Revue Internationale de la Recherche Scientifique
(Revue-IRS)
ISSN: 2958-8413
Vol. 4, No. 6, Novembre 2026

DE LA PERCEPTION D'UNE SUPERFLUITE À UNE CULTURE MATHÉMATIQUE DE LA CONCEPTION SPATIALE

Par

WANE MUNDONI BONGUON

Professeur Associé à l'Institut Supérieur d'Architecture et d'Urbanisme, RDC.

Résumé : Cet article examine la perception d'une superfluité des mathématiques dans la formation des architectes et des urbanistes. Il montre que celles-ci ne constituent ni une théorie de l'architecture ni un substitut à la créativité et au jugement du concepteur, mais une ressource pour la mesure, la représentation, la géométrie, le raisonnement spatial, la modélisation et l'usage critique des outils numériques. L'étude préconise un modèle d'enseignement qui développe une culture mathématique spatialisée, directement mobilisable dans la conception des formes, l'organisation de l'espace, la construction et l'aménagement urbain.

Mots-clés **:** architecture, urbanisme, conception spatiale, culture mathématique et enseignement des mathématiques.

Digital Object Identifier (DOI): https://doi.org/10.5281/zenodo.**24138824**

1. Introduction

La présente étude s'inscrit dans le contexte de l'adaptation de la formation supérieure au système Licence-Master-Doctorat (LMD). Les observations formulées par plusieurs enseignants du domaine de l'architecture et de l'urbanisme à l'Institut Supérieur d'Architecture et d'Urbanisme de la République démocratique du Congo font apparaître une interrogation récurrente concernant la pertinence, l'utilité et la finalité des mathématiques dans la formation des futurs architectes et urbanistes. Les pratiques observées dans les enseignements d'architecture et d'urbanisme montrent que les étudiants consacrent une part importante de leur activité à la représentation graphique, aux tracés et à l'élaboration conceptuelle du projet. Dans ce contexte, les mathématiques semblent facilement apparaître comme un savoir extérieur à l'activité de conception lorsqu'elles sont présentées indépendamment des situations rencontrées dans les ateliers.

La controverse relative à l'utilité des mathématiques repose souvent sur une représentation forte de l'architecture et de l'urbanisme comme des pratiques principalement artistiques, fondées sur la créativité, la sensibilité, la philosophie et la conception, sans reconnaître le bien-fondé des dimensions spatiales, géométriques, techniques et quantitatives. Cette vision demeure toutefois insuffisante si l'on prend en compte la complexité du projet architectural ou urbain, qui associe simultanément des dimensions conceptuelles, esthétiques, fonctionnelles, spatiales, géométriques, constructives, environnementales, économiques, numériques et sociales.

Cette controverse constitue un véritable enjeu pour les enseignants de mathématiques intervenant dans ces formations. Il ne suffit pas de justifier leur présence par le développement de capacités générales telles que le raisonnement logique, la précision, la rigueur, l'approximation, la concentration ou la persévérance. Il importe également d'identifier les situations professionnelles dans lesquelles les connaissances mathématiques peuvent être mobilisées pour traiter des problèmes authentiques liés à l'espace, à la forme, aux dimensions et à l'organisation territoriale.

Dans cette perspective, certains praticiens considèrent que les mathématiques ne constituent pas une compétence déterminante dans l'acte de concevoir et d'autres semblent privilégier la reproduction de modèles architecturaux ou urbains sans nécessairement s'approprier les principes mathématiques qui sous-tendent leur conception ; et questionnent par conséquent, leur utilité dans les premières années de formation. Cette position soulève une question didactique fondamentale : dans quelle mesure une formation mathématique peut-elle contribuer au développement des compétences déterminantes et nécessaires à la conception architecturale et urbaine tout en réduisant la perception de superfluité des mathématiques chez les apprenants et les professionnels ?

L'hypothèse défendue est que les mathématiques ne constituent ni le fondement exclusif ni le moteur de la création architecturale ou urbaine. En revanche, lorsqu'elles sont intégrées aux situations de projet, elles peuvent soutenir la représentation, le raisonnement spatial, la maîtrise des proportions, la modélisation et la prise de décision. La perception de leur caractère superflu serait ainsi davantage liée à leur décontextualisation didactique qu'à une absence réelle de pertinence dans les pratiques architecturales et urbanistiques.

