

**DÉVELOPPEMENT D'UN CADRE DE DÉPLOIEMENT
POUR L'ADOPTION ET L'IMPLANTATION DE
LA MODÉLISATION DES DONNÉES SUR LES
ACTIFS BÂTIS (BIM) AU MINISTÈRE DES TRANSPORTS
ET DE LA MOBILITÉ DURABLE DU QUÉBEC**

PROJET R869.1

Érik Poirier, Ph. D.

Chercheur principal

Professeur

Département de génie de la construction

École de technologie supérieure

Réalisé pour le compte du ministère des Transports et de la Mobilité durable du Québec

MARS 2024

La présente étude a été réalisée à la demande du ministère des Transports et a été financée par le Ministère.

Les opinions exprimées dans le présent rapport n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs et ne reflètent pas nécessairement les positions du ministère des Transports.

Collaborateurs

Marie Reumont, Ph. D., Associée de recherche, École de technologie supérieure

James Lapalme, Ph. D., Chercheur, Professeur, École de technologie supérieure

Antonin Pavard, Ph. D., Chercheur Postdoctoral, École de technologie supérieure

Kaïs Amor Benabderrahmane, M.Sc., PMP, Étudiant au doctorat, École de technologie supérieure

Megan Doume Ekale, Étudiante à la maîtrise, École de technologie supérieure

Bilal Succar, Ph. D., ChangeAgents, BIMexcellence

© École de technologie supérieure, 2024

Sommaire exécutif

Dans le cadre du développement et de la mise en œuvre de la Feuille de route gouvernementale pour la modélisation des données des infrastructures 2021-2026 (FdR-BIM), publiée en août 2021, le ministère des Transports et de la Mobilité Durable (ci-après, le Ministère) a formellement annoncé son intention d'adopter et d'implanter la modélisation des données des infrastructures (BIM) sur un horizon de temps restant à déterminer. Le Ministère s'inscrit ainsi dans un mouvement international visant à bénéficier de l'adoption et de l'implantation du BIM tout au long du cycle de vie des actifs bâtis qu'il réalise, exploite et maintient.

Approche méthodologique

Dans le but de structurer sa démarche interne, le Ministère a collaboré avec l'équipe de recherche du Groupe de recherche en intégration et développement durable en environnement bâti (GRIDD) de l'École de technologie supérieure (ÉTS). Le mandat de recherche du GRIDD-ÉTS était d'accompagner le Ministère à concevoir et à piloter un cadre de déploiement pour l'adoption et l'implantation de la modélisation des données sur les infrastructures (BIM) au sein du Ministère. Les objectifs spécifiques du projet de recherche étaient d'accompagner le Ministère à :

- établir la situation actuelle et désirée en matière de BIM au sein du Ministère ;
- identifier les actions à entreprendre afin d'atteindre la situation désirée (en tant qu'intrant à la feuille de route BIM ministérielle) ;
- sensibiliser les acteurs clés au sujet du BIM et de ses implications au sein du Ministère ;
- identifier et exécuter des projets pilotes dans des directions ciblées du Ministère ;
- cibler et développer les ressources et les compétences fondamentales à acquérir.

Le projet de recherche s'est déroulé sur une période de deux ans, d'avril 2022 à mars 2024. Durant cette période, plusieurs activités de mobilisation et de recherche ont été effectuées avec l'ensemble des parties prenantes impliquées dans la démarche du Ministère, incluant les membres du comité directeur et stratégique, les membres du comité de coordination et les membres des comités d'expertise. La recherche s'inscrit dans une approche de recherche-action par le design, approche qui permet une collaboration étroite entre l'équipe de recherche et l'équipe d'implantation du BIM et où les chercheurs interviennent et influencent le contexte de recherche directement. Cette approche a ainsi permis à l'équipe de recherche de développer et de valider le cadre de déploiement, qui sous-tend la feuille de route subséquentement développée par le MTMD. La méthodologie de recherche mise de l'avant s'est articulée sur deux axes, soit l'axe 1 qui s'est focalisé sur le niveau organisationnel du Ministère et l'axe 2 qui s'est focalisé sur les projets au sein du Ministère. Les activités de recherche reliées aux deux axes se sont déroulées en parallèle. Les résultats des travaux de recherche des deux axes ont été combinés afin de générer le cadre de déploiement.

Cadre de diagnostic et de déploiement proposé

La résultante du projet de recherche, telle que présentée dans ce rapport, est le cadre de déploiement pour l'adoption et l'implantation du BIM au MTMD. Le cadre proposé s'articule en trois strates. La **strate externe** prend en considération le contexte de déploiement, soit le contexte du Ministère (interne) et industriel (externe). Ces contextes servent à situer et à définir les pratiques, les services, les précédents ainsi que les éléments de compétences générales qui influenceront la démarche du MTMD. Les précédents incluent les cadres existants, développés dans d'autres contextes, notamment les cadres normatifs nationaux et internationaux, les cadres technologiques et informationnels, les cadres de collaboration et de réalisation de projet, les Feuilles de route existantes et les cadres théoriques et les principes de déploiement établis ailleurs. Les pratiques et les services concernent les procédures existantes au sein du MTMD et comment celles-ci seront impactées, ou impacteront le BIM.

La **strate intermédiaire** prend en considération les axes de déploiement et de mise en œuvre du BIM en couvrant les aspects sociotechniques, socioculturels et sociopolitiques d'où se déclinent les actions de mise en œuvre. Au centre du cadre de déploiement se situe l'humain, puisqu'ultimement, la démarche du MTMD est un exercice de transformation qui impactera d'abord et avant tout les employés du Ministère, les parties prenantes associées à ses projets ainsi que la population en général.

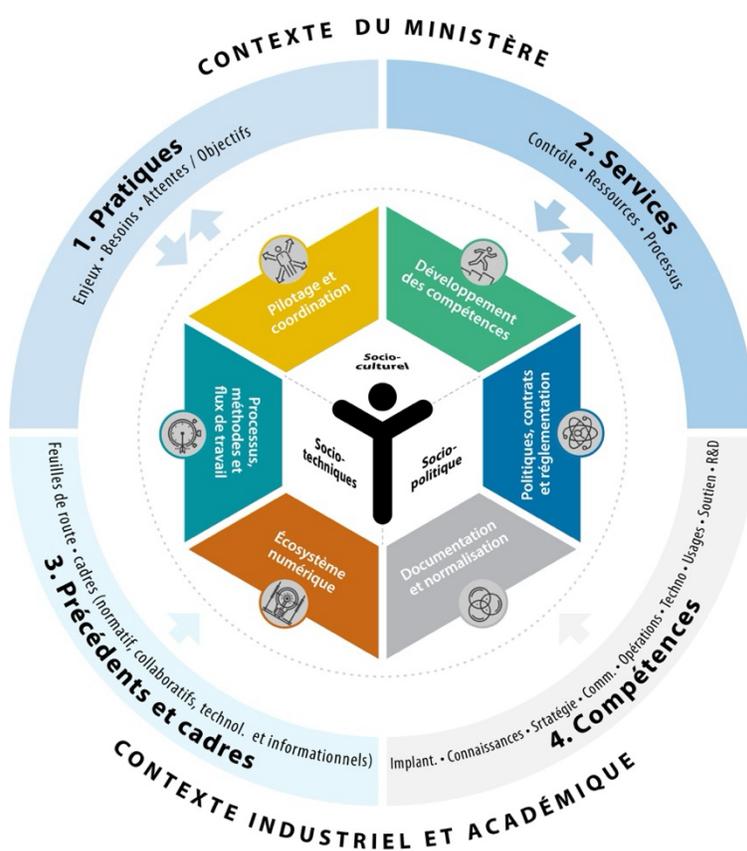


Figure i Cadre de diagnostic et de déploiement du BIM proposé

Constats et orientations issus de la démarche

Le projet de recherche a permis de proposer plusieurs constats et de cibler des orientations pour le déploiement et la mise en œuvre du BIM par la collecte et l'analyse des données des deux axes de recherche, mis de l'avant selon le cadre de diagnostic et de déploiement. Les constats et orientations issues de la démarche de recherche proviennent de plusieurs sources : l'analyse des précédents, l'analyse des cadres théoriques et opérationnels, l'analyse des résultats du diagnostic, l'analyse des projets et, finalement, le croisement de l'ensemble de ces données analysées.

Constats et orientations de l'analyse des précédents

- Plusieurs organismes à travers le monde se sont dotés de feuilles de route et de stratégies de mise en œuvre du BIM. Un total de 20 feuilles de route provenant de 14 pays différents ont été sélectionnées pour analyse. Les feuilles de route analysées présentent entre six (6) et quatre-vingt-une (81) activités avec une moyenne de vingt-sept (27) actions par feuille de route.
- En se servant de la FdR-BIM comme cadre d'analyse pour les initiatives internationales, il a été possible de constater que les actions des différentes feuilles de route analysées sont distribuées de façon relativement équilibrée par rapport aux catégories de celle-ci.
- Les actions de pilotage (axe 1) et les actions en lien avec les pratiques et processus (axe 4) sont les plus représentées, indiquant une forte prépondérance des actions de pilotage des initiatives et de mise en œuvre de processus ciblés (notamment des usages de modèles).
- Les actions en lien avec les politiques, contrats et réglementation (axe 3) ainsi que celles liées à la documentation et la normalisation (axe 5) sont légèrement moins représentées.
- Les catégories d'actions les plus représentées sont les catégories 4.1 - Usages et gestion de l'information, 6.2 - Technologies et outils et 2.2 - Formation.
- Il n'y a pas de différence marquée dans la répartition des actions par région. En revanche, les activités soutenant les axes « politiques, contrats et réglementation » (axe 3) ainsi que la « documentation et normalisation » (axe 5) sont moins prévalentes dans les feuilles de route nord-américaines que les feuilles de route européennes et asiatiques.
- Aucune des actions n'a été répertoriée dans l'ensemble des feuilles de route analysées. En revanche, certaines actions similaires ont été identifiées dans plusieurs feuilles de route. Ces actions sont reportées dans le cadre proposé.
- À la suite de la catégorisation des actions « non couvertes » dans le cadre initial de la FdR-BIM, et à l'issue de discussions au sein de l'équipe de recherche, la catégorie d'action « 1.4 – gouvernance et coordination du déploiement » a été ajoutée afin de s'harmoniser avec les autres feuilles de route analysées.

