

# AFSCET

## Res-Systemica

Revue Française de Systémique  
Fondée par Evelyne Andreewsky

Volume 16, printemps 2017

La représentation face à l'explosion des données

Res-Systemica, volume 16, article 09

Diversité et complexité des représentations du bâtiment  
face à l'explosion des données de la transition numérique

Richard Cantin

contribution reçue le 15 octobre 2017

9 pages



Creative Commons

## Diversité et complexité des représentations du bâtiment face à l'explosion des données de la transition numérique

Richard Cantin

*Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat - Université de Lyon  
Rue Maurice Audin 60120 Vaulx en Velin  
richard.cantin@entpe.fr*

Mai 2017<sup>1</sup>

### Résumé

Face à des défis économiques, environnementaux et sociaux majeurs, le secteur du bâtiment est impacté par de nouvelles exigences énergétiques, climatiques et numériques.

En raison de la réalité complexe du bâtiment, il convient de s'interroger sur la qualité des diagnostics, la production et l'utilisation des représentations du bâtiment. Celles-ci forment des interfaces entre la réalité et les décideurs. Elles influencent l'acquisition et l'organisation des connaissances qui définissent les moyens à mobiliser pour un secteur confronté à des défis majeurs.

La qualité des données et des représentations doit être discutée car elle est variable. Elle doit être évaluée lorsque l'explosion des données submerge les acteurs du secteur et que les décideurs se positionnent par rapport à des images attractives et des descriptions réductrices de la complexité.

Dans cet article, la problématique de la diversité et de la complexité des représentations du bâtiment est abordée selon une approche systémique, illustrée par quelques exemples permettant d'identifier différents impacts d'une explosion des données.

---

<sup>1</sup> Cette contribution soumise à Res-Systemica est complémentaire de l'exposé donné lors des journées de l'AFSCET du 19 au 21 mai 2017 à Andé.

# Diversity and complexity of building representations in the face of explosion in the amount of data related to the digital transition

## **Abstract**

Faced with major economic, environmental and social challenges, the building sector is impacted by new energy, climate and digital requirements.

Due to the complex reality of building, the quality of diagnostics, the production and use of the representations of building must be considered. These representations form interfaces between reality and decision-makers. They influence the acquisition and organization of knowledge that define the means to be mobilized for a sector facing major challenges.

The quality of data and the representations must be discussed because data is variable. It must be evaluated when the explosion in the amount of data overwhelms actors of the building sector and the decision-makers position themselves in relation to attractive images and reductive descriptions of complexity.

In this paper, the problem of diversity and complexity of representations of building is studied with a systemic approach, illustrated by a few examples allowing to identify different impacts of the massive amount of data.

**Mots-clés :** bâtiment, modélisation, information, numérique, donnée, complexité, connaissance

**Keywords:** building, modelling, information, digital, data, complexity, knowledge

## **Introduction**

A tous, voici un bâtiment... Représentez ce bâtiment... Combien de représentations identiques obtenons-nous ?... Représentez ce bâtiment dans son environnement... Face à la complexité, s'élaborent et se construisent de multiples représentations...

En France, les enjeux économiques, environnementaux et sociaux du secteur du bâtiment sont majeurs avec une activité estimée à environ 130 milliards d'euros par an, 500 000 entreprises, 1,4 million d'actifs, 67 millions d'habitants dont plus de 8 millions en situation de précarité énergétique... [1, 2, 3]. Le secteur du bâtiment représente 44% de l'énergie consommée en France, loin devant le secteur des transports (31%). Chaque année, le secteur du bâtiment émet plus de 120 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>, ce qui en fait l'un des domaines clé dans la lutte contre le réchauffement climatique et la transition énergétique [4].

De nouveaux défis pèsent sur le secteur du bâtiment. La transition énergétique doit accompagner la réduction des stocks de ressources fossiles et le développement des flux d'énergies renouvelables. Le réchauffement climatique impacte les activités humaines, les environnements, les habitats et les vies... L'essor du numérique avec le développement des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) multiplie les représentations impactant l'économie, les organisations, les champs de connaissance et d'action...