À la croisée des dimensions didactique, épistémologique et professionnelle, cette recherche interroge les modalités d'appropriation des savoirs mathématiques, leur rôle dans les processus de conception et leur contribution au développement des compétences en architecture et en urbanisme. Elle vise ainsi à dépasser la simple justification de l'utilité des mathématiques pour comprendre comment leur enseignement peut favoriser l'émergence d'une véritable culture mathématique de la conception spatiale.

2. Revue de la littérature : enseignement des mathématiques, architecture et urbanisme

2.1. Travaux consacrés à l'enseignement des mathématiques en architecture et en urbanisme

Les recherches consacrées aux relations entre enseignement des mathématiques et formation architecturale apportent des éléments importants pour comprendre cette problématique. Les travaux de Verner et Maor (2001) montrent que l'intégration de situations de conception architecturale dans l'enseignement des mathématiques améliore les résultats des étudiants et leur attitude envers cette discipline. Leurs travaux soulignent l'importance de contextualiser les connaissances mathématiques pour renforcer leur pertinence et favoriser l'engagement dans l'apprentissage.

Dans une étude consacrée à l'articulation entre mathématiques et conception architecturale, Maor et Verner (2007) montrent que l'intégration de la géométrie aux activités d'atelier architectural permet aux étudiants de mobiliser les propriétés géométriques dans la résolution de problèmes de conception, favorisant ainsi l'articulation entre acquisition des connaissances mathématiques et pratique architecturale.

Ces recherches suggèrent que la difficulté ne réside pas nécessairement dans une prétendue incompatibilité entre étudiants en architecture et mathématiques, mais pourrait plutôt être liée au degré de contextualisation des connaissances et à la capacité du dispositif pédagogique à faire apparaître leur utilité dans le projet.

Par ailleurs, Oxman (2017) souligne l'importance de la pensée paramétrique dans les processus contemporains de conception. Celle-ci permet d'établir des relations entre différents paramètres et d'explorer plusieurs configurations à partir d'un même système de règles. Les mathématiques et les outils numériques peuvent ainsi contribuer à élargir l'espace des solutions envisageables.

Leur utilisation ne dispense toutefois pas le concepteur d'une appréciation architecturale ou urbaine, puisque les propositions générées doivent être confrontées aux exigences fonctionnelles, constructives, environnementales et contextuelles.
Il sied de signifier que les systèmes de proportion peuvent être envisagés comme des moyens de structurer les relations dimensionnelles entre les composantes d'une œuvre architecturale. L'étude de Januszewski (2023) permet d'aborder ces systèmes sous l'angle des principes géométriques mobilisables dans la composition, notamment pour examiner les rapports entre les formes, les axes d'organisation et les relations visuelles. Dans la formation des architectes, ces principes offrent l'occasion d'étudier comment certaines propriétés géométriques influencent la perception et l'organisation d'un projet. Leur mobilisation pédagogique devrait cependant dépasser l'application de règles prédéfinies et conduire les étudiants à comparer plusieurs organisations formelles, à expliciter leurs choix et à apprécier les limites d'une composition fondée uniquement sur des critères géométriques.

L'analyse des environnements urbains peut mobiliser des indicateurs quantitatifs pour décrire les caractéristiques spatiales et sociales des territoires. Serra, Psarra et O'Brien (2018) proposent des méthodes de caractérisation qui visent à dépasser certaines limites des indicateurs trop agrégés ou des unités spatiales prédéfinies. Leur contribution rappelle que le choix des variables, l'échelle d'analyse et la méthode de classification influencent la représentation obtenue du territoire. Pour la formation en urbanisme, ces travaux soulignent l'importance de développer une capacité à interpréter les résultats quantitatifs en tenant compte des choix méthodologiques qui les produisent.

2.2. Quelques contributions des mathématiques à l'architecture et à l'urbanisme

Parmi les domaines mathématiques mobilisables en architecture ou en urbanisme, la géométrie constitue une ressource fondamentale pour décrire, représenter et transformer les formes architecturales. Dans l'enseignement de l'architecture, elle permet notamment d'établir des relations entre une intention de conception, sa représentation graphique et les propriétés spatiales de l'objet envisagé. Les outils numériques ont élargi les possibilités de manipulation des courbes, des surfaces et des volumes, mais ils n'ont pas supprimé le besoin de comprendre les relations géométriques mobilisées.

