



**HAL**  
open science

# L'informatisation de l'architecture. La fin des années 1980, convergences et décalages entre recherche, enseignement, pratique et production

Dimitriadi Leda

## ► To cite this version:

Dimitriadi Leda. L'informatisation de l'architecture. La fin des années 1980, convergences et décalages entre recherche, enseignement, pratique et production. Anne Debarre, Guillemette Morel-Journal. 1989, hors champ de l'architecture officielle. *Transmissions*, École nationale supérieure d'architecture Paris-Malaquais, pp.73-83, 2020, 978-2-9549961-5-8. halshs-03410024

**HAL Id: halshs-03410024**

**<https://shs.hal.science/halshs-03410024>**

Submitted on 5 Jun 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

*L'informatisation  
de l'architecture.  
Convergences et décalages  
entre recherche,  
enseignement,  
pratique et production*

---

73

**Leda Dimitriadi**

L'année 1989 est marquée par l'invention — par l'informaticien Tim Berners-Lee au Cern (Organisation européenne pour la recherche nucléaire) — du World Wide Web (www). Le Web est un système d'échange d'informations sous forme de pages virtuelles liées potentiellement entre elles. Il fonctionne sur Internet, réseau informatique publiquement accessible qui permet la communication entre ordinateurs. Le Web acquiert rapidement une telle importance qu'il sera confondu, dans le langage courant, avec Internet, son support technique (et celui de bien d'autres fonctionnalités). Cette date correspond alors à une avancée décisive quant à l'hégémonie du paradigme réticulaire, étape ultime — Gilbert Simondon l'avait souligné dès 1958<sup>1</sup> — de toute évolution technologique.

La mise en réseau portée à son point culminant par le Web aura, comme on sait, un impact extrêmement profond sur les activités humaines, d'autant qu'elle survient à un moment où les technologies informatiques sont mûres dans plusieurs domaines : cette invention est d'autant plus significative à partir du moment où l'usage d'ordinateurs de petite taille (dits « personnels ») commence à être répandu.

Le présent article se focalise sur l'informatisation en architecture en France à la veille de cette évolution technologique majeure. Si cette dernière n'a sans doute pas eu un impact immédiat, 1989 fonctionne comme un repère de l'histoire technologique plus large et coïncide, selon nous, avec un tournant dans le domaine qui nous intéresse. Le questionnement sur l'informatisation en architecture permet d'éclairer les rapports à ce moment entre recherche, enseignement, pratique et systèmes de production. Notre hypothèse est que jusqu'aux années 1980 les recherches les plus audacieuses — par exemple celles sur l'intelligence artificielle — mariant informatique et architecture en France sont conditionnées ou font écho à des logiques émanant des systèmes de production de l'époque, voire essaient de répondre aux problèmes qui en découlent. À la fin de la décennie, ces problématiques disparaissent progressivement pour être remplacées quelques années plus tard par celles relatives à l'adoption et l'usage, par les agences d'architecture, des logiciels commercialisés. Chose notable, ce virage est dû, entre autres, à l'usage des technologies informatisées elles-mêmes dans l'industrie du bâtiment.

### Situation

«La CAO<sup>2</sup> est à son zénith au cours des années 80, c'est le début de l'âge d'or des laboratoires d'informatique dans les écoles d'architecture!», affirme l'architecte et enseignant Christian Morandi<sup>3</sup>. En effet, l'expérimentation et la recherche en informatique s'installent progressivement, à partir de 1960, dans des centres de recherche proches ou intégrés dans des écoles, obtiennent des financements et couvrent un spectre intéressant

1 G. Simondon, *Du Mode d'existence des objets techniques*, Paris, Aubier, 1958.

2 Conception assistée par ordinateur.

3 C. Morandi, «L'architecte électronique. De l'automatisme à l'interactivité, ou l'intelligence artificielle et l'architecture entre 1960 et 1990», *FabricA*, n° 4, 2010. Article issu de sa thèse «Les nouvelles technologies dans la pratique professionnelle des architectes, 1959-1991. <Les méthodologistes>. Histoire de trois laboratoires d'informatique dans les écoles d'architecture en France», doctorat en histoire de l'architecture et des formes urbaines, université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, 2011.

de thématiques. En 1986, Jean Zeitoun, directeur du Centre d'informatique et de méthodologie en architecture (Cima) déclare que « la technologie informatique est omniprésente<sup>4</sup> ».