Les expériences et les réponses du passé ne sont plus suffisantes pour affronter la complexité des nouveaux défis actuels et futurs. Les professionnels sont démunis face aux nouvelles exigences imposées par ces défis.

Pour relever ces défis, il convient de s'interroger sur les connaissances issues des représentations d'une réalité complexe qu'est le bâtiment. Alors que les modèles fondés sur le paradigme cartésien génèrent des biais cognitifs, l'explosion des données numériques alimente la production de nouvelles images du bâtiment...

Avec l'exposé donné lors des journées de l'AFSCET à Andé en 2017, cette contribution vise à questionner, par l'approche systémique illustrée de quelques exemples, la modification des représentations du bâtiment face à l'explosion des données, et à rappeler leur influence sur les connaissances, les moyens d'action et les décisions dans un secteur majeur de l'économie.

### **1) Représentations du bâtiment**

Sur les questions en lien avec l'environnement, le climat, l'énergie, les transports, le développement durable, le logement et la construction... de nombreuses représentations sont aujourd'hui construites avec des études statistiques, des chiffres-clés, des observatoires, des expertises, des guides... Mais, il est difficile d'identifier toutes les données qui définissent précisément le secteur du bâtiment permettant d'assurer une description exhaustive et partagée par et pour tous les acteurs du secteur [5, 6, 7].

A l'échelle du bâtiment, il existe de multiples représentations. La notion de complexité apparaît avec la reconnaissance du grand nombre et de la variété d'éléments constitutifs du bâtiment [8]. Complémentaire de l'approche analytique, l'approche systémique peut être mobilisée pour affronter cette complexité [9]. Le bâtiment peut alors être représenté dans sa globalité comme un système, c'est-à-dire un ensemble

d'éléments en interaction dynamique organisé en fonction d'un but et évoluant dans des environnements [10, 11, 12]. Il peut être défini comme un système stable par lui-même et vis-à-vis du sol sur lequel il repose, limité et clos par une enveloppe, protégeant un milieu intérieur corrigé du milieu extérieur hostile (intempéries, contraintes climatiques, etc.) [13]. Il se compose d'une structure ou ossature, de fondations, de parois, d'un agencement intérieur... et il est habité...

De multiples acteurs se succèdent depuis sa conception, sa construction, sa maintenance, son exploitation jusqu'à sa démolition... Il existe une très grande diversité d'expertises et de représentations.

Par exemple, les plans d'architecte fournissent plusieurs représentations du bâtiment. La terminologie des dessins et des vues est précisée par des normes et des règles sur les formats, éléments graphiques et cartouches, cotations, dessins de coffrage, plans d'armatures... L'échelle numérique doit figurer pour renseigner l'importance de la réduction de la réalité représentée. Elle précise le rapport qui existe entre la représentation graphique et la réalité...

Un vocabulaire spécifique est défini :

- Le plan de masse identifie le terrain et précise la disposition des constructions dans celui-ci et par rapport au voisinage ;
- Le plan de situation indique la position et l'orientation des constructions par rapport au lieu d'implantation, aux moyens d'accès, au tracé général du terrain, à l'environnement et aux réseaux d'amenée et d'écoulement ;
- Le dessin de façade est une élévation d'une construction ;
- L'esquisse est le dessin préliminaire des grandes lignes d'un ouvrage et d'une partie d'ouvrage ;
- La perspective, l'épure, le schéma, la vue de dessus, la vue en plan, le dessin de récolement, le plan d'ensemble, la série minute ... sont aussi précisés [14].

Pour acquérir, maîtriser le vocabulaire du bâtiment ou améliorer la qualité des échanges professionnels, les termes techniques peuvent être illustrés [15].