Le théorème de Pythagore peut être mobilisé dans certaines opérations de vérification géométrique, notamment lorsqu'il s'agit de déterminer une distance à partir de deux dimensions perpendiculaires. En architecture et en urbanisme, cette relation intervient, par exemple, dans le contrôle de diagonales, l'analyse de configurations rectangulaires ou la détermination de certaines distances sur un plan. D'autres connaissances, notamment la proportionnalité, les relations d'échelle, le théorème de Thalès, sont nécessaires pour passer d'une représentation graphique aux dimensions réelles d'un objet. La distinction entre ces outils permet aux étudiants de mieux identifier la méthode adaptée à chaque problème de conception.

En référence aux travaux de Léopold (2006), les transformations géométriques permettent d'étudier différentes opérations de composition rencontrées en architecture et en urbanisme. La translation peut servir à analyser la disposition répétitive d'éléments modulaires, tandis que la rotation permet d'examiner l'organisation d'une forme autour d'un centre. La symétrie offre un cadre pour étudier les correspondances entre les parties d'une composition, alors que l'homothétie permet de formaliser certaines relations entre une figure et ses représentations à différentes échelles.

La géométrie dans l'espace, les dérivées et les intégrales constituent des outils essentiels à la conception architecturale et urbaine. Elles permettent respectivement d'analyser les configurations spatiales, d'étudier les variations des formes et des paramètres, et de calculer les surfaces et les volumes, contribuant ainsi à la modélisation et à l'évaluation des solutions de conception. Les dérivées partielles et les différentielles, quant à elles, permettent d'analyser l'influence des paramètres géométriques sur les formes, les surfaces et les volumes en architecture. Elles contribuent à l'étude de sensibilité et à l'optimisation des choix de conception, notamment dans les environnements numériques et paramétriques.

Venetis (2020) analyse l'apport des mathématiques à l'architecture et aux beaux-arts en mettant en évidence leur rôle dans la conception, la représentation et l'organisation des formes. L'auteur montre que la géométrie descriptive et la géométrie projective ont contribué au développement des méthodes de conception architecturale et de représentation artistique. Il souligne également sur la place des outils mathématiques modernes et des technologies numériques, notamment la

conception assistée par ordinateur, dans la modélisation des formes et l'évolution des pratiques architecturales. Cette étude met ainsi en évidence l'importance des connaissances mathématiques dans la compréhension et la conception des formes architecturales et artistiques.

3. Méthodologie

Cette étude adopte une approche qualitative, documentaire et conceptuelle, complétée par des entretiens semi-directifs avec des enseignants, des étudiants et des professionnels de l'architecture et de l'urbanisme. Elle vise à analyser les perceptions des fonctions des mathématiques dans la formation et la pratique professionnelle, ainsi que les facteurs influençant leurs perceptions. Le corpus documentaire porte sur l'enseignement des mathématiques en architecture, la géométrie architecturale, l'analyse mathématique, la conception paramétrique et les méthodes quantitatives d'analyse urbaine. Les données recueillies sont analysées selon plusieurs fonctions mathématiques : représenter, mesurer, comparer, proportionner, transformer, modéliser, optimiser, vérifier et simuler, afin de mettre en relation les connaissances théoriques, les pratiques pédagogiques et les exigences professionnelles.

4. Quelques perceptions de la superfluité des mathématiques dans la formation en architecture et en urbanisme

L'analyse des perceptions permet d'identifier les représentations qui tendent à minimiser l'utilité des mathématiques en architecture et en urbanisme. Ces perceptions, regroupées sous la notion de « perceptions de superfluité », mettent en évidence les facteurs susceptibles d'influencer le rapport des étudiants, des enseignants et des professionnels aux savoirs mathématiques ; et représentés dans le tableau qui suit :

Tableau de quelques perceptions de superfluité et leurs facteurs explicatifs

Quelques perceptions de superfluité	Des facteurs explicatifs
Des mathématiques perçues comme trop abstraites	Faible contextualisation des notions et insuffisance de situations directement liées aux problèmes spatiaux et architecturaux.
Une séparation entre mathématiques et projet architectural ou urbain	Cloisonnement entre les enseignements disciplinaires et les activités de conception réalisées dans les ateliers.
Des mathématiques considérées comme une exigence académique	Évaluation principalement centrée sur la maîtrise de procédures et de techniques plutôt que sur leur mobilisation dans des situations professionnelles.

