

Les agences d'architecture françaises à l'ère du BIM : contradictions, pratiques, réactions et perspectives

*French architecture firms in the age of BIM : contradictions, practices, reactions
and future prospects*

Elodie Hochscheid et Gilles Halin



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/craup/6201>

DOI : 10.4000/craup.6201

ISSN : 2606-7498

Éditeur

Ministère de la Culture

Référence électronique

Elodie Hochscheid et Gilles Halin, « Les agences d'architecture françaises à l'ère du BIM :
contradictions, pratiques, réactions et perspectives », *Les Cahiers de la recherche architecturale urbaine
et paysagère* [En ligne], 9|10 | 2020, mis en ligne le 28 décembre 2020, consulté le 24 janvier 2021.

URL : <http://journals.openedition.org/craup/6201> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/craup.6201>

Ce document a été généré automatiquement le 24 janvier 2021.



Les Cahiers de la recherche architecturale, urbaine et paysagère sont mis à disposition selon les termes
de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0
France.

Les agences d'architecture françaises à l'ère du BIM : contradictions, pratiques, réactions et perspectives

*French architecture firms in the age of BIM : contradictions, practices, reactions
and future prospects*

Elodie Hochscheid et Gilles Halin

Introduction

- 1 On dit souvent des agences d'architecture qu'elles ont des pratiques professionnelles encore très artisanales, hermétiques à toute forme de rationalisation. Mais depuis quelques années en France et partout dans le monde, le *Building Information Modeling* (BIM) est plébiscité et mis en œuvre de façon croissante. La technologie innovante du BIM regroupe un ensemble de méthodes, procédés et outils de travail qui ont pour objet la rationalisation des échanges d'informations tout au long du cycle de vie d'un ouvrage.
- 2 En 2015, la revue *AMC* a lancé un appel à contributions aux architectes sur la thématique « Le BIM est-il l'avenir de l'architecture ? ». Les réponses diffusées révèlent la diversité des réactions des architectes face au BIM, un an après son intégration dans les stratégies de l'État français. Pour certains, le BIM est « l'occasion de reprendre la maîtrise du projet¹ », voire « la dernière chance des architectes de re-devenir les maîtres d'œuvre qu'ils ont cessé d'être² ». Pour d'autres, au contraire, il s'agit du « coup fatal qu'[ils] vont prendre derrière la tête s'ils ne résistent pas ensemble à ce nouveau diktat³ ! ». Pourquoi le BIM suscite-t-il des réactions si passionnées ? Va-t-il transformer le secteur de l'architecture ?

- 3 Les réactions des acteurs face à une technologie comme le BIM dépendent des caractéristiques de la technologie, des acteurs eux-mêmes (individus ou entreprises), et du contexte (historique, social, politique, économique) dans lequel ils s'inscrivent⁴. L'impact du BIM sur la profession dépend quant à lui des décideurs politiques, des pressions économiques et sociales qui pèsent sur les agences, ainsi que de leurs propres réactions à ces dernières.
- 4 Les auteurs proposent d'étudier l'impact possible du BIM sur le secteur de l'architecture sous deux angles. Le premier est historique et consiste à mettre en évidence des éléments marquants de l'histoire des outils de dessin ou de conception assistée par ordinateur. Le second est quantitatif : une enquête par questionnaire a mis en évidence des tendances d'appropriation du BIM par les architectes dans ses dimensions économique et sociale. Ces approches permettent d'élaborer des hypothèses sur les raisons des réactions des architectes face au BIM et de réaliser une analyse prospective sur l'impact de sa diffusion sur la profession et les agences d'architecture.

Les trajectoires divergentes de la profession d'architecte et de la technologie BIM

Le BIM : une innovation récente et disruptive ?

- 5 Le BIM est souvent présenté comme une innovation « disruptive » (soudaine, qui perturbe l'ordre établi). La disruption correspond à l'accélération de l'innovation technologique et sa conséquence : notre incapacité à penser l'impact et l'intérêt de l'innovation en amont de sa diffusion⁵. Dans le cas du BIM, plusieurs dizaines d'années ont séparé les premières réflexions et la mise en œuvre effective de la technologie. Le BIM s'inscrit par ailleurs dans une ligne cohérente d'évolutions techniques et organisationnelles de la maîtrise d'œuvre.
- 6 Au début des années 1960, les premiers logiciels ancêtres des solutions de DAO (dessin assisté par ordinateur) voient le jour dans les laboratoires de recherche. Très vite, des industriels (notamment de l'automobile et de l'aéronautique) développent des outils de DAO/CAO (conception assistée par ordinateur) destinés dans un premier temps à leur propre usage⁶. À la fin des années 1970 et au début des années 1980, on bascule d'une « informatique de programmation » (les grandes entreprises développent leurs propres outils informatiques) à une « informatique d'édition » (des entreprises développent des solutions standards pour le plus grand nombre⁷). Il faut donc attendre les années 1980 et la démocratisation des ordinateurs personnels pour voir massivement commercialisés les premiers outils de CAO destinés au secteur de la construction. Dans la première moitié des années 1980 est disponible la première version d'AutoCAD et de la plupart des logiciels de CAO utilisés aujourd'hui en BIM de conception⁸ (bien que la notion de BIM soit alors encore anachronique). Pourtant, ces outils permettent déjà de travailler en modélisation 3D orientée objet et leur principe de fonctionnement n'a pas fondamentalement changé depuis. L'idée de connecter les informations des modèles d'ingénierie et d'architecture (*building information*) dans une seule « maquette numérique » (*building model*)⁹ émerge dans les travaux de recherche.

- 7 Au cours des années 1980, le dessin et la conception assistés par ordinateur (DAO/CAO) se développent. Dans les années 1990, des campagnes nationales invitent les agences à se doter d'ordinateurs et de logiciels de CAO¹⁰. Au cours des années 1990, il y a encore « peu d'ordinateurs dans les agences d'architecture, et ils [sont] généralement utilisés pour faire du traitement de texte et de la comptabilité. Les tâches de conception s'[effectuent] encore à la main, des premiers croquis au rendu final¹¹ ». Entre 1995 et 2000, même les plus « réticentes » (qui ont par ailleurs subi la concurrence des autres), ont finalement adopté à leur tour la DAO-CAO¹². Rares sont celles après 2000 qui n'y ont pas recours¹³. Mais en assistant la conception et en simplifiant le travail de dessin, la CAO a commencé à être considérée comme une menace pour les architectes. Les compétences de conception et de dessin qu'ils mettent en avant sont plus difficilement valorisables auprès des maîtres d'ouvrage que les compétences techniques qu'ils ont laissé leur échapper¹⁴.
- 8 Au cours des années 1990, les technologies de l'information et de la communication se développent avec la démocratisation d'Internet. Les différentes disciplines du secteur de la construction utilisent cependant des logiciels entre lesquels les communications restent difficiles : ce phénomène est intitulé « archipels d'information¹⁵ ». La dispersion des informations du bâtiment, leur perte, ainsi que leur ressaisie à chaque passage d'un acteur ou phase du projet à l'autre sont à l'origine de nombreux dysfonctionnements. Ils allongent les délais, minimisent la qualité, et augmentent les coûts de l'ouvrage¹⁶. En 1996, les principaux éditeurs de logiciels pour la construction fondent l'International Alliance for Interoperability¹⁷, qui développe dès l'année suivante le format IFC (standard d'échange ouvert pour les maquettes numériques). Au cours des années 1990, les travaux de recherche concernant les informations du bâtiment (*building information*) ainsi que leur gestion (*information management*)¹⁸ se multiplient : le *Building Information Model (ing)/Management* ou BIM est ainsi né.

Principe et développement des pratiques BIM

- 9 Le BIM consiste à alimenter et exploiter *via* des outils une base de données intégrée (maquette numérique) qui contient les informations utiles tout au long de la vie d'un ouvrage¹⁹. Pour la phase de conception, cela implique un important effort de modélisation très en amont du projet, notamment par l'architecte. Il pourra lui-même bénéficier de ces informations pour la documentation du projet. Cette méthode est censée favoriser les échanges entre acteurs de la maîtrise d'œuvre tôt dans la conception, afin d'ajuster le projet lorsque le coût des modifications est encore très faible. Cette technologie s'inscrit donc à la fois dans une logique de rationalisation du travail et d'amélioration de la qualité de l'ouvrage dans sa dimension technique. Cependant, sa mise en œuvre suppose une importante évolution des pratiques de travail, sur trois volets²⁰. Le premier concerne la dimension technique et inclut des outils numériques, formats et plateformes d'échanges ; le second est un volet humain et organisationnel qui concerne les méthodes de travail des acteurs, leurs rôles et compétences ainsi que l'organisation des équipes de projet ; et le dernier, le volet institutionnel, concerne quant à lui les politiques publiques de développement, une intégration dans l'enseignement et un encadrement réglementaire.
- 10 La mise en place de ce cadre a débuté en France à la publication du « rapport Delcambre²¹ ». C'est tardif par rapport à d'autres pays²². Mais que ce soit en France ou à

l'international, ce cadre demeure très lacunaire. Sur le plan technique, les échanges souffrent de problèmes d'interopérabilité. Sur le plan humain et organisationnel, la technologie perturbe le déroulement du projet tel qu'il est aujourd'hui conduit et nécessite une rigueur et un coût inédits pour la réalisation de la modélisation. S'y ajoutent la nécessaire mise à niveau des compétences des professionnels et le coût des équipements et de la formation qui y sont associés. L'utilisation du BIM induit des modifications des modalités d'exécution des prestations et la création de missions complémentaires. L'organisation séquentielle du projet, inscrit dans la loi MOP²³, est d'ailleurs incompatible avec une utilisation avancée de la technologie BIM²⁴.

- 11 La diversification des acteurs du projet et la redistribution des rôles de la maîtrise d'œuvre surviennent dans un contexte plus général et mondialisé de rationalisation de l'acte de construire. Celle-ci est concomitante avec la mise en réseau des informations et l'arrivée d'Internet. Dans l'industrie, la critique du modèle séquentiel et l'avènement de l'ingénierie concurrente ont fait émerger des réflexions sur les méthodes de gestion de projet²⁵ qui sont aujourd'hui englobées par la thématique du BIM. La technologie BIM s'inscrit donc dans une lignée d'évolutions techniques, organisationnelles et réglementaires de la maîtrise d'œuvre envisagées depuis des décennies, mais sa mise en œuvre bouleverse les pratiques professionnelles actuelles.

BIM et architectes : deux ADN incompatibles ?

- 12 La nature collaborative, économique, technique et innovante de BIM semble antinomique avec la pratique solitaire²⁶, libérale²⁷, artistique²⁸ et traditionnelle de l'architecte. Les auteurs développent ici ces contradictions et les réactions qu'elles peuvent susciter chez les architectes au sujet du BIM.

La dimension collaborative du BIM et l'architecte « maître de l'œuvre »

- 13 L'imbrication des interventions des acteurs dans une pratique BIM questionne la notion de « droit d'auteur²⁹ » des architectes : « Quand une multitude d'acteurs, impliqués à des niveaux très différents, agissent tous en temps réel sur une même maquette numérique, qui peut prétendre accaparer la propriété intellectuelle du projet résultant³⁰ ? » L'origine des informations de la maquette numérique est au cœur des débats sur le BIM, mais pour les architectes, ce n'est pas qu'une question de responsabilité : c'est la paternité de l'œuvre qui est en jeu.
- 14 Au XIX^e siècle, l'architecte « exerce souvent seul et sans forcément élaborer une pensée rationalisée du travail³¹ ». Aujourd'hui encore, les agences d'architecture sont restées relativement petites avec un fonctionnement régulièrement qualifié d'artisanal. La montée du BIM a fait naître la crainte de l'extinction de ces petites agences puisque « seules les grosses structures [pourraient] adopter la nouvelle technologie tellement son coût [serait] important³² ».
- 15 Enfin, les architectes ont des réactions contrastées concernant le partage d'outils et de méthodes de travail. La petite taille des agences les a amenés à être très peu confrontés à (ou à refuser) la rationalisation des méthodes de travail, même en leur sein³³, alors que de nombreux pays vont largement dans ce sens depuis plus de dix

ans³⁴. Le partage d'artefacts, d'outils et de méthodes de travail entre les acteurs de la maîtrise d'œuvre, nécessaire dans un système de cotraitance³⁵ en fonctionnement séquentiel³⁶. La norme ISO 9001 par exemple, dont l'utilisation s'est généralisée dans de nombreux secteurs, n'a pas connu un grand succès au sein des agences : certains architectes voyaient dans cette rationalisation une « perte de créativité³⁷ ».

- 16 Le partage d'artefacts, d'outils et de méthodes de travail entre les acteurs de la maîtrise d'œuvre est donc parfois perçu comme une intrusion dans le processus de conception : « Une petite caste d'idéalistes de la technique universelle [...] a décidé unilatéralement de révolutionner radicalement la manière de travailler dans des agences dont ils ne font pas partie et dont ils ignorent copieusement le quotidien³⁸. »

L'architecte artiste et la dimension technique du BIM

- 17 Les problématiques traitées par le BIM (anticipation du chantier, meilleure prise en compte des contraintes techniques) ont été historiquement progressivement éloignées des activités des architectes³⁹. Le BIM concerne la performance technique de l'ouvrage bien plus que sa dimension sensible ou sociale⁴⁰. Ainsi, certains architectes craignent que le développement du BIM amène à la prévalence systématique des questions techniques dans les projets au détriment de la qualité architecturale.
- 18 Au cours de la seconde partie du XX^e siècle, le secteur de la construction a connu différentes formes de normalisation. L'habitude de travailler en « charrette » dominait les pratiques professionnelles, et certains architectes voyaient dans cette rationalisation une « perte de créativité⁴¹ ». La norme ISO 9001 par exemple, dont l'utilisation s'est généralisée dans de nombreux secteurs, n'a pas connu un grand succès au sein des agences. Ces formes de rationalisation refont aujourd'hui leur apparition pour les architectes avec le BIM.