Sur le terrain, le panneau de chantier affiche une représentation réduite à une énumération d'entreprises ou d'acteurs de l'opération de construction ou de réhabilitation : maître d'ouvrage, maître d'œuvre, architecte, BET structure, OPC, BET VRD, bureau de contrôle, économiste, BET fluides, BET cuisiniste, Coordinateur SPS, démolition, désamiantage, bâtiments préfabriqués, terrassements, fondations spéciales, maçonnerie gros œuvre, étanchéité, charpente bois, couvertures métalliques, bardage, menuiseries extérieures, serrurerie, cloisons doublages, peinture, revêtements muraux, sols souples, carrelages, plafonds suspendus, appareils élévateurs, façades, nettoyage, plomberie sanitaires, chauffage, paillasse, courants forts, GTC, infrastructure communication, courants faibles, équipements cuisine, équipement frigorifique, équipement laverie vaisselle, VRD, espaces verts, gestion des déchets... Cette énumération résulte d'une fragmentation et segmentation par lots techniques du bâtiment. Elle illustre une organisation cartésienne découpée en îlots opérationnels, représentation d'une organisation réductrice de la microsociété complexe qu'est le chantier [16, 17].

Plusieurs finalités du système bâtiment peuvent être identifiées : financière, écologique, physique, technique, énergétique, réglementaire, sociologique, professionnelle, personnelle, physiologique, sanitaire, symbolique, etc. Ces finalités

focalisent l'attention des acteurs qui conçoivent et utilisent les différentes représentations du bâtiment.

Par exemple, privilégier les finalités énergétiques génère la production d'une grande variété de représentations issues des différentes disciplines relatives à la physique complexe de l'écosystème bâti, d'études hygro-thermodynamiques, d'élaborations de modèles interdisciplinaires de confort thermique, d'expériences, de simulations et de réglementations thermiques... Parmi ces représentations, le diagnostic de performance énergétique (DPE) doit renseigner sur la quantité d'énergie consommée. Il se traduit par un document dont le contenu et les modalités d'établissement sont réglementés. Le DPE utilise une description simplifiée du bâtiment (surface, orientation, murs, fenêtres, matériaux, etc.) et des équipements de chauffage, de production d'eau chaude sanitaire, de refroidissement, de ventilation, ainsi que des conditions de leur utilisation. Selon les cas, il indique la quantité d'énergie effectivement consommée (sur la base de factures) ou une consommation d'énergie calculée selon une méthode conventionnelle pour une utilisation standardisée du bâtiment [18, 19].

Avec le DPE, deux étiquettes sont produites et classent le bâtiment, en fonction d'une estimation de la consommation énergétique et de la quantité de gaz à effet de serre émise. Pour les bâtiments à usage principal d'habitation, l'étiquette énergie présente le classement du rapport de la quantité d'énergie primaire du bien à vendre sur la surface habitable du lot, selon une échelle de référence notée de A à G (soit un classement dans une échelle de 7 classes) [18].

Les couleurs utilisées pour l'impression de l'étiquette énergie sont précisément définies. Par exemple, pour la flèche représentant la classe A : 100 % cyan, 0 % magenta, 100 % jaune, 0 % noir ; pour la flèche représentant la classe B : 70 % cyan, 0 % magenta, 100 % jaune, 0 % noir... Tout le texte doit être rédigé en caractères noirs, à l'exception du curseur situant le niveau de consommation dans l'échelle et du texte situé dans la barre rouge représentant la classe G. Ce curseur comporte du texte blanc sur fond noir. Le texte figurant dans la classe G doit être en blanc. Le fond de l'étiquette doit être blanc... Une reproduction lisible en noir et blanc de l'étiquette peut être produite, ainsi que de l'ensemble du diagnostic... [18, 19].

Il est précisé que le DPE n'a qu'une valeur informative qui a pour but d'inciter le propriétaire à améliorer la performance énergétique du bâtiment, et que la consommation énergétique estimée n'est pas une garantie contractuelle [19].

La connaissance des flux énergétiques effectifs d'un bâtiment dépend des mesures in situ et des données recueillies... des hypothèses retenues pour élaborer les modèles de calcul et du choix des conditions aux limites, frontières du système bâti. En raison de la complexité de l'enveloppe et des éléments constitutifs de l'écosystème habité, les résultats d'une approche analytique de la performance énergétique sont très difficiles à garantir.

Les frontières du système bâti sont aussi celles que fournissent le cadastre ou la caméra infrarouge... Les techniques de la thermographie permettent de produire de nouvelles données et de proposer de nouvelles images du bâtiment.

