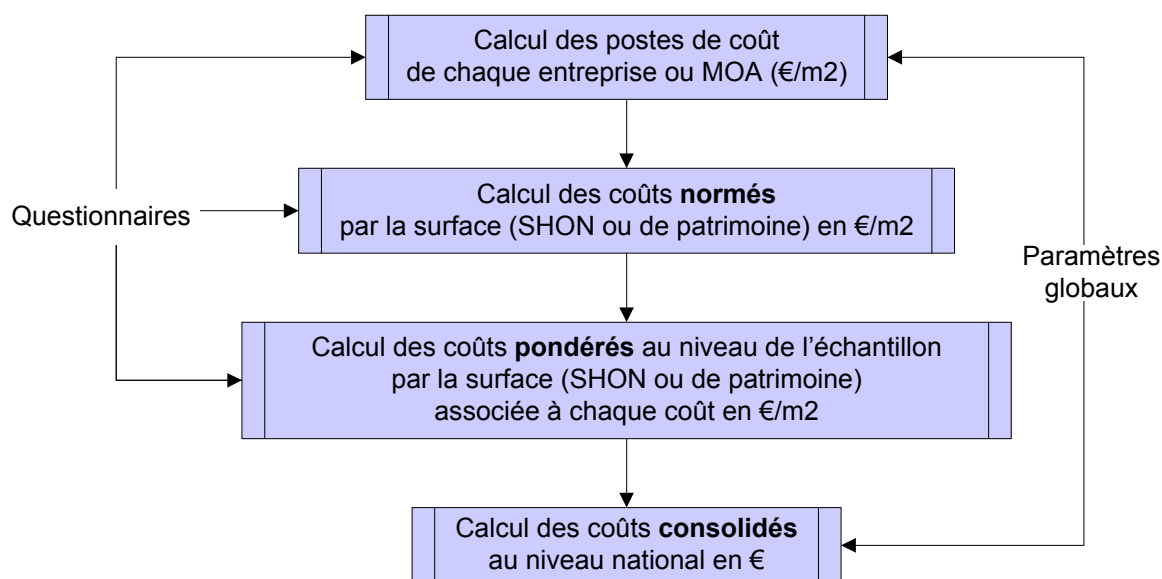
	Programmation Conception	Construction	Exploitation
Entreprises	15 %	85 %	0 %
MOA	2 %	2 %	96 %

## 5. L'exploitation des données

Pour l'exploitation des données (dépouillement des questionnaires, sélection des réponses valides, calculs des coûts), nous avons développé un ensemble de procédures de calcul en VBA<sup>15</sup> qui s'appuie sur deux tableurs respectivement dédiés aux entreprises et aux maîtres d'ouvrage.

Cette structure permet un meilleur contrôle de la pertinence et la justesse de calculs somme toute assez compliqués, un rassemblement en une seule feuille des variables globales dont les changements éventuels peuvent se répercuter partout où cela est nécessaire, et qui permet des études de sensibilité aux paramètres.

Le principe du calcul, après contrôle et saisie des questionnaires, est représenté sur le schéma ci-dessous.



### 5.1. Les échantillons

- Pour les *entreprises* sur les 36 réponses reçues, on peut en retenir 20.

La surface annuelle construite par la totalité des entreprises de l'échantillon s'élève à plus de 3 Mm<sup>2</sup> et certains coûts sont calculés sur près de 2 Mm<sup>2</sup>.

- Pour les *MOA*, en retour de la trentaine de questionnaires envoyés, nous avons reçu 9 réponses utilisables pour 7 d'entre elles.

Pour cet acteur, les surfaces totales de l'échantillon des réponses exploitables sont les suivantes :

- constructions neuves suscitées par les MOA impliqués : ~ 600 000 m<sup>2</sup>
- patrimoine géré : ~ 28 Mm<sup>2</sup>

Ces données, pour les deux types d'acteurs, s'entendent après rappels, demandes d'information, explications, aides diverses de notre part.

On montre ci-après comment nous avons fait le tri des données valides.

### 5.2. La sélection des valeurs utilisables

Malgré nos efforts de relance et d'aide à la rédaction, tous les questionnaires retournés ne sont pas entièrement utilisables, et même certains ont dû être écartés complètement. C'est pourquoi il convient de distinguer dans les retours ceux qui sont réellement utilisables.

<sup>15</sup> VBA : Visual Basic pour Applications

Nous devons *exclure du calcul la totalité d'une contribution* si nous n'avons pas pu obtenir (malgré parfois une certaine insistance) des valeurs fondamentales dont l'absence rend impossible toute normalisation sur l'échantillon pour les surfaces et toute agrégation dans les résultats de l'échantillon. L'exemple type en est l'absence de la SHON des opérations annuelles ou celle de l'étendue d'un patrimoine.

Plusieurs entreprises dont la spécialité est de poser des mètres carrés de vitrage, de couvrir des toits, ou d'installer des climatisations, par exemple, semblent dans l'impossibilité de fournir cette valeur, s'excluant ainsi de l'échantillon final.

Nous devons *exclure partiellement des éléments d'une contribution* lorsque ces éléments manquants mettent en défaut le calcul d'un coût particulier.

Un exemple simple : il est demandé combien d'employés plein temps sont mobilisés par une fonction, et quel pourcentage de leur temps ces personnels gagneraient dans la situation idéale de l'interopérabilité totale. On multiplie le nombre d'employés par le gain de temps, et donc ce coût n'est calculable que si les deux informations sont disponibles pour cette fonction.

La mise en défaut d'un calcul particulier ne signifie pas que le résultat du calcul est nul. Nous revenons sur ce point.

Enfin, nous avons dû effectuer, pour les MOA, un dernier filtrage portant, lui, sur la totalité de l'échantillon, comme on verra plus loin. Une fois la sélection faite, nous avons donc 20 réponses à questionnaire utilisables pour les entreprises et 7 pour les MOA.

L'étude [NIST 2004, pp. 6-4 et 6-5] rapporte que 9 entreprises et 28 MOA ont été sollicités pour les interviews (qui, rappelons-le étaient destinés, à la fois à identifier les coûts possibles d'interopérabilité et à obtenir un consensus sur certaines variables globales, dont la répartition des coûts entre les trois phases du cycle de vie du bâtiment pour chaque type d'acteur). On ne sait pas exactement combien d'entre eux ont rempli des questionnaires, mais il semble raisonnable de penser que chacun d'entre eux en a rempli un.

Pour fixer les idées, le rapport de la population de la France à celle des USA était d'environ 0,21 en 2002, année d'où émanent les valeurs des variables globales de l'étude du NIST.