Constats et orientations issus de l'analyse des cadres théoriques et opérationnels

- Il existe plusieurs cadres théoriques et opérationnels qui peuvent servir à soutenir et structurer la démarche BIM ministérielle. Il est recommandé de s'appuyer sur ces cadres dans la mesure du possible, notamment les cadres normatifs qui permettront au Ministère de structurer rapidement leur démarche.
- Certains fondements de la communication organisationnelle, notamment la sociologie de la traduction, permettent de mieux comprendre les dynamiques de déploiement du BIM, d'un point de vue de la transformation organisationnelle. L'adoption et le déploiement du BIM constituent le « point de passage obligé » (PPO) pour le Ministère. Les différents acteurs (humains et non-humains) sont interreliés, à travers ce PPO, vers l'atteinte de leurs objectifs respectifs.
- Les dimensions, les catégories et les éléments à prendre en considération dans la mise en œuvre du BIM ont été identifiés et développés dans la littérature. En parallèle, des modèles de maturité, de compétences et de capacités ont été proposés dans d'autres contextes. Ces éléments sont inclus dans le cadre de diagnostic et de déploiement proposé.
- Les aspects normatifs, tant au niveau des normes de gestion de l'information (ISO 19650, ISO 7817), que des normes techniques — dont les normes open BIM (ISO 12006, ISO 16739, ISO 29481) et les normes SIG (ISO 191XX) — devraient éclairer et soutenir la démarche ministérielle de déploiement du BIM.
- L'implantation d'un écosystème informationnel interopérable, sinon intégré, suivant des normes établies et permettant de lier les données de différentes sources (notamment le BIM et le SIG, et bientôt les données des capteurs dans le contexte de jumeaux numériques) devrait être l'objet d'une stratégie harmonisée.
- Le concept de jumeaux numériques est un concept émergent s'articulant dans la continuité du BIM et des SIG et prônant la connexion entre les actifs physiques et numériques pour faciliter la prise de décision tout au long du cycle de vie des actifs bâtis. Le Ministère vise la mise en œuvre des jumeaux numériques dans le cadre de sa feuille de route ministérielle.
- Les principes de collaboration, de conception et de réalisation intégrée ainsi que le BIM, soutenu par les cadres qui les définissent, sont importants à considérer dans le contexte de la mise en œuvre du BIM au Ministère. De façon plus précise, les synergies qui existent entre la RPI et le BIM doivent être exploitées le plus possible pour faciliter la mise en œuvre du BIM dans les projets du Ministère. Le Ministère devrait s'appuyer sur l'initiative du Secrétariat du Conseil du Trésor et des projets pilotes en RPI pour maximiser les bénéfices de la mise en œuvre du BIM.

Constats et orientations de l'analyse des résultats du diagnostic

- Le processus de diagnostic ainsi que la planification des actions a reposé sur une série d'ateliers et de sondages avec les membres de différents comités, notamment les comités d'expertise et le Comité directeur BIM. Ces ateliers ont été élaborés afin d'identifier les attentes, les enjeux, les besoins, les objectifs (ainsi que la priorité qu'on leur accorde) pour la mise en œuvre du BIM au Ministère. Le cadre de diagnostic et de déploiement a permis d'identifier et de cibler les actions à prendre en considération pour constituer la feuille de route ministérielle. Le but de ces ateliers était d'assurer l'adhésion et l'appropriation des livrables du projet de recherche, notamment les résultats du diagnostic, ainsi que les recommandations issues de la recherche.
- Trois séries d'ateliers ont été menées avec les membres des comités d'expertise, au nombre de trois (Planification, Conception et Construction). Ces ateliers se sont déroulés à partir de la deuxième année du projet de recherche.
 - Le premier atelier, réunissant les membres de chaque comité d'expertise, visait à dresser le portrait de la situation désirée en petit sous-groupe de cinq personnes. Un total de 618 attentes, besoins et enjeux ont été identifiés lors de ces ateliers.
 - Le deuxième atelier a permis aux membres des comités d'évaluer le niveau de priorité des 618 éléments, répartis par axe de la feuille de route. Cette évaluation a été effectuée au moyen d'un sondage anonyme en ligne puis discutée en groupe. Dans chacun des cas, les éléments ont été priorisés selon une échelle allant d'un (1, pas du tout important) à trois (3, très important). Les résultats de l'exercice de priorisation ont par la suite été harmonisés par le groupe de recherche. Un total de 192 éléments a été distillé de la deuxième série d'ateliers qui, une fois traitée, a été traduite en 162 actions.
 - Les résultats consolidés ont par la suite été validés par l'entremise d'une troisième série d'ateliers avec les comités d'expertise. Dans l'ensemble, les attentes, besoins et enjeux identifiés et priorisés à partir des ateliers (avec les trois comités) ont été validés pour la plupart par les membres des trois comités.
- En parallèle aux ateliers avec les comités d'expertise, un atelier a été réalisé en ligne avec le comité de direction BIM, dans le but de visualiser les grandes orientations stratégiques de l'adoption et de l'implantation du BIM au Ministère. La réflexion schématique mise de l'avant dans cet atelier a permis d'établir une vision macro de l'adoption et de l'implantation du BIM, un point de passage obligé (PPO) vers lequel les acteurs pourraient converger pour atteindre une situation préférable (ou désirée). Cet exercice a permis de faire un parallèle entre les parties prenantes clés et les enjeux principaux qui contraignent l'atteinte de leurs objectifs (la situation désirée). Un total de 76 actions a été identifié via l'exercice avec le comité directeur BIM.

- Finalement, un exercice de croisement des actions identifiées par les comités d'expertise (CÉ) et le comité de direction (CD) a été effectué par le groupe de recherche. Cet exercice a permis de mieux comprendre et de mettre en lumière les différentes perspectives sur la mise en œuvre du BIM au Ministère. En effet, les actions identifiées dans les différents comités se recoupent peu, par contre elles sont complémentaires et se complètent. Il est possible de dénoter une différence plus marquée en ce qui a trait, sans surprise, à l'axe 1 (Pilotage et coordination) mais également les axes 4 (Processus) et 6 (Écosystèmes numériques). Ceci devra être pris en considération par le Ministère lors de la formulation du plan d'action, dans une étape subséquente.
- De façon plus spécifique encore, les axes 2 (Mobilisation et compétences) et 4 (Processus) représentent les axes où l'écart de la vision des enjeux entre les deux types de comité est le plus important. Cela donne un bon indicatif des catégories d'enjeux qui préoccupent davantage soit la direction ou soit les comités d'expertise. Afin de mobiliser davantage les employés du Ministère, il serait judicieux de s'attarder, d'entrée de jeu, aux enjeux liés à l'axe des processus.

Constats et orientations de l'analyse des projets

- Le Ministère dispose de plusieurs opportunités importantes au sein de certains projets en cours pour tirer des apprentissages de l'adoption et de l'implantation du BIM ainsi que des technologies complémentaires lui étant directement associés. Un effort de recensement et de documentation des projets sur lesquelles des approches BIM (ou s'apparentant au BIM) sont déployées, aurait avantage à être mené de façon soutenue.
- Le recensement de pratiques liées au BIM, relatives aux technologies complémentaires utilisées dans le cadre des projets, a permis d'identifier des usages, des avantages, des enjeux et des opportunités concrètes pour le Ministère :
 - treize (13) usages ont été répertoriés, notamment la modélisation et la visualisation 3D, l'acquisition de données existantes, et la centralisation de l'information ;
 - dix-huit (18) avantages ont été répertoriés, notamment une meilleure collaboration entre les parties prenantes, une meilleure gestion et coordination de l'information, une aide à la validation des solutions de conception et une amélioration de la planification et du suivi de projet ;
 - onze (11) enjeux et défis ont été identifiés, notamment la gestion de l'information, la collaboration interne et externe, la résistance au changement, les infrastructures informatiques et les logiciels, et finalement la qualification de la main-d'œuvre ;
 - quatorze (14) opportunités ont été identifiées, notamment l'optimisation de la phase d'exploitation/maintenance, la création de jumeaux numériques des actifs, l'automatisation des processus, et l'association BIM–GIS, par exemple pour les inspections ;
 - huit (8) attentes ont été formulées pour donner suite à l'analyse des projets, notamment le besoin de documentation, afin d'amorcer le « virage BIM », la structure de projet appropriée

pour amorcer ce virage, la sensibilisation et la communication sur la valeur ajoutée du BIM, la communication massive sur ce qu'est le BIM dans les DT (Directions Territoriales), la formation adaptée des équipes, les nouveaux rôles pour la gestion du BIM, la performance adéquate des outils et des équipements, et la formulation claire d'exigences ainsi que de leur intégration au contrat.

- L'exercice a également permis de mieux comprendre l'écosystème numérique des projets du Ministère tout en démontrant un large éventail d'outils et de technologies actuellement en usage.
- La notion de BIM a été élargie dans le cadre de l'exercice de recensement, ceci dans le but d'inclure toutes technologies produisant ou consommant un modèle 3D, soutenant des échanges de données ou des analyses et des simulations avancées. Il est suggéré de conserver cette définition élargie du BIM au sein du Ministère afin d'inclure un ensemble plus large de technologies et de processus dans la démarche.
- Bien que le Ministère n'ait pas formulé d'exigences spécifiques au BIM, il a été possible de répertorier des projets sur lesquels des modèles d'information 3D et/ou des plateformes de collaboration ont été déployés. Dans la très grande majorité des cas, le développement de ces modèles d'information est issu de l'initiative de mandataires du Ministère.
- Les projets pilotes constituent une opportunité pour déployer et valider les usages spécifiques du BIM au Ministère. Une approche structurée pour identifier et tester la mise en œuvre de ce type de projet devra être soutenue. Cette approche inclut la formulation et l'inclusion d'exigences au sein des documents contractuels, l'accès aux outils appropriés et la formation adéquate des membres des équipes de projet.

Constats et orientations générales pour la Feuille de route

Établir une vision et des objectifs pour guider la mise en œuvre du BIM au Ministère

- Le développement d'une stratégie de déploiement ainsi que son arrimage avec les orientations et initiatives existantes sont des éléments à prioriser dans le cadre de l'exercice de développement de la Feuille de route ministérielle. Ainsi, il existe trois sources pouvant éclairer la vision et les objectifs de la mise en œuvre du BIM au Ministère : le plan stratégique du Ministère, la Feuille de route gouvernementale pour le BIM et les résultats du diagnostic.
- Le Ministère s'est doté d'un plan stratégique pour la période 2023-2027 qui s'articule autour de trois enjeux et orientations et qui vise à atteindre six objectifs. La vision du déploiement du BIM devrait directement aider le Ministère à répondre aux enjeux et orientations et atteindre les objectifs de son plan stratégique, en tout ou en partie. Il sera donc tout aussi important d'établir que de clarifier une vision partagée du BIM au sein du Ministère ainsi que veiller à articuler ses objectifs stratégiques au sein du plan d'action pour le déploiement du BIM.

- En tant que co-porteur de la Feuille de route gouvernementale, les actions du Ministère en matière de déploiement du BIM devraient également prendre en considération ou viser l'atteinte des objectifs de la FdR-BIM de concert avec les autres donneurs d'ouvrage publics. Ces objectifs devront faire l'objet d'une réévaluation par le comité directeur et être ciblés ainsi qu'entérinés pour inclusion ou non dans la Feuille de route ministérielle.
- Une série de résultats attendus en lien avec la mise en œuvre du BIM ont été identifiés dans le cadre du projet de recherche (classifiés dans la sous-catégorie d'action 3.1.3 - résultats attendus). Des exemples d'objectifs ou de résultats attendus découlant de la mise en œuvre du BIM au sein du Ministère peuvent contribuer à, notamment, l'amélioration de la productivité, la génération de valeur pour l'organisation, la réduction des coûts et les délais des projets, l'amélioration de l'accès à l'information, l'amélioration de l'efficacité des flux de travail, l'amélioration de la collaboration, etc. Ces énoncés, combinés avec les objectifs stratégiques du Ministère et ceux de la FdR-BIM, pourront servir à éclairer la démarche globale du Ministère.
- Ces objectifs devront faire l'objet d'une réévaluation par les Comités directeur et d'expertise pour être ensuite identifiés et entérinés pour inclusion ou non dans la Feuille de route ministérielle.