Une perception de contenus répétitifs Ou redondants	Progression curriculaire insuffisamment articulée aux compétences attendues dans la formation architecturale et urbanistique.
ne opposition entre mathématiques et éativité	Représentation de l'architecture et de l'urbanisme comme activité ssentiellement artistique, esthétique, anthropologique ou philosophique vec une faible prise en compte des possibilités offertes par les athématiques.
Une faible utilité professionnelle attribuée aux Mathématiques	Méconnaissance de leurs applications concrètes et recours limité à des études de cas ou à des problèmes issus de situations ofessionnelles
Une confiance excessive dans les logiciels	Les logiciels aident aux calculs et représentation des formes, Perception selon laquelle ils auraient rendu inutile la maîtrise des incipes mathématiques sous-jacents aux calculs et aux représentations
Une conception autonome de l'architecture et de l'urbanisme	Idée que les théories et pratiques architecturales ou urbaines pourraient être veloppées indépendamment des connaissances mathématiques et antitatives

La perception de l'inutilité des mathématiques en architecture et en urbanisme peut résulter de la décontextualisation des apprentissages, du cloisonnement disciplinaire, d'évaluations centrées sur les procédures et de la répétition des notions sans réinvestissement pratique. Ces facteurs limitent la compréhension de leur pertinence dans les projets de conception.

Par ailleurs, l'opposition entre mathématiques et créativité, fondée sur une vision essentiellement artistique de l'architecture, tend à minimiser leur contribution à l'exploration des formes, des proportions, de la géométrie et des espaces

Enfin, les logiciels de conception et de calcul peuvent réduire la perception de l'utilité des mathématiques, bien qu'ils automatisent principalement certaines opérations. Cette situation souligne l'importance de contextualiser leur enseignement dans les formations en architecture et en urbanisme.

5. De la perception de superfluité à la reconnaissance du rôle des mathématiques dans la conception spatiale

L’analyse des perceptions montre que la faible reconnaissance des mathématiques en architecture et en urbanisme résulte notamment de leur réduction au calcul formel, alors qu’elles contribuent à la structuration des formes, à la modélisation et à la vérification des choix de conception. Sans supplanter la créativité, l’intuition et les dimensions culturelles et esthétiques du projet, elles constituent des outils de formalisation et d’analyse permettant d’évaluer différentes solutions architecturales.

5.1. Créativité, outils numériques et compétences professionnelles

L’opposition entre créativité et mathématiques repose sur une conception réductrice de la création architecturale. Concevoir ne consiste pas seulement à imaginer une forme, mais également à lui donner une organisation spatiale cohérente. Dimensions, proportions, rapports géométriques et relations entre éléments mobilisent ainsi un raisonnement quantitatif, sans que celui-ci détermine la solution architecturale.

Dans la conception paramétrique, les dérivées partielles et les différentielles permettent de comprendre comment de petites modifications des dimensions, des angles ou d’autres paramètres peuvent influencer les propriétés d’un projet. Elles contribuent ainsi à l’analyse de sensibilité des modèles et à l’évaluation de différentes configurations. Leur intérêt réside notamment dans la capacité du concepteur à anticiper les effets de ses choix et à interpréter les résultats fournis par les logiciels, sans réduire la décision architecturale à une optimisation mathématique.

Les outils numériques renforcent cette complémentarité. L’automatisation des calculs ne rend pas les connaissances mathématiques inutiles : le concepteur doit comprendre les paramètres introduits, interpréter les résultats et apprécier les limites du modèle. Dans un environnement paramétrique, la modification d’une variable peut affecter plusieurs propriétés de la forme. Le concepteur doit donc comprendre la logique du modèle et déterminer si les résultats obtenus répondent aux objectifs architecturaux.