Notre échantillon de données valides est donc nettement supérieur à ce qu'il a été dans l'étude du NIST si l'on utilise la population de chacun des pays pour établir la comparaison.

### 5.3. Les calculs

Les calculs de coûts ne présentent pas, de manière générale, de difficultés particulières. Leur exposition exhaustive serait lassante. Ils sont présentés, de manière très générale, dans [NIST 2004], pp. 5-1 à 5-20.

Une partie mérite cependant d'être explicitée : les remarques du paragraphe précédent concernant l'utilisation partielle de certaines réponses, pour ne garder que des éléments de coûts fiables, compliquent considérablement les procédures.

Dans le cas où nous avons dû exclure partiellement des éléments d'une contribution lorsque ces éléments manquants mettent en défaut le calcul d'un coût particulier, nous ne pouvons compter cet élément de coût pour nul. Il est plutôt indéfini.

Supposons que ces valeurs lacunaires soient nécessaires au calcul du coût  $C_i$  de l'entreprise  $i$ . Lorsque les coûts  $C_i$  de toutes les entreprises  $i$  sont définis, on peut consolider le coût  $C$  de la totalité de l'échantillon en faisant la somme pondérée sur  $i$  les  $C_i$ , le coefficient de pondération de  $C_i$  étant  $SHON_i$ .

S'il existe des coûts indéfinis, la formule finale change ainsi : la somme pondérée ne se fait que sur les coûts définis, et donc le coût  $C$  n'est pas calculé sur la SHON totale de tout l'échantillon, mais seulement sur la somme des SHON qui a fourni des coûts définis. Ce qui veut dire que chaque élément de coût s'évalue sur une SHON consolidée totale qui peut être différente de celle d'un autre coût.

En échange d'une complexification du calcul, on ménage la possibilité de tenir compte vraiment de *tous les éléments de coûts valides*, ne disqualifiant pas ou ne faussant pas la totalité d'une contribution. Ainsi, on ne compte pas pour nuls les coûts que l'on ne peut calculer. On les exclut d'une partie seulement du calcul, ce qui laisse un résultat exact sur l'ensemble de l'échantillon, avec une application sur une SHON variable pour chaque coût.

## 6. Les résultats

### 6.1. Résultats sur l'échantillon de chaque groupe d'acteur

Les tableaux de coûts déjà évoqués, sont ici remplis des valeurs issues des résultats des calculs de chaque échantillon. On indique aussi la « portée » de chaque calcul : le nombre de m<sup>2</sup> SHON qui a permis l'évaluation du coût correspondant.

#### 6.1.1. Pour les entreprises

Phase	Catégorie du coût	Composant de coût	N°	SHON (m <sup>2</sup> ) ayant contribué au calcul de ce coût	Coût moyen €/m <sup>2</sup>	NIST Coût moyen \$/m <sup>2</sup>
Programmation - conception						
<b>Actions préventives</b>						
		Licences et maintenance des systèmes redondants (CAx)	1	0	---	--
		Pertes de productivité et apprentissage (CAx)	2	1 382 000	<b>0,092</b>	--
		Ressources maintenance systèmes redondants (CAx)	3	1 190 000	<b>0,000</b>	--
		Traduction de données	4	630 000	<b>0,000</b>	--
		R&D sur l'interopérabilité et participation à des consortiums industriels	5	0	---	0,006
		Coûts induits par des processus inadéquats	6	1 255 000	<b>0,63</b>	1,55
<b>Actions correctives</b>						
		Re-saisie manuelle de données	7	2 909 000	<b>3,51</b>	1,74
		Vérification de l'information	8	262 000	<b>0,55</b>	0,06
		Demandes d'information	9	2 939 000	<b>0,03</b>	1,24
<b>Retards</b>						
Construction						
<b>Actions préventives</b>						
		Licences et maintenance des systèmes redondants (CAx)	10	0	---	--
		Pertes de productivité et apprentissage (CAx)	11	1 382 000	<b>0,52</b>	--
		Ressources maintenance systèmes redondants (CAx)	12	1 190 000	<b>0,00</b>	--
		Traduction de données	13	630 000	<b>0,002</b>	--
		R&D sur l'interopérabilité et participation à des consortiums industriels	14	0	---	0,03
		Coûts induits par des processus inadéquats	15	1 255 000	<b>0,98</b>	8,78
<b>Actions correctives</b>						
		Re-saisie manuelle de données	16	2 399 000	<b>0,76</b>	1,19
		Vérification de l'information	17	220 000	<b>0,74</b>	--
		Demandes d'information	18	2 359 000	<b>0,88</b>	1,74
		Reprise d'ouvrage suite à erreur	19	1 727 000	<b>0,98</b>	0,11
<b>Retards</b>						
		Durées compressibles lors des opérations	20	1 569 000	<b>7,01</b>	0,12
Exploitation - maintenance						
<b>Actions préventives</b>						
		Coûts induits par des processus inadéquats	21	1 095 000	<b>0,000</b>	--
<b>Actions correctives</b>						
		Tâches supplémentaires	22	835 000	<b>0,069</b>	--
<b>Retards</b>						
		Perte de temps	23	1 679 000	<b>0,287</b>	0,048
<b>TOTAL</b>					<b>17,06</b>	<b>17,01</b>

/Les sommes peuvent ne pas être parfaitement exactes, pour des questions d'arrondi/

## Légende du tableau et précision des résultats

Les résultats de la présente étude apparaissent en noir. La dernière colonne représente les résultats synthétiques de l'étude du NIST ([NIST 2004], p. 6-10), et sont imprimés en bleu. Les postes de coût correspondent, à l'exception peut être du 23 (glissement apparent dans l'étude du NIST) mais qui reste de toutes façons un des trois coûts de la phase maintenance-exploitation.

La présence de 3 tirets (---) dans la colonne « Coût moyen €/m<sup>2</sup> » signifie que le coût n'a pas pu être calculé. C'est le cas lorsqu'aucun des contributeurs n'a répondu à la (ou aux) question(s) permettant d'évaluer ce coût. La valeur de la SHON correspondante est alors nulle et le coût ne contribue pas à la somme globale.

La présence de deux tirets (--) dans la colonne « Étude du NIST : Coût moyen \$/m<sup>2</sup> » veut dire, ce que mentionne la page 6-1 de l'étude [NIST-2004], "Where costs were not able to be captured adequately, dashed lines are placed in this chapter's tables".

Cette phrase est peu explicite sur les raisons, mais comme indiqué plus haut, nous n'avons pu obtenir d'éclaircissements directement de la part des auteurs de l'étude.