La culture libérale de la profession et la dimension économique, rationnelle et industrielle du BIM

- 19 L'aversion d'une partie des architectes pour la rationalisation est souvent expliquée par leur identité d'artiste et par l'impossibilité de rationaliser la démarche de conception⁴². Mais cela pourrait également être lié à la culture libérale⁴³ qui a depuis longtemps dissocié le rôle de l'architecte (désintéressé, qui perçoit des bénéfices non commerciaux) de celui de l'entrepreneur (qui a vocation à s'enrichir). La rationalisation est donc présentée comme incompatible avec la qualité architecturale recherchée :

Ce triplet performatif [démocratisation des supports mobilisés, performance productive et enjeu commercial] concerne bien l'acte de construire dans son industrieuse optimisation, il fait simplement l'omission de la raison du projet. La mission de l'architecte [...] porte un discours de conscience sur la culture, sur la pensée et sur la société⁴⁴.

- 20 Nombreux sont ceux qui craignent l'impact du BIM sur la production architecturale : les bibliothèques d'objets BIM inciteraient à une architecture standardisée, et, à l'inverse, l'architecture computationnelle⁴⁵ serait une « dérive formaliste⁴⁶ ». L'idée que les outils utilisés impactent la production et surtout la pratique architecturale est ancrée. Les outils BIM font donc l'objet d'une attention particulière : « Les différents acteurs seront plus que jamais dépendants de leurs outils informatiques et donc de

ceux qui les commercialisent⁴⁷.» La récente généralisation des licences par abonnement et des services dématérialisés associés ne permettra ni le maintien de versions anciennes sur plusieurs années (pour limiter les coûts et éviter la disparition intempestive de fonctionnalités lors de mises à jour), ni une utilisation « illégale » de celles-ci que l'on sait courante dans les agences⁴⁸.

- 21 Enfin, si le principe d'indépendance ancré dans la culture libérale implique que toute demande du maître d'ouvrage n'est pas à satisfaire car l'architecture porte un caractère d'intérêt général⁴⁹, il faut rappeler que la mise en œuvre d'un processus BIM émane généralement de ce dernier. Ainsi, les architectes qui estiment que ce processus peut dégrader la qualité architecturale du projet seront très enclins à refuser ou éviter ce type de projet⁵⁰.

Le caractère innovant du BIM et l'inertie de l'enseignement en architecture

- 22 La vitesse à laquelle se développe l'innovation numérique nécessite une mise à jour régulière des compétences des professionnels et des programmes des ENSA. L'actualisation du contenu pédagogique est un pendant de la recherche universitaire⁵¹. Mais les chercheurs sont rares dans les ENSA et l'enseignement de la CAO (généralement réalisé par des enseignants issus du champ STA⁵²) est très rarement mis en relation avec l'enseignement central de projet⁵³. Il ne permet donc pas d'évoquer les problématiques rencontrées pendant la conception⁵⁴. En 2017, un référentiel d'enseignement numérique intégrant la thématique BIM a été établi par le ministère de tutelle des ENSA et seules quelques-unes d'entre elles l'ont transposé dans leurs programmes⁵⁵. La faible intégration de chercheurs dans l'enseignement des ENSA participe de la faible actualisation des programmes pédagogiques, et à l'inertie de la profession qui peine à mettre en œuvre le BIM.

Les agences d'architecture et le BIM aujourd'hui : chiffres et analyses

- 23 L'étude des trajectoires de la profession et du BIM a dégagé des hypothèses concernant l'impact du BIM sur la profession. Nous allons ici cartographier les pratiques actuelles des agences via des approches quantitatives, et y corréliser leurs appropriations et appréhensions du BIM. Cela permettra, au regard des éléments apportés dans les parties précédentes, une étude prospective de l'évolution des agences.

Méthode

- 24 Le Conseil national de l'ordre des architectes (CNOA) réalise régulièrement des enquêtes sur la profession d'architecte depuis 2005. Aujourd'hui intitulées « Archigraphie », elles permettent de suivre l'évolution des agences et leurs pratiques, mais elles ont pour l'instant peu abordé le BIM⁵⁶.
- 25 Notre enquête par questionnaire permet de compléter les connaissances actuelles sur les agences et leur appropriation du BIM⁵⁷. Celle-ci fait suite à des travaux préliminaires d'entretiens, de recherche-action, et d'observation directe au sein d'agences

d'architecture⁵⁸. L'enquête comporte trois parties : les caractéristiques des agences, leurs pratiques numériques, et les pratiques d'implémentation du BIM. Le nombre de questions varie selon les réponses des enquêtés (entre une vingtaine et une soixantaine). Le questionnaire, saisi dans un outil d'enquête en ligne (LimeSurvey), a été diffusé par le CNOA à 30 000 architectes en avril 2019. 894 réponses complètes ont été recueillies et analysées. Le panel de répondants a été comparé aux statistiques Archigraphie 2018 sur deux critères (taille et origine géographique des agences) : il est identique aux répartitions géographiques des agences mais compte dix points de moins d'agences d'une à cinq personnes. La représentativité du panel est donc suffisante.

Cartographie des pratiques des agences

- 26 Les données recueillies sur le contexte interne des agences d'architecture (tableau 1) ont été utilisées pour réaliser une analyse des correspondances multiples⁵⁹ (ACM). Celle-ci a permis de déterminer les modalités souvent adoptées par les mêmes agences. La sélection des variables à étudier est issue d'un état de l'art sur les données organisationnelles qui peuvent impacter l'adoption d'une innovation⁶⁰.

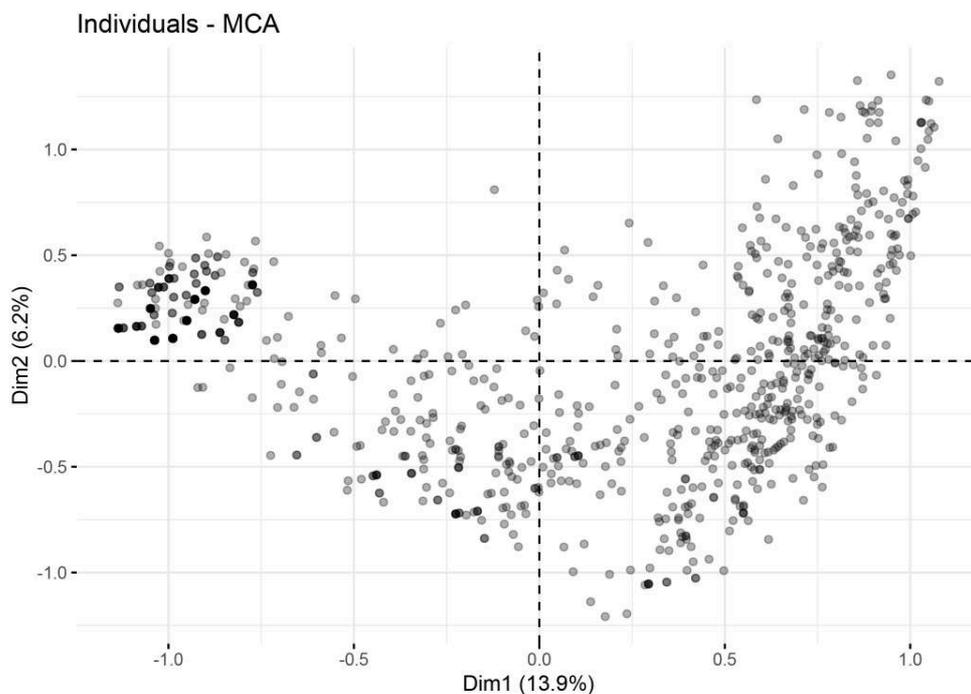
Tableau 1. Variables actives utilisées pour l'ACM.

Variable	Description de la variable	Modalités de variable
<i>Anc.ag</i>	Ancienneté de l'agence	Inférieur à 5 ans, entre 5 et 10 ans, entre 11 et 20, entre 21 et 30, entre 31 et 40, supérieur à 40.
<i>Nb.pers</i>	Nombre de personnes travaillant à l'agence	Indépendant qui travaille seul ; de 1 à 5 employés ; de 6 à 10, de 11 à 20, de 21 à 50, supérieur à 50.
<i>Psiz⁶¹</i>	Taille des projets réalisés par l'agence	PlutôtPetit lorsque les agences réalisent régulièrement des projets de moins de 1000m ² , Moyens pour des projets entre 1000 et 5000 m ² ; PlutôtGrand pour des projets de plus de 5001 m ² ; Varié pour les agences qui ont indiqué réaliser régulièrement différentes tailles de projets.
<i>Proj.mou</i>	Type de maîtrise d'ouvrage avec laquelle l'agence travaille le plus souvent	Privée, publique, privée et publique
<i>Trav.div</i>	Mode de division du travail	Division par phase, division par personne, autre
<i>Typ.hier</i>	Type de hiérarchie au sein de l'agence	Hiérarchie forte et supervision directe, hiérarchie forte et division des responsabilités, hiérarchie existante mais peu visible, hiérarchie inexistante et forte coopération.
<i>Turnover</i>	Renouvellement de personnel régulier	Oui, Non

<i>XP.dir.unique</i>	Nombre d'années d'expérience du dirigeant	Inférieure à 5, de 5 à 10, de 11 à 20, de 21 à 30, supérieure à 30, varié.
<i>Dir.ut.outils</i>	Niveau de participation du dirigeant à la production graphique à l'agence	Pas du tout, visualisation uniquement, modifications légères, participation active, inconnu.
<i>BET.mm.svt</i>	L'agence travaille régulièrement avec les mêmes bureaux d'études	Oui, Non.

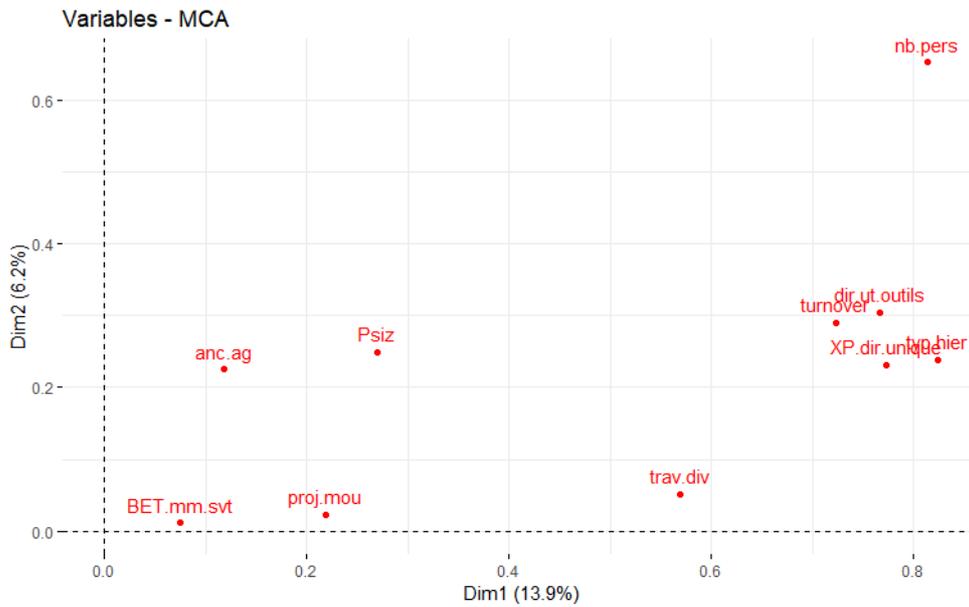
- 27 Sur le nuage de points obtenu via l'ACM (fig. 1), chaque point représente une agence. Plus les points sont proches, plus les agences partagent des modalités. Les densités observées correspondent donc à des groupes d'agences qui partagent de nombreuses caractéristiques ; les nuances de gris font apparaître les superpositions de points. Plus les points sont éloignés du centre plus les agences représentées par ces points adoptent des modalités rares.

Figure 1. Nuage des individus obtenu par ACM.

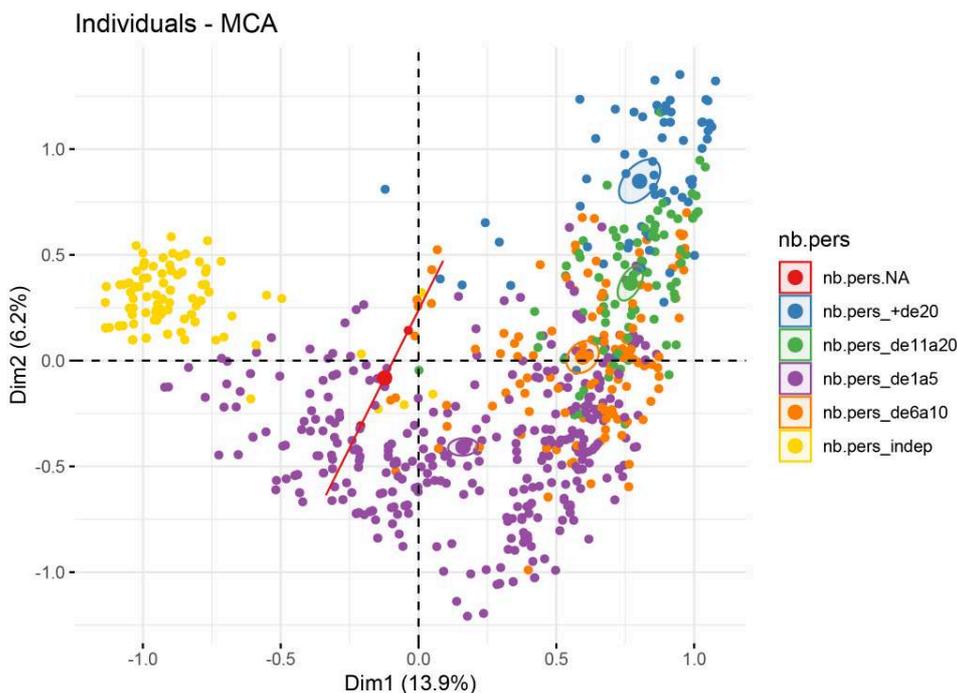


- 28 La forme de parabole du nuage de points (effet Guttman⁶²) indique des relations multiples entre les agences. On observe trois zones de densité : un groupe assez dense à gauche (groupe A), un nuage diffus avec quelques points superposés au centre (groupe B), et un nuage oblong sur la droite (groupe C). Les rapports de corrélation (fig. 2) permettent d'identifier les variables qui contribuent le plus au positionnement des points⁶³.