La collaboration avec les ingénieurs ne dispense pas davantage l’architecte de cette compréhension. La maîtrise des notions relatives aux dimensions, proportions, pentes et relations géométriques facilite l’anticipation des contraintes et le dialogue entre les différents intervenants. Ainsi, même des notions élémentaires telles que les surfaces, distances ou pentes peuvent avoir des conséquences déterminantes sur l’implantation, l’organisation et l’usage d’un bâtiment. Leur

enseignement gagnerait donc à être davantage articulé aux ateliers afin de transformer les connaissances abstraites en ressources directement mobilisables dans les situations de conception.

5.2. Contraintes réglementaires, analyse du site et décision urbaine

La conception architecturale et urbaine exige de traduire certaines prescriptions réglementaires en contraintes spatiales vérifiables. Les limites d'emprise, les distances de retrait, les hauteurs maximales et les surfaces autorisées doivent être rapportées aux dimensions et à la configuration du terrain ou du bâtiment. Les outils mathématiques permettent alors de vérifier la compatibilité entre les règles applicables et les solutions envisagées.

L'analyse du site mobilise également des données relatives aux distances, aux pentes, aux niveaux et aux orientations. Ces informations peuvent contribuer à identifier des contraintes et des possibilités d'aménagement, mais elles ne déterminent pas à elles seules la pertinence du projet. Leur interprétation doit tenir compte des usages, des caractéristiques environnementales et des conditions sociales du territoire.

En urbanisme, les indicateurs quantitatifs peuvent servir à mesurer, comparer et évaluer des scénarios. Serra, Psarra et O'Brien (2018) soulignent l'intérêt des méthodes quantitatives tout en rappelant l'importance des conditions d'interprétation des indicateurs. Les mathématiques doivent ainsi être envisagées comme une composante du raisonnement territorial, complémentaire de l'analyse qualitative.

5.3. Innovation, conception paramétrique et argumentation du projet

Les modèles mathématiques et les outils computationnels peuvent contribuer à l'innovation architecturale. La conception paramétrique permet d'établir des relations entre variables et d'explorer rapidement plusieurs configurations formelles. Les travaux d'Oxman (2008, 2017) montrent l'importance de cette évolution dans les processus contemporains de conception.

Toutefois, la génération d'une forme nouvelle ne garantit ni son innovation ni sa pertinence architecturale. Celle-ci doit être appréciée selon l'usage, la faisabilité constructive, le contexte, le coût, l'entretien, les performances environnementales et les qualités formelles. Lee, Gu et Ostwald (2015) montrent ainsi que le potentiel créatif des environnements paramétriques dépend de la manière dont les concepteurs les mobilisent.

Les données quantitatives peuvent renforcer la justification d'un projet en rendant certaines décisions explicites et vérifiables : comparaison de variantes, évolution des surfaces, rapports entre espaces ou respect des contraintes dimensionnelles. Les mathématiques apparaissent ainsi moins comme une discipline concurrente de la créativité que comme une ressource transversale de conception, d'analyse, de vérification et d'argumentation.

6. Discussion

6.1. Repenser le rapport entre créativité et raisonnement mathématique

La confrontation entre les arguments théoriques et les travaux examinés conduit à nuancer l'opposition entre créativité architecturale et raisonnement mathématique. Les études de Verner et Maor (2001, 2007) montrent que les connaissances mathématiques peuvent être mobilisées dans des activités de conception et intégrées au travail en atelier. Ces résultats suggèrent que la pertinence perçue des mathématiques dépend, au moins en partie, des situations dans lesquelles elles sont enseignées et utilisées.

Cette interprétation ne signifie pas que la contextualisation garantit automatiquement de meilleurs apprentissages dans tous les environnements pédagogiques. Elle invite plutôt à examiner les conditions qui favorisent le transfert des connaissances : articulation entre cours et ateliers, choix des problèmes, progression des activités et modalités d'évaluation. L'enjeu est ainsi de déterminer comment les mathématiques peuvent soutenir le raisonnement de conception sans imposer une définition exclusivement quantitative de la qualité architecturale.

La conception réflexive de Schön (1983) offre un cadre pertinent pour comprendre la pertinence des mathématiques dans le processus de conception. L'architecte construit son projet par une succession d'hypothèses, d'essais, d'observations et de réajustements, dans laquelle le raisonnement mathématique peut servir à confronter les intuitions aux propriétés observables du projet. Il ne s'agit donc pas d'opposer intuition et calcul, mais de montrer leur complémentarité.