Établir les orientations afin d'opérationnaliser la vision et atteindre les objectifs

- Les orientations du Ministère doivent être développées dans le but d'opérationnaliser la vision, les cibles et les objectifs pour la mise en œuvre du BIM établis et endossés par le Ministère.
- Ces orientations peuvent, entre autres choses, prendre la forme d'usages de modèles, de catégories d'usages ou de stratégies de mise en œuvre précises ciblant le contexte de déploiement.
- Dans le cadre de la Feuille de route gouvernementale pour le BIM, le Ministère a établi des orientations préliminaires au moyen de l'identification de cibles précises en matière de nombre de projets et d'envergure de même qu'une progression de ses capacités. Il est donc question de mise en œuvre de la conception tridimensionnelle (3D) de même que la programmation et la gestion des exigences en 2023-2024, de la conception intégrée en 2024-2025 et de la mise en œuvre de jumeaux numériques, ainsi que de la planification et de l'estimation en 2025-2026.
- Ces cibles et orientations du Ministère, inscrites dans la FdR-BIM en matière d'usages d'information, sont cohérentes avec le déploiement par usage préconisé dans le cadre de la Feuille de route ministérielle. En contrepartie, les orientations en matière d'approches collaboratives et de PCI (processus de conception intégré) ainsi que la mise en œuvre de jumeaux numériques indiquent des cibles de transformation allant au-delà du BIM à proprement parler. Ces orientations doivent considérer un ensemble d'actions plus vaste que celles spécifiquement liées au BIM.

- Vingt-trois (23) usages d'information, provenant des différentes sources (ateliers avec les Comités, précédents ou projets), ont été identifiés à travers les données collectées à travers le projet de recherche. Pour la suite, il serait nécessaire de revisiter et de prioriser les actions identifiées et leurs liens avec les cibles du Ministère. Un exercice de liaison des usages avec les objectifs et les résultats attendus serait également à faire dans le but de rationaliser cette priorisation et d'en valider la pertinence dans la démarche ministérielle.

Définir les actions nécessaires pour soutenir ces orientations

- La Feuille de route Ministérielle sert à identifier et à articuler les actions à entreprendre afin de rencontrer les cibles et les orientations établies par le Ministère, ceci dans le but d'atteindre les objectifs stratégiques et opérationnels.
- Les actions ciblées ont été identifiées à partir de quatre sources principales, soit le comité de direction BIM (76 actions), les comités d'expertise (162 actions), les Feuilles de route et initiatives internationales (480 actions) et les projets (76 actions). L'ensemble des 794 actions identifiées ont été catégorisées selon le cadre proposé. Ces 794 actions ont été rationalisées et reclassées pour finalement donner 396 actions distinctes.
- Au cours de cet exercice de rationalisation et de consolidation des actions issues des différentes sources, un niveau de classification additionnel a été ajouté dans le but de faciliter l'exercice. Ainsi, chaque catégorie d'action a été bonifiée avec une ou plusieurs sous-catégories additionnelles.
- Certaines sous-catégories sont plus représentées que d'autres en matière d'actions de déploiement du BIM. Ces catégories incluent la gouvernance de l'initiative, la formation et l'accompagnement, les objectifs et les résultats attendus, l'approvisionnement, les usages de modèles et de l'information, la normalisation et la définition des besoins en matière de données.
- La forte concentration d'actions dans une sous-catégorie donnée pourrait indiquer un besoin de s'y attarder ou de focaliser l'attention autour de cette catégorie tout en conservant l'idée que l'ensemble des catégories et sous-catégories doivent être considérées et soutenues de façon conjointe et solidaire. Il est intéressant de noter que les catégories et sous-catégories qui émanent de cette analyse sont relativement cohérentes entre les différentes sources.
- Certaines actions distinctes individuelles (parmi les 396 actions identifiées dans les différentes sources) sont plus représentées que d'autres. Ces actions à haute récurrence identifiées sont, par exemple, celles de mener des projets pilotes, d'offrir un accompagnement dans la transition numérique, d'établir des échéanciers réalistes pour l'implantation du BIM, d'adapter les modes d'approvisionnement et de réalisation de projets ainsi que de développer des guides et des documents pour encadrer la mise en œuvre.
- Les libellés des actions demeurent relativement génériques, par conséquent, il serait important de bien définir l'action, la portée, la durée et les livrables attendus à travers le plan d'implantation du Ministère.

- Il va sans dire qu’il serait fort difficile de planifier et de mettre en œuvre de façon définitive les 396 actions distinctes dès le début de l’exercice de déploiement du BIM. Il serait plutôt judicieux de considérer ces actions comme des balises dont il faut s’inspirer. Il s’agit ici de les utiliser plutôt comme un appui qui soutient la démarche.
- Dans la mesure où le Ministère voudra décliner des feuilles de route au sein de ses directions générales et autres unités organisationnelles, il serait nécessaire de répartir les actions parmi les différents niveaux. La nature générique des libellés donne une latitude pour adapter chaque action à son contexte, laissant la possibilité d’articuler une action pouvant être similaire à plusieurs niveaux.

Cadre de la Feuille de route ministérielle

- Il est recommandé de se servir du cadre de diagnostic et de déploiement, incluant les axes, catégories et sous-catégories, de même que les actions distinctes émanant de ce projet de recherche, pour éclairer la Feuille de route ministérielle pour le BIM.
- Le Ministère pourra statuer sur la durée de la Feuille de route et sur son alignement avec les cycles de plans stratégiques.
- Dans l’immédiat, il est suggéré de déterminer les orientations à long terme, mais de définir les actions sur le court terme, soit de 12 à 18 mois.

Structurer la démarche d’implantation

- Il est suggéré d’arrimer les comités de travail mis sur pied pour soutenir la mise en œuvre du BIM au Ministère autour des grands axes de la Feuille de route, soit :
 - Comité 1 - Pilotage et coordination (en lien avec les comités directeur et de coordination)
 - Comité 2 - Mobilisation et communications
 - Comité 3 - Développement des compétences et accompagnement
 - Comité 4 - Politiques, contrats et réglementation
 - Comité 5 - Processus, méthodes et flux de travail (possibilité de sous-comités liés aux phases de projet ou par type d’usage)
 - Comité 5.1 – Conception et coordination 3D
 - Comité 5.2 – Planification 4D
 - Comité 5.n – Usage de modèle n
 - Comité 6 - Documentation et normalisation
 - Comité 7 - Écosystème numérique
- Chaque comité devrait être piloté par un membre du comité stratégique et aurait ses mécanismes de reddition de compte, afin de veiller à l’avancement des activités identifiées au sein de l’axe qui lui est assigné.

- Les membres des sous-ministériats et/ou des directions générales appropriés, pourraient participer à ces comités selon les besoins. De plus, les actions distinctes, catégorisées selon le cadre proposé, pourraient bénéficier ainsi d'une meilleure appropriation par les membres des comités responsables. Ces actions seraient traduites, planifiées et suivies par les comités respectifs.
- Les liens entre les comités pourraient se faire par le comité BIM du Ministère, sous l'égide du comité directeur.

Prochaines étapes

En se basant sur les résultats présentés dans ce rapport, la prochaine étape consiste à poursuivre le développement de la Feuille de route ministérielle. Pour ce faire, il est nécessaire de définir quelles sont les actions prioritaires afin de rencontrer les cibles et objectifs à court et moyen terme. Comme mentionné, il est suggéré de développer le plan d'action sur un horizon de douze à dix-huit mois.

Le Ministère pourra alors miser sur le développement des ressources spécifiques identifiées dans la Feuille de route ministérielle pour soutenir les orientations et les cibles, notamment les usages de modèles définis.

Le Ministère est également encouragé à poursuivre, voire intensifier le nombre et le type de projets pilotes en focalisant sur des objectifs précis et des usages, ressources et livrables nécessaires pour les atteindre.

Pour la deuxième phase du programme de recherche et développement, il serait intéressant de poursuivre le suivi de l'implantation et le développement de ressources de connaissances encadrant le déploiement, d'étudier la mise en œuvre des jumeaux numérique pour l'exploitation et de la connexion BIM-SIG, et de profiter des projets spéciaux ciblés pour la réalisation de projet intégré (RPI) et les approches collaboratives pour avancer le développement des ressources et des pratiques BIM ainsi que de réalisation de projet numérique et intégrée au Ministère.

Table des matières

1. Introduction	1
1.1 Définition du BIM et défis à relever.....	1
1.2 Accompagnement de l'équipe BIM-MTMD par l'équipe du GRIDD	2
1.3 Orientations du projet de recherche	2
1.4 Contexte du projet de recherche.....	3
1.5 Objectifs de recherche.....	5
2. Approche méthodologique	7
2.1 Recherche-action par le design (RApD)	7
2.2 Aperçu de l'axe 1 - Diagnostic organisationnel	9
2.2.1 Objectif général de l'Axe 1	9
2.2.2 Étape 1a : Concevoir un cadre de diagnostic et de déploiement	10
2.2.3 Étape 1b : Réaliser le diagnostic	10
2.3 Aperçu de l'Axe 2 - État des pratiques et des connaissances actuelles émanant des projets	11
2.3.1 Objectif général de l'Axe 2	11
2.3.2 Étape 2a : Identifier les projets pertinents	11
2.3.3 Étape 2b : Collecter et analyser les données.....	12
2.4 Analyse croisée des résultats des axes 1 et 2	12
3. Résultats de l'axe 1 – Diagnostic organisationnel	13
3.1 Étape 1a : Conception du cadre de diagnostic et déploiement.....	13
3.2 Délimitation du contexte de la transformation numérique du Ministère	14
3.2.1 Modèle opérationnel rationalisé du Ministère	14
3.3 Analyse des précédents	16
3.3.1 Feuilles de route existantes pour la mise en œuvre du BIM	16
3.3.2 Feuilles de route et initiatives de transformation numérique internationales ...	20
3.4 Cadres théoriques et opérationnels	37
3.4.1 Sociologie de la traduction et communication organisationnelle	38