Nous faisons l'hypothèse qu'il y a de grandes chances, que, peu ou prou, les raisons en soient les mêmes que celles que nous mentionnons pour notre étude, bien que nous n'ayons pas vraiment de certitude sur la manière dont ces éléments ont été traités dans le calcul. C'est pourquoi nous différencions des cas peut-être identiques par des symboles différents.

Les données sont présentées ici avec deux à trois chiffres après la virgule. *Cette représentation ne correspond pas à la précision des valeurs de coût.* Nous avons donné (comme le NIST) deux chiffres après la virgule lorsque la valeur d'un résultat est supérieure à 0,1 €/m<sup>2</sup> et trois chiffres pour une valeur inférieure à 0,1, de manière à en avoir une idée tout de même.

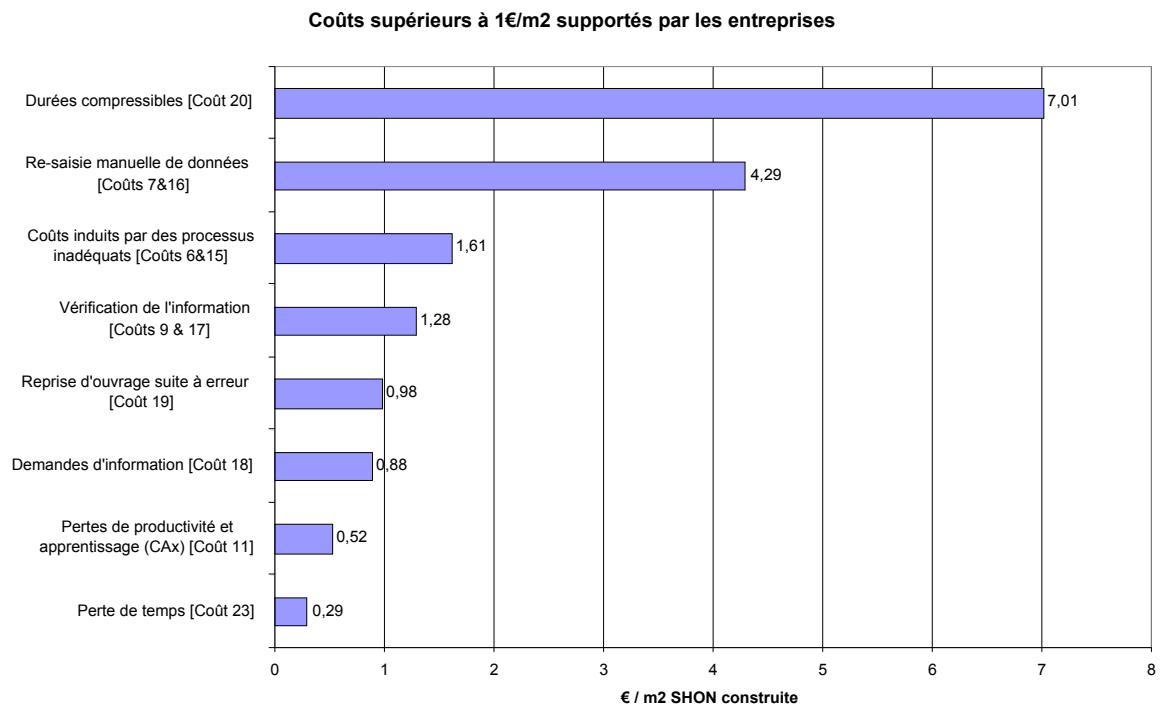
## Analyse des résultats et commentaires

### *Les résultats directs émanant de l'échantillon*

Ils sont indiqués en caractères gras : à chaque composant de coût correspond un coût moyen en €/m<sup>2</sup> qui a été évalué, à l'intérieur de notre échantillon, sur la SHON mentionnée en regard. On peut penser, comme nous l'avons déjà indiqué, que chaque élément de coût est d'autant plus précis qu'il est évalué sur une SHON élevée.

La somme des coûts des défauts d'interopérabilité pour l'échantillon disponible des entreprises en France en fin 2009 est de l'ordre de 17 € pour chaque m <sup>2</sup> de SHON construit. On a vu que cette valeur est sous-estimée par l'application de la méthode même.
--

Si nous ne considérons que les coûts les plus élevés (supérieurs individuellement à 0,1 €/m<sup>2</sup>), et que nous regroupons les coûts semblables en les sommant sur les phases de durée de vie du bâtiment, nous obtenons le diagramme suivant :



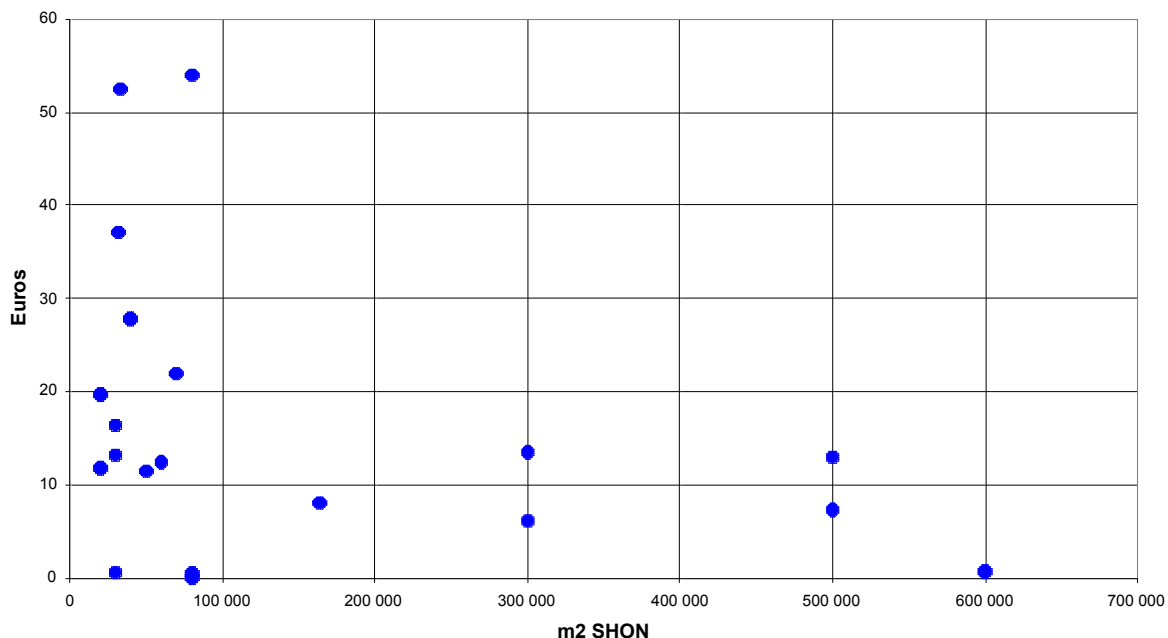
Ce sont les coûts sur les durées compressibles sur opérations (ce que l'on pourrait gagner en termes de durée d'une opération moyenne si tout le flux d'informations était interopérable) qui représentent la majeure partie (41%) du coût total. Viennent ensuite les coûts de re-saisie manuelle des informations, pour 25,1%.