La diversité des représentations se développe selon les disciplines, les métiers, les acteurs... Par exemple, le pieuvriste représente les pieuvres électriques, plans, diagrammes, schémas fonctionnels... Il produit et utilise les documentations pour

l'étude et la fabrication des pieuvres et des réseaux. Les photos et images complètent les représentations numériques produites avec des logiciels...

De cette diversité et complexité de l'écosystème qu'est le bâtiment, apparaissent d'innombrables représentations et, avec l'essor des TIC, les productions massives de données et d'images numériques se multiplient.

## 2) Face à l'explosion des données

Depuis plusieurs décennies, le secteur du bâtiment évolue avec le développement des équipements et des services informatiques, des flux de données (réseaux VDI...), des systèmes de Gestion Technique Centralisée, de la domotique, l'immotique, l'urbatique...

Depuis 2015, le Plan de Transition Numérique dans le Bâtiment (PTNB) vise, à accélérer le déploiement des outils numériques à l'échelle de l'ensemble du secteur [20]. Il a 3 objectifs:

- expérimenter, capitaliser, convaincre et donner envie de s'appropriier le numérique dans le quotidien de l'acte de construire ;
- permettre la montée en compétences des professionnels du bâtiment autour du numérique et le développement d'outils adaptés à tous les chantiers en privilégiant les objectifs de massification pour le déploiement et en accordant une attention toute particulière aux solutions BIM pour les petits projets ;
- développer un écosystème numérique de confiance en encourageant les travaux de normalisation et permettre ainsi l'interopérabilité des outils et logiciels [20].

Le BIM (*Building Information Modelling*) est un ensemble de processus de modélisation de données qui génère de nouvelles représentations sans se limiter à la numérisation du bâtiment, aux maquettes numériques ou aux modèles 3D.

L'économie du numérique se développe avec l'explosion des flux de données générées par le carnet numérique, le laser scanner, l'impression 3D, la virtualisation 3D, la réalité augmentée, la réalité virtuelle, les modèles, les simulations.... Ces données sont utilisées pour créer des représentations qui s'interposent entre le bâtiment et les décideurs...

Cette nouvelle économie favorise le développement d'un ensemble de services informatiques comme par exemple le *cloud computing* qui permet d'externaliser une partie des systèmes de décision, l'exploitation de la puissance de calcul, et le stockage avec des serveurs informatiques distants connectés par l'intermédiaire de réseaux [21]. Ainsi, les ordinateurs ne sont plus alors que des interfaces avec les applications. De même, les représentations construites avec ces données forment des interfaces ou des écrans entre la réalité et le décideur.

Avec une approche numérique du bâtiment se développe l'idée de tout recenser, scanner et représenter analytiquement. Les images, vecteurs d'attractivité, sont alors rapidement produites et modifiables. Une animation virtuelle ou une simulation même non validée a, diront certains, le mérite d'exister... Cette idée de finalité incertaine [12] génère l'accroissement massif de données et de représentations décontextualisées. Mais il n'est pas démontré que la qualité du diagnostic ou l'intelligibilité d'un bâtiment est proportionnelle à la quantité de données produites ou utilisées. La donnée peut être variable et sa compréhension dépend du contexte et

des conditions de son élaboration. Sa qualité repose sur l'appréhension de la complexité du bâtiment in situ et la qualité de la mesure: étendue de la mesure, résolution, sensibilité, exactitude, justesse, fidélité, cohérence, utilité... La contextualisation et l'organisation des données sont primordiales pour assurer la qualité de leur interprétation et la construction du sens par et pour les acteurs du bâtiment.

L'explosion des données est aussi marquée par le déploiement de millions de capteurs et de compteurs électriques générant d'importants flux de données qui peuvent être différemment interprétées et analysées. Elles permettent de nouvelles représentations du bâtiment avec ses habitants. Une analyse des courbes de consommation permet de déduire des informations sur les habitudes de vie des habitants : heures de lever et de coucher, périodes d'absence, présence d'invités dans le logement, prises de douches, cuisine... [22]

Depuis plusieurs années, les impacts environnementaux des TIC ne sont plus ignorés [23, 24]. La collecte, le traitement et le stockage des données numériques sont fortement consommateurs d'énergie et de ressources naturelles. L'analyse du cycle de vie du bâtiment doit pouvoir intégrer l'impact environnemental dû au déploiement des TIC et aux activités associées : construction et maintenance des réseaux, machines et infrastructures numériques, production et traitement de déchets électriques et électroniques... L'impact de l'explosion des données générées par la multiplication des connexions et requêtes nécessaires à la recherche des informations utiles et pertinentes n'est pas négligeable [25]. Les frontières du déploiement des systèmes informatiques sont aussi énergétiques et environnementales.