3.4.2	Dimensions, catégories et éléments du déploiement du BIM	38
3.4.3	Notions de maturité, capacité et compétences	41
3.4.4	Cadres normatifs nationaux et internationaux	43
3.4.5	Cadres technologiques et informationnels	44
3.4.6	Cadres de collaboration et de réalisation de projet	46
3.4.7	Cadre de diagnostic et de déploiement proposé	50
3.5	Étape 1b : Réaliser le diagnostic	54
3.5.1	Stratégie de collecte de données	54
3.5.2	Analyse des services et de la documentation du Ministère	55
3.5.3	Ateliers avec les comités d'expertise	55
3.5.4	Atelier avec le comité de direction.....	60
3.5.5	La vision complémentaire du comité de direction et des comités d'expertise ...	62
4.	Résultats de l'axe 2 - État des pratiques et des connaissances actuelles émanant des projets	73
4.1	Étape 2a : Identifier les projets pertinents	73
4.1.1	Les projets pilotes.....	73
4.1.2	Les projets d'apparence traditionnelle.....	73
4.2	Étape 2b : Collecter et analyser des données.....	75
4.2.1	Niveau d'utilisation du BIM et des technologies numériques dans les projets du Ministère	75
4.2.2	Écosystème numérique des projets	76
4.2.3	Avantages de l'utilisation du BIM et des technologies numériques.....	78
4.2.4	Enjeux et défis de l'implantation du BIM et des technologies numériques dans les projets recensés	79
4.2.5	Opportunités pour le BIM et les technologies numériques dans les projets	80
4.2.6	Attentes et besoins de la mise en œuvre du BIM et des technologies numériques	83
5.	Constats et orientations pour la Feuille de route ministérielle pour le BIM	86
5.1	Établir une vision, les cibles et les objectifs pour guider la mise en œuvre du BIM au Ministère	87

5.2 Établir les orientations dans le but d’opérationnaliser la vision et atteindre les objectifs...	92
5.3 Définir les actions nécessaires pour soutenir ces orientations	95
5.4 Proposition de cadre de Feuille de route ministérielle.....	104
5.5 Structurer la démarche d’implantation	105
6. Conclusion	108
7. Références	110
Annexe 1 – Liste complète des actions identifiées	113
Annexe 2 – Présentation des projets recensés.....	126
Annexe 3 – Analyse des CCDGs	132
Annexe 4 – Attentes, besoins et enjeux identifiés et priorisés par les comités d’expertise ..	133

Liste des figures

FIGURE 1 RELATION DU PROJET DE RECHERCHE AU PROJET DE DÉPLOIEMENT DU BIM ET AUTRES INITIATIVES PLUS VASTES AU SEIN DU MINISTÈRE.....	5
FIGURE 2 SYNTHÈSE SIMPLIFIÉE DE L'ENSEMBLE DU PROCESSUS DE LA RECHERCHE	5
FIGURE 3 SYNTHÈSE DÉTAILLÉE DE L'ENSEMBLE DE LA RECHERCHE	6
FIGURE 4 PROCESSUS DE RECHERCHE-ACTION PAR LE DESIGN, ADAPTÉ DE SEIN ET AL. (2011).....	8
FIGURE 5 PHASE DE DÉVELOPPEMENT, D'INTERVENTION ET D'ÉVALUATION (DIE), ADAPTÉ DE SEIN ET AL. (2011).....	9
FIGURE 6 DÉMARCHE DÉTAILLÉE DE L'AXE 1 (VOIR AUSSI FIGURE 2)	9
FIGURE 7 CONCEPTION DU CADRE DE DIAGNOSTIC ET DE DÉPLOIEMENT.....	10
FIGURE 8 DÉMARCHE DÉTAILLÉE DE L'AXE 2 (VOIR AUSSI LA FIGURE 2).	11
FIGURE 9 RELATION DES DIFFÉRENTS CADRES ET PRÉCÉDENTS AU CADRE DE DIAGNOSTIC ET DE DÉPLOIEMENT.....	13
FIGURE 10 MODÈLE OPÉRATIONNEL RATIONALISÉ DU MINISTÈRE.....	15
FIGURE 11 LA FEUILLE DE ROUTE GOUVERNEMENTALE POUR LE BIM (GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 2021, 2022)	17
FIGURE 12 PROCESSUS D'ANALYSE DES FEUILLES DE ROUTE INTERNATIONALES	20
FIGURE 13 EXEMPLES DE TRADUCTION ET D'HARMONISATION DES LIBELLÉS.....	26
FIGURE 14 SCHÉMATISATION DE L'ACTEUR-RÉSEAU SIMPLIFIÉ.....	38
FIGURE 15 DIMENSIONS, CATÉGORIES ET ÉLÉMENTS DU DÉPLOIEMENT DU BIM (POIRIER ET AL., 2019)	39
FIGURE 16 CADRE DE TRANSFORMATION NUMÉRIQUE POUR L'INDUSTRIE CANADIENNE DES ACTIFS BÂTIS COMME PROPOSÉ PAR LE CSA (POIRIER ET AL., 2022)	40
FIGURE 17 MODÈLE DE MATURITÉ NUMÉRIQUE DU « PROJECT 13 » (RADFORD ET AL. 2017)	41
FIGURE 18 ENSEMBLES DE COMPÉTENCES POUR LE BIM D'APRÈS BIMEXCELLENCE (2018)	42
FIGURE 19 COMPLÉMENTARITÉ DES NORMES D'APRÈS ISO 19650-1	43
FIGURE 20 TRIANGLE OPEN BIM D'APRÈS BUILDINGSMART.....	44
FIGURE 21 SCHÉMATISATION DU PRINCIPE DU JUMEAU NUMÉRIQUE.....	46
FIGURE 22 LES APPROCHES « LEAN », LA RÉALISATION ET LA CONCEPTION INTÉGRÉE ET LE BIM : DES CONCEPTS IMBRIQUÉS.....	47
FIGURE 23 INTERACTIONS ENTRE LES PRINCIPES DE GESTION DE L'INFORMATION, LA NORME ISO 19650 ET LA RPI (ADAPTÉ DE POIRIER, 2021)	48
FIGURE 24 LES DIFFÉRENTS NIVEAUX DE LA FEUILLE DE ROUTE GOUVERNEMENTALE POUR LE BIM.....	50
FIGURE 25 LE MODÈLE DE LOGIQUE SOUTENANT LE DÉVELOPPEMENT DU CADRE DE DIAGNOSTIC ET DE DÉPLOIEMENT PROPOSÉ.....	51
FIGURE 26 LE CADRE DE DIAGNOSTIC ET DE DÉPLOIEMENT	52
FIGURE 27 APERÇU DE LA DÉMARCHE D'IDENTIFICATION DE LA SITUATION DÉSIRÉE PAR LE COMITÉ D'EXPERTISE	56
FIGURE 28 COMPOSITION DES COMITÉS ET DES RÉSULTATS RELATIFS À CHACUN D'EUX	56
FIGURE 29 NOMBRE D'ÉLÉMENTS ISSUS DES SÉRIES D'ATELIERS 1 ET 2	56
FIGURE 30 COMPOSITION DES COMITÉS ET MATRICE DE PRIORISATION	57
FIGURE 31 EXEMPLES DE QUESTION ET DE RÉSULTAT OBTENU PAR L'EXERCICE DE VALIDATION.....	58
FIGURE 32 SCHÉMATISATION DE L'ATELIER BASÉ SUR LE DÉVELOPPEMENT D'UN SCHÉMA DE LA PROBLÉMATISATION (INSPIRÉ DE CALLON, 1987)	60

FIGURE 33 SCHÉMA DE LA PROBLÉMATISATION BRUT, RÉALISÉ À PARTIR DE LA PLATEFORME COLLABORATIVE EN LIGNE MIRO.	61
FIGURE 34 RÉPARTITION EN POURCENTAGE DES ÉLÉMENTS DE DISCUSSION (ENJEUX/BESOINS/OBJECTIFS) DES DEUX TYPES DE COMITÉ. ..	63
FIGURE 35 PRATIQUES S’APPARENTANT À LA MISE EN ŒUVRE DU BIM SUR LES PROJETS.....	74
FIGURE 36 REPRÉSENTATION (EN POURCENTAGE) DES USAGES BIM RÉPERTORIÉS SUR LES PROJETS SONDES.....	77
FIGURE 37 RÉPARTITION (EN POURCENTAGE) DES AVANTAGES RÉPERTORIÉS	78
FIGURE 38 RÉPARTITION (EN POURCENTAGE) DES ENJEUX ET DÉFIS RÉPERTORIÉS.....	80
FIGURE 39 RÉPARTITION DES OPPORTUNITÉS RÉPERTORIÉES.....	82
FIGURE 40 ARTICULATION DES ACTIONS D’IMPLANTATION EN FONCTION DES ORIENTATIONS ET DES USAGES DANS LE BUT D’ATTEINDRE LES CIBLES ET OBJECTIFS DE LA FEUILLE DE ROUTE MINISTÉRIELLE	86
FIGURE 41 CIBLES ET PROGRESSION DES CAPACITÉS VISÉES PAR LE MINISTÈRE	92
FIGURE 42 DISTRIBUTION DES ACTIONS PAR CATÉGORIE	99
FIGURE 43 STRUCTURE POTENTIELLE DE LA FEUILLE DE ROUTE MINISTÉRIELLE POUR LE BIM	104
FIGURE 44 STRUCTURE DES COMITÉS D’IMPLANTATION ET DE SUIVI	107