Le recours à des formats standards d'échange, l'utilisation d'outils de travail collaboratif qui fluidifient les échanges sont des pistes à explorer pour réduire ces deux postes qui pèsent 2/3 des coûts subis par les entreprises.



On peut aussi reprendre l'échantillon des entreprises pour croiser les coûts supportés pour défauts d'interopérabilité avec la SHON à la construction de laquelle elle participe chaque année. Le diagramme suivant montre que les entreprises de l'échantillon représentées par un rond bleu se trouvent cantonnées dans deux rectangles<sup>16</sup>.

Coûts des défauts d'interopérabilité en fonction de la SHON pour les entreprises de l'échantillon



La première zone verticale le long de l'axe des coûts comporte un nuage d'entreprises dispersées mais dont certaines, relativement petites, puisque construisant « peu » (relativement à d'autres), supportent des coûts vraiment élevés.

L'autre zone, horizontale est celle des entreprises qui dépensent peu, et construisent beaucoup. On voit que toutes les entreprises qui construisent plus de 100 000 m<sup>2</sup> par an se trouvent avec des coûts au dessous de la moyenne de 17 €.

Plusieurs raisons pourraient être explorées pour expliquer un tel résultat. Une des plus probables semble être celle-ci :

Les grosses entreprises ont dépensé déjà pour pallier les défauts d'interopérabilité, souvent avec des solutions maison, et ont des personnes dédiées à ce travail (qu'elles oublient peut être de mentionner dans leurs réponses, ces personnes faisant aussi autre chose). Les solutions étant bien rodées, chaque cas particulier relève d'un cas général connu ou déjà rencontré que l'on sait traiter au plus vite par tel ou tel traducteur de format, telle démarche auprès du fournisseur de données, ou autre. Ainsi chaque m<sup>2</sup> coûte moins car on connaît déjà une procédure, par exemple d'évitement, bien expérimentée, bien documentée (même si ce n'est parfois que dans la mémoire de tel ou tel collaborateur).

Les petites entreprises ont moins d'expérience de situations diverses, ne se sont pas faites à l'idée d'avoir un personnel vraiment dédié à ces problèmes et traitent chaque cas comme un nouveau cas qui lui coûte aussi cher que si on ne l'avait jamais rencontré.

Quelque soient les raisons réelles (et il y en a de multiples possibles suivant l'histoire et la structure de chaque entreprise), la plupart des petites entreprises sont plus affectées financièrement, par les défauts d'interopérabilités, que les grosses.

<sup>16</sup> Ce graphique n'émane évidemment pas directement du tableau synthétique précédent, mais de résultats intermédiaires du calcul qui a amené à la synthèse.

### *La comparaison avec les résultats du NIST*

Les deux dernières colonnes du tableau des coûts permettent de comparer les résultats de la présente étude sur l'échantillon disponible et de celle du NIST.

Nous devons cependant affirmer fortement que cette comparaison n'a pas de sens si elle est faite du seul point de vue quantitatif. En effet, ces deux colonnes représentent des coûts qui ne sont pas exprimés dans la même unité : la première est évaluée en euros de 2009 par m<sup>2</sup> de SHON. La seconde est en dollars de 2003 par m<sup>2</sup> de surface construite de ce pays.

Comme nous l'avons déjà mentionné, la « surface construite » semble être une notion peu normalisée aux USA, et est de toute façon différente de la SHON. Nous ne parlons donc pas des mêmes mètres carrés. L'euro et le dollar fluctuent l'un par rapport à l'autre et il serait hasardeux de chercher, dans le cadre de cette étude, combien vaut un \$ de 2002 ou 2004 (durée de l'étude états-unienne) en euros de fin 2009.

Il est donc avisé de considérer que la quasi identité des coûts au m<sup>2</sup> (17 en valeur) apparaissant dans le bas des deux dernières colonnes du tableau, est le simple fruit du hasard.  
**Cependant, on peut dire que les ordres de grandeurs de ces coûts pour les entreprises sont les mêmes, en France et aux USA.**

En examinant le tableau des coûts, il apparaît que ce qui coûte le plus cher en termes de défauts est différent dans nos deux pays.

C'est le coût des processus inadéquats (6 & 15) qui l'emporte aux USA avec 61% des coûts totaux, suivi, comme en France, du coût de re-saisie manuelle (coûts 7 et 16 pour 17,2%).  
Le premier poste en France porte sur les durées compressibles des opérations (coût 20).

**Les deux coûts les plus pénalisants sont, pour les deux pays, de l'ordre des deux tiers des coûts totaux.**

La différence sur le premier poste de coût entre pays est peut être due à un problème culturel à la fois d'interprétation du questionnaire et des pratiques d'entreprise, des modes de travail et de la division des tâches.

### *Les résultats finaux étendus à l'ensemble des entreprises*

Cependant, il est un biais beaucoup plus important, qui porte sur les différences d'échantillons entre la France de notre étude et les États-Unis de l'étude du NIST.

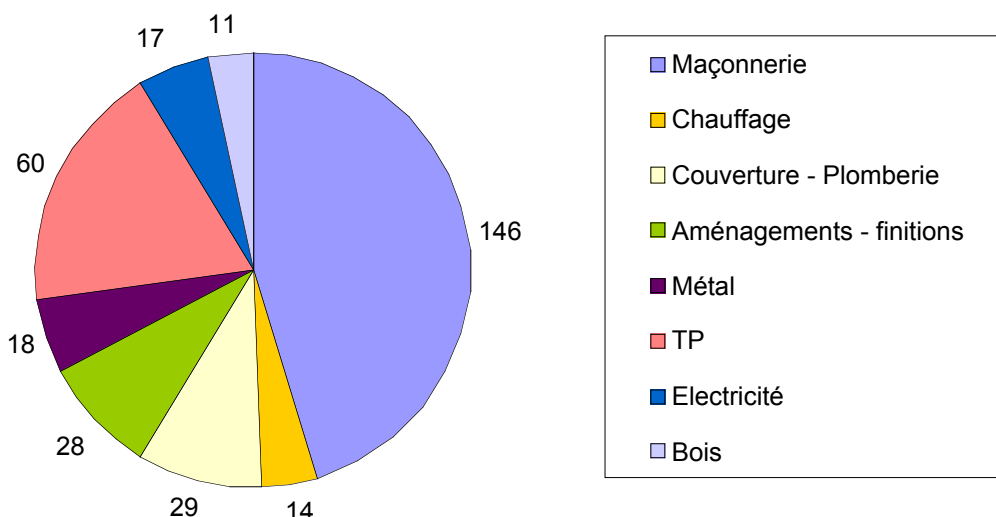
En effet, considérons les différences de ces deux échantillons et ses conséquences :

Le groupe des entreprises américaines consultées par le NIST dans son étude est un groupe homogène composé de 9 entreprises générales (General Contractors).