Enfin, les travaux de Lee, Gu et Ostwald (2015) montrent que la technologie ne garantit pas automatiquement la créativité. Les environnements paramétriques peuvent soutenir l'exploration et l'innovation, mais leur potentiel dépend des stratégies cognitives et des choix du concepteur. L'outil apparaît ainsi comme un support de la créativité plutôt que comme sa garantie.

6.2. Architecture numérique et compréhension mathématique

La confiance excessive dans les logiciels est une perception qui permet de relativiser l’idée selon laquelle les logiciels auraient rendu les mathématiques obsolètes. Le fait que ces logiciels prennent en charge les calculs et la représentation des formes ne signifie nullement que les connaissances mathématiques qui sous-tendent ces opérations soient devenues superflues. Si l'outil numérique permet d'automatiser certaines opérations, il ne dispense pas pour autant le concepteur de comprendre les principes qui les gouvernent, de définir les paramètres pertinents, d'apprécier la cohérence des modèles et d'interpréter les résultats obtenus. En effet, produire un résultat à l'aide d'un logiciel ne signifie pas nécessairement en maîtriser les fondements ni en comprendre pleinement la portée.

Privilégier la maîtrise des logiciels au détriment des connaissances mathématiques reviendrait, par analogie, à envisager la formation d'un médecin sans lui assurer une connaissance suffisante de la biologie, discipline fondamentale pour comprendre les phénomènes sur lesquels repose sa pratique et interpréter les résultats des examens qu'il réalise. De même, utiliser une calculatrice pour effectuer une addition sans en comprendre le sens revient à confondre la capacité d'obtenir un résultat avec celle de comprendre l'opération qui le produit. Dans les deux cas, la maîtrise de l'instrument ne saurait, à elle seule, se substituer à la compréhension des connaissances fondamentales qui éclairent son utilisation.

Cette distinction est tout aussi essentielle en architecture et en urbanisme comme Falcón, R. M. (2011) et Wang, Stouffs et Janssen (2025) l’ont signifié en précisant qu’ un logiciel peut générer une forme, construire une représentation géométrique ou effectuer des calculs complexes ; toutefois, la pertinence de ses résultats dépend également de la capacité du concepteur à comprendre les relations mathématiques mobilisées, à évaluer les hypothèses du modèle et à exercer un jugement critique sur les solutions proposées. Sans cette capacité, le risque est de réduire la conception à une manipulation instrumentale, dans laquelle la production numérique se substitue progressivement à la compréhension des logiques géométriques et spatiales.

Dès lors, considérer les logiciels comme un facteur d'obsolescence des mathématiques revient à confondre l'automatisation des opérations avec la disparition des connaissances qui leur donnent sens. Le véritable enjeu n'est donc pas de choisir entre la maîtrise des outils numériques et celle des mathématiques, mais de reconnaître leur complémentarité. Il s'agit de dépasser une

perception des mathématiques comme savoir devenu superflu pour les envisager comme une composante essentielle de la culture du concepteur, lui permettant non seulement de produire des formes, mais aussi de comprendre, d'évaluer et de justifier les choix qui président à leur élaboration. C'est précisément dans cette perspective que s'inscrit la nécessité d'une culture mathématique de la conception spatiale.

6.3. Les mathématiques comme médiation entre règle, territoire et projet

La fonction de médiation des mathématiques dans la conception urbaine présente un double intérêt. D'une part, la formalisation quantitative permet de traduire certaines prescriptions ou observations en informations utilisables dans le projet. D'autre part, elle oblige à expliciter les critères retenus pour décrire et comparer les situations spatiales.

Cette formalisation comporte néanmoins des limites. Le choix des indicateurs, l'échelle d'observation et la disponibilité des données influencent les résultats produits. Les méthodes quantitatives ne donnent donc pas une représentation exhaustive du territoire, mais une description construite à partir de variables déterminées. Dans la formation des urbanistes, il importe par conséquent d'associer la maîtrise des outils de mesure à une réflexion critique sur la portée des indicateurs et sur les dimensions sociales, culturelles et environnementales qu'ils ne permettent pas de saisir directement. Dans une perspective de complémentarité méthodologique, comme le préconise Norell (2021), les données quantitatives objectivent certains aspects d'une situation, tandis que l'analyse qualitative en éclaire les significations et les implications humaines.