Liste des tableaux

TABLEAU 1 AXES ET CATÉGORIES D'ACTIVITÉ DE LA FdR-BIM (ADAPTÉ DE GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (2021, 2022)	18
TABLEAU 2 LES SIX AXES DE LA FdR-BIM, LEUR DESCRIPTION ET LES RÉSULTATS ATTENDUS DE LEUR MISE EN ŒUVRE, ADAPTÉS DE GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (2021, 2022)	19
TABLEAU 3 FEUILLES DE ROUTE ET CADRES DE DÉPLOIEMENT INTERNATIONAUX.....	21
TABLEAU 4 DOCUMENTS EXCLUS DE L'ANALYSE DÉTAILLÉE	22
TABLEAU 5 IDENTIFICATION DES AXES STRATÉGIQUES ET ACTIONS DANS LES FEUILLES DE ROUTE RETENUES (ANALYSE 01)	23
TABLEAU 6 ADÉQUATION DES ACTIONS AVEC LES AXES ET CATÉGORIES DE LA FdR GOUVERNEMENTALE POUR LE BIM	25
TABLEAU 7 CATÉGORISATION FINALE DES ACTIONS DE FEUILLES DE ROUTE INTERNATIONALES SELON LE CADRE DE LA FEUILLE DE ROUTE GOUVERNEMENTALE POUR LE BIM	27
TABLEAU 8 RÉPARTITION DES ACTIONS EN FONCTION DES AXES DE RÉFÉRENCE SELON LES FdR	27
TABLEAU 9 CATÉGORISATION FINALE DÉTAILLÉE DES ACTIONS DE FEUILLES DE ROUTE INTERNATIONALES	28
TABLEAU 10 ACTIONS DÉTAILLÉES POUR L'AXE 1 EN FONCTION DES FEUILLES DE ROUTE ANALYSÉES.....	29
TABLEAU 11 ACTIONS DÉTAILLÉES POUR L'AXE 2 EN FONCTION DES FEUILLES DE ROUTE ANALYSÉES.....	30
TABLEAU 12 ACTIONS DÉTAILLÉES POUR L'AXE 3 EN FONCTION DES FEUILLES DE ROUTE ANALYSÉES.....	31
TABLEAU 13 ACTIONS DÉTAILLÉES POUR L'AXE 4 EN FONCTION DES FEUILLES DE ROUTE ANALYSÉES.....	32
TABLEAU 14 ACTIONS DÉTAILLÉES POUR L'AXE 5 EN FONCTION DES FEUILLES DE ROUTE ANALYSÉES.....	33
TABLEAU 15 ACTIONS DÉTAILLÉES POUR L'AXE 6 EN FONCTION DES FEUILLES DE ROUTE ANALYSÉES.....	34
TABLEAU 16 APPROCHES ET MODÈLES THÉORIQUES ET OPÉRATIONNELS MOBILISÉS POUR LA CONCEPTION DU CADRE DE DÉPLOIEMENT ..	37
TABLEAU 17 DISTRIBUTION DES ÉLÉMENTS IDENTIFIÉS EN FONCTION DES AXES DE LA FdR EXISTANTE	57
TABLEAU 18 RÉSULTATS DE LA VALIDATION DES ÉLÉMENTS IDENTIFIÉS ET DE LEUR PRIORISATION PAR LES COMITÉS D'EXPERTISE	59
TABLEAU 19 SYNTHÈSE DES ÉLÉMENTS IDENTIFIÉS ET ORGANISÉS PAR AXE DE LA FEUILLE DE ROUTE	61
TABLEAU 20 VISION COMPLÉMENTAIRE DES ÉLÉMENTS IDENTIFIÉS PAR LES DEUX TYPES DE COMITÉ.....	62
TABLEAU 21 ACTIONS IDENTIFIÉES PAR LE COMITÉ DIRECTEUR (CD) ET PAR LES COMITÉS D'EXPERTISE (CÉ) - AXE 1	64
TABLEAU 22 ACTIONS IDENTIFIÉES PAR LE COMITÉ DIRECTEUR (CD) ET PAR LES COMITÉS D'EXPERTISE (CÉ) - AXE 2	65
TABLEAU 23 ACTIONS IDENTIFIÉES PAR LE COMITÉ DIRECTEUR (CD) ET PAR LES COMITÉS D'EXPERTISE (CÉ) - AXE 3	66
TABLEAU 24 ACTIONS IDENTIFIÉES PAR LE COMITÉ DIRECTEUR (CD) ET PAR LES COMITÉS D'EXPERTISE (CÉ) - AXE 4	68
TABLEAU 25 ACTIONS IDENTIFIÉES DANS LE COMITÉ DIRECTEUR BIM ET DANS LES COMITÉS D'EXPERTISE - AXE 5	69
TABLEAU 26 ACTIONS IDENTIFIÉES PAR LE COMITÉ DIRECTEUR (CD) ET PAR LES COMITÉS D'EXPERTISE (CÉ) - AXE 6	70
TABLEAU 27 POTENTIEL DU BIM POUR RÉPONDRE AUX ENJEUX, ORIENTATIONS ET OBJECTIFS STRATÉGIQUES (2023-2027) DU MINISTÈRE	88
TABLEAU 28 ÉLÉMENTS INCLUS DANS LA SOUS-CATÉGORIE 3.1.3 - RÉSULTATS ATTENDUS	91
TABLEAU 29 ÉLÉMENT APPARTENANT À LA SOUS-CATÉGORIE 4.1.1 DÉFINITION DES USAGES DE MODÈLE	94
TABLEAU 30 SYNTHÈSE DES ACTIONS, PAR AXE ET CATÉGORIE, SELON LA PROVENANCE DES DONNÉES DE RECHERCHE.....	96
TABLEAU 31 SOUS-CATÉGORIES ÉTANT FORTEMENT REPRÉSENTÉES, EN QUANTITÉ D' ACTIONS EN NOMBRE ABSOLU ET DISTINCTES	100
TABLEAU 32 ACTIONS ÉTANT RÉPERTORIÉES AU MOINS TROIS FOIS ET LE NOMBRE DE RÉPÉTITION DE CES DERNIÈRES	101

1. Introduction

Dans le cadre du développement et de la mise en œuvre de la Feuille de route gouvernementale pour la modélisation des données des infrastructures 2021-2026 (FdR-BIM), publiée en août 2021, le ministère des Transports et de la Mobilité Durable (ci-après, le Ministère) a formellement annoncé son intention d'adopter et d'implanter la modélisation des données des infrastructures (BIM) sur un horizon de temps restant à déterminer. Le Ministère s'inscrit ainsi dans un mouvement international cherchant à bénéficier de l'adoption et de l'implantation du BIM tout au long du cycle de vie des actifs bâtis qu'il réalise, exploite et maintient.

1.1 Définition du BIM et défis à relever

Le BIM est défini comme « Un processus collaboratif axé sur le développement, l'utilisation, l'échange et la gestion de modèles de données numériques liés à un projet ou à un portefeuille d'infrastructures dans le but d'améliorer sa conception, sa construction et son exploitation. »¹ Les bénéfices liés à son implantation sont de plus en plus apparents tandis que les processus et les technologies le soutenant deviennent de plus en plus populaires dans le domaine. Il est notamment question de réduction des délais et des coûts ainsi qu'un accroissement de la qualité et de la durabilité des ouvrages.

Or, l'adoption et l'implantation du BIM sont des processus complexes qui requièrent le développement d'une stratégie, d'une planification, d'une gestion et d'un suivi en continu. Ces processus sont d'autant plus complexes dans le contexte du Ministère qui est constitué de dix sous-ministériats et compte près de 8 000 employés. Il est donc nécessaire de concevoir et de piloter un cadre de déploiement ainsi qu'une Feuille de route ministérielle pour structurer et guider l'adoption et l'implantation du BIM au Ministère et ainsi assurer le succès de cette initiative à long terme.

Afin de concevoir et de piloter ce cadre de déploiement menant à la feuille de route ministérielle, l'engagement et la consultation des cadres et des employés œuvrant au sein des différents sous-ministériats, directions générales et directions du Ministère, ont été des éléments essentiels qui ont été pris en considération. Ceci permettra, entre autres, de bien identifier les attentes, les besoins, les enjeux, etc., en lien avec cette transformation organisationnelle significative et donc de bien cibler les stratégies à mettre en place ainsi que les actions à entreprendre.

¹ https://www.tresor.gouv.qc.ca/fileadmin/PDF/infrastructures_publiques/Feuille_route_gouvernementale_BIM.pdf p.3

1.2 Accompagnement de l'équipe BIM-MTMD par l'équipe du GRIDD

Le Ministère a ainsi fait appel aux chercheurs du Groupe de recherche en intégration et développement durable en environnement bâti de l'École de technologie supérieure (GRIDD-ÉTS), afin de l'accompagner dans la conception du cadre de déploiement pour l'adoption et l'implantation du BIM sur la base de laquelle la Feuille de route ministérielle (FdR) pourra être développée. Les bénéfices attendus de ce projet sont les suivants :

- le développement d'une FdR ministérielle pour la mise en œuvre du BIM adaptée au contexte du Ministère ;
- la planification, la gestion et le suivi de la mise en œuvre de la FdR ;
- l'arrimage avec les autres initiatives similaires sur le plan national et international ;
- l'exécution de projets pilotes et leur suivi pour dégager les leçons apprises ;
- une veille sur les technologies appropriées ;
- un cadre permettant l'évaluation de l'initiative et de son avancement.

1.3 Orientations du projet de recherche

Lors de la phase de développement de la Feuille de route gouvernementale pour le BIM au printemps 2021, le MTMD a entrepris un premier diagnostic numérique. Lors de ce diagnostic, les besoins les plus importants identifiés par les personnes participant aux ateliers étaient la gestion du changement et la communication de l'initiative, notamment pour assurer l'engagement et l'adhésion, à long terme, de l'ensemble des parties prenantes du Ministère. L'instauration de projets pilotes a été vue, pour sa part, comme l'un des éléments clé dans cette transformation numérique pour, entre autres, démontrer la proposition de valeur du BIM au sein du Ministère. La transformation des pratiques [a] d'ailleurs [été] envisagée par plusieurs des personnes participant aux ateliers. Les technologies, l'interopérabilité des logiciels et des systèmes d'information, et la pertinence des outils technologiques ont été identifiés comme des besoins de taille. De plus, les besoins suivants ont également été priorisés :

- En matière de **ressources humaines** : assurer la clarté des rôles et responsabilités, identifier les champions et porteurs du dossier, assurer la disponibilité de ressources compétentes et développer l'expertise et les compétences techniques à l'interne.
- En matière de **gestion du changement** : bien communiquer et cadrer l'initiative, sa portée et ses implications, identifier et gérer les risques associés à la mise en œuvre du BIM et démontrer la proposition de valeur.
- En matière de **transformation des pratiques** : améliorer la collaboration au sein du Ministère et avec les partenaires de celui-ci, normaliser les processus et le langage dans le but d'optimiser les processus de réalisation et de gestion de projets et d'actifs, tout en assurant la sécurité des données et de l'information.

Le projet de recherche entrepris en collaboration entre le GRIDD-ÉTS et le MTMD a cherché à bâtir sur ce premier diagnostic.

1.4 Contexte du projet de recherche

Le Ministère « élabore et propose au gouvernement des politiques relatives aux services, aux réseaux et aux systèmes de transport qui se concrétisent par les activités suivantes :

- la planification, la conception et la réalisation des travaux de construction, d'amélioration, de réfection, d'entretien et d'exploitation du réseau routier et des autres infrastructures de transport qui relèvent de sa responsabilité ;
- le soutien technique et financier aux municipalités relativement à l'entretien, la réfection et l'amélioration du réseau routier local ;
- le soutien aux systèmes de transport des personnes, notamment le transport en commun en milieu urbain, le transport adapté ainsi que le transport maritime et aérien dans les régions ;
- le développement et la mise en œuvre de programmes de sécurité en transport ;
- le soutien au transport des marchandises, en favorisant l'intermodalité et l'utilisation des différents modes de transport (routier, ferroviaire, maritime et aérien). »²

Ayant pour vision d'« être un leader et un partenaire clé pour la mobilité durable », la mission du Ministère est de favoriser la mobilité durable des personnes et des marchandises par des systèmes de transport sécuritaires et accessibles qui contribuent au développement du Québec³.

Cette mission, appuyée et renforcée par les valeurs clés de l'organisation, soit collaboration, rigueur et excellence⁴, s'articule autour de mandats de la façon suivante :

- en exploitant nos actifs routiers, maritimes, ferroviaires, aéroportuaires, aériens et immobiliers ainsi que nos équipements roulants de façon responsable et innovante;
- en réalisant des projets de maintien, d'amélioration et de développement de nos actifs dans une perspective intégrée de mobilité;
- en investissant dans les projets et les mesures favorisant la mobilité durable au bénéfice d'une économie verte comme le transport collectif et actif;

² https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/ministere/role_ministere/Pages/role-ministere.aspx consulté le 26 février 2023

³ <https://www.quebec.ca/gouv/ministere/transports/mission-et-mandats> consulté le 26 février 2023

⁴ https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/transports/ministere-des-transports/publications-amd/plan-strategique/Plan_strategique_2023-2027.pdf, p.1, consulté le 20 février 2024

- en assumant un leadership qui s'exerce par l'ingénierie, l'expertise et l'innovation de même qu'un encadrement normatif et sectoriel⁵

Du côté des projets et des actifs sous la gouverne du Ministère, « le Ministère gère le réseau routier supérieur, composé de quelque 31 000 kilomètres d'autoroutes, de routes nationales, de routes régionales et de routes collectrices ainsi que de chemins d'accès aux ressources. [...] Les infrastructures sous la responsabilité du Ministère comprennent également plus de 5 400 ouvrages d'art, plus de 4 200 ponts situés sur le réseau municipal, plus de 61 500 ponceaux et 320 parcs routiers.