Les entreprises françaises sollicitées par la FFB ont été sélectionnées selon leur taille, à savoir un effectif supérieur à 100. La cible ainsi obtenue comprend 323 entreprises dont le tableau suivant présente la répartition par activité :

Activité	Entreprises sollicitées		Questionnaires reçus	Questionnaires exploités	
	Nombre	Pourcentage		Nombre	Pourcentage
Maçonnerie	146	45%	23	16	76%
Chauffage	14	4%	3	2	10%
Couverture - Plomberie	29	9%	2	1	5%
Aménagements - finitions	28	9%	2	1	5%
Métal	18	6%	4	1	5%
TP	60	19%	1	0	0%
Electricité	17	5%	0	0	0%
Bois	11	3%	0	0	0%
	<b>323</b>	<b>100%</b>	<b>35</b>	<b>21</b>	<b>100%</b>

### Répartition des entreprises sollicitées

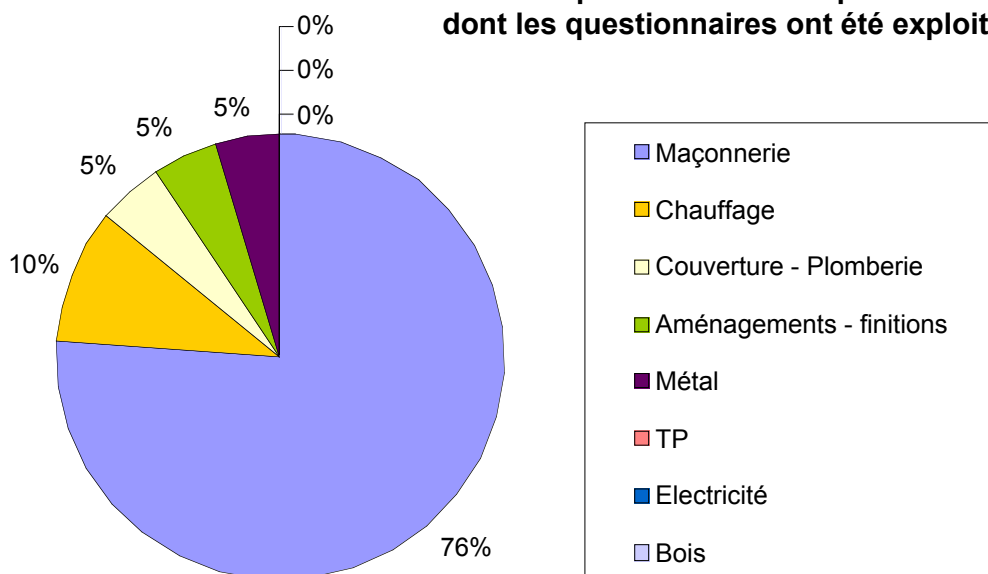


Dans un souci de comparaison avec les valeurs du NIST, nous avons exprimé les résultats comptés par m<sup>2</sup>. Cette unité de surface construite au sol a un sens pour les entreprises de maçonnerie mais il n'en est pas de même pour tous les corps d'état et à fortiori pour l'activité Travaux Publics.

Ceci explique que la répartition des questionnaires reçus puis exploités diffère fortement de la répartition initiale.

Comme l'indique le graphique suivant, environ les trois quarts des questionnaires exploités ont été remplis par des entreprises de gros œuvre.

### Répartition des entreprises dont les questionnaires ont été exploités



Dans l'étude du NIST, les coûts des défauts d'interopérabilité subis par l'ensemble des intervenants d'une opération sont additionnés et conduisent à une valeur globale de l'ordre de 53 €/m<sup>2</sup>. Cette valeur prend en compte les coûts de la maîtrise d'ouvrage, des maîtres d'œuvre, des industriels et des entreprises générales.

La valeur de 17 €/m<sup>2</sup> que nous avons extraite de notre échantillon traduit principalement les coûts subis par les entreprises de gros œuvre puisque celles-ci sont largement majoritaires. Considérons une opération classique à laquelle participera une entreprise de gros œuvre et des entreprises spécialisées dans différents corps d'état. Il n'est pas légitime d'appliquer notre valeur à chacune des entreprises.

Donc, les coûts qui ont été calculés estiment les défauts d'interopérabilité subis par une entreprise lorsqu'elle considère les conséquences de ces défauts pour son activité propre, dans les échanges internes et avec les autres intervenants. Il faudrait pour être précis considérer l'ensemble du processus en analysant un grand nombre d'opérations et en suivant l'ensemble des intervenants de ces opérations.

On peut cependant affirmer que la valeur de 17 €/m<sup>2</sup> ne représente que les coûts subis par une entreprise de gros œuvre quand elle analyse l'ensemble de sa production annuelle. Pour une opération donnée, les coûts subis par l'ensemble des entreprises impliquées seront bien supérieurs.

La méthode du NIST, employée sur l'échantillon disponible ne permet pas d'extrapoler pour tenir compte de la diversité des entreprises françaises.

A défaut d'éléments plus précis et en se basant sur la répartition du chiffres d'affaires entre les entreprises de gros œuvre et les autres, nous considérons qu'il conviendrait de doubler les coûts des défauts d'interopérabilité calculés.

**Nous apprécions donc à 35 €/m<sup>2</sup> l'ensemble des coûts subis par les entreprises françaises impliquées dans une opération de construction.**

### 6.1.2. Pour les MOA

L'enquête était divisée en deux parties : l'une concernait l'activité de MOA comme maître d'ouvrage, qui programme, conçoit ou fait concevoir, et construit de nouveaux bâtiments qui viennent enrichir son patrimoine.

L'autre partie s'intéressait à l'activité de gestionnaire de patrimoine de ce même acteur.

Ces deux parties portent évidemment sur des SHON bien différentes : on gère généralement beaucoup plus de m<sup>2</sup> que l'on en construit annuellement.