Figure 2. Rapports de corrélation.

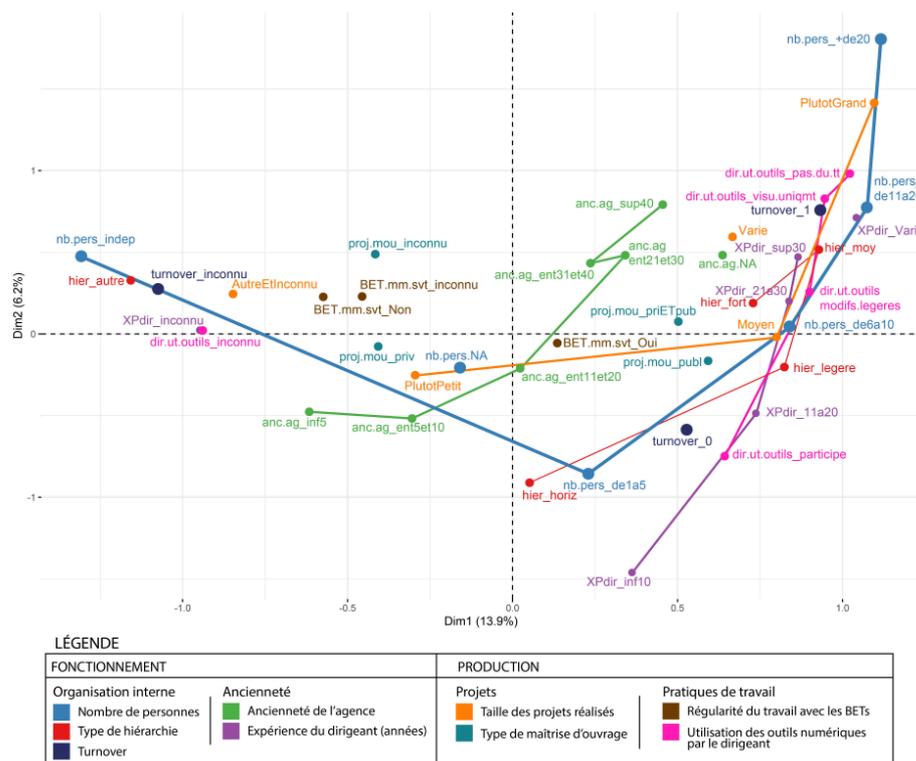


- 29 La première dimension (*Dim1*, fig. 2) résume en premier lieu le type de hiérarchie et le nombre de personnes dans l'agence ainsi que l'expérience du dirigeant, son utilisation des outils numériques et le turnover dans l'agence. La seconde dimension représente principalement le nombre de personnes dans l'agence. Ce résultat est attendu car la taille des agences est susceptible d'être fortement associée aux autres variables. L'observation du nuage des individus coloriés selon les modalités de la variable *nb.pers* – nombre de personnes dans l'agence (fig. 3) – fait apparaître les répartitions des groupes d'agences et les barycentres des modalités (gros points au centre d'une ellipse).

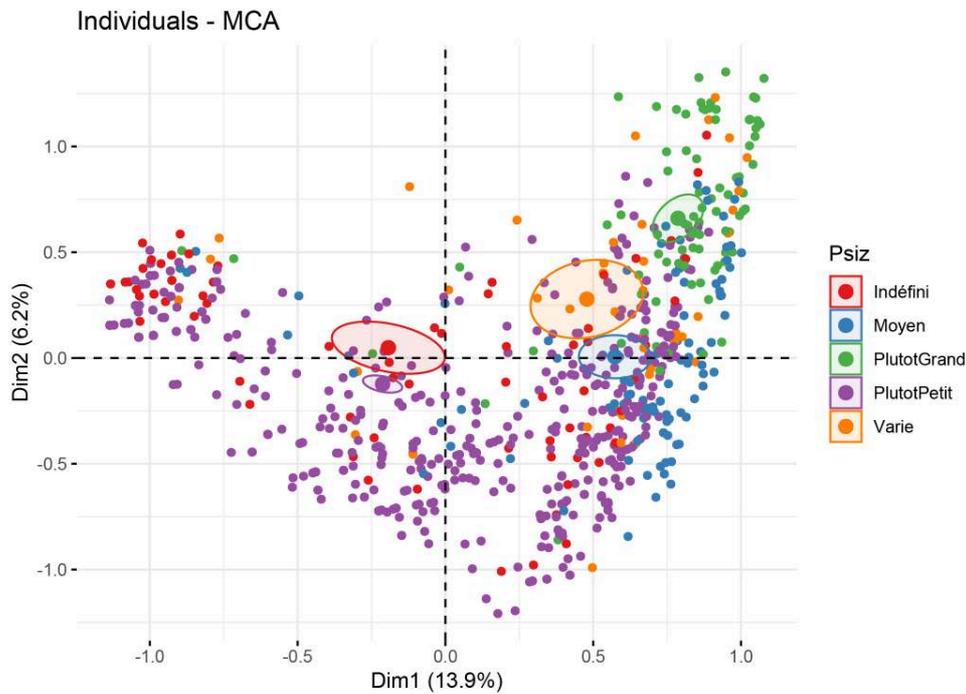
Figure 3. Nuage des individus pour *nb.pers*.

- 30 L'affichage de tous les barycentres des modalités des variables (nuage des modalités, fig. 4) permet d'étudier les proximités entre variables.

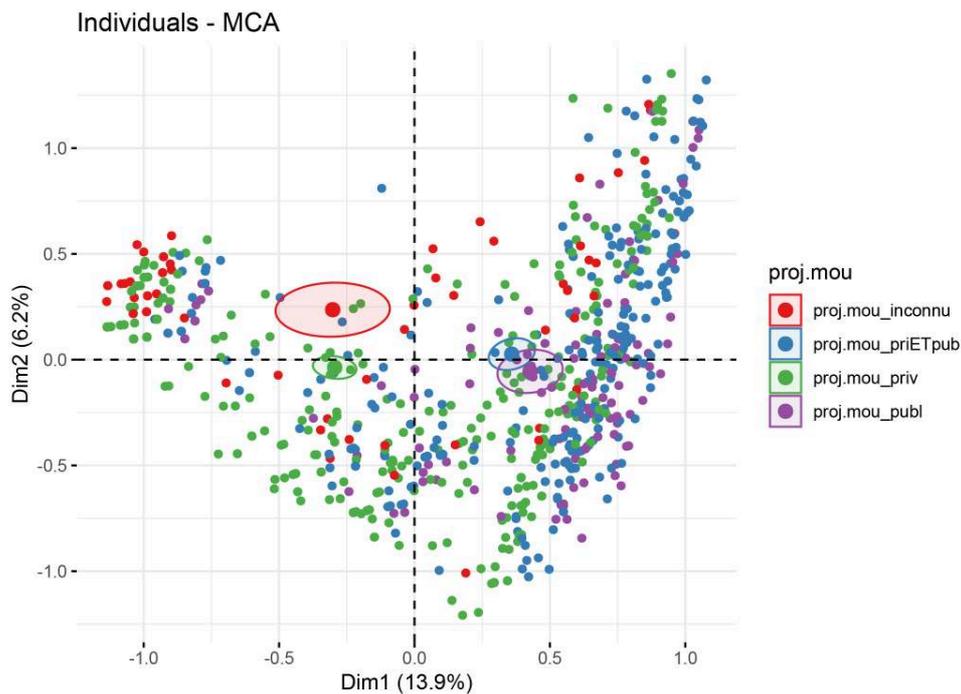
Figure 4. Nuage des modalités de l'ACM.



- 31 La plupart des modalités des variables ordonnées évoluent dans la même direction : elles suivent un axe qui va de bas à gauche vers en haut à droite (fig. 4). Les variables qui répondent à ce motif évoluent donc de la même manière. La forte présence de données inconnues sur la partie gauche de la figure 4 permet d'expliquer la forte densité du groupe A : il s'agit des indépendants qui travaillent seuls. Ils n'ont pas eu accès dans notre questionnaire aux questions concernant la collaboration, la hiérarchie et le turnover : leurs non-réponses systématiques ont contribué à les rapprocher « artificiellement » sur la base de ces variables qui ne les concernaient pas.
- 32 Certaines observations sont attendues. Plus le nombre de personnes dans l'agence est élevé, plus l'agence aura tendance à être ancienne, aura un dirigeant qui a beaucoup d'expérience et un fonctionnement hiérarchique fort avec un turnover important. Le nuage des individus pour *Psiz* – taille des projets réalisés par l'agence (fig. 5) – met en évidence une dispersion des modalités plus forte que pour *nb.pers* : certaines agences de petite taille réalisent des projets de taille moyenne et grande.

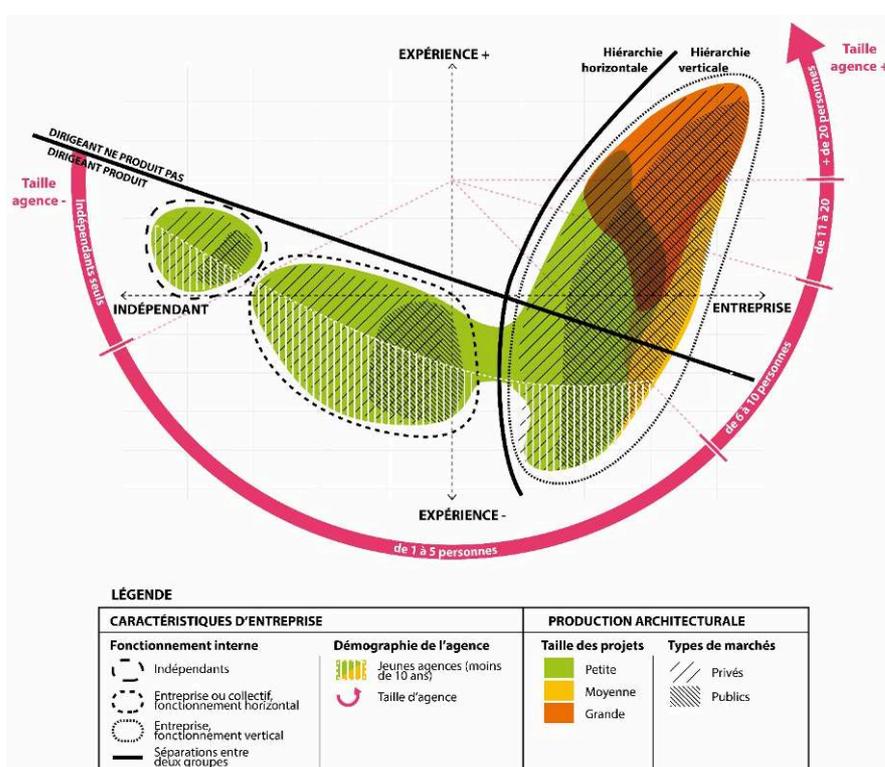
Figure 5. Nuage des individus pour *Psiz*.

- 33 D'autres observations sont en revanche peu liées à la taille des agences (fig. 4), comme le type de maîtrise d'ouvrage avec lequel travaille principalement une agence. Le nuage des individus pour *proj.mou* – type de maîtrise d'ouvrage (fig. 6) – montre que les petites agences et les indépendants réalisent des marchés publics, même si cette pratique reste principalement concentrée sur la moitié droite du graphique.

Figure 6. Nuage des individus pour *proj.mou*.

- 34 On peut à présent déterminer la structure générale de l'espace graphique résultant de l'ACM (fig. 7). La dimension 1 correspond au mode de pratique : plutôt indépendante ou horizontale vers la gauche (groupes A et B), plus hiérarchisée vers la droite (groupe C). La moitié inférieure de l'espace regroupe des agences plus petites, plus jeunes, aux dirigeants moins expérimentés. La moitié supérieure accueille au contraire des agences plus grandes et plus anciennes. La dimension 2 peut être « résumée » au niveau d'ancienneté des entreprises et de leur dirigeant.
- 35 Le nuage des individus permet, pour une variable donnée, de faire apparaître la répartition de ses modalités au sein des agences. Il ne permet cependant pas l'observation simultanée de plusieurs variables. Le nuage des modalités permet quant à lui d'observer plusieurs variables mais efface la répartition de leurs modalités. Nous avons souhaité proposer une cartographie synthétique des organisations des agences d'architecture : l'Espace socio-économique des agences d'architecture ou ESÉAA⁶⁴ (fig. 7). Il permet d'étudier la population des agences d'architecture françaises.