[...] De plus, le Ministère est propriétaire de 26 aéroports, dont 13 pour lesquels l'entretien et l'exploitation relèvent de sa responsabilité et 13 autres qui sont exploités par l'Administration régionale Kativik. [...] [Il est également] propriétaire de deux chemins de fer, soit le chemin de fer de la Gaspésie et le chemin de fer Québec Central. [...]

[...] Le Ministère [prends également] en charge les installations portuaires de Gaspé, de Matane, de Rimouski et de Gros-Cacouna le 30 mars 2020 (sic). »⁶

Le Ministère comptait 7 827 employés en moyenne en 2021-2022. De plus, 3,8 milliards de dollars d'investissements ont été consentis au secteur des transports dans le Plan québécois des infrastructures (PQI) 2022-2032.⁷

Le Ministère peut être qualifié d'organisation complexe puisque qu'il est constitué d'un ensemble hétérogène d'éléments tant humains (c.-à-d. gestionnaires, professionnels, fournisseurs, usagers, etc.) que « non humains » (c.-à-d. technologies, infrastructures, paniers de services, savoir-faire, projets de construction, etc.) interreliés et interdépendants qui peuvent changer, évoluer, s'influencer en permanence (Bakhshi et al., 2016). Afin de mieux comprendre l'ensemble de ces éléments, nous proposons un premier modèle qui pourra évoluer au fur et à mesure de l'analyse des données alimentant le cadre de diagnostic et de planification du déploiement.

⁵ https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/transports/ministere-des-transports/publications-amd/plan-strategique/Plan_strategique_2023-2027.pdf, p.1, consulté le 20 février 2024

⁶ https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/transports/ministere-des-transports/publications-amd/plan-strategique/Plan-strategique-2019-2023-MTQ_mars-2022.pdf, p.3 et 4

⁷ https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/transports/ministere-des-transports/publications-amd/plan-strategique/Plan_strategique_2023-2027.pdf, p. 2, consulté le 20 février 2024

Le projet de recherche s’inscrit dans un ensemble d’initiatives, de programmes et de projets au sein du Ministère. Plus spécifiquement, le projet de recherche soutient le projet de développement de la FdR. Celui-ci s’inscrit dans des initiatives de haut niveau, notamment celle portant sur la transformation numérique, comme illustrée dans la [Figure 1](#). Il est donc impératif de bien considérer les synergies entre ces différentes initiatives, ces programmes et ces projets ainsi que les contraintes que ceux-ci imposent.



Figure 1 Relation du projet de recherche au projet de déploiement du BIM et autres initiatives plus vastes au sein du Ministère

1.5 Objectifs de recherche

Le principal objectif de ce projet de recherche est d’accompagner le ministère des Transports et de la Mobilité durable du Québec à concevoir et à piloter un cadre de déploiement pour l’adoption et l’implantation de la modélisation des données sur les infrastructures (BIM). Les objectifs spécifiques du projet de recherche sont d’**accompagner le Ministère** à :

- établir la situation actuelle et désirée en matière de BIM au sein du Ministère ;
- identifier les actions à entreprendre afin d’atteindre la situation désirée (comme intrant à la feuille de route BIM ministérielle) ;
- sensibiliser les acteurs clés au sujet du BIM et de ses implications au sein du Ministère ;
- identifier et exécuter des projets pilotes dans des directions ciblées du Ministère ;
- cibler et développer les ressources et les compétences fondamentales à acquérir.

L’intervention d’accompagnement, qui s’est échelonnée sur une période de 24 mois, implique deux axes qui ont été menés en parallèle tels qu’identifiés à la [Figure 2](#) et la [Figure 3](#).

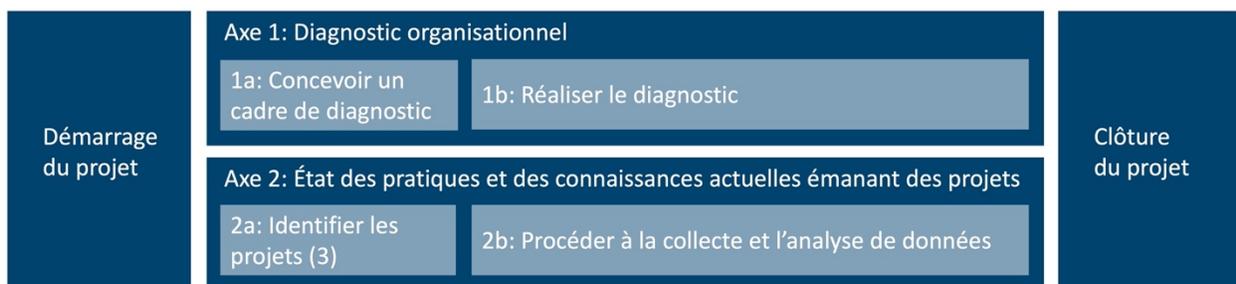


Figure 2 Synthèse simplifiée de l’ensemble du processus de la recherche

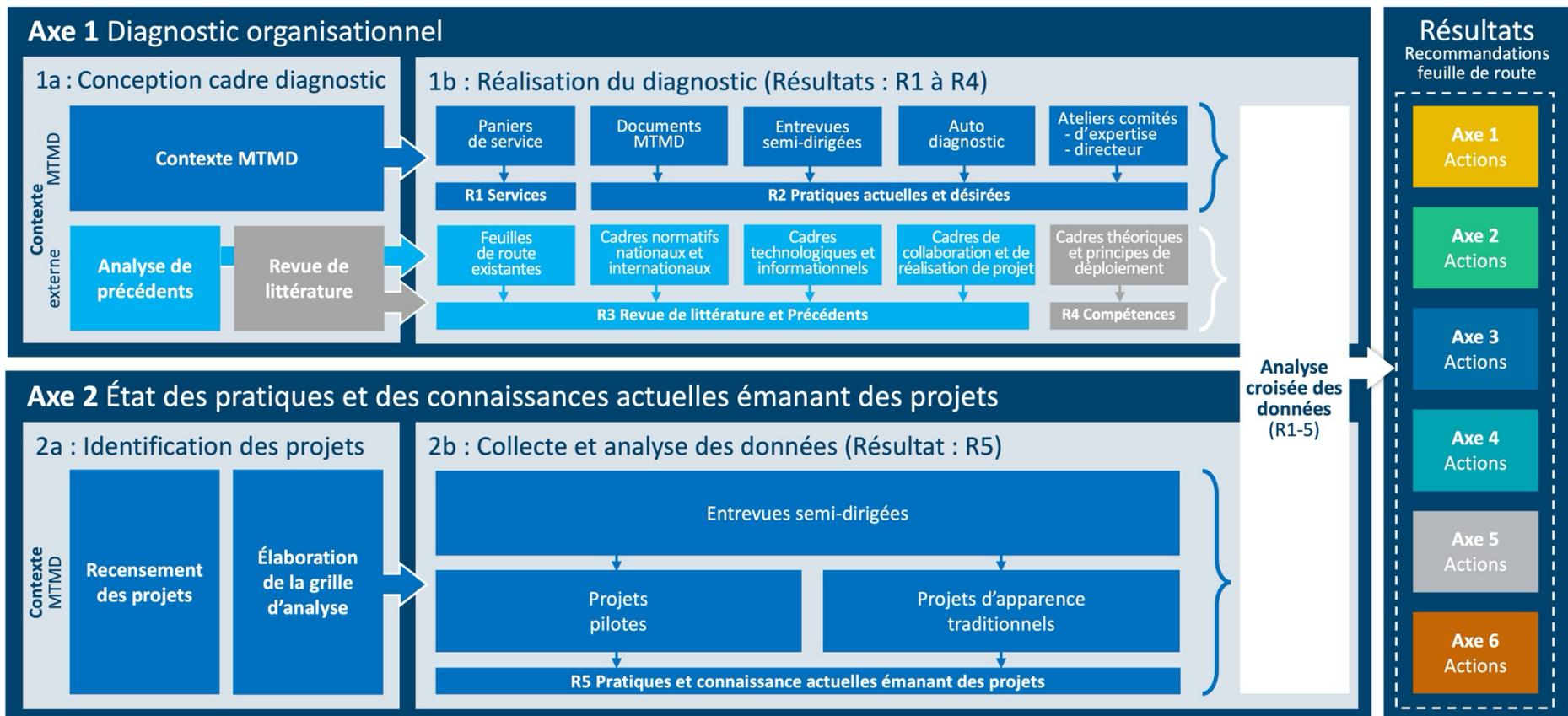


Figure 3 Synthèse détaillée de l'ensemble de la recherche

2. Approche méthodologique

L'approche « *Action Design Research* » (ADR) a été choisie pour mener notre travail empirique. Cette méthodologie prend en compte les dynamiques mutuelles entre un environnement organisationnel particulier et le processus de conception et d'évaluation d'un artefact, dans notre cas, un cadre de déploiement. Cette stratégie qualitative est une alternative à un certain type de recherche de nature prescriptive et qui a le principal inconvénient de ne pas s'inscrire dans un contexte particulier.

2.1 Recherche-action par le design (RApD)

L'approche préconisée dans le cadre du projet de recherche est basée sur la recherche-action par le design⁸ (RApD en français ou ADR, *action-design research*, en anglais), où les chercheurs interviennent et influencent le contexte de recherche directement. Cette démarche de recherche interventionniste est cadrée d'après une approche de « *Process consulting* » comme établi par Schein (1999). Cette approche vise à accompagner le Ministère à résoudre ses problèmes par lui-même. Autrement dit, dans la relation de soutien que le groupe de recherche établit avec le Ministère, ce dernier est davantage en mesure de comprendre la nécessité et les possibilités de changement. Ceci se fait à l'opposé d'une approche de consultation pure, où le consultant dicte au Ministère comment procéder. Le principe du « *Process consulting* » proposé par Schein (1999) se traduit par les points principaux suivants :

1. la recherche doit constamment tendre à être utile ;
2. il est nécessaire de garder un contact constant avec la réalité du terrain ;
3. il est important d'avoir une compréhension de sa propre ignorance (en tant que chercheur et participant) ;
4. toute action peut être considérée comme étant une intervention ;
5. le client (ici, le Ministère) est propriétaire à la fois du problème et de la solution ;
6. il est important de s'adapter et de s'ouvrir aux opportunités qui peuvent survenir ;
7. le moment approprié (« *timing* ») pour intervenir est crucial ;
8. il est important de saisir ces occasions pour être constructif lors des interventions ;
9. dans ce processus de recherche, tout peut être considéré comme une donnée (c.-à-d. source d'information) ;

⁸ Les chercheurs francophones ne s'entendent pas encore sur l'appellation de cette méthodologie. Ceux-ci s'entendent cependant que cette forme de recherche « par le design » (en anglais « *through design* » (Frayling, 1993; Prochner & Godin, 2022)) est particulièrement fructueuse pour produire des connaissances à propos des pratiques liées au processus de design de projets complexes qui nécessitent une approche interdisciplinaire, dont les projets de construction d'infrastructures de grande envergure.