Les systèmes de conservation et de maintenance des patrimoines et des mémoires sont aussi à considérer... Par exemple, les différences constatées entre les durées de vie des bâtiments et des représentations numériques montrent la nécessité d'éprouver la fiabilité et l'obsolescence des systèmes de stockage des données. Pourquoi et comment assurer la conservation de données du bâtiment pendant plusieurs décennies ? La durée du stockage sur un support papier, longtemps utilisé pour les représentations du bâtiment, est-elle plus faible que la durée du stockage sur un support numérique ?

Avec l'explosion des données, les impacts économiques, environnementaux et sociaux liés aux nouvelles représentations du bâtiment changent...

## **Conclusion**

Face aux nouveaux défis énergétiques, climatiques et numériques du 21<sup>ème</sup> siècle, le secteur du bâtiment est en mutation avec des enjeux économiques, environnementaux et sociaux majeurs. Dans ce contexte, les représentations du bâtiment se multiplient accompagnées d'une explosion de données. Mais la réalité du bâtiment, illustrée par une très grande diversité de représentations, exige une prise de conscience de la pensée complexe, de l'organisation des connaissances... [26, 27, 28, 29].

Pour affronter la complexité, la modélisation analytique se révèle de plus en plus fréquemment inadéquate. La logique cartésienne a appris à simplifier la réalité en éliminant l'inconnu, l'imprécis, l'aléatoire ou l'incertain. En tenant pour compliqués des problèmes complexes et en les traitant par des approches analytiques, ils deviennent encore plus complexes [26, 30]. Le bâtiment étant complexe, il faut admettre qu'il ne peut pas être parfaitement représenté par les approches analytiques et totalement transformé numériquement...



La complexité exige une attention particulière sur le contexte dans lequel chaque donnée est produite puis utilisée. L'explosion de données impose une vigilance accrue dans la construction et l'utilisation des images du bâtiment. En raison des coûts générés par la production des données et leurs impacts sur les représentations, il convient de s'interroger sur leur qualité, leur utilité et leur obsolescence...

Les diagnostics relatifs aux parcs immobiliers sont construits avec des représentations dont la qualité dépend de la qualité et de l'interprétation des données... Les représentations habituelles du bâtiment sont aujourd'hui complétées ou remplacées avec la production massive de données et d'images numériques. L'explosion des données modifie les espaces de connaissance et d'action relatifs aux bâtiments. Assurer et contrôler la qualité des données est un enjeu majeur pour les acteurs du secteur...

Dans ce contexte, les modèles à penser et à décider face à la complexité doivent être explicitement décrits en évaluant les conditions de production, d'utilisation et les limites de validation des représentations... Il est important de savoir évaluer la qualité des représentations du bâtiment en caractérisant les valeurs et les compétences nécessaires à leur élaboration et leur utilisation... Il est essentiel de savoir construire ses propres représentations de la complexité pour apprécier la qualité des données et des diagnostics... Pour cela, il convient de s'approprier la pensée complexe [26, 31, 32] avec des activités de modélisation des connaissances fondées sur une confrontation avec la réalité complexe des écosystèmes habités... Cette pensée exige la maîtrise confirmée d'une ingénierie interdisciplinaire de la construction, de l'innovation et de l'exploitation des différentes représentations analytiques et systémiques, analogiques et numériques, de la réalité du bâtiment...