Figure 7. Espace socio-économique des agences d'architecture (ESÉAA).



- 36 L'ESÉAA distingue trois modes de fonctionnement des agences : (A) des indépendants travaillant seul, (B) des petites agences à hiérarchie plutôt horizontale et (C) des agences aux tailles variées qui ont un fonctionnement hiérarchique plus vertical⁶⁵. La taille des groupes sur l'ESÉAA n'est pas associée au nombre d'individus qui le compose mais à leur diversité relative aux variables que nous étudions.
- 37 Si les deux premiers groupes (A et B) réalisent plutôt des projets de petite taille, le troisième est plus diversifié, tant par la taille des entreprises qui le composent que la taille de leurs projets. Chaque groupe d'agence travaille à la fois en marchés privés et publics, mais la proportion de marchés publics augmente avec le niveau de hiérarchisation des entreprises. Enfin, de jeunes agences (de moins de dix ans) sont

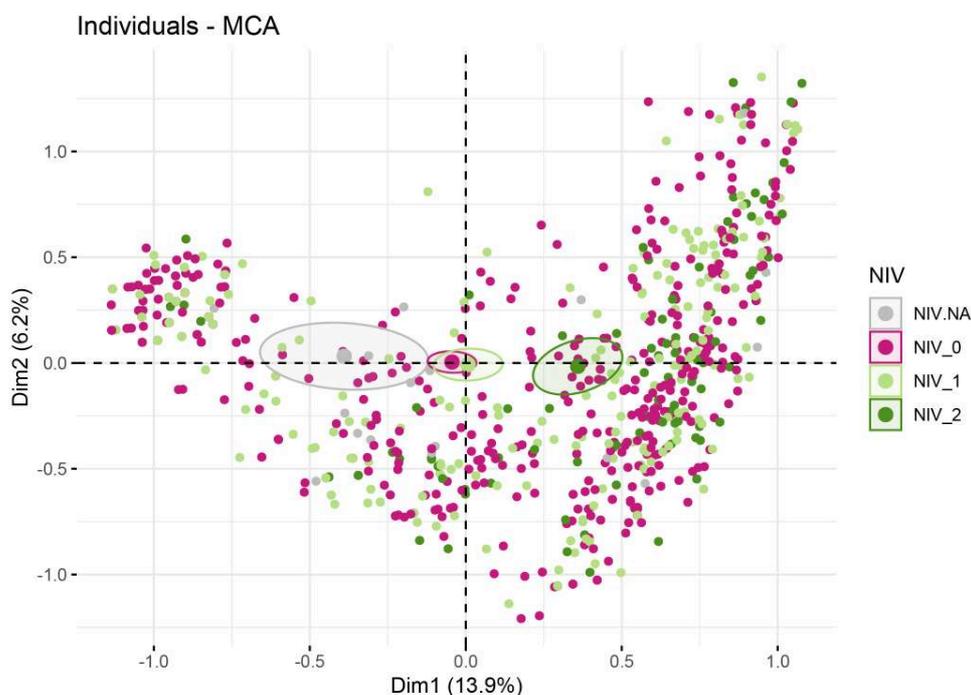
présentes dans les trois groupes : elles réalisent généralement des petits projets et ont des dirigeants jeunes.

- 38 L'espace social ainsi proposé constitue une cartographie synthétique des modes d'organisation et du type de production des entreprises d'architecture.

Les pratiques numériques des agences d'architecture

- 39 L'hypothèse que le BIM va transformer la population des agences d'architecture est fréquemment formulée. Elle repose sur une approche évolutionniste des organisations : seules celles qui ont des caractéristiques compatibles avec leur environnement « survivent ». Un changement dans le contexte peut entraîner une évolution des populations d'organisations⁶⁶. Cependant, pour que la généralisation de pratiques BIM puisse faire évoluer le paysage des agences, il faudrait que les pratiques BIM (et/ou les pressions concurrentielles que subissent les agences par rapport au BIM) soient inégalement réparties au sein de la population. C'est ce que nous proposons d'explorer dans cette partie.
- 40 Il est possible d'ajouter des variables « supplémentaires » dans une ACM. Ces dernières, contrairement aux variables « actives », ne contribuent pas au calcul de positionnement des individus sur l'espace social mais peuvent être visualisées pour comparer leur positionnement à celui des variables actives. Dans cette partie, nous exploitons l'ESÉAA pour positionner des variables supplémentaires liées à la mise en œuvre et à l'appréhension des pratiques BIM par les agences.
- 41 Nous avons testé le niveau des pratiques BIM de chaque agence (voir détail du calcul⁶⁷). Ce niveau de maturité comporte trois paliers : le niveau 0 correspond à l'absence de pratiques BIM ; le niveau 1 correspond à l'utilisation de logiciels BIM sans échange de maquette numérique avec des partenaires, et le niveau 2 correspond à la mise en œuvre de pratiques collaboratives BIM. Le nuage des individus de l'ACM a été colorié avec le niveau de maturité des agences (fig. 8).

Figure 8. Nuage des individus de l'ACM pour le niveau de maturité BIM (NIV).



- 42 Les barycentres des modalités « niveau 0 » et « niveau 1 » sont situés au centre de l'ESÉAA : l'utilisation de logiciels BIM n'est donc pas une pratique discriminante, contrairement à l'idée très répandue selon laquelle elle exclut les petites agences. Le barycentre de la modalité « niveau 2 » est situé sur la partie droite de l'ESÉAA : il est donc plus fréquent dans le groupe C. Le nuage des individus indique de nombreuses agences au niveau 2 parmi celles qui comptent de six à dix personnes. Le niveau 1 est donc également réparti sur l'ESÉAA, et le niveau 2 est plus présent au sein des agences de six à dix personnes.
- 43 Regardons à présent si la perception du BIM par les agences et les pressions qu'elles subissent pour adopter le BIM dépendent de leur positionnement sur l'ESÉAA. Les variables supplémentaires testées (voir tableau 2) ont été sélectionnées parmi les hypothèses élaborées dans de précédents travaux⁶⁸ et celles développées dans la seconde partie du présent article.

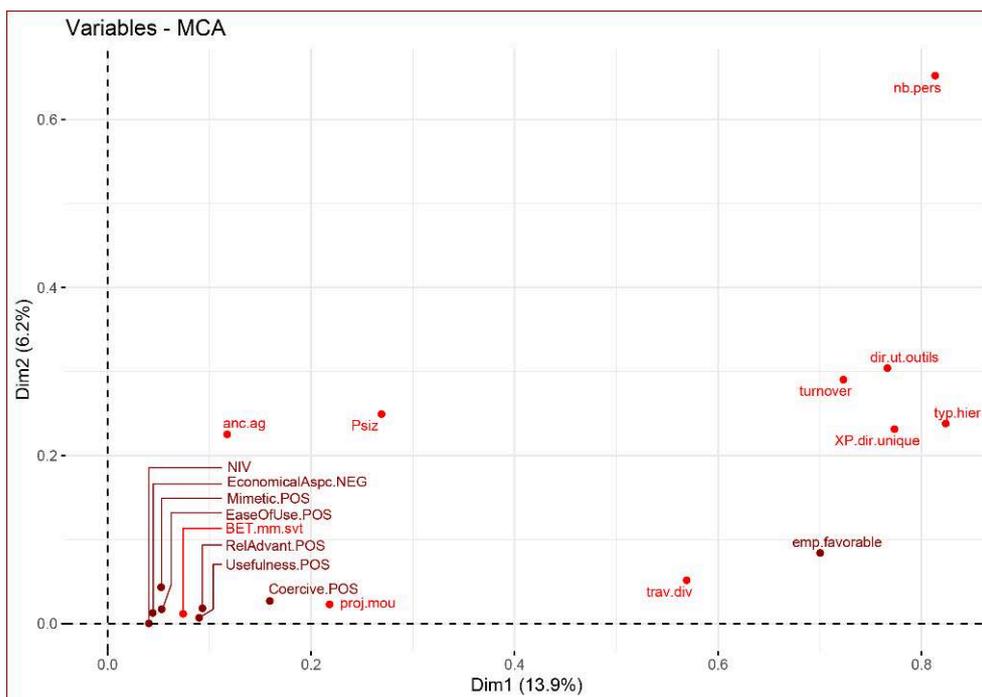
Tableau 2. Variables supplémentaires de l'ACM : niveau, perception et pressions liées au BIM.

Nom de variable	Objet	Affirmation associée	Modalités
NIV	Niveau	Niveau de maturité de l'agence	NIV0, NIV1, NIV2, indéfini.
Emp. favorable	Perception	Les employés de l'agence sont favorables aux nouvelles technologies / au BIM	réticent, en retrait, intéressé, proactif, inconnu
EaseOfUse. POS ⁶⁹	Perception	Le BIM est facile à utiliser	0, 1, 2, [Ø]. ⁷⁰

<i>RelAdvant. POS</i>	Perception	Intégrer le BIM nous donne un avantage concurrentiel	0, 1, 2, [Ø].
<i>EconomicalAspc. NEG</i>	Perception	Les outils et la formation sont trop coûteux	0, 1, 2, [Ø].
<i>Usefulness. POS</i>	Perception	Le BIM est utile pour notre pratique	0, 1, 2, [Ø].
<i>Compatibility. NEG</i>	Perception	Le BIM est incompatible avec notre pratique et vision du métier	0, 1, 2, [Ø].
<i>Normative. POS</i>	Pressions externes	Nous avons besoin de normaliser nos processus de travail pour être efficaces	0, 1, 2, [Ø].
<i>Coercive. POS</i>	Pressions externes	Nos clients et partenaires sont de plus en plus demandeurs de BIM.	0, 1, 2, [Ø].
<i>Mimetic. POS</i>	Pressions externes	De nombreux confrères l'ont déjà adopté et nous devons faire de même	0, 1, 2, [Ø].

- 44 Les rapports de corrélation (fig. 9) indiquent que les modalités de toutes ces variables à l'exception d'*emp.favorable* sont relativement peu dispersées sur l'ESÉAA.

Figure 9. Rapports de corrélation pour les variables actives de l'ACM (rouge) et les variables supplémentaires (brun).



- 45 Le nuage des individus pour la variable *emp.favorable* – les employés de l'agence sont favorables aux nouvelles technologies/au BIM – présente une répartition relativement homogène des réactions des employés en fonction des types d'agences concernées (les ellipses de confiance autour des barycentres sont superposées). Le fort rapport de

corrélation sur la figure 8 était donc simplement dû à l'absence de réponse des indépendants pour cette variable.

Figure 10. Nuage des individus pour *emp.favorable*.

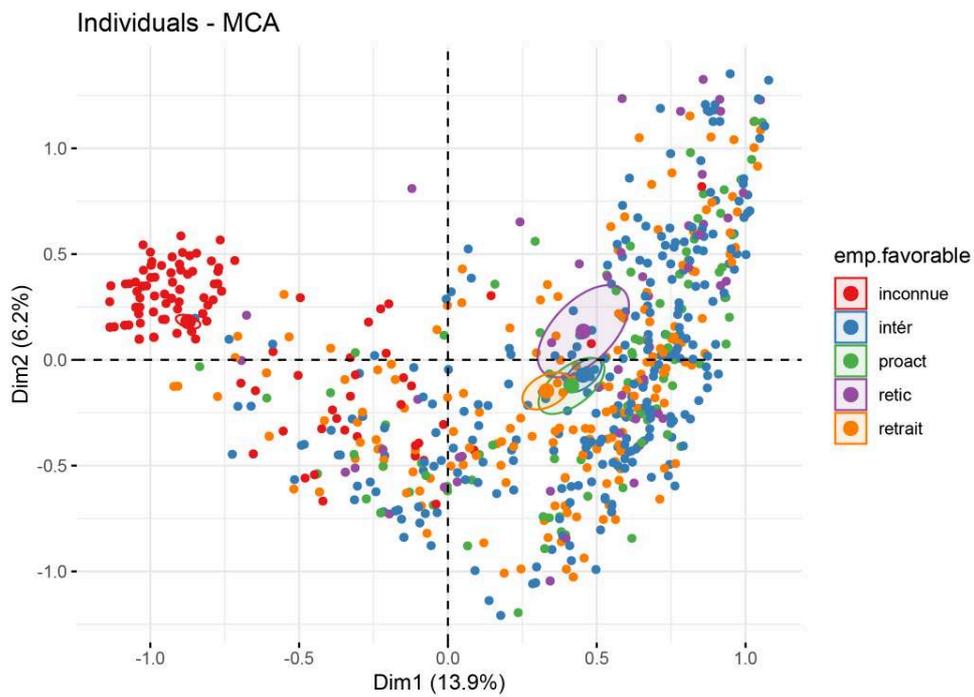


Figure 11. Nuage des individus pour *Coercive.POS*.