Pourtant, selon les nombreux avis convergents d'experts et chercheurs, l'architecture et le secteur du bâtiment en général, comparés à d'autres champs, présentent alors un retard sur l'informatique. Le *Bulletin* de l'Institut français d'architecture (Ifa) consacré à la conception assistée par ordinateur en 1987 souligne que « le bâtiment est un secteur où l'informatique est encore très peu développée<sup>5</sup> ». Ce n'est que quelques années plus tard que l'informatisation de la profession d'architecte commence à devenir une réalité ; l'usage de l'ordinateur se banalise rapidement jusqu'à la fin du siècle.

Au cours des années 1980, différents colloques, expositions, publications font état à la fois de bilans et de projections dans l'avenir. À titre d'exemple, en 1985 est publié l'ouvrage de Paul Quintrand (*et al.*), *La CAO en architecture*. En 1986 se tiennent un colloque « Imaginaire numérique » à Saint-Étienne, des journées internationales sur la CAO et la robotique à Marseille. En 1987 et 1988, l'exposition « Architecture et informatique » est organisée par Dominique Clayssen et Marie-Christine Fromont avec l'Ifa. Un numéro de 1988 des *Cahiers de la recherche architecturale*<sup>6</sup>, consacré à « Informatique et architecture » et interrogeant à la fois la recherche, l'enseignement et la pratique, fait écho aux événements contemporains qui jalonnent la réflexion du milieu professionnel et universitaire dans ce domaine. En 1989, trois études de Jean-Pierre Péneau déclinent différents types d'applications de l'informatique en architecture sur des problématiques d'urbanisme, d'énergétique, de thermique<sup>7</sup> ; deux livres par Jean-Pierre Poitou<sup>8</sup> esquissent une anthropologie de l'introduction de l'informatique dans l'industrie française — notamment automobile — et en tracent l'histoire, déjà longue de trente ans ; l'ouvrage d'Alain Barraud et Sylviane Gentil, *La CAO de l'automatique*, affirme à son tour les liens entre conception assistée et automatisation de la fabrication<sup>9</sup>.

### Recherche et enseignement

La conception assistée par ordinateur (CAO) se distingue du dessin assisté par ordinateur (DAO), et le recul du terme DAO au profit du terme CAO annonce un changement dans la manière de voir les applications informatiques en architecture. Ainsi, des recherches pionnières en France s'intéressent davantage au traitement de l'information et à la gestion des données qu'à la performance graphique. Morandi appelle les chercheurs engagés dans cette voie les « méthodologistes », pour leurs affinités avec

4 J. Zeitoun, « Quelle informatique et quelle architecture ? », *Le Carré bleu*, n° 2-3, *Création architecturale et informatique ?*, 1986.

5 *Bulletin d'informations architecturales*, supplément au n° 112, C.A.O. ?, Ifa, avril 1987, p. 1 (document non paginé).

6 *Les Cahiers de la recherche architecturale*, n° 23, *Informatique et Architecture*, 1988.

7 « SOLENE : un outil au service de l'architecture et de l'urbanisme », « SIMULA, logiciel de simulation thermique multi-zones en régime variable », « MODEXPART, un prototype de modéleur intelligent d'îlots urbains tramés et réguliers », cités par C. Morandi, *Les Nouvelles Technologies...*, op. cit. note 3, vol. 1, p. 572.

8 J.-P. Poitou, *30 ans de CAO en France, ou les petits-enfants de Gaspard Monge*, Paris, Hermès, 1989 et *CFAO, concevoir et produire autrement*, Paris, Nathan, 1989.

9 A. Barraud et S. Gentil, *La CAO de l'automatique*, Paris, Hermès, 1989.

les *methodologists* anglo-saxons<sup>10</sup>. Les méthodologistes recherchent une scientification de la conception architecturale — par exemple, le Groupe pour l'application des méthodes scientifiques à l'architecture et l'urbanisme (Gamsau). Cette scientification, que Yona Friedman professe avec son « architecture scientifique<sup>11</sup> », passe aussi par les mathématiques — l'un des premiers centres de recherches sur l'informatique en architecture est le Centre de méthodologie, mathématique et informatique (MMI), créé par Zeitoun à Paris en 1971.