10. en ce sens, si jamais il y a un doute quant à la pertinence d'une donnée ou d'une question, le partage et l'ouverture sont préconisés.

En tant que méthodologie de recherche, la RApD est une approche itérative où les chercheurs et les participants collaborent dans quatre ensembles d'activités liées à la pratique du design et à leurs sept principes respectifs soit, (1) la formulation du problème, (2) le développement, l'intervention et l'évaluation, (3) la réflexion et l'apprentissage, et (4) la formalisation des apprentissages, comme illustrés à la **Figure 4**. Le processus de recherche se veut itératif, passant de la recherche à la pratique en cycles de développement et de validation.

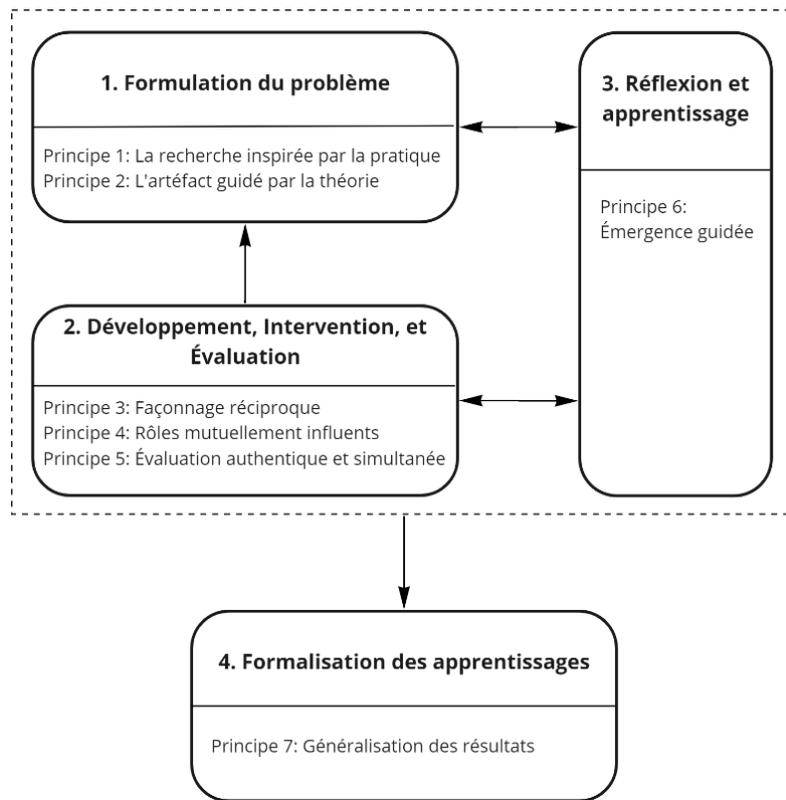


Figure 4 Processus de recherche-action par le design, adapté de Sein et al. (2011).

Ainsi, suivant cette approche méthodologique de la RAPd, les grandes lignes des deux axes de la recherche empirique que nous avons menée, ainsi que leurs volets spécifiques, sont décrits à la prochaine section.

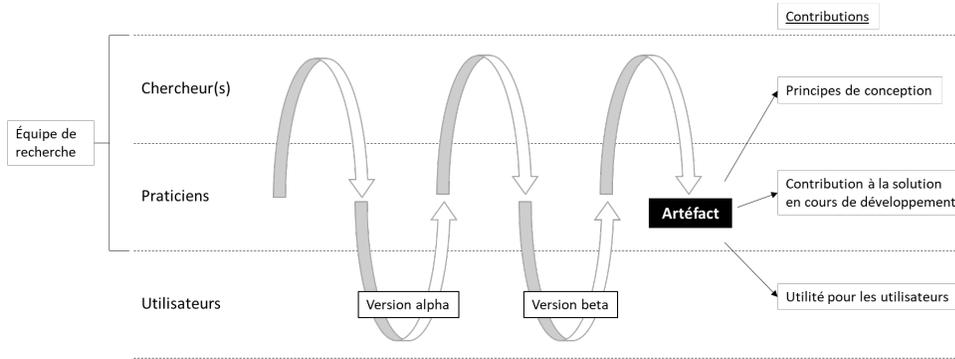


Figure 5 Phase de Développement, d'Intervention et d'Évaluation (DIE), adapté de Sein et al. (2011).

2.2 Aperçu de l'axe 1 - Diagnostic organisationnel

2.2.1 Objectif général de l'Axe 1

L'axe 1 visait à accompagner le Ministère à concevoir et à réaliser un diagnostic organisationnel. Ce premier axe a permis de dresser un constat de la situation actuelle au sein du Ministère et à en dégager des recommandations afin d'orienter le processus d'adoption et d'implémentation du BIM. Les activités d'accompagnement de l'axe 1 se sont déroulées en deux étapes :

- Étape 1a : Concevoir un cadre de diagnostic et de déploiement avec le Ministère ;
- Étape 1b : Réaliser le diagnostic avec le Ministère.

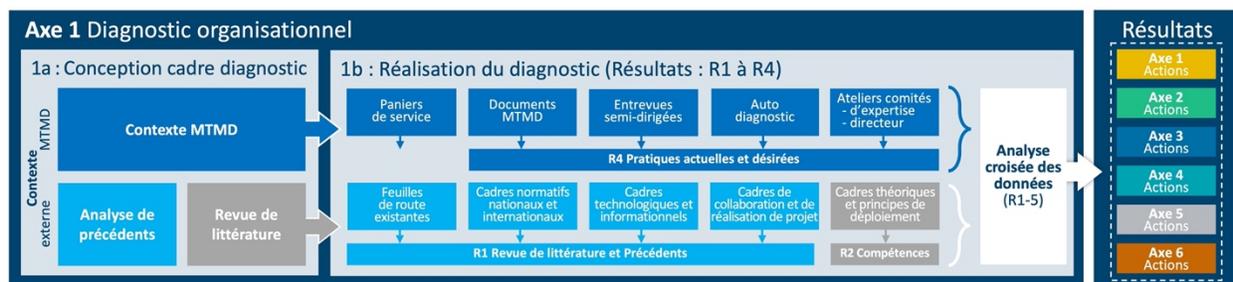


Figure 6 Démarche détaillée de l'axe 1 (voir aussi figure 2)

2.2.2 Étape 1a : Concevoir un cadre de diagnostic et de déploiement

Cette première étape, qui consistait à accompagner le Ministère à concevoir un cadre de diagnostic, comprenait trois volets, comme il est illustré à la [Figure 7](#).

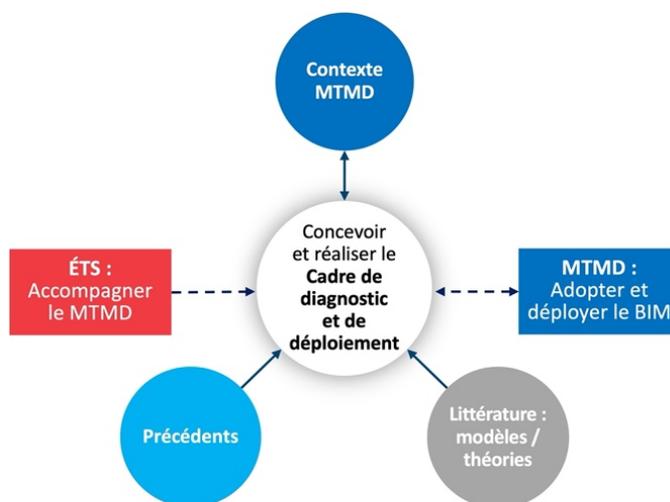


Figure 7 Conception du cadre de diagnostic et de déploiement.

Ces trois volets sont les suivants :

1. Délimitation du contexte de transformation numérique du Ministère ;
2. Analyse des précédents (initiatives gouvernementales, feuilles de route, etc.) ;
3. Revue de la littérature : modèles théoriques et théories.

Ainsi, nous avons considéré et mis en relation, les précédents existant au sein d'autres organisations à travers le monde et au sein du Ministère (feuilles de route, les normes en vigueur, les documents légaux ou pas, etc.), l'état de l'art de la littérature scientifique portant sur les cadres théoriques et processus de déploiement, ainsi que les pratiques établies ou émergentes ancrées dans le contexte du Ministère pour coconstruire, avec les parties prenantes clés du Ministère, un cadre de diagnostic et de déploiement (« l'artefact »). C'est ce diagnostic qui a été mené, dans un deuxième temps comme nous le verrons plus loin, auprès d'un plus vaste échantillon d'intervenants au sein du Ministère.

2.2.3 Étape 1b : Réaliser le diagnostic

- Le cadre de diagnostic et de déploiement s'est opérationnalisé au moyen d'une série d'activités entreprises avec les différentes parties prenantes internes et externes au Ministère. Les activités suivantes ont été réalisées dans le cadre d'atelier avec les trois comités d'expertise et le comité BIM : définition de la situation désirée ;
- planification d'actions et du cadre de déploiement ;
- validation.

Les résultats de cet axe de la recherche se trouvent à la **section 3.5**.

2.3 Aperçu de l’Axe 2 - État des pratiques et des connaissances actuelles émanant des projets

2.3.1 Objectif général de l’Axe 2

L’axe 2 visait à évaluer les politiques, les processus, les pratiques et le contexte général de la mise-en-œuvre des pratiques soutenant la planification, la conception, la réalisation et l’exploitation des actifs bâtis soutenus par le BIM dans le cadre d’étude de cas. Pour ce faire, des projets (pilotes et traditionnels) ont été identifiés par le Ministère. Plus précisément, la démarche de l’axe 2 (**Figure 8**) visait à répertorier les pratiques (connues et émergentes) et les leçons apprises, dans le contexte de la réalisation de projets (« pilotes » et autres non identifiés comme tels) du Ministère, devant être considérées dans le contexte de l’adoption du BIM. Ce deuxième axe comprenait deux étapes, soit :

- Étape 2a : Identifier les projets pertinents ;
- Étape 2b : Procéder à la collecte et à l’analyse des données.