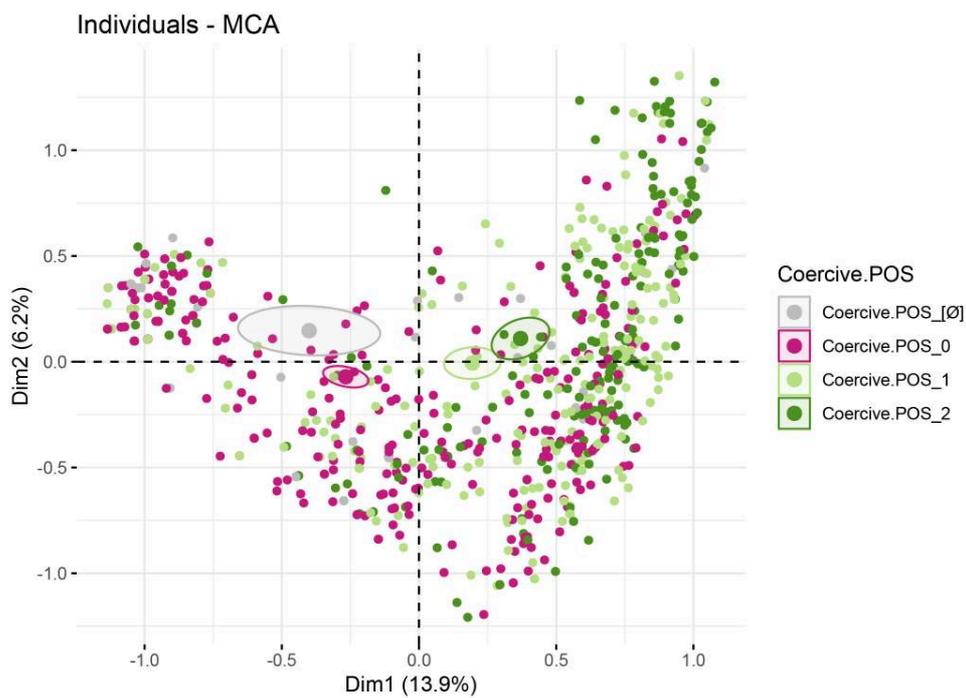
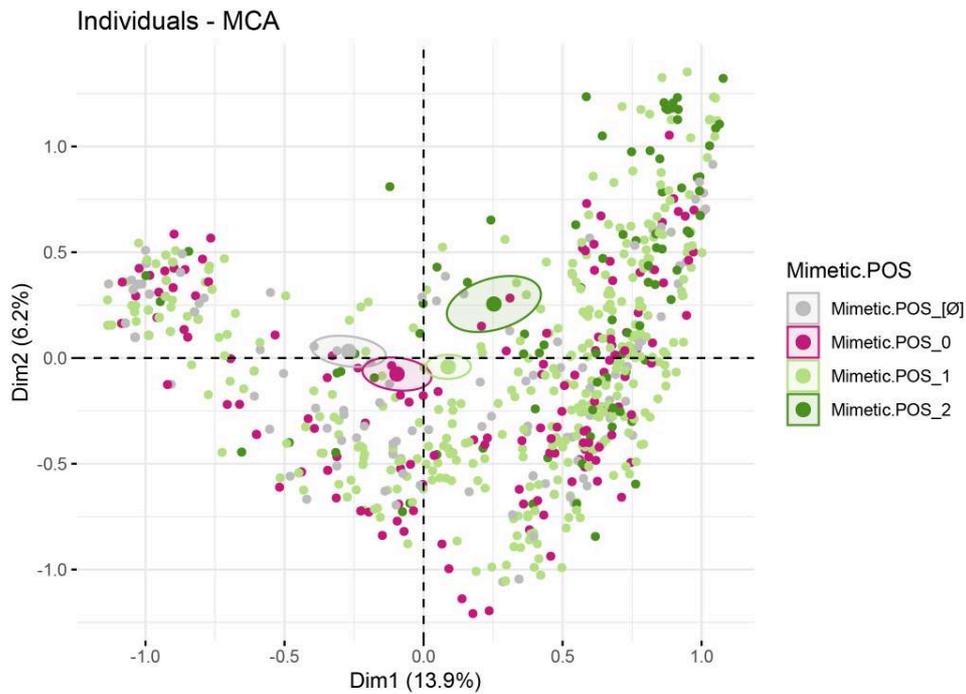
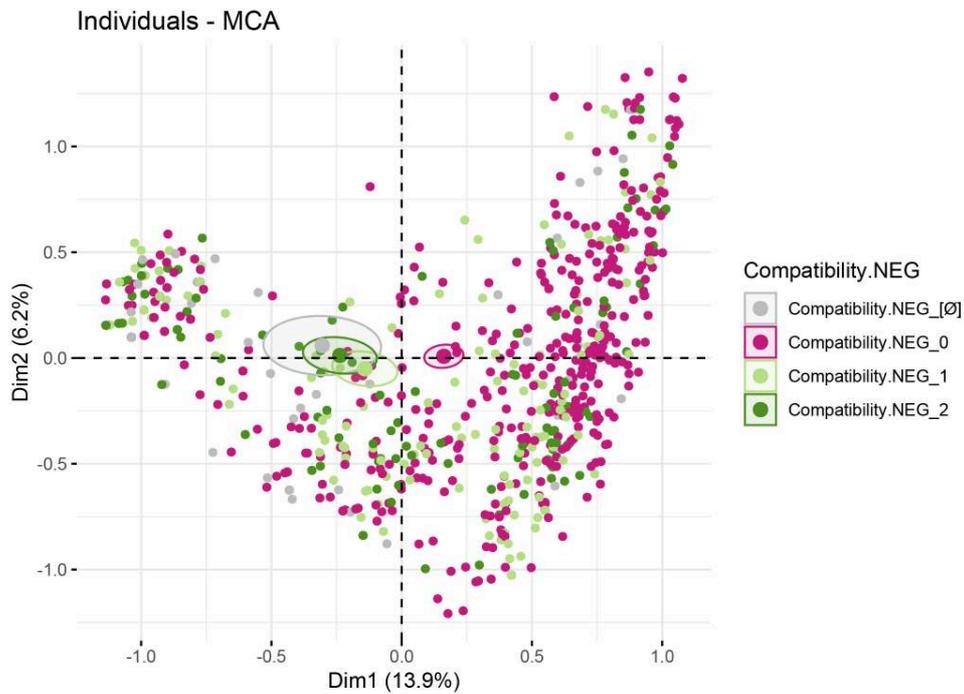


Figure 12. Nuage des individus pour *Mimetic.POS*.

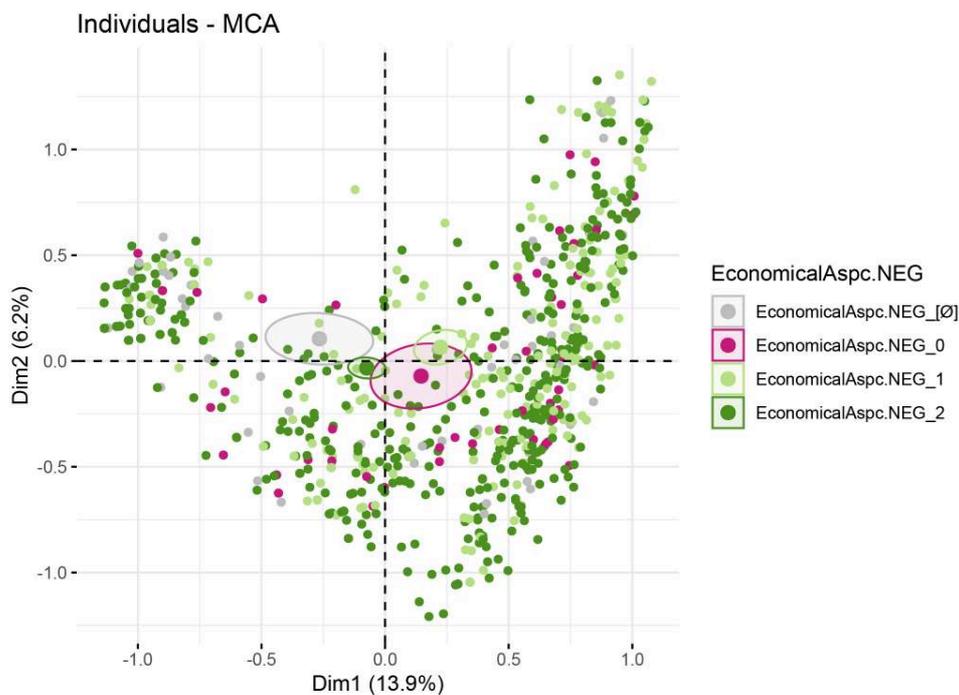
- 46 Les agences les plus grandes du groupe C sont plus fréquemment sollicitées que les autres par leurs partenaires et clients pour travailler en BIM (*Coercive. POS*, fig. 11). Ce sont également celles qui subissent les plus fortes pressions mimétiques (*Mimetic. POS*, fig. 12) : c'est-à-dire l'impression de devoir adopter des pratiques BIM comme leurs confrères pour perdurer⁷¹. Toutes les agences (même les indépendants qui travaillent seuls) sont plutôt sensibles à l'intérêt de la rationalisation (*Normative. POS*, fig. 13). Contrairement à l'idée répandue que le fonctionnement « artisanal » des petites agences empêche toute forme de rationalisation, nous observons ici que les agences du groupe C sont seulement légèrement plus sensibles que les autres à cette thématique.

Figure 13. Nuage des individus pour *Normative. POS*.

- 47 La perception que des acteurs ont d'une innovation influence leur propension à l'adopter. Une répartition inégale de la perception du BIM par les agences françaises peut donc impliquer une adoption inégale à l'avenir. Les agences du groupe C considèrent plus fréquemment que les autres que le BIM est compatible avec leurs pratiques (*Compatibility. NEG*, fig. 14) et utile (*Usefulness. POS*, fig. 15). Les indépendants (groupe A) considèrent tout aussi fréquemment le BIM inutile pour leur pratique que les agences d'une à cinq personnes des groupes B et C.

Figure 14. Nuage des individus pour *Compatibility. NEG*.Figure 15. Nuage des individus pour *Usefulness. POS*.

48 Enfin, les agences considèrent en grande majorité que le BIM est trop coûteux (*EconomicalAspc. NEG*, fig.16), et ce indépendamment de leur positionnement sur l'ESÉAA.

Figure 16. Nuage des individus pour *EconomicalAspc. NEG*.

- 49 L'ACM réalisée a fait émerger trois principaux modes de pratique des agences qui les différencient sur le plan organisationnel (les indépendants, les entreprises horizontales, et les agences plus professionnalisées). Nos résultats permettent de nuancer le consensus sur l'appréhension et l'adoption du BIM au sein des agences d'architecture françaises : nous avons montré que la relation entre la situation socio-économique des agences et leurs pratiques, appréhensions et pressions liées au BIM, est très modérée. En particulier, le recours aux pratiques BIM est réparti relativement équitablement au sein de la population d'agences.
- 50 Que penser alors de l'hypothèse de la réduction de la proportion des petites agences due à la généralisation de pratiques BIM ?

Discussion et perspectives

Pistes sur l'évolution de l'espace socioéconomique des agences d'architecture

- 51 Le « BIM avancé » n'est pour l'instant pas réservé aux très grandes agences : il est même plus fréquent au sein des agences de six à dix personnes. Paradoxalement, ce sont les agences plus grandes qui sont les plus sensibles aux pressions de leurs clients et aux pressions concurrentielles. Ce paradoxe pourrait donc être provisoire et simplement souligner la difficulté qu'ont les plus grandes agences à implémenter des pratiques BIM, notamment à cause de leur inertie organisationnelle.
- 52 Les indépendants et les petites agences aux pratiques plus « artisanales » réalisent aussi des marchés publics de taille modérée. Or ces projets sont concernés par des cahiers des charges BIM. Au vu des stratégies d'évitement du BIM que nous avons pu observer, une « redistribution » des marchés liée à la généralisation de pratiques BIM est

envisageable : cette redistribution pourrait diversifier les activités des agences du groupe C (indépendamment de leur taille) et, au contraire, réduire la diversité des projets des groupes A et B. Mais une activité peu diversifiée présente un risque économique en cas d'évolution du marché ciblé. Si la généralisation des projets BIM fait reculer la diversité des projets des agences des groupes A et B, alors il est possible qu'elles soient plus instables et progressivement moins nombreuses.

- 53 Enfin, comme dans d'autres domaines, la numérisation généralisée de la profession se traduit par un passage de génération accéléré⁷² : certains architectes expérimentés réorientent leur activité ou partent à la retraite prématurément⁷³. Les jeunes architectes jouent donc un rôle important dans la « transition » des agences et à travers eux apparaît l'impact du renouvellement de l'enseignement des ENSA sur l'évolution de la profession. Il s'agit là d'un transfert indirect de la recherche (qui contribue à maintenir un enseignement à la pointe) vers la profession.

Prospectives sur la nature des missions des architectes

- 54 Le « boom » du BIM a accéléré les réflexions sur l'évolution de l'organisation de la maîtrise d'œuvre, ce qui va probablement faire évoluer la loi MOP. Celle-ci n'intègre pour l'instant ni les missions spécifiques BIM, ni les modes d'organisation concurrents. Nous avons vu en première partie de cet article que les pratiques précédaient souvent la réglementation : le positionnement qu'adoptent les architectes aujourd'hui vis-à-vis des missions spécifiques BIM est donc important et impactera probablement les réglementations futures.
- 55 L'évolution de la notion de « profession libérale » vers des « activités libérales » ou « groupements momentanés d'entreprises libérales » a déjà été envisagée. Celles-ci concerneraient toute la maîtrise d'œuvre⁷⁴. L'idée de partager certaines responsabilités rappelle la question relative à la révision du droit d'auteur qu'ont les architectes sur une œuvre conçue de plus en plus collectivement.
- 56 Certaines évolutions techniques vont également se développer. Le *cloud computing* déplace progressivement la puissance de calcul hors des locaux des entreprises⁷⁵, et les logiciels auparavant installés sur un ordinateur personnel migrent vers des services et applications web⁷⁶. Ces évolutions sont cohérentes avec la diffusion des licences par abonnement qui intègrent maintenant des services (stockage, ferme de calcul) ; avec les avantages et bien sûr les inconvénients que cela comporte.
- 57 Enfin, les démarches administratives comme les demandes d'autorisation d'urbanisme se dématérialisent progressivement⁷⁷ et l'intégration de la maquette numérique BIM est d'ores et déjà envisagée dans ce cas, notamment dans le plan BIM 2020⁷⁸.