Ainsi, depuis les années 1960, les travaux de Quintrand s'orientent vers le traitement des informations pour la conception et la construction, dans un esprit iconoclaste. Ce déclassement de l'image marque d'ailleurs une opposition à l'esprit des Beaux-Arts, à la veille des événements de 1968. L'horizon de ces recherches n'est pas l'ordinateur comme dessinateur performant, mais la rationalisation voire l'automatisation de la conception architecturale.

Pendant les années 1970, les centres de recherche obtiennent des financements pour développer des programmes informatiques à l'usage de l'architecte : ils n'utilisent pas les outils numériques, ils les construisent. L'éventail des applications s'élargit, mais les années 1970 sont souvent perçues comme une rupture dans la progression de l'introduction de l'informatique en architecture<sup>12</sup>. La décennie suivante voit, au contraire, un foisonnement d'activités dans ce domaine. Le numéro des *Cahiers de la recherche architecturale* de 1988 sur l'informatique présente une multitude de démarches, de la méthodologie et l'organisation du projet au dessin assisté, à l'image de synthèse, à la gestion du chantier et à la simulation des ambiances, de l'énergétique, de l'ingénierie. La question de la représentation y retrouve sa place, et le numérique actualise le débat sur ce sujet<sup>13</sup>. Sémiotique, intelligence artificielle, sciences cognitives, psychosociologie<sup>14</sup>, y sont mobilisées en plus des champs de connaissances propres à l'architecture et à l'ingénierie.

L'enseignement en informatique dans certaines écoles d'architecture en France est contemporain et corrélé aux premières recherches engagées dans ce domaine, c'est-à-dire depuis 1960<sup>15</sup>. L'ancrage des centres de recherche dans le périmètre des écoles a comme résultat la mise en place de modules d'enseignement qui en sont nourris et essaient d'aller plus loin que la formation aux logiciels de CAO commercialisés, pratique pédagogique qui s'installe dans les écoles pendant la deuxième moitié des années 1980. Les enseignements alimentés par la recherche ont l'ambition de mettre au centre la conception, et l'apprentissage de l'informatique y devient un instrument pédagogique plutôt qu'une fin en soi pour ses aspects opérationnels<sup>16</sup>. Si certains modules sont intégrés dans la

10 C. Morandi, « L'architecte électronique », *op. cit.* note 3, p. 152.

11 Y. Friedman, *Pour l'architecture scientifique*, Paris, Belfond, 1971.

12 Voir C.A.O. ?, *op. cit.* note 5, p. 1.

13 Voir *Le Carré bleu*, *op. cit.* note 4, en particulier Jean-Michel Savignat, « L'image en architecture : entre vision et raison », p. 8-15 et P. Quintrand, « Les problèmes de la conception assistée par ordinateur en architecture », notamment le paragraphe « Le dessin espace de résolution du problème », p. 18.

14 Voir à titre d'exemple J.-C. Lebahar, « L'analyse cognitive du travail de conception en architecture », in *Informatique et Architecture*, *op. cit.* note 6, p. 38-42.

15 Jacques Zoller, « Quelle informatique enseigner dans les écoles d'architecture ? », *Le Carré bleu*, *op. cit.* note 4, p. 34.

16 Michel Léglise, « Concevoir et enseigner les outils de la conception », *Les Cahiers de la recherche architecturale*, *op. cit.* note 6, p. 14.



Cours d'informatique, école d'architecture  
Paris-Villemin, 1989.

formation initiale, une partie importante des enseignements en informatique concerne des études spécialisées ou post-diplôme, la formation continue, des formations professionnalisantes, etc. Dans le même temps sont formulées des critiques des approches pédagogiques qui, issues des démarches « méthodologiques » des années 1960, cherchaient à automatiser la conception en décrivant le projet comme la recherche de solution(s) à un problème réduit à un ensemble de contraintes bien définies<sup>17</sup>.

Tout en prenant la mesure de la diversité des approches au niveau de la recherche et de l'enseignement, deux voies distinctes — qui parfois se superposent — se dégagent au cours de vingt-cinq ans d'histoire : d'une part, la conception assistée (ainsi nommée à l'époque), à savoir l'usage de l'ordinateur dans les méthodes conceptuelles d'élaboration du projet plutôt que dans sa représentation; d'autre part, l'amélioration des techniques graphiques par l'informatique, l'émergence de l'image de synthèse.