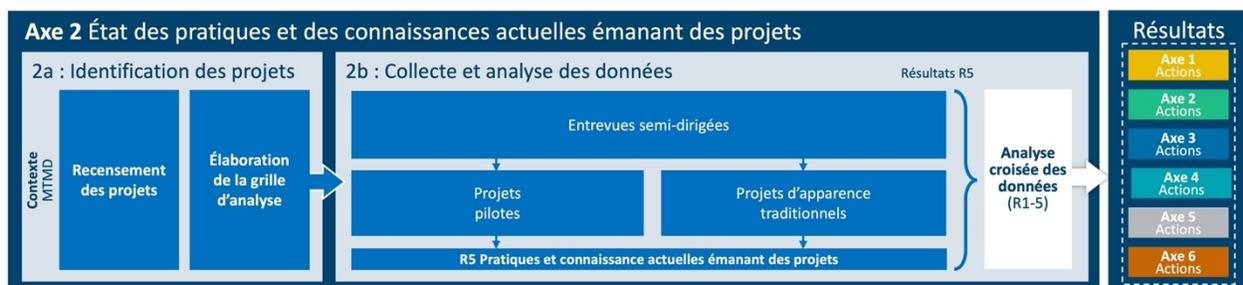


Figure 8 Démarche détaillée de l’axe 2 (voir aussi la figure 2).

2.3.2 Étape 2a : Identifier les projets pertinents

Cette première étape de l’axe 2 avait pour but d’identifier, avec l’aide de l’équipe d’implantation du BIM et du recensement effectué auprès de l’ensemble des employés du Ministère, les projets à travers lesquels un ou plusieurs aspects du BIM avaient déjà été déployés. Deux types de projets ont été identifiés :

- les projets pilotes ;
- les projets d’apparence traditionnelle dans lesquels un ou plusieurs aspects du BIM avaient déjà été déployés.

2.3.3 Étape 2b : Collecter et analyser les données

Pour établir l'état des pratiques et des connaissances qui émanent des projets identifiés, nous avons mené des entrevues semi-dirigées auprès avec les responsables de ces projets et, dans quelques cas, les parties prenantes clés que ces derniers ont identifiées.

Cette analyse des projets nous a permis de dégager les leçons apprises collectivement pour ensuite croiser ces résultats avec ceux de l'axe 1.

2.4 Analyse croisée des résultats des axes 1 et 2

Pour compléter le diagnostic et clore cette deuxième phase, une méta-analyse nous a permis de proposer une série de recommandations qui permettront au Ministère de poursuivre l'élaboration de la feuille de route. Les résultats, les constats et les orientations proposées qui en découlent se retrouvent à la section 5.

3. Résultats de l'axe 1 – Diagnostic organisationnel

3.1 Étape 1a : Conception du cadre de diagnostic et déploiement

Cette section regroupe les différents types de référents et de cadres existants qui ont servi d'intrants pour définir le cadre de diagnostic et de déploiement soutenant le développement de la Feuille de route ministérielle pour la mise en œuvre du BIM. La **Figure 9** illustre les relations entre les différents cadres et précédents présentés ci-dessus et le cadre de diagnostic et de déploiement pour le Ministère. Alors que les feuilles de route et les cadres théoriques ainsi que les principes de déploiement ont été développés dans des contextes industriels externes à celui du Ministère, certains éléments des cadres normatifs, technologiques et de réalisation de projet sont déjà implantés ou en cours d'implantation dans le contexte du Ministère (d'où le chevauchement sur la ligne pointillée du contexte du Ministère, illustré dans la figure).

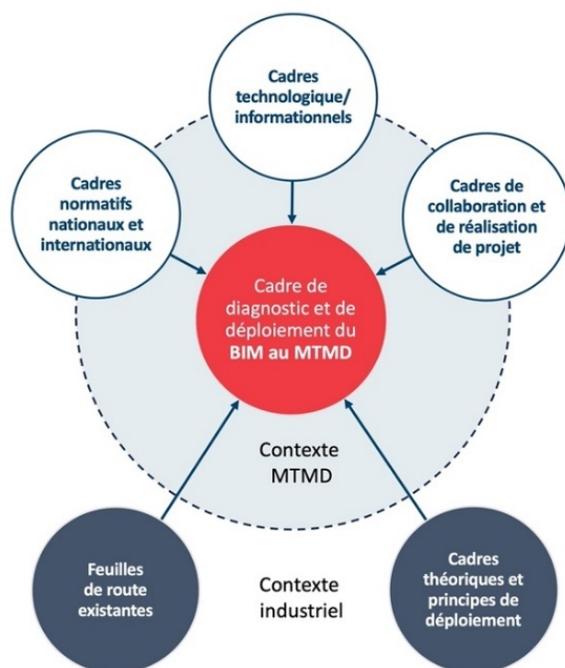


Figure 9 Relation des différents cadres et précédents au cadre de diagnostic et de déploiement.

Rappelons que la conception du cadre comprenait trois volets principaux :

1. Délimitation du contexte de transformation numérique du Ministère ;
2. Analyse des précédents (initiatives gouvernementales, feuilles de route, etc.) ;
3. Revue de la littérature : approches et modèles théoriques.

Les trois volets de l'axe 1a ont été soutenus par une collecte de données effectuée à travers de multiples sources en lien avec chacun d'eux, soit :

- entrevues avec les parties prenantes principales (gestionnaires, utilisateurs, etc.) ;
- ateliers de travail ;
- collecte de documents (documents internes et externes au MTMD) ;
- sondages internes de type questionnaire (recensements) ;
- observation participante de multiples rencontres de suivi de projet ;
- revue de littérature en lien avec les modèles théoriques et la théorie du déploiement du BIM

3.2 Délimitation du contexte de la transformation numérique du Ministère

Deux activités ont été menées dans le but de délimiter le contexte de la transformation numérique du Ministère, soit la collecte et l'analyse documentaire (paniers de service, contrats, formulaires, etc.) et une série d'entrevues avec les membres du comité directeur (9 entrevues de groupe). C'est dans ce contexte que s'inscrit l'initiative pour l'adoption et l'implantation du BIM.

L'analyse documentaire a permis à l'équipe de revoir un ensemble de paniers de services de directions du MTMD ainsi qu'une série de politiques, lois et normes servant à cadrer les pratiques au sein du Ministère. Notamment, une analyse approfondie des cahiers de charge et devis généraux (CCDG) du Ministère a permis de mieux comprendre les clauses spécifiques liées à la réalisation de projet.

Du côté des entrevues avec les membres du comité directeur BIM ont permis de mieux situer :

- Les initiatives passées ou en cours pouvant s'apparenter à la démarche d'implantation du BIM ;
- Les freins et les leviers tirés des leçons apprises de ces initiatives ;
- les aspects du domaine à considérer
- Les attentes et les appréhensions à propos de la démarche d'implantation du BIM ;
- Les attentes et les appréhensions à propos du projet de recherche

Les résultats de cet exercice sont présentés dans le rapport intitulé *Rapport de diagnostic préliminaire : Résultat de l'analyse du contexte de conception du cadre de déploiement* daté du 31 mars 2023.

3.2.1 Modèle opérationnel rationalisé du Ministère

Une partie de l'exercice de délimitation du contexte a servi à caractériser le contexte de déploiement du BIM du Ministère. Ainsi, le Ministère peut être considéré comme une organisation complexe de par, notamment, sa structure organisationnelle et la portée de son mandat.

Certains éléments d'incertitude liés, par exemple, au contexte économique, social, environnemental et/ou politique peuvent également venir influencer cette organisation. Afin de bien cibler et de simplifier sa compréhension dans le cadre du diagnostic et du déploiement du BIM, un modèle opérationnel simplifié du Ministère est proposé à la **Figure 10**.

Ce modèle identifie et met en relation différents contextes « imbriqués », soit le contexte industriel, défini par les caractéristiques contextuelles générales de l'industrie des actifs bâtis (régé par le contexte général économique, social et environnemental), et le contexte du Ministère, défini par les caractéristiques contextuelles qui lui sont propres. Les opérations du Ministère sont effectuées au sein de ces contextes imbriqués qui, en retour, influencent le déroule-

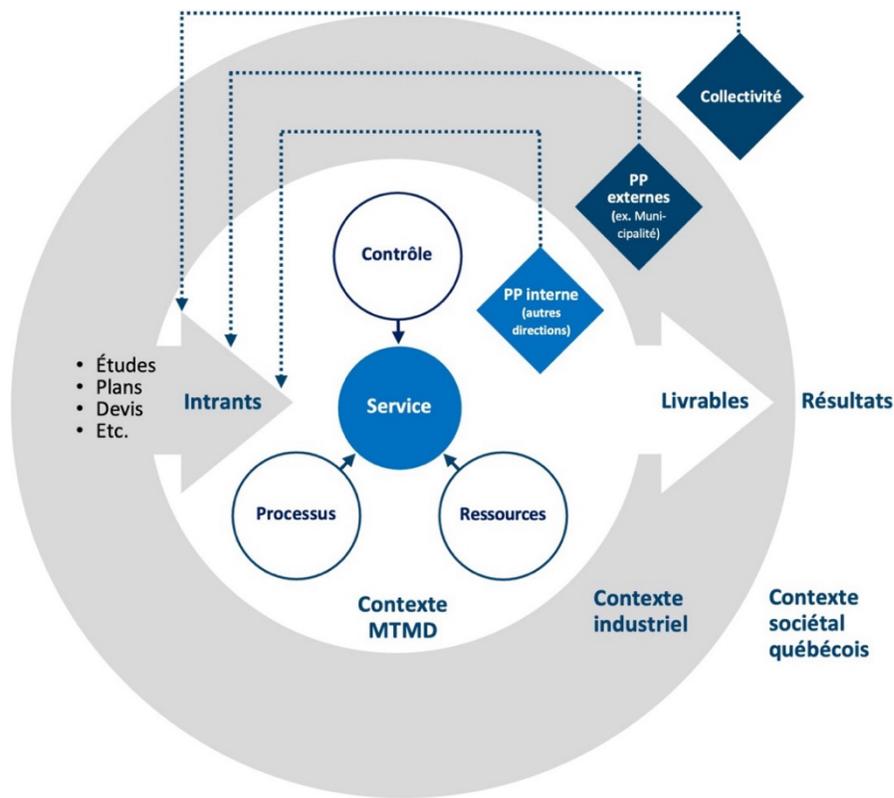


Figure 10 Modèle opérationnel rationalisé du Ministère

ment de celles-ci. Ces opérations s'articulent autour des services que rendent les différentes directions du Ministère (les « paniers de service »). Ces services produisent des « livrables » soit, un « ensemble des résultats attendus dans le cadre d'un projet et qui seront matérialisés par un produit ou une activité » qui desservent des clients internes (autres directions) ou des clients externes (les citoyens). Les services sont rendus dans le cadre de projets et sont soutenus et livrés par des ressources, incluant des ressources humaines, informationnelles, technologiques, etc., et sont assujettis à des éléments de contrôle, notamment des éléments

réglementaires, normatifs, juridiques, etc. Finalement, les services sont livrés en fonction d'intrants spécifiques fournis par les clients du service en tant que tel.

L'intention derrière la définition de ce modèle rationalisé est d'identifier les différentes composantes qui soutiennent les opérations du Ministère afin de pouvoir les cibler de façon plus précise dans le cadre du diagnostic et