Conclusion

- 58 La « nouveauté » et la « disruption » généralement associées à la technologie BIM sont à nuancer car les récentes évolutions des outils, organisations du travail et réglementations qui découlent de la diffusion récente du BIM sont envisagées depuis les années 1980-1990. Les difficultés actuelles des agences pour le mettre en œuvre sont cependant bien réelles.

- 59 Nous avons montré que la nature collaborative, économique, technique et innovante du BIM porte des contradictions par rapport à la pratique historiquement solitaire, libérale, artistique et traditionnelle de l'architecte. Ces contradictions semblent pouvoir expliquer une partie des réactions des architectes par rapport au BIM.
- 60 La diffusion du BIM pourrait faire évoluer certaines conditions d'activité des architectes. La notion de « profession libérale » pourrait glisser vers celle d'« activités libérales », partagées dans la maîtrise d'œuvre, et l'évolution de la réglementation pourrait permettre à l'avenir une collaboration non séquentielle des acteurs. La réflexion sur les outils et livrables numériques doit être poursuivie pour garder la maîtrise des modalités de leur exploitation. Cette réflexion peut concerner le développement de standards d'échanges libres et ouverts, le développement de logiciels libres, de services publics en ligne ou même de régulation des activités des éditeurs. La dématérialisation des démarches administratives liées à l'acte de construire a par ailleurs commencé, et l'intégration de la maquette numérique BIM dans ce cas est déjà envisagée. La profession peut préparer, absorber, et même guider ces évolutions, par exemple en développant la recherche dans les écoles d'architecture, car celle-ci renforce sa capacité d'anticipation et d'innovation.
- 61 Notre enquête par questionnaire a montré que les équipements BIM n'étaient pas plus présents dans les grandes agences que dans les plus petites. La « prédiction » de la fin des petites agences due au coût des équipements est donc à nuancer. Les agences de taille modérée ont eu plus de facilité à mettre en place des pratiques BIM que les autres. Les agences les plus grandes, bien que moins équipées en BIM et moins coutumières des pratiques BIM avancées, sont plus sensibles aux injonctions du marché pour travailler en BIM. Leur « retard » sur les autres pourrait être provisoire si elles répondent aux pressions concurrentielles et parviennent à dépasser leur inertie organisationnelle.
- 62 Les périodes de crise et d'incertitude ont tendance à renforcer le mimétisme des entreprises, ce qui peut entraîner une convergence des organisations vers un même modèle. Dans ce contexte, l'hypothèse d'une évolution des petites agences vers une taille modérée (de six à dix personnes), qui peut répondre à la rationalisation des pratiques, est plausible. L'augmentation du nombre de grandes entreprises d'architecture reste quant à elle peu probable à moyen et long termes au vu de leur faible capacité d'adaptation.
- 63 Les agences sont soumises à des pressions externes mais on ne peut pas adopter une vision déterministe de leur évolution : les organisations ont une capacité d'action propre qui influence leur devenir et leur secteur d'activité⁷⁹. Il faut donc nuancer la vision de « profil type d'agence apte à survivre au BIM » : la stabilité d'un secteur repose sur la complémentarité d'entreprises variées⁸⁰. Cette stabilité peut être perturbée au cours d'une évolution majeure d'une profession ; c'est la capacité de « destruction créatrice » des innovations⁸¹. De nouveaux marchés de niche, nouvelles spécialisations et missions peuvent apparaître et se répartir sur le secteur.
- 64 La diffusion du BIM pourrait donc effectivement diversifier les pratiques des agences et rebattre les cartes sur les spécialisations et types de marchés auxquels elles accèdent. Mais ces évolutions restent à construire.

BIBLIOGRAPHIE

- Ahmed Louay Ahmed et Mohamad Kassem, « Micro BIM Adoption: Identifying Cause and Effect Factors and Analysing their Inter-dependencies using a Fuzzy DEMATEL Approach », *Creative Construction Conference 2019 (CCC2019)*, oct. 2019, Budapest, pp. 878-885, [en ligne] <https://repozitorium.omikk.bme.hu/handle/10890/13303>
- Robert Aish, « Building modelling: the key to integrated construction CAD », *CIB 5th International Symposium on the Use of Computers for Environmental Engineering Related to Buildings*, juillet 1986, pp. 7-9, [en ligne] https://www.researchgate.net/publication/320347623_Building_modelling_the_key_to_integrated_construction_CAD
- Howard Aldrich, *Organizations and environments*, Stanford, Stanford University Press, 2008.
- Olivier Arene, « Le BIM est la dernière chance des architectes de re-devenir les maîtres d'œuvre qu'ils ont cessé d'être », *AMC Archi*, 2015, [en ligne] <https://www.amc-archi.com/article/le-bim-est-la-derniere-chance-des-architectes-de-re-devenir-les-maitres-d-uvre-qu-ils-ont-cesse-d-etre-par-olivier-arene-architecte,1552>, consulté le 9 octobre 2020.
- Article collectif, « Cessons d'opposer théoriciens et praticiens, réponse collective à la SFA », *AMC Archi*, 2020, [en ligne] <https://www.amc-archi.com/article/point-de-vue,11581>, consulté le 9 octobre 2020.
- David Autissier, Isabelle Vandangeon-Derumez et Alain Vas, *Conduite du changement, concepts clés: 50 ans de pratiques issues des travaux des auteurs fondateurs*, Paris, Dunod, 2014.
- Anne-Marie Bellenger, Amélie Blandin et Olivier Celnik, *Le BIM sous l'angle du droit: pratiques contractuelles et responsabilités*, Paris/Marne-la-Vallée, Eyrolles/CSTB éditions, 2016.
- Conrad Boton, Daniel Forgues et Gilles Halin, « Les enjeux liés à l'intégration de l'approche BIM de modélisation des données du bâtiment à l'enseignement universitaire : cas d'une école d'ingénierie », *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, vol. 14, n°2, 2017, pp. 5-23, [en ligne] <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01969668>
- Robert Carvais, « L'institutionnalisation de la profession d'architecte exprimée par un titre, XIX^e-XX^e siècles », dans Isabelle Chesneau (dir.), *Profession Architecte: Identité - Responsabilité - Contrats - Règles - Agence - Economie - Chantier*, Paris, France, Eyrolles, 2018, pp. 87-91.
- Olivier Celnik, « Nouvelle donne dans l'enseignement et la formation », dans Olivier Celnik, Eric Lebègue et Guersendre Nagy, *BIM et maquette numérique pour l'architecture, le bâtiment et la construction*, Paris/Marne-la-Vallée, Eyrolles (architecture), 2014, pp. 315-319.
- Florent Champy, *Sociologie de l'architecture*, Paris, La Découverte (Repères), 2001.
- Isabelle Chesneau, « La profession libérale d'architecte », dans Isabelle Chesneau (dir.), *Profession Architecte: Identité - Responsabilité - Contrats - Règles - Agence - Economie - Chantier*. Paris, Eyrolles, 2018, pp. 72-80.
- Philippe Cibois, et Pierre Mercklé, « Chapitre IV : Les figures de l'analyse des correspondances », dans *Les méthodes d'analyse d'enquêtes*, Lyon, éditions ENS, 2015.
- Conseil national de l'ordre des architectes (CNOA), « Code de déontologie des architectes », oct. 2015, [en ligne] <https://www.architectes.org/code-de-deontologie-des-architectes>, consulté le 18 avril 2020.

Conseil national de l'ordre des architectes (CNOA), « Les outils informatiques pour concevoir en BIM », juin 2018, [en ligne], <https://www.architectes.org/actualites/les-outils-informatiques-pour-concevoir-en-bim>, consulté le 9 octobre 2020.

Jean-François Coté, Sylvie Doré, et Daniel Forgues, « Revenir aux fondamentaux du lean dans l'usage du pdvsm (Product Development Value Stream Mapping) en construction », *CSCE Annual Conference*, juin 2019, Montreal, [en ligne] https://csce.ca/elf/apps/CONFERENCEVIEWER/conferences/2019/pdfs/PaperPDFversion_235_0603055437.pdf

Jacques Croizer, « Géométrie dans l'espace social », *Revue internationale de philosophie*, vol. 220, n 2, 2002, pp. 195-225, [en ligne] <https://www.cairn.info/revue-internationale-de-philosophie-2002-2-page-195.html>.

Gilles Debizet et Eric Henry, « Qualités en conception, concurrence et management de la qualité », dans Véronique Biau (dir.) et François Lautier (éd.), *La qualité architecturale: acteurs et enjeux*, Paris, Éditions de la Villette, *Cahiers Ramau*, n°5, 2009, pp. 143-162.

Maxime Decommer, « L'entreprise libérale d'architecture », dans Isabelle Chesneau (dir.), *Profession Architecte: Identité - Responsabilité - Contrats - Règles - Agence - Economie - Chantier*. Paris, Eyrolles, 2018, pp. 421-425.

Décret n°73-207 du 28 février 1973 relatif aux conditions de rémunération des missions d'ingénierie et d'architecture remplies pour le compte des collectivités publiques par des prestataires de droit privé.

Bertrand Delcambre, *Rapport Mission Numérique Bâtiment*, 2014, [en ligne] <https://www.architectes.org/actualites/bim-le-rapport-delcambre-sur-la-mission-numerique-du-batiment-rendu-public>, consulté le 9 octobre 2020.

Valéry Didelon, « L'empire du BIM », *Criticat*, n 13, 2014, pp. 70-85.

Paul Dimaggio et Walter Powell, « The iron cage revisited institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields », *Economics Meets Sociology in Strategic Management*, Emerald Group Publishing Limited, vol. 48, n°2, avril 2000, pp. 143-166. [en ligne] <https://www.jstor.org/stable/2095101?seq=1>

Julien Duval, « L'analyse des correspondances et la construction des champs », *Actes de la recherche en sciences sociales*, vol. 200, n°5, 2013, pp. 110-123, [en ligne] <https://www.cairn.info/revue-actes-de-la-recherche-en-sciences-sociales-2013-5-page-110.htm>

Charles Eastman, *Building product models: computer environments supporting design and construction*, Boca Raton, CRC Press, 1999.

Charles Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks et Kathleen Liston, *BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors*, Hoboken, Wiley, 2008.

Vincent Feltsse, *Concertation sur l'enseignement supérieur et la recherche en architecture*, 2013, [en ligne] <https://www.culture.gouv.fr/Espace-documentation/Rapports/Concertation-sur-l-enseignement-superieur-et-la-recherche-en-architecture>, consulté le 9 octobre 2020.

Bernard Ferries, « Outils et méthode pour la production collaborative de ressources pédagogiques pour l'enseignement du BIM », *EDUBIM*, mai 2019, [en ligne] https://www.researchgate.net/publication/333175287_Outils_et_methode_pour_la_production_collaborative_de_ressources_pedagogiques_pour_l%27enseignement_du_BIM

Reza Ghassemi et Burcin Becerik-Gerber, « Transitioning to Integrated Project Delivery: Potential barriers and lessons learned », *Lean construction journal*, 2011, pp. 32-52, [en ligne] <https://>

www.leanconstruction.org/media/docs/ktll-add-read/

[Transitioning_to_Integrated_Project_Delivery_Potential_barriers_and_lessons_learned.pdf](#)

Henri-Jean Gless, *Vers une conception architecturale BIM-agile. Proposition d'un ensemble de pratiques collaboratives en vue d'une meilleure appropriation de la technologie BIM*, thèse, Nancy, université de Lorraine, 2019.

Michael Hannan et John Freeman, « The population ecology of organizations », *American journal of sociology*, vol. 82, n°5, 1977, pp. 929-964, [en ligne] https://www.researchgate.net/publication/228314106_The_Population_Ecology_of_Public_Organizations

Matti Hannus, « Islands of Automation in Construction », *Construction on the information highway*, 1996, Ljubljana, Slovenia.

Elodie Hochscheid et Gilles Halin, « A framework for studying the factors that influence the BIM adoption process », *CIBw78*, sept. 2019, Newcastle (Angleterre), pp. 275-285, [en ligne] <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02558427>

Elodie Hochscheid et Gilles Halin, « L'adoption du BIM dans les agences d'architecture en France », *Séminaire de conception architecture numérique*, 01009, oct. 2018, Nantes, France, [en ligne] https://www.shs-conferences.org/articles/shsconf/abs/2018/08/shsconf_scan18_01009/shsconf_scan18_01009.html

Elodie Hochscheid et Gilles Halin, « BIM implementation in architecture firms : Interviews, case studies and action research used to build a method that facilitates implementation of BIM processes and tools », *36th eCAADe annual conference*, sept. 2018, Lodz, Poland, pp. 232-240, [en ligne] <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02868676/>

Elodie Hochscheid et Gilles Halin, « Baromètre BIM : une enquête sur l'adoption du BIM dans les agences d'architecture en France », *Séminaire de conception architecturale numérique*, nov. 2020, Bruxelles, Belgique.

Elodie Hochscheid et Gilles Halin, « Generic and SME-specific factors that influence the BIM adoption process: an overview that highlights gaps in the literature », *Frontiers of Engineering Management*, juil. 2019, [en ligne] <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02558364>

Michel Huet, « Les étapes de la relation contractuelle en marchés publics », dans Isabelle Chesneau (dir.), *Profession Architecte: Identité - Responsabilité - Contrats - Règles - Agence - Economie - Chantier*, Paris, Eyrolles, 2018, pp. 225-230.