### L'informatique dans les agences d'architecture

Même s'il est difficile d'identifier un seul type de pratique de conception informatiquement assistée, l'arrivée de l'ordinateur personnel au début des années 1980 et sa prolifération rapide touchent les agences d'architecture. À la veille de 1989, la part d'agences d'architecture équipées en matériel informatique est encore minoritaire. L'usage qui en est fait varie, mais il a souvent un caractère plus ou moins expérimental. Certains témoignages affirment un intérêt pour l'ordinateur d'ordre plus intellectuel, conceptuel qu'opérationnel. Dans d'autres cas, le logiciel est utilisé pour expérimenter mais aussi visualiser, tester des variantes, ou pour certains types de documents (permis de construire, plans d'exécution).

Dans la pratique des agences équipées de matériel, le niveau d'informatisation varie. Il y a celles qui utilisent l'ordinateur pour la bureautique et la gestion de données; celles qui poursuivent simultanément les deux modes d'élaboration du projet, la table de dessin et le logiciel, vus comme complémentaires; celles qui informatisent tout dessin de plan. Les logiciels du commerce — souvent peu spécifiques à l'architecture — y sont utilisés, mais certaines agences construisent avec des informaticiens leurs outils informatiques, ou adaptent selon leurs besoins des logiciels existants<sup>18</sup>. Lucien Kroll témoigne, à propos de l'utilisation de l'ordinateur pour un projet de 80 logements HLM et 30 pavillons dans la ville nouvelle de Marne-la-Vallée: « Le premier logiciel attaché à notre machine n'était organisé que pour sortir un méchant pavillon-boîte-à-chaussures [...] Nous avons dû le détricoter complètement et puis le retricoter d'une autre façon. Il est maintenant beaucoup moins automatique et beaucoup plus civilisé. Il ne faut surtout pas que l'architecte <informatisé> se réduise à ce qui est <moulinable> par sa bécane. Plus tard, sûrement, on nous épargnera les langages barbares (le basic et les autres) et les manipulations schizoïdes: l'outil informatique fera aisément des gestes simples mais variés (*user-friendly*).<sup>19</sup> »

17 J. Zoller, *op. cit.* note 15, p.34 sq.

18 C.A.O.?, *op. cit.* note 5.

19 L. Kroll, « L'architecture s'informatise? », in *Architecture et industrie. Passé et avenir d'un mariage de raison*, catalogue d'exposition, Paris, Centre Georges-Pompidou, Centre de création industrielle, 1983, p.242.



Façades conçues avec l'ordinateur  
 pour 110 logements, Marne-la-Vallée,  
 Zac d'Émerainville, 1982. Atelier Lucien Kroll,  
 architecte.

En effet, la situation change au fur et à mesure que l'usage de l'ordinateur se banalise et que les logiciels du commerce s'affinent, se spécialisent, correspondent de mieux en mieux aux attentes des usagers architectes et deviennent plus abordables financièrement.

### Le monde de la production

«Même si certains rêvent peut-être encore de produire des logements comme on produit des voitures, le processus est bien différent : le projet d'architecture reste toujours au stade du prototype, ou de séries très limitées, même dans le cadre de constructions dites industrialisées. S'ajoute à cela la complexité des problèmes de contextes de dimensions multiples. Comment élaborer des outils informatiques spécifiques pour la conception et la communication du projet d'architecture ?<sup>20</sup>» Ces premières phrases du préambule du *Bulletin* de l'Ifa consacré à la CAO en 1987 ouvrent la réflexion sur la relation de l'informatique avec la production effective du bâtiment. Celle-ci pose la rupture avec l'idéologie des maîtres du Mouvement moderne — produire des logements comme des voitures —, la mise en question de la fabrication en série et le rapport ambigu à l'industrialisation.

Bien que le processus informatisé ait été souvent associé à la dématérialisation, des pionniers ont très tôt entretenu des liens étroits avec le monde de la production effective, comme Quintrand, qui crée le « Centre informatique et automatique des bâtisseurs » (CIAB)<sup>21</sup> d'orientation professionnelle. En même temps, certaines démarches d'aide à la conception par ordinateur présentent des caractéristiques proches des méthodes de l'industrialisation, notamment le découpage de l'objet architectural en ensembles ou éléments et son appréhension en tant qu'assemblage de composants prédéfinis. Toutefois, la logique de ces processus est si générique — et indépendante, dans l'absolu, de la mécanisation — que ce rapprochement pourrait ne pas être significatif. En prolongeant une remarque de Morandi<sup>22</sup>, on pourrait voir dans le caractère discrétisé et normatif de ces approches, basées sur la décomposition en objets élémentaires et leurs relations et combinaisons, une résonance avec les tendances intellectuelles de l'époque — structuralisme, théorie des systèmes, cybernétique, linguistique...