Un phénomène inattendu s'est produit qui bouleverse l'étendue des résultats atteignables. En effet, après analyse des questionnaires utilisables, il est apparu des disparités très grandes entre les réponses concernant la première partie de l'enquête, et l'on a vu des valeurs extrêmement disparates sur un très petit nombre de contributeurs (7 réponses seulement sont en fait exploitables).

Notre première estimation des coûts de conception/construction a ainsi montré des écarts entre contributeurs qui, sur certains éléments de coûts, étaient parfois dans un rapport pouvant dépasser 100.

Par entretiens téléphoniques, nous avons essayé de comprendre les causes de ces disparités. Il semblerait que la principale réside dans la pratique de du métier. Certains font appel à une assistance à la maîtrise d'ouvrage, d'autres exécutent toutes les opérations de conception/construction en interne, d'autres enfin délèguent la totalité des prestations en externe. On a ainsi mesuré que, en continuant dans la voie prévue, l'on pouvait agréger des coûts qui n'avaient rien à voir les uns avec les autres, s'adressant de plus, suivant le type de structure concernée, à des services complètement différents d'une organisation à l'autre.

On rajoutera que les informations que nous avons obtenu sur cette partie du questionnaire étaient extrêmement lacunaires, sur un petit échantillon, cette partie de l'activité des MOA ne semblant pas, dans le thème abordé par l'étude, le sujet d'inquiétude ou d'intérêt majeur.

Ces diverses raisons nous ont montré que le questionnaire n'était pas assez fin pour faire face à ces différences de pratiques que l'on rencontre en France, adaptation au contexte que nous n'avions pas prévue,

Nous avons donc dû renoncer à exploiter la partie de l'enquête concernant les constructions nouvelles pour les MOA.

Faute d'un questionnaire adapté à une pluralité de pratiques, les réponses à la première partie de l'enquête portant sur les activités de conception et de construction des MOA n'a pu être exploitée dans des conditions scientifiquement convenables.

Il a donc été décidé de ne pas publier de résultats sur cette partie, qui pourraient induire en erreur sur la réalité de la situation sur le terrain.

Le tableau récapitulatif ci-dessous reprend donc celui qui est annoncé au paragraphe 3.5, amputé des phases de Programmation-Conception et de Construction.

Phase	Catégorie du coût	Composant de coût	N°	SHON (m <sup>2</sup> ) ayant contribué au calcul de ce coût	Coût moyen €/m <sup>2</sup> /an	Coût moyen \$/m <sup>2</sup> /an selon étude NIST
Programmation – conception		(pour mémoire, non traité)				
Construction		(pour mémoire, non traité)				
Exploitation - maintenance						
<b>Actions préventives</b>						
		Licences et maintenance des systèmes redondants (CAx)	20	0	----	--
		Pertes de productivité et apprentissage (CAx)	21	0	----	--
		Ressources maintenance systèmes redondants (CAx)	22	0	----	--
		Licences et maintenance des systèmes redondants (GP)	23	0	----	0,003
		Pertes de productivité et apprentissage (GP)	24	26 750 000	<b>0,028</b>	0,004
		Ressources maintenance systèmes redondants (GP)	25	28 120 550	<b>0,000</b>	0,13
		Traduction de données	26	20 250 000	<b>0,019</b>	--
		R&D sur l'interopérabilité et participation à des consortia industriels	27	0	----	0,001
		Coûts induits par des processus inadéquats	28	21 517 550	<b>2,20</b>	0,46
<b>Actions correctives</b>						
		Pertes de productivité pour le personnel GP	29	21 370 550	<b>0,048</b>	0,17
		Vérification d'information par le personnel GP	30	21 370 550	<b>0,034</b>	1,33
		Reprise d'étude par le personnel GP	31	0	----	0,001
<b>Retards</b>						
		Perte de temps	32	28 120 550	<b>0,000</b>	0,42
				<b>TOTAL</b>	<b>2,33</b>	<b>2,51</b>

/Les sommes peuvent ne pas être parfaitement exactes, pour des questions d'arrondi/

### Légende du tableau et précision des résultats

Les résultats de la présente étude apparaissent en noir. Une dernière colonne représente les résultats synthétiques de l'étude du NIST ([NIST 2004], p. 6-16 et 6-17), et sont imprimés en bleu

La présence de 3 tirets (---) ou de deux tirets (--) correspond à ce qui a été dit pour les entreprises au paragraphe 6.1.1.

Rappelons aussi de ce paragraphe que le nombre de chiffres après la virgule *ne correspond pas à la précision des valeurs de coût.*

## Analyse des résultats et commentaires

### *Les résultats de la présente étude*

Ils sont indiqués en caractères gras : à chaque composant de coût correspond un coût moyen en €/m<sup>2</sup>/an qui a été évalué, à l'intérieur de notre échantillon, sur la SHON mentionnée en regard. On peut penser, comme nous l'avons déjà indiqué, que chaque élément de coût est d'autant plus précis qu'il est évalué sur une SHON élevée.

La somme des coûts des défauts d'interopérabilité pour les gestionnaires de patrimoine en France en fin 2009 est de l'ordre de 2,3 € par an pour chaque m<sup>2</sup> de SHON géré.

Le poste de coût prépondérant est un coût d'action préventive, qui concerne 94% du coût total, et qui est dû à la présence de processus inadéquats.

Le chapitre 6 de l'étude NIST ([NIST 2004], pp. 6-1 et sq) traite très complètement de ce type de coûts.

### *La comparaison avec les résultats du NIST*

Les deux dernières colonnes du tableau des coûts permettent de comparer les résultats de la présente étude et de celle du NIST.

Nous rappelons que cette comparaison n'a pas de sens si elle est faite du seul point de vue quantitatif. En effet, ces deux colonnes représentent des coûts qui ne sont pas exprimés dans la même unité : la première est évaluée en euros de 2009 par m<sup>2</sup> de SHON et par an. La seconde est en dollars de 2003 par m<sup>2</sup> de surface construite et par an aux USA.

On peut dire que les ordres de grandeurs de ces coûts de gestion du patrimoine pour les MOA sont les mêmes, en France et aux USA.

En examinant le tableau des coûts, il apparaît que la tendance marquant ce qui coûte le plus cher en termes de défauts est différente entre nos deux pays.

Ces sont les coûts induits par des processus inadéquats qui l'emportent en France, représentant la quasi totalité des coûts totaux.

Deux éléments : les coûts de vérification de l'information ajoutés à ceux induits par les processus inadéquats forment aux USA la quasi-totalité des coûts totaux pour ce pays. Les coûts induits par les processus inadéquats, s'ils sont relativement moins importants aux États-Unis qu'en France, n'en occupent pas moins la deuxième place dans chaque pays.