## Références

- [1] Fédération Française du Bâtiment. Le bâtiment en chiffres 2016. [www.ffbatiment.fr](http://www.ffbatiment.fr), 2017.
- [2] Confédération de l'Artisanat et des Petites Entreprises du Bâtiment. Artisanat du bâtiment. Les chiffres clés 2016. <http://www.capeb.fr/>, 2017.
- [3] Observatoire National de la Précarité Énergétique. Les chiffres clés de la précarité énergétique, édition n°2, novembre 2016. <http://www.onpe.org/>, 2017..
- [4] Ministère de la Transition écologique et solidaire. Efficacité énergétique dans les secteurs d'activité. <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/efficacite-energetique-dans-secteurs-dactivite>, 2017.
- [5] Ministère de la Transition écologique et solidaire. Service de la donnée et des études statistiques. Observation et statistiques. <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/accueil.html>, 2017.
- [6] Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME). Nos expertises. Chiffres clés et observations. <http://www.ademe.fr/expertises/batiment/chiffres-cles-observations>, 2017
- [7] Agence Qualité Construction. Prévenir les désordres, améliorer la qualité de la construction. <http://www.qualiteconstruction.com/>, 2017.
- [8] Atlan, H. Entre le cristal et la fumée. Le Seuil. Paris. 1979.
- [9] Donnadiou, G. Durand, D. Neel, D. Nunez, E. Saint-Paul, L. L'Approche systémique : de quoi s'agit-il ? AFSCET "Diffusion de la pensée systémique". 2003
- [10] Durand, D. La systémique. Paris, PUF. 1994.

- [11] Rosnay, de J. Le microscope, vers une vision globale. Paris, Seuil. 1975.
- [12] Morin, E. La méthode, la nature de la nature. Paris, Seuil. 1977.
- [13] Paulin, M. Construction et projet constructif. Lyon : ENSAL.2007.
- [14] Didier, D. Le Brazidec, M. Nataf, P. Thiesset, J. Précis de Bâtiment. Conception, mis en œuvre, normalisation. AFNOR Nathan, Paris, 2002.
- [15] Paulin, M. Vocabulaire illustré de la construction. Journées d'études. UMR 2011
- [16] Bélier, C. et Nègre, V. (Org.) Les représentations du chantier, XVIe-XXe siècles. Musée des Monuments français et ENSA La Villette UMR AUSser. 2015.
- [17] Jounin, N. Chantier interdit au public. Enquête parmi les travailleurs du bâtiment. Ed. La Découverte, Paris.2009.
- [18] Diagnostic de Performance Energétique. Arrêté du 15 septembre 2006 relatif au diagnostic de performance énergétique pour les bâtiments existants proposés à la vente en France métropolitaine. 2006.
- [19] Diagnostic de Performance Energétique, DPE. Plaquette de présentation. Ministère du Logement et de la Ville, ADEME. 2008.
- [20] Plan Transition Numérique dans le bâtiment (PTNB). Rapport d'étape Mars 2017 et site internet [www.batiment-numerique.fr](http://www.batiment-numerique.fr) , 2017.
- [21] Microsoft, Cloud economics. Livre blanc. Novembre 2010.
- [22] Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL), Énergie : 6 choses à savoir sur les compteurs communicants. <https://www.cnil.fr/> ,2014.
- [23] Groupement de Service (G.D.S.) EcoInfo. Pour une informatique écoresponsable. <http://ecoinfo.cnrs.fr/> , 2017
- [24] Sanaa Ait-Daoud et al, « Ecologie & Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) : une étude exploratoire sur les éco-TIC », Management & Avenir 2010/9 (n° 39).
- [25] Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME). Internet, courriels : réduire les impacts. Limiter nos consommations d'énergie et de matières premières. ADEME, 2014.
- [26]Morin, E. Introduction à la pensée complexe. Ed. Du Seuil, 2005.
- [27]Bachelard, G. Le nouvel esprit scientifique. Quadrige / PUF, 1995.
- [28] Valéry, P. Introduction à la méthode de Léonard de Vinci. Ed. Gallimard, 1957.
- [29]Laborit, H. La nouvelle grille. Gallimard, 2000.
- [30]Le Moigne, J.-L. La modélisation des systèmes complexes. Dunod, Paris, 1995.
- [31]Clénet, J. et Poisson, D. (Coord.) Complexité de la formation et formation à la complexité. Ed. L'Harmattan, Paris. 2005.
- [32] Morin, E. Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur. Editions du Seuil, Paris, 2000.