Néanmoins, le jeu de miroirs entre certaines méthodologies informatiques et la logique régissant les processus de la construction industrialisée est loin d'être une coïncidence, quelques projets de recherche ou professionnels sur les méthodologies en informatique s'inscrivent dans ce cadre de réflexion. Élaboré à partir de 1967 par Quintrand et son équipe à Marseille, le système « 3.55 » concerne l'automatisation de la conception d'un système de construction préfabriqué modulaire — 3.55 est la dimension du module de base<sup>23</sup>. Ce système, où l'informatique vient au secours de la diversité, est presque en avance par rapport aux pratiques du bâtiment industrialisé pendant ces années-là, puisqu'il va dans le sens de

20 C.A.O. ?, *op. cit.* note 5, p. 1. Composé en majuscules dans l'original.

21 C. Morandi, « L'architecte électronique », *op. cit.* note 3, p. 153 ; P. Quintrand, « La création de la recherche architecturale à l'École d'Architecture de Marseille », *Carnet de recherches du Comité d'histoire du ministère de la Culture sur les politiques, les institutions et les pratiques culturelles*, 27 mai 2019, <https://chmcc.hypotheses.org/8813>

22 C. Morandi, « L'architecte électronique », *op. cit.* note 3, p. 147.

23 *Ibid.*, p. 159.

l'industrialisation ouverte, au centre des débats et des recherches financées par le Plan Construction entre 1975 et 1985. L'industrialisation ouverte suppose la possibilité d'associations différentes d'éléments standardisés compatibles, en vue de la production de formes variées résultant d'une démarche combinatoire. À partir de 1985, le programme principal de financement spécifiquement dédié à l'informatique, IN.PRO.BAT<sup>24</sup>, porte sur la CAO et l'image de synthèse. En deuxième phase, en 1987, il concerne les applications à la production industrielle, tant sur le plan de la gestion et de la logistique que sur la mécanisation et l'automatisation.

Entre 1980 et 1983, deux recherches financées par le Plan Construction et Habitat menées par le Cima conjuguent industrialisation ouverte et informatique. L'une porte sur les relations entre « composants industrialisés » et « éléments d'architecture », l'autre concerne l'utilisation potentielle de l'informatique dans la conception en industrialisation ouverte<sup>25</sup>. La recherche « Éléments d'architecture et composants. Recherche pour un inventaire permanent<sup>26</sup> », menée en 1984 par Clayssen à l'École spéciale d'architecture, s'inscrit également dans la réflexion sur l'industrialisation ouverte et traite surtout la question du catalogue avec, au cœur de la problématique, la gestion de l'information.

Dans le contexte professionnel, la démarche de Kroll<sup>27</sup> (évoquée plus haut) pour Marne-la-Vallée répond à la fois au problème de l'habitat participatif et à un cadre constructif spécifique, celui des « systèmes constructifs » industrialisés qui représentent une évolution vers l'ouverture de la préfabrication fermée. L'architecte affirme l'intérêt d'utiliser l'informatique pour ce type de système qui comporte un nombre fini d'éléments différents, susceptible de correspondre au caractère discrétisé du programme informatique. L'ordinateur a facilité le travail sur les combinaisons afin que tous les logements soient différents. Dans une démarche similaire de l'équipe, le programme informatique a aidé à enregistrer les réponses aux questionnaires des habitants d'une barre HLM à Amiens et à produire, en fonction de celles-ci, des variantes spatiales facilement communicables.