6.4. Le rôle des mathématiques dans l'innovation et la justification

Les résultats relatifs à l'innovation confirment que celle-ci ne peut être réduite à la nouveauté formelle ou technologique. Oxman (2008, 2017) montre que les processus numériques transforment progressivement les relations entre représentation, génération et fabrication. Dans ce contexte, la maîtrise des relations mathématiques devient un moyen d'explorer des configurations qui seraient difficiles à produire par des méthodes conventionnelles.

Cependant, une innovation pertinente ne résulte pas simplement de la multiplication des variantes. Elle suppose une capacité à sélectionner, interpréter et transformer les résultats obtenus. Le concepteur conserve donc une fonction critique essentielle. Cette conclusion rejoint

la conception réflexive de Schön (1983). Le projet avance par confrontation entre intentions, résultats et contraintes. Les calculs peuvent intervenir à différents moments de cette démarche pour éclairer une décision, tester une hypothèse ou comparer des solutions.

La justification du projet doit dès lors être comprise comme une articulation de plusieurs formes d'argumentation. Les représentations graphiques rendent visibles les intentions, le discours explicite les choix et les données quantitatives peuvent apporter des éléments de vérification. Leur complémentarité permet d'expliciter certaines propriétés du projet sans réduire la décision finale à des critères exclusivement numériques.

L'analyse des processus de conception numérique conduit ainsi à distinguer la capacité de produire des variantes de celle d'évaluer leur pertinence. Un modèle peut faciliter l'exploration d'un grand nombre de configurations, mais la sélection d'une solution exige de considérer des critères qui ne sont pas tous réductibles à des paramètres numériques. La faisabilité constructive, les usages, les qualités formelles et les conditions environnementales participent également à l'évaluation du projet.
La formation devrait donc développer non seulement la capacité à calculer ou à modéliser, mais aussi celle à expliquer ce que les résultats permettent de conclure et ce qu'ils laissent indéterminé.

6.5. Portée pédagogique des résultats

La convergence entre les résultats et la littérature met en évidence un enjeu important pour la formation : lorsque les mathématiques sont enseignées séparément des situations de conception, elles peuvent être perçues comme des connaissances imposées par le curriculum. À l'inverse, leur mobilisation dans des situations spatiales concrètes permet de les considérer comme des ressources utiles au projet.
Cette intégration ne vise pas à former des mathématiciens ou des ingénieurs, mais à développer une culture mathématique adaptée à la conception architecturale et urbaine, permettant de comprendre les relations spatiales, d'interpréter des données, de construire des modèles simples, d'estimer les ordres de grandeur et d'utiliser les outils numériques de manière critique. Elle invite ainsi à considérer les mathématiques comme une ressource mobilisable à différentes étapes du projet comme l'a signifié Soygenis et Erktin (2010) qui ont exploré, à travers le

programme Archimath, l'intégration de l'architecture et des mathématiques chez les élèves de la 4e à la 8e année. Leur étude souligne l'intérêt d'une approche interdisciplinaire reliant les concepts géométriques à l'observation et à la conception de l'environnement bâti, afin de développer la pensée spatiale et la créativité des élèves.

7. Orientations et perspectives

Les résultats de cette analyse invitent à concevoir les enseignements mathématiques à partir de problèmes rencontrés dans les activités d'architecture et d'urbanisme. Une telle orientation suppose de mettre en relation les notions étudiées avec des opérations de conception clairement identifiées, telles que l'analyse des dimensions, la transformation des formes, la comparaison de variantes ou la vérification de contraintes spatiales.

En d'autres termes, les mathématiques de l'architecture et de l'urbanisme doivent être enseignées comme une culture spatiale permettant de comprendre les formes, les relations, les mesures, les transformations et les modèles qui participent à la conception et à la décision.

Dans cette perspective, le développement futur du modèle Way – Apprentissage – Numérique – Evaluation, en acronyme « WANE » pourrait s'appuyer sur des activités pédagogiques intégrées aux ateliers de conception. Son intérêt devrait être examiné à partir de critères explicites, notamment la compréhension des concepts, la capacité à les mobiliser dans de nouvelles situations et l'aptitude à interpréter les résultats obtenus avec les outils numériques. Une évaluation empirique permettrait ensuite de déterminer dans quelles conditions cette approche favorise effectivement les apprentissages et le transfert des connaissances.