## 6.2. Fiabilité, précision, éléments d'incertitude

On aura compris sur les tableaux précédents, qu'un élément de coût a d'autant plus de chances d'être fiable qu'il a été évalué sur une grande surface SHON. Une grande SHON indique le plus souvent que beaucoup de contributeurs ont répondu de manière complète aux questions qui permettent de calculer le coût.

Les questionnaires permettent d'avoir une vue de données objectivables et quantifiables. Le dépouillement des questions ouvertes de l'enquête, les entretiens téléphoniques révèlent d'autres pertes d'efficacité, plus subjectives, plus spéculatives, moins objets de mesures, et plus sujettes à caution. Nous n'avons pu en tenir compte au niveau quantitatif, mais les écarter revient de fait à sous-estimer, une fois encore, les coûts.

Nous n'avons pas pu apporter suffisamment d'attention à un phénomène déjà mentionné : le principe du scénario idéal sur lequel est basée la plus grande partie de l'étude, impliquerait de restreindre l'envoi des questionnaires à des personnes suffisamment averties des questions d'interopérabilité. Faute d'avoir correctement estimé ce phénomène (qui n'est vraiment apparu qu'à la réception des réponses et aux compléments d'information qui ont eu lieu à la suite de cette réception), nous avons un biais que l'on pourrait exprimer par un triple constat :

- ceux qui sont avertis et sensibilisés ne sont pas en assez grand nombre (bien que du côté MOA nous pensons les avoir bien identifiés)
- ces mêmes contributeurs avertis ont déjà mis en pratique partiellement l'interopérabilité, et affichent donc des coûts d'interopérabilité plus faibles que les autres, puisqu'ils sont plus près du scénario idéal
- ceux qui ne sont pas assez avertis sont trop nombreux et pèsent dans les résultats. Ils pèsent d'autant plus que, étant moins avertis, ils connaissent moins l'interopérabilité, et peuvent donner des réponses moins pertinentes (donc moins précises) concernant le décalage entre leur situation et une situation totalement interopérable. Cela donne des résultats plus répartis entre sous et surestimation, que nous pourrions considérer à somme nulle sur de très gros échantillons, mais dont nous ignorons la portée pour les échantillons de cette taille. Il est tout de même raisonnable de penser que la répartition générale des réponses trouve une moyenne entre les deux extrêmes. En tous cas nous prendrons comme hypothèse que cette incertitude ne fausse pas radicalement le résultat.

Les trois remarques précédentes conduisent encore à une raison de plus qui s'ajoute aux précédentes pour estimer que le résultat final est sous-estimé.

L'enquête d'une part et le modèle de calcul de l'autre ont tendance, globalement, à sous-estimer les résultats.

Les coûts des défauts d'interopérabilité calculés et annoncés dans cette étude sont obligatoirement plus faibles que les coûts réels.



## 6.3. Consolidation nationale

### 6.3.1. Pour les entreprises

Les données suivantes ont été collectées par la FFB à partir des sources SOeS et Sit@del2 :

Surface en m <sup>2</sup> de logements commencés	2008
Logements individuels purs	22 438 494
Logements individuels groupés	4 844 598
Logements collectifs	12 162 976
Logements en résidence	913 069
Total logements commencés	40 359 137
<b>Total hors logements individuels</b>	<b>13 076 045</b>

Surface en m <sup>2</sup> de locaux commencés	2008
Hébergement hôtelier	595 643
Bureaux	4 797 917
Commerce	4 657 801
Artisanat	42
Bâtiment industriel	8 414 968
Exploitation agricole ou forestière	6 736 870
Entrepôt	3 675 688
Bâtiment de service public ou d'intérêt collectif	7 266 108
<i>enseignement - recherche</i>	<i>1 824 145</i>
<i>culture - loisirs</i>	<i>1 758 357</i>
<i>santé</i>	<i>2 349 910</i>
<i>action sociale</i>	<i>841 394</i>
<i>transport</i>	<i>106 936</i>
<i>ouvrages spéciaux</i>	<i>385 366</i>
Surface totale des locaux	36 145 037
Annulations <sup>17</sup>	283 437
<b>Surface totale hors annulations</b>	<b>35 861 600</b>

En additionnant les surfaces de logements et de locaux, 49 Millions de m<sup>2</sup> ont été construits en 2008.

Sur la base d'un coût de 35 €/m<sup>2</sup>, le total des économies potentielles au niveau national s'élève à 1715 M€.

Cela représente 4% des 38 Md€ du chiffre d'affaires 2008 de la construction, hors logement individuel.

### 6.3.2. Pour les MOA

L'échantillon est trop faible pour que l'on puisse raisonnablement extrapoler les résultats au niveau national.

Le coût de 2,3 € par m<sup>2</sup> et par an est toutefois parlant pour un gestionnaire car il peut le comparer aux valeurs dont il a l'habitude comme le coût d'une opération de relevé et celui des dépenses récurrentes de gestion (énergie, nettoyage,...)

<sup>17</sup> Les annulations indiquent la surface de locaux commencés dont les permis ont été annulés (par décision administrative ou volontairement) parmi l'ensemble des permis de construire au mois n.

## 6.4. Le ressenti de l'interopérabilité

L'exploitation des questions ouvertes ou des commentaires laissés par les contributeurs apportent quelques renseignements sur ce que l'on pourrait nommer « le ressenti de l'interopérabilité ». Ce sont évidemment des appréciations qualitatives, mais, à faire une telle enquête, il aurait été dommage de ne pas demander leurs avis à ceux qui voulaient bien les fournir.

L'interopérabilité, ça coûte aussi à installer, font remarquer plusieurs contributeurs. S'ils sont persuadés que cela coûte cher une fois seulement, ils savent aussi que les moyens d'argumentation pour convaincre d'engager cette dépense ne sont pas simples.

### 6.4.1. Pour les entreprises

Pour l'un, qui a dû avoir une expérience malheureuse, le résultat est nul (dépenses d'argent et de temps inutiles).

Pour d'autres, l'interopérabilité « ne marche pas » car *il faut que tous les acteurs changent*<sup>18</sup>, et, en attendant, ils se sentent seuls à faire de gros efforts qui ne coûtent qu'à eux et qui ne leur apportent rien en retour.

Une autre manière, sans doute de dire que si la chaîne des acteurs n'est pas passée à l'interopérabilité, le gain ne peut être que faible, voire négatif (investissements d'un côté, pas de retours d'avantages de l'autre). C'est une opinion assez largement partagée au sein des partenaires du projet d'eXpert.