Sur le plan conceptuel, une problématique est ouverte autour de la question de la répétition/différence : « L'informatique s'attaque maintenant aux architectes, un peu les derniers à être atteints puisqu'elle préfère les gestes compliqués souvent répétés aux gestes simples toujours différents. Il est amusant d'imaginer avec quel bonheur la CAO aurait dessiné le préfabriqué lourd des années 60... Il est vrai que pour cette architecture-là, une bonne photocopieuse suffisait bien<sup>28</sup> », note Kroll. Anne Bofetty, Clayssen et Fromont s'interrogent également : « Un projet [d'architecture] est toujours unique d'une certaine manière. L'informatique, comme toutes les machines, aime les objets ou les processus répétitifs. Alors que faut-il automatiser<sup>29</sup> ? » Avec une transposition notionnelle, il s'agit bien de la question posée par l'industrialisation ouverte : un objet architectural est unique ; l'industrie, composée de machines, aime les objets ou les processus

24 C.A.O. ?, *op. cit.* note 5, p. 1.

25 Denis Grèzes, Jean-Philippe Charon, *Industrialisation ouverte. Recherche et expérimentation 1971-1983*, Paris, Plan Construction et Habitat, ministère de l'Urbanisme et du Logement, 1983, p. 237.

26 Paris, UDRA-ESA, 1984.

27 L. Kroll, « Comment l'informatique aide l'architecture ? », C.A.O. ?, *op. cit.* note 5.

28 *Ibid.*

29 *Ibid.*, p. 2.

répétitifs; alors, que faut-il mécaniser? *A posteriori*, l'idée que, l'ordinateur étant voué à des tâches banales et répétitives, les formes architecturales qui en résultent ne peuvent être singulières, intéressantes, organiques<sup>30</sup>, contraste singulièrement avec les plaidoyers de l'architecture numérique qui émergeront une décennie plus tard, mais elle peut s'expliquer par les relativement faibles performances du matériel et des logiciels à l'époque.

À ces interrogations associant l'ordinateur à la répétition, Quintrand donne une réponse qui évoque celle de John Habraken à propos de l'industrie: l'objet n'est pas nécessairement à l'image du processus qui l'a généré<sup>31</sup>, le processus informatique n'est pas condamné à une vocation itérative. « Il ne s'agit pas de rechercher, d'identifier et de stocker quelques objets < standard > à des fins de recopie ou d'imitation grâce à l'ordinateur et aux techniques du < coupé collé > comme l'aurait peut-être fait J. N. L. Durand, mais de rechercher les règles par lesquelles — sinon l'architecture — du moins les < objets architecturaux > se construisent et se décrivent.<sup>32</sup> »

Les travaux de chercheurs architectes, notamment ceux du Cima, vont alors dans la direction pressentie par des ingénieurs une décennie plus tôt: l'usage de l'ordinateur pour traiter, organiser, combiner les informations concernant les caractéristiques des composants proposés par l'industrie, les typologies, les règles de leurs assemblages, les contraintes dimensionnelles, dans des systèmes présentant une « discontinuité modulaire<sup>33</sup> ». C'est dans ce domaine que l'usage de l'ordinateur déploie son potentiel et trouve son vrai sens, comme le soutient l'ingénieur Paul Bernard<sup>34</sup>.

### Le tournant

Les trente premières années de recherches en informatique dans les écoles d'architecture en France présentent un caractère créatif et expérimental. Les travaux sont centrés davantage sur la création de logiciels que sur l'usage de ceux commercialisés. Loin d'avoir un caractère univoquement instrumental, ils actualisent ou réinventent des réflexions et débats sur l'acte de concevoir, le rapport à l'utilisateur, les liens avec l'artisanat et l'industrie, l'intégration dans un système de production, l'espace de la créativité et la capacité d'invention.

Une partie de ces recherches font implicitement écho, ou répondent de manière plus ou moins affirmée, à la réflexion sur les processus de l'industrialisation du bâtiment telle qu'elle est poursuivie à ce moment, dans un cadre régi par les discussions sur la normalisation et particulièrement la coordination dimensionnelle. La fin des années 1980 marque un tournant: d'une part, les logiciels commercialisés, dont les fonctionnalités s'adaptent et le prix baisse, se diffusent de plus en plus dans les agences; d'autre part, le débat sur la coordination de type modulaire dans l'industrie

30 Voir L. Kroll, « L'architecture s'informatise? », *op. cit.* note 19, p.242-243; *id.*, « Comment l'informatique aide l'architecture? », in C.A.O.?, *op. cit.* note 5.

31 N. J. Habraken, « Vers une industrialisation de l'habitat. L'habitat, l'homme et l'industrie », *L'Architecture d'aujourd'hui*, n° 148, mars 1970, p.6.

32 P. Quintrand, « Informatique et savoir architectural », *Les Cahiers de la recherche architecturale*, *op. cit.* note 6, p.9-10.