Michel Huet, « L'environnement numérique du bâtiment », dans Isabelle Chesneau (dir.), *Profession Architecte: Identité - Responsabilité - Contrats - Règles - Agence - Economie - Chantier*, Paris, Eyrolles, 2018, pp. 410-419.

David Kent et Burcin Becerik-Gerber, « Understanding construction industry experience and attitudes toward integrated project delivery », *Journal of construction engineering and management*, vol. 136, n°8, 2010, pp. 815-825, [en ligne] https://ipda.ca/site/assets/files/1114/kent-bercerik-gerber_2010_understanding-construction-industry-experience-and-attitudes-toward-ipd.pdf

Frédéric Lebaron et Brigitte Le Roux, *La méthodologie de Pierre Bourdieu en action: espace culturel, espace social et analyse des données*, Paris, Dunod, 2015.

Seulki Lee, Jungho Yu et David Jeong, « BIM Acceptance Model in Construction Organizations », *Journal of Management in Engineering*, vol. 31, n°3, mai 2015, [en ligne] <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29ME.1943-5479.0000252>

Jacques Levy-Bencheton, « L'occasion de reprendre la maîtrise du projet », *AMC Archi*, 2015, [en ligne] <https://www.amc-archi.com/article/l-occasion-de-reprendre-la-maitrise-du-projet->

par-jacques-levy-bencheton-architecte-associe-et-bim-manager-brunet-saunier-architecture-paris,1528, consulté le 9 octobre 2020.

Liste Printemps des architectes, « Blâmer le BIM », dans Olivier Celnik, Eric Lebègue et Guersendre Nagy, *BIM et maquette numérique pour l'architecture, le bâtiment et la construction*. Paris/Marne-la-Vallée, Eyrolles (architecture), 2014, p. 163.

Loi n°77-2 du 3 janvier 1977 sur l'architecture.

Loi n°2018-1021 du 23 novembre 2018 portant évolution du logement, de l'aménagement et du numérique.

Loi n°85-704 du 12 juillet 1985 relative à la maîtrise d'ouvrage publique et à ses rapports avec la maîtrise d'œuvre privée.

Bernard Marrey, *Architecte: du maître de l'œuvre au disagneur*, Paris, Édition du Linteau, 2013.

Jérôme Martin, « Le droit de la responsabilité des architectes », dans Isabelle Chesneau (dir.), *Profession Architecte: Identité - Responsabilité - Contrats - Règles - Agence - Economie - Chantier*, Paris, Eyrolles, 2018, pp. 191-201.

Christophe Midler, « Évolution des modèles d'organisation et régulations économiques de la conception », *Problèmes économiques*, La documentation française, 1998, n 2.558, [en ligne] <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00263245/document>

Ministère de la Culture, « La réforme des écoles nationales supérieures d'architecture », 2018, [en ligne] <https://www.culture.gouv.fr/Sites-thematiques/Architecture/Formations-recherche-et-metiers/La-reforme-des-ecoles-nationales-superieures-d-architecture>, consulté le 9 octobre 2020.

François Pélegrin, « Dématérialisation des autorisations d'urbanisme entre modalités pratiques et expérimentations », *Le Moniteur*, juil. 2020, [en ligne] <https://www.lemoniteur.fr/article/dematierialisation-des-autorisations-d-urbanisme-entre-modalites-pratiques-et-experimentations.2097854>, consulté le 9 octobre 2020.

Antoine Picon, *Culture numérique et architecture. Une Introduction*, Bâle, Birkhäuser, 2010.

Robert Prost et François Chaslin, *Pratiques de projet en architecture: le tournant silencieux: essai*, Gollion, Infolio, 2014.

Linda Rouleau, *Théories des organisations approches classiques, contemporaines et de l'avant-garde*, Québec, Presses de l'Université du Québec, 2007.

Jean-Claude Sardas, « Ingénierie intégrée et mutation des métiers de la conception », *Réalités Industrielles*, Annales des Mines, 1997, pp. 41-48.

Joseph Alois Schumpeter, *Théorie de l'évolution économique: recherches sur le profit, le crédit, l'intérêt et le cycle de la conjoncture*, Paris, Dalloz, 1999.

Frédéric Seitz, « Les rapports entre architectes et ingénieurs en France : l'Exposition universelle de 1889 », *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, vol. 39, n°3, 1992, pp. 483-492.

Aida Siala, Najla Allani, Gilles Halin et Mohamed Bouattour, « Donner du sens à l'espace architectural. Vers une intégration de la dimension sensible de l'architecture dans les pratiques BIM », *Séminaire de conception architecturale numérique*, sept. 2016, Toulouse, France, [en ligne] <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02549200>

Christine Simonin, « La fabrique de la norme et ses recompositions », dans Isabelle Chesneau (dir.), *Profession Architecte: Identité - Responsabilité - Contrats - Règles - Agence - Economie - Chantier*, Paris, Eyrolles, 2018, pp. 271-279.

Société française des architectes (SFA), « L'enseignement du projet en danger », *Bulletin*, n°56, 2020, [en ligne] <https://sfarchi.org/wp-content/uploads/Bulletin-56-lenseignement-du-projet-en-danger.pdf>, consulté le 9 octobre 2020.

Xavier Sterlin, « À qui profite le BIM ? », *AMC Archi*, 2015, [en ligne] <https://www.amc-archi.com/article/a-qui-profite-le-bim-par-xavier-sterlin-espaces-libres-architecture-paris,1618>, consulté le 9 octobre 2020.

Bernard Stiegler, *Dans la disruption: comment ne pas devenir fou ?*, Paris, Éditions Les Liens qui libèrent, 2016, pp. 15-25.

Bilal Succar, « Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders », *Automation in Construction*, vol. 18, n°3, mai 2009, pp. 357-375, [en ligne] <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>

Jean-François Susini, François Pélegrin, et Patrick Colombier, *Le livre blanc des architectes : 30 propositions*, 2004, [en ligne] <https://www.architectes.org/sites/default/files/atoms/files/livreblancarchi2004.pdf>, consulté le 9 octobre 2020.

Guy Tapie, *Les architectes : mutations d'une profession*, Paris, France, Harmattan (Logiques sociales), 2000.

Jean-Jacques Terrin et Plan Urbanisme Construction Architecture (PUCA), *Maîtres d'ouvrages, maîtres d'œuvre et entreprises: de nouveaux enjeux pour les pratiques de projet*, Paris, Eyrolles, 2005.

Stefano Tornincasa et Francesco Di Monaco, « The future and the evolution of CAD », *14th international research/expert conference: trends in the development of machinery and associated technology*, 2010, pp. 11-18, [en ligne] <https://www.tmt.unze.ba/zbornik/TMT2010/Keynote-Tornincasa.pdf>

Pierre Tripiet, « L'architecture comme profession : comprendre les rapports de force », dans Isabelle Chesneau (dir.), *Profession Architecte: Identité - Responsabilité - Contrats - Règles - Agence - Économie - Chantier*, Paris, Eyrolles, 2018, pp. 69-72.

NOTES

1. Jacques Levy-Bencheton, « L'occasion de reprendre la maîtrise du projet », *AMC Archi*, 2015, [en ligne] <https://www.amc-archi.com/article/l-occasion-de-reprendre-la-maitrise-du-projet-par-jacques-levy-bencheton-architecte-associe-et-bim-manager-brunet-saunier-architecture-paris,1528>, consulté le 24 mars 2020.

2. Olivier Arene, « Le BIM est la dernière chance des architectes de re-devenir les maîtres d'œuvre qu'ils ont cessé d'être », *AMC Archi*, 2015, [en ligne] <https://www.amc-archi.com/article/le-bim-est-la-derniere-chance-des-architectes-de-re-devenir-les-maitres-d-uvre-qu-ils-ont-cesse-d-etre-par-olivier-arene-architecte,1552>, consulté le 24 mars 2020.

3. Xavier Sterlin, « À qui profite le BIM ? », *AMC Archi*, 2015, [en ligne] <https://www.amc-archi.com/article/a-qui-profite-le-bim-par-xavier-sterlin-espaces-libres-architecture-paris,1618>, consulté le 20 mars 2020 ; Élodie Hochscheid et Gilles Halin, « A framework for studying the factors that influence the BIM adoption process », *CIBw78*, Newcastle, England, 18 sept. 2019, pp. 275-285 [en ligne] www.bit.ly/EH_CIB2019 ; Ahmed Louay et Mohamad Kassem, « Micro BIM Adoption: Identifying Cause and Effect Factors and Analysing their Inter-dependencies using a Fuzzy DEMATEL Approach », *Proceedings of the Creative Construction Conference*, 2019, [en ligne] <https://doi.org/10.3311/CCC2019-121> 2019

4. Seulki Lee, Jungho Yu et David Jeong, « BIM Acceptance Model in Construction Organizations », *Journal of Management in Engineering*, mai 2015. vol. 31, n°3, pp. 04014048, [en ligne] DOI : 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000252 ; Ahmed Louay Ahmed et Mohamad Kassem, « Micro BIM Adoption: Identifying Cause and Effect Factors and Analysing their Inter-dependencies using a Fuzzy DEMATEL Approach », *Proceedings of the Creative Construction Conference*, 2019, [en ligne] <https://doi.org/10.3311/CCC2019-121> 2019
5. Bernard Stiegler, « La disruption : une nouvelle forme de barbarie », dans *Dans la disruption : comment ne pas devenir fou ?*, Paris, Éditions Les Liens qui libèrent, 2016, pp. 15-25.
6. Jean-François Susini, Pégégrin, François et Colombier, Patrick. *Le livre blanc des architectes : 30 propositions* [en ligne]. 2004. Disponible à l'adresse : <https://www.architectes.org/sites/default/files/atoms/files/livreblancarchi2004.pdf>
7. David Autissier, Isabelle Vandangeon-Derumez et Alain Vas, *Conduite du changement, concepts clés : 50 ans de pratiques issues des travaux des auteurs fondateurs*, Paris, Dunod, 2014.
8. Parmi les quatre principaux logiciels BIM de conception (Allplan, ArchiCAD, Revit et Vectorworks), seul Revit n'est pas né dans les années 1980 mais en 1999.
9. Robert Aish, « Building modelling: the key to integrated construction CAD », dans *CIB 5th International Symposium on the Use of Computers for Environmental Engineering Related to Buildings*, 1986. pp. 7-9.
10. Michel Huet, « L'environnement numérique du bâtiment », dans *Profession Architecte : Identité - Responsabilité - Contrats - Règles - Agence - Économie - Chantier*, Paris, Eyrolles, 2018, pp. 410-419.
11. Antoine Picon, *Culture numérique et architecture. Une Introduction*, Basel, Birkhäuser, 2010.
12. *Ibid.*
13. Valéry Didelon, « L'empire du BIM », *Criticat*, 2014, n°13, pp. 70-85.
14. Florent Champy, *Sociologie de l'architecture*. Paris, La Découverte (Repères), 2001.
15. Matti Hannus, « Islands of Automation in Construction », dans *Construction on the information highway*, Ljubljana, Slovenia, 1996, pp. 20.
16. Charles M. Eastman, *Building product models: computer environments supporting design and construction*, Boca Raton, Fla, CRC Press, 1999.
17. L'IAI est aujourd'hui intitulée buildingSMART et est à l'origine notamment du format IFC.
18. *Ibid.*
19. Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks et Kathleen Liston, *BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors*, Hoboken (N.J), Wiley, 2008 ; Henri-Jean Gless, *Vers une conception architecturale BIM-agile. Proposition d'un ensemble de pratiques collaboratives en vue d'une meilleure appropriation de la technologie BIM*, thèse, université de Lorraine, 2019, [en ligne] http://fujiyama.crai.archi.fr/wp-crai/wp-content/plugins/Lab_BD/media/pdf/GlessThese.pdf
20. Bilal Succar, « Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders », *Automation in Construction*, 1 mai 2009, vol. 18, n°3, pp. 357-375, [en ligne] DOI 10.1016/j.autcon.2008.10.003.
21. Bertrand Delcambre, *Rapport Mission numérique Bâtiment 2014*, [en ligne] <http://www.batiment-numerique.fr/uploads/PDF/rapport-mission-numerique-batiment-vf.pdf>
22. Elodie Hochscheid et Gilles Halin, « L'adoption du BIM dans les agences d'architecture en France », dans *Actes du séminaire Conception Architecture Numérique 2018*, Nantes, oct. 2018, [en ligne] www.bit.ly/EH_SCAN18
23. La loi MOP a été intégrée au code de la commande publique en 2018
24. Anne-Marie Bellenger, Amélie Blandin et Olivier Celnik, *Le BIM sous l'angle du droit : pratiques contractuelles et responsabilités*, Paris/Marne-la-Vallée, Eyrolles/CSTB éditions, 2016.

25. Jean-Jacques Terrin et Plan urbanisme construction architecture (PUCA), *Maîtres d'ouvrages, maîtres d'oeuvre et entreprises : de nouveaux enjeux pour les pratiques de projet*, Paris, Eyrolles, 2005.
26. Maxime Decommer, « L'entreprise libérale d'architecture », dans *Profession Architecte : Identité - Responsabilité - Contrats - Règles - Agence - Économie - Chantier*, Paris, Eyrolles, 2018, pp. 421-425.
27. Isabelle Chesneau, « La profession libérale d'architecte », dans *Profession Architecte : Identité - Responsabilité - Contrats - Règles - Agence - Économie - Chantier*, Paris, Eyrolles, 2018, pp. 72-80 ; Pierre Tripiet, « L'architecture comme profession : comprendre les rapports de force », dans *Profession Architecte : Identité - Responsabilité - Contrats - Règles - Agence - Économie - Chantier*, Paris, Eyrolles, 2018, pp. 69-72.
28. Bernard Marrey, *Architecte : du maître de l'œuvre au disagueur*, Paris, Édition du Linteau, 2013 ; Frédéric Seitz, « Les rapports entre architectes et ingénieurs en France : l'Exposition universelle de 1889 », *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, 1992, vol. 39, n°3, pp. 483-492.
29. Robert Carvais, « L'institutionnalisation de la profession d'architecte exprimée par un titre, XIX^e-XX^e siècles », dans *Profession Architecte : Identité - Responsabilité - Contrats - Règles - Agence - Économie - Chantier*, Paris, Eyrolles, 2018, pp. 87-91.
30. Valéry Didelon, *op. cit.*
31. Maxime Decommer, *op. cit.*
32. Pierre Tripiet, *op. cit.*
33. Elodie Hochscheid et Gilles Halin, « BIM implementation in architecture firms : Interviews, case studies and action research used to build a method that facilitates implementation of BIM processes and tools », dans *Proceedings of the 36th eCAADe annual conference*, Lodz (Poland), 2018, pp. 10, [en ligne]. www.bit.ly/EH_eCAADe201
34. Reza Ghassemi et Burcin Becerik-Gerber, « Transitioning to Integrated Project Delivery: Potential barriers and lessons learned », *Lean construction journal*, 2011, [en ligne] https://www.researchgate.net/profile/Burcin_Becerik-Gerber/publication/228502197_Transitioning_to_Integrated_Project_Delivery_Potential_barriers_and_lessons_learned/links/0912f50ca312b33c9a000000.pdf, consulté le 24 août 2017 ; David C. Kent et Burcin Becerik-Gerber, « Understanding construction industry experience and attitudes toward integrated project delivery », *Journal of construction engineering and management*, vol. 136, n°8, 2010, pp. 815-825.
35. Guy Tapie, *Les architectes : mutations d'une profession*, Paris, L'Harmattan (Logiques sociales), 2000.
36. Christophe Midler, « Évolution des modèles d'organisation et régulations économiques de la conception », *Problèmes économiques*, n°2.558, 1998 ; Jacques Croizer, « Géométrie dans l'espace social », *Revue internationale de philosophie*, vol. 220, n°2, 2002, pp. 195-225.
37. Howard Aldrich, *Organizations and environments*, Stanford University Press, 2008.
38. Xavier Sterlin, *op. cit.*
39. Christophe Midler, *op. cit.* ; Jérôme Martin, « Le droit de la responsabilité des architectes », dans *Profession Architecte : Identité - Responsabilité - Contrats - Règles - Agence - Économie - Chantier*, Paris, Eyrolles, 2018, pp. 191-201.
40. Aida Siala, Najla Allani, Gilles Halin et Mohamed Bouattour, « Donner du sens à l'espace architectural. Vers une intégration de la dimension sensible de l'architecture dans les pratiques BIM », dans SCAN '16, séminaire de Conception Architecturale Numérique, Toulouse, sept. 2016, [en ligne] <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02549200>, consulté le 8 octobre 2020.

41. Christine Simonin, « La fabrique de la norme et ses recompositions », dans *Profession Architecte : Identité - Responsabilité - Contrats - Règles - Agence - Économie - Chantier*, Paris, Eyrolles, 2018, pp. 271-279.
42. Guy Tapie, *op. cit.*
43. Isabelle Chesneau, « La profession libérale d'architecte », *op. cit.*, pp. 72-80 ; Pierre Tripier, « L'architecture comme profession : comprendre les rapports de force », *op. cit.*, pp. 69-72 ; Loi n°77-2 du 3 janvier 1977 sur l'architecture.
44. Robert Prost et François Chaslin, *Pratiques de projet en architecture : le tournant silencieux : essai*, Gollion, Infolio, 2014.
45. Michel Huet, *op. cit.*
46. Robert Prost et François Chaslin, *op. cit.*
47. Valéry Didelon, *op. cit.*
48. Elodie Hochscheid et Gilles Halin, « BIM implementation in architecture firms... », *op. cit.*
49. Loi n°77-2 du 3 janvier 1977 sur l'architecture.
50. Dans des précédents travaux, nous avons mis en évidence différentes stratégies que les architectes mettent en œuvre pour « éviter » de travailler en BIM, quelles qu'en soient les raisons. La mise de côté d'une partie des projets BIM en fait bien partie (47).
51. Conrad Boton, Daniel Forgues et Gilles Halin, « Les enjeux liés à l'intégration de l'approche BIM de modélisation des données du bâtiment à l'enseignement universitaire : cas d'une école d'ingénierie », *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire / International Journal of Technologies in Higher Education*, vol. 14, n°2, 2017, pp. 5-23.
52. Sciences et Techniques pour l'Architecture.
53. Bernard Ferries, « Outils et méthode pour la production collaborative de ressources pédagogiques pour l'enseignement du BIM », dans *EDUBIM*, mai 2019, [en ligne] https://www.researchgate.net/profile/Bernard_Ferries/publication/333175287_Outils_et_methode_pour_la_production_collaborative_de_ressources_pedagogiques_pour_l_enseignement_du_BIM/links/5cdeea01299bf14d95a2f99f/Outils-et-methode-pour-la-production-collaborative-de-ressources-pedagogiques-pour-lenseignement-du-BIM.pdf
54. Henri-Jean Gless, *op. cit.*
55. Bernard Ferries, *op. cit.*
56. Elodie Hochscheid et Gilles Halin, « Baromètre BIM : une enquête sur l'adoption du BIM dans les agences d'architecture en France », dans *Actes du séminaire Conception Architecture Numérique 2020*, Bruxelles, nov. 2020, à paraître.
57. Une première partie de la restitution de l'enquête a déjà été publiée (57).
58. Elodie Hochscheid et Gilles Halin, « L'adoption du BIM dans les agences d'architecture en France », *op. cit.* ; Elodie Hochscheid et Gilles Halin, « BIM implementation in architecture firms », *op. cit.*
59. L'ACM est une méthode statistique descriptive qui permet de traiter des données multivariées (à plusieurs variables), permettant de faire émerger graphiquement les structures présentes dans un grand volume de données qualitatives. En sociologie, elle est utilisée pour objectiver des relations entre groupes d'individus (58).
60. Elodie Hochscheid et Gilles Halin, « A framework for studying the factors that influence the BIM adoption process », *op. cit.* ; Elodie Hochscheid et Gilles Halin, « Generic and SME-specific factors that influence the BIM adoption process: an overview that highlights gaps in the literature », *Frontiers of Engineering Management*, 24 juil. 2019, [en ligne] DOI 10.1007/s42524-019-0043-2, consulté le 23 septembre 2019.
61. Cette variable a fait l'objet d'un recodage. Initialement, les agences ont pu indiquer la fréquence (rarement / régulièrement, presque uniquement) à laquelle elles réalisaient des

projets : de moins de 200 m², entre 200 à 1000, entre 1001 et 5000, entre 5001 et 10000, plus de 10 000 m², projets urbains.

62. Philippe Cibois et Pierre Mercklé, « Chapitre IV : Les figures de l'analyse des correspondances », dans *Les méthodes d'analyse d'enquêtes*, Lyon, ENS éd., 2015.
63. Les variables qui présentent un fort rapport de corrélation sur une dimension sont celles qui différencient le mieux les individus les uns des autres sur cette dimension.
64. Cette appellation fait référence aux « espaces sociaux » proposés par les sociologues (61, 62) lorsqu'ils analysent des caractéristiques sociales des populations via des ACM.
65. Notre questionnaire n'a malheureusement pas intégré le statut juridique des sociétés, mais cette information aurait été intéressante sur l'ESÉAA. La proportion d'agences entre 1 et 5 personnes est également très importante, et il aurait été intéressant d'avoir des modalités plus fines pour affiner l'analyse (1 à 2 personnes 3 à 5).
66. Michael T. Hannan et John Freeman, « The population ecology of organizations », *American journal of sociology*, vol. 82, 1977, pp. 929-964 ; Howard Aldrich, *Organizations and environments*, Stanford University Press, 2008.
67. Elodie Hochscheid et Gilles Halin, « Baromètre BIM : une enquête sur l'adoption du BIM dans les agences d'architecture en France », *op. cit.*
68. Elodie Hochscheid et Gilles Halin, « A framework for studying the factors that influence the BIM adoption process », *op. cit.*
69. La dénomination des variables intègre « . POS » et « . NEG » à la fin du nom. POS indique que l'affirmation était formulée de façon positive par rapport au BIM tandis que NEG indique une formulation négative.
70. Accord du répondant avec l'affirmation :
 0 = pas du tout
 1 = un peu
 2 = beaucoup.
 [Ø] = ne sait pas
71. Paul J. Dimaggio et Walter W. Powell, « The iron cage revisited institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields », dans *Economics Meets Sociology in Strategic Management*, Emerald Group Publishing Limited, 2000, pp. 143-166.
72. Elodie Hochscheid et Gilles Halin, « BIM implementation in architecture firms... », *op. cit.*
73. Elodie Hochscheid et Gilles Halin, « L'adoption du BIM dans les agences d'architecture en France », *op. cit.*
74. Isabelle Chesneau, *op. cit.*
75. Comme les fermes de calcul Autodesk pour les rendus réalistes plus rapides.
76. À l'instar de SketchUp qui est à présent disponible en application web, ou encore des différents services d'évaluation d'IFC proposés par les plateformes BIM.
77. Loi n°2018-1021 du 23 novembre 2018 portant évolution du logement, de l'aménagement et du numérique (1) [en ligne] sur le site Légifrance : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFARTI000037639565>, consulté le 26 octobre 2020.
78. Dématérialisation des autorisations d'urbanisme entre modalités pratiques et expérimentations, 13 juil. 2020, [en ligne] [<https://www.lemoniteur.fr/article/dematérialisation-des-autorisations-d-urbanisme-entre-modalites-pratiques-et-experimentations.2097854>], consulté le 26 octobre 2020.
79. Linda Rouleau, *Théories des organisations approches classiques, contemporaines et de l'avant-garde*, Québec, Presses de l'Université du Québec, 2007, [en ligne] <http://www.deslibris.ca/ID/422813>, consulté le 17 juin 2020.
80. *Ibid.*

81. Joseph Alois Schumpeter, *Théorie de l'évolution économique : recherches sur le profit, le crédit, l'intérêt et le cycle de la conjoncture*, Paris, Dalloz, 1999.

RÉSUMÉS

Le Building Information Model/Modeling/Management (BIM) cristallise aujourd'hui de nombreuses attentes et craintes dans le secteur de l'architecture. Certains associent au BIM la fin du « fonctionnement artisanal » des agences, voire la fin des missions des architectes. D'autres y voient une opportunité de consolider le rôle de l'architecte dans le projet. Mais qu'en est-il ? Comment les agences d'architecture se positionnent-elles par rapport au BIM ? Va-t-il transformer le secteur de l'architecture, l'organisation du travail et la définition de la profession d'architecte ? Les auteurs proposent d'aborder ces questions de manière dépassionnée sous deux angles principaux. Le premier est un angle historique et consiste à étudier les trajectoires passées de la profession d'architecte d'une part, et celle des outils de dessin ou conception assistée par ordinateur d'autre part. Le second est un angle quantitatif : les auteurs restituent une enquête par questionnaire qui a permis de dégager des tendances sur l'appropriation du BIM par les architectes. La combinaison de ces deux approches permet d'esquisser une analyse prospective sur l'impact de sa diffusion sur la profession et sur les agences d'architecture.

Building Information Model / Modeling / Management (BIM) captures many expectations and fears in the architectural field. It is sometimes associated with the death of the "artisanal operation" of architecture firms, or the decline of the architect's missions in architectural projects. BIM, however, is also seen as an opportunity to consolidate the architect's role within project management teams. Will BIM transform the architectural sector, the organization of architecture firms and the definition of the architectural profession? The authors propose to address these questions using two main approaches. The first is historical and consists of studying the past trajectories of the architectural profession, and the second concerns computer-aided design tools. This latter approach is quantitative: the authors report on a questionnaire survey that allowed them to identify trends in the appropriation of BIM by architects. The combination of these two approaches makes it possible to sketch a prospective analysis of interactions between BIM diffusion and the future of the architectural profession and architecture firms.

INDEX

Mots-clés : Adoption du BIM, Agences d'architecture, Profession, Innovation, Perspectives

Keywords : BIM Adoption, Architecture Firms, Profession, Innovation, Perspectives

AUTEURS

ELODIE HOCHSCHEID

Elodie Hochscheid est doctorante au laboratoire MAP-CRAI de l'ENSA Nancy, et architecte diplômée d'État. Depuis 2016, elle enseigne également à l'ENSA Nancy, notamment dans le master

Design Numérique Architecture (DNA). Pour sa thèse de doctorat, elle travaille sur l'adoption et l'implémentation de pratiques BIM au sein des agences d'architecture.

GILLES HALIN

Gilles Halin est docteur en informatique et habilité à diriger des recherches. Il est maître de conférences à l'université de Lorraine (IDMC, Institut des sciences du digital, management et cognition), directeur adjoint de l'UMR n°3495 CNRS et responsable scientifique de l'équipe MAP-CRAI à l'ENSA Nancy. Ses travaux de recherche s'inscrivent principalement dans la problématique globale de l'assistance numérique aux activités de conception/construction, de numérisation, valorisation et préservation du patrimoine, qu'elles soient cognitives ou collectives.