#### Paradoxes

Plusieurs « paradoxes » sont énoncés :

- Le tout informatique oblige à imprimer sans arrêt du papier
- Le tout numérique permet aux erreurs de se propager sans que personne ne vérifie quoique ce soit sur la chaîne (trop long à lire ou visualiser) et les erreurs à l'arrivée coûtent beaucoup plus cher, en reprise d'ouvrage généralement. C'est là un phénomène que nous avons identifié déjà, lors d'une enquête différente auprès de maîtres d'œuvre, dans les années 1990 ! [Fortassin 1990]).
- Le numérique est source de temps perdu par le flot d'informations arrivant sans cesse de toutes parts, qu'il faut identifier et traiter très vite.

Les problèmes des entreprises ne sont pas là rapporte un autre : l'interopérabilité est un petit problème qui cache des problèmes beaucoup plus difficiles à résoudre et beaucoup plus coûteux (marchés, ambiguïtés dans les contrats et les engagements des acteurs, etc.)

Certains se contenteraient d'imposer des formats, même propriétaires, pour des fichiers clés : ceux de plans, des textes, etc.

Si l'interopérabilité, pour les entreprises, est un enjeu peut être encore insuffisamment compris, la nécessité de formats d'échanges normalisés pour la communication de l'ensemble des acteurs semble être une priorité.

Ces remarques qualitatives, loin des évaluations chiffrées, montrent qu'un effort pédagogique est encore à faire auprès des entreprises.

### 6.4.2. Pour les MOA

Les livres blancs de la première phase du projet eXpert avaient déjà amené un certain nombre de remarques dont on peut prendre connaissance surtout dans le livre blanc<sup>19</sup> #2 des MOA et dans la synthèse des deux livres.

<sup>18</sup> C'est d'ailleurs le point de vue de beaucoup de participants du projet eXpert

Les contributeurs ont cependant amené quelques idées nouvelles (les livres blancs datent d'un peu moins de deux ans) :

- Pour un MOA, dit l'un des contributeurs, l'interopérabilité est absolument nécessaire à partir du DOE.
- Car, dit un autre, le DOE est source de retard, et a un coût important de contrôle des données.
- Ce même contributeur, très avancé dans la voie de l'interopérabilité, évoque les coûts difficiles à évaluer de la transformation des habitudes du personnel, leur mutation vers de nouvelles méthodes de travail.

Remarquons qu'effectivement, l'interopérabilité appelle le travail coopératif.

### Paradoxes

Nous en citons deux :

- « Le vrai problème que posera l'interopérabilité complète sera la validation des différentes étapes par les différents acteurs, car la vitesse de la diffusion sera telle que certains acteurs accepteront difficilement cette... "perte de temps" ! »
- « C'est la méthodologie de travail qui est inadaptée aux contraintes administratives, techniques et financières actuelles. Il y a lieu de recentrer les agents sur leur métier et leurs compétences professionnelles mis à mal par des outils non opérationnels. »

L'introduction de l'interopérabilité serait à même de faire revoir ces méthodes de travail : gains indirects escomptés...

## 6.5. Les limites de la transposition

Il semble que l'étude du NIST soit à la fois trop précise et trop vague. Tellement précise par endroits qu'elle prétend tenir compte des réductions pour achats en quantité de logiciels de CAX. Trop vague ailleurs quand elle répartit les coûts en pourcentages résultant d'interviews consensuels sur la répartition en cycles de vie.

Pratiquement, le questionnaire n'est pas un outil très adapté à la distinction en phases, et l'on a vu que les clefs de répartition entre phases étaient sujettes à interprétations. Il est difficile pour un MOA de ne pas distinguer les coûts/m<sup>2</sup> de SHON construite et les coûts annuels par m<sup>2</sup> de patrimoine, ce qui dépend en partie, selon l'étude NIST, d'un tableau général de répartitions entre phases.

D'autant que, plus il y a d'interopérabilité, plus cette distinction de coûts en phases est difficile, voire impossible à faire. S'affranchir de détailler les coûts par phase a de plus l'avantage de présenter des résultats plus fiables, et plus synthétiques, donc plus facilement compréhensibles.

Notre sentiment global après enquête, est qu'il n'est pas raisonnable de vouloir approcher précisément le détail des coûts par phase, en particulier pour les coûts de prévention. L'interopérabilité ne se morcelle pas. Si par exemple, on ne souhaite pas que les employés restent inoccupés en attendant de l'information, ou bien qu'ils n'aient pas de ressaisie à effectuer, c'est tout le processus de production qu'il faut améliorer, et pas seulement les actions menées dans telle ou telle phase. L'interopérabilité, *et cela aura un coût de mise en œuvre*, doit s'étendre sur l'ensemble d'un processus pour qu'elle soit utile, car opérante à chaque instant. La limiter à une partie de la chaîne de traitement de l'information n'a pas de sens en termes économiques, car là où elle n'est pas, ne serait-ce qu'en un seul point, il faudra dépenser encore (par exemple en ressaisies, ou en traduction de formats).

<sup>19</sup> Voir : <http://www.buildingsmart.fr/les-metiers/maitrise-douvrage/documentation/index#moa>

## 7. Conclusions

A l'issue de l'adaptation de la méthode du NIST au contexte français, on peut conclure que :

**Les coûts des défauts d'interopérabilité sont, au minimum, de :**

**- 35 €/m2 en construction pour les entreprises,  
- 2,3 €/m2 /an en exploitation pour les Maîtres d'ouvrage  
et gestionnaire de patrimoine.**

**Ces coûts sont sous-évalués, pour des raisons de méthode, de modèle, d'incomplétude des réponses.**

Les coûts des entreprises sont des coûts liés aux opérations et qu'il peut être instructif de comparer aux marges de ces entreprises.

Les coûts subis par les gestionnaires de patrimoine sont à rapprocher de valeurs plus familières comme le coût d'un relevé ou celui d'autres dépenses récurrentes comme l'énergie et le nettoyage.

Ils sont suffisamment incitatifs pour décider les maîtres d'ouvrage à impulser de nouvelles pratiques et les entreprises à reconfigurer certains processus.

Il leur faudra investir : constitution de systèmes d'information interopérables, équipement de logiciels, formation de personnels, réorganisation de processus, généralisation du travail collaboratif, etc.

Ce sera l'occasion d'organiser les services de manière plus rationnelle, d'éviter de nombreuses tâches improductives, en assurant une meilleure et plus fluide circulation de l'information entre acteurs.

La réduction des coûts des défauts d'interopérabilité est une motivation mais les retombées ne seront pas seulement financières et il est probable tous les efforts auront aussi des effets bénéfiques sur la qualité des constructions.