33 P. Bernard, *La Construction par composants compatibles*, Paris, Moniteur, 1980, p.123.

34 *Ibid.*

du bâtiment s'infléchit par l'introduction de l'informatique dans une voie différente que celle envisagée par les architectes particulièrement intéressés par l'idée de combinatoire.

Dans le domaine de la production, cette voie différente est ouverte en partie grâce à la technologie elle-même, avec les machines à commande numérique qui faciliteront la production sur mesure et avec l'informatisation de la logistique qui en améliorera la gestion. Voie évoquée très clairement dans le catalogue de l'exposition « Architecture et industrie » en 1983<sup>35</sup>, elle est anticipée principalement par des ingénieurs<sup>36</sup>, les architectes ayant imaginé cette évolution — comme le jeune diplômé Chris Abel<sup>37</sup> — faisant exception. Alors que l'un de ses auteurs, Jean-Claude Paul, fait partie des pionniers en matière d'informatique dans les écoles d'architecture<sup>38</sup>, la recherche *Deux essais sur la construction*<sup>39</sup>, qui repère les impasses d'une industrialisation ouverte basée essentiellement sur une technologie hautement normative, envisage une sortie des systèmes modulaires par un retour aux technologies conventionnelles et l'usage du demi-produit, sans envisager un apport décisif de l'informatique au problème. Ce décalage entre les préoccupations des architectes et celui des ingénieurs est observé lors des journées internationales sur la CAO et la robotique à Marseille en 1986: si l'objectif est de mettre en relation conception et fabrication en regroupant architectes et ingénieurs, les premiers se positionnent majoritairement sur la conception assistée, lorsque les thèmes sur la fabrication sont presque exclusivement abordés par des ingénieurs<sup>40</sup>.

Au tournant des années 1990, l'informatisation et la commande numérique, qui progressent dans les milieux de la production<sup>41</sup>, apporteront à l'industrie du bâtiment la souplesse minimum nécessaire pour que les contraintes de la mécanisation aient moins d'impact sur la créativité. Ainsi, le débat sur les processus mécanisés s'atténue. L'informatisation se banalise en milieu professionnel, la CAO intéresse les architectes des agences pour la représentation des projets et s'éloigne des problématiques relatives à la fabrication. Mais en 1988, une année avant l'invention de la Toile étendue de par le monde (Web), *Le Pli* de Gilles Deleuze<sup>42</sup>, se référant aux travaux de Bernard Cache, revêt d'une contemplation philosophique ce virage technologique vers la différenciation à l'intérieur d'une production en série. Sa traduction anglaise<sup>43</sup> participera à déclencher, dans les milieux académiques de l'architecture, une surenchère formaliste.

35 Raymond Guidot, « Matériaux d'industrie, matériaux d'architecture », in *Architecture et industrie*, op. cit. note 19, p. 6.

36 L. Dimitriadis, « La place de l'automatisation et de l'informatique dans les discours sur l'industrialisation du bâtiment en France entre 1960 et 1980 », in Gilles Bienvenu, Hélène Rousteau-Chambon, Martial Monteil (dir.), *Construire! Entre Antiquité et époque moderne*, Paris, Picard, 2019, p. 697-705.

37 C. Abel, « Ditching the dinosaursanctuary », *Architectural Design*, vol. 38, août 1969, repris in Bernard Hamburger (dir.), *Les Objectifs de l'habitat et de son industrialisation. Consultation internationale février 73-février 74*, Paris, ministère des Affaires culturelles, AREA, 1974.

38 J.-C. Paul, « L'informatisation des méthodes de simulation en ingénierie et la conception du projet », *Les Cahiers de la recherche architecturale*, op. cit. note 6, p. 34-37.

39 A. Dupire et al., *Deux essais sur la construction*, Bruxelles, Mardaga, 1981.

40 *CAO et robotique en architecture et BTP*, Actes des journées internationales à Marseille, 25-27 juin 1986, Paris, Hermès, 1986.

41 Secrétariat général de la Défense nationale, *Note d'information sur l'état de l'art de la CFAO*, 1992.

42 G. Deleuze, *Le Pli. Leibniz et le baroque*, Paris, Minuit, coll. « Critique », 1988.

43 *The Fold. Leibniz and the Baroque*, traduit par Tom Conley, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1993.