8. Conclusion

Cette étude conduit à dépasser la réfutation entre architecture comme pratique artistique et mathématiques comme savoir technique. L'architecture ne saurait être réduite au calcul : sa conception mobilise également des dimensions esthétiques, culturelles, sociales, environnementales et expérientielles. Toutefois, dès qu'une intention spatiale doit être représentée et concrétisée, elle implique des relations mesurables telles que les dimensions, proportions, surfaces, volumes, angles, pentes ou coordonnées.

Les mathématiques n'ont donc pas pour fonction de produire à elles seules la qualité architecturale. Elles constituent plutôt des instruments de formalisation, de représentation, de modélisation, de vérification et d'aide à la décision. Les outils numériques élargissent ces

possibilités, mais leur utilisation exige une compréhension suffisante des principes mathématiques qui structurent les modèles et les résultats.

Ainsi contextualisées, les mathématiques peuvent contribuer à percevoir, représenter, mesurer, modéliser, comparer et évaluer l'espace sans se substituer à la créativité, à l'intuition ou au jugement professionnel. Leur véritable intérêt réside dans la capacité à relier l'idée à sa formalisation, la forme imaginée à ses propriétés et l'hypothèse de projet à sa vérification. C'est dans cette complémentarité entre raisonnement mathématique et pensée architecturale que peut s'inscrire un enseignement non dénué des mathématiques, et renouvelé des mathématiques en architecture et en urbanisme.

References bibliographiques

[1] Falcón, R. M. (2011). *Integration of a CAS/DGS as a CAD system in the mathematics curriculum for architecture students.* International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 42*(6), 737–750

[2]. Januszewski, W. (2023). *An Outline of the Geometric Proportion Systems in Architecture.* Architectus, 3(75);

[3]. Joglekar, S. (2017). *Geometry in Architectural Education*. Tekton, 4(2), 24–35;

[4]. Lee, J. H., Gu, N., & Ostwald, M. J. (2015). *Creativity and parametric design? Comparing designer's cognitive approaches with assessed levels of creativity*. International Journal of Design Creativity and Innovation*, 3*(2), 78–94;

[5]. Leopold, C. (2006). *Geometry Concepts in Architectural Design.* Communication présentée à la 12th International Conference on Geometry and Graphics, Salvador, Brésil, du 6 au 10 août 2006 ;

[6]. Maor, S., & Verner, I. (2007). *Mathematical Aspects in an Architectural Design Course: The Concept, Design Assignments, and Follow-up*. Nexus Network Journal;

[7].Norell, D. (2021). *Geometries with agency: mathematics of form revisited*. Architectural Research Quarterly, 25(3), 255–265;

[8].Oxman, R. (2017). T*hinking difference: Theories and models of parametric design thinking*. *Design Studies, 52*, 4–39;

[9]. Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Basic Books;

[10]. Serra, M., Psarra, S., & O'Brien, J. (2018). *Social and physical characterization of urban contexts: Techniques and methods for quantification, classification and purposive sampling*. Urban Planning*, 3*(1), 58–74.

[11]. Soygenis, S., & Erktin, E. (2010). *Juxtaposition of architecture and mathematics for elementary school students.* International Journal of Technology and Design Education, 20(4), 403–415;

[12]. Verner, I. M., & Maor, S. (2001). *Integrating Design Problems in Mathematics Curriculum: An Architecture College Case Stud*y. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 32(6), 817–828;

[14]. Verner, I., & Maor, S. (2007). *Mathematics in Architecture Education*. In Mathematical Modelling.
Education, Engineering and Economics;

[15]. Venetis, J. (2020). *The Role of Mathematics in Architecture and Fine Arts: A Historical Overview,*
Problems and Prospects. Civil Engineering and Architecture, 8(3), 258–267;

[16] Wang, L., Stouffs, R., & Janssen, P. (2025*). Integrating Computational Design Optimization Into Architectural Design Pedagogy—An Experimental Course for Performance-Based Building Design Optimization and Exploration.* Computer Applications *in Engineering Education, 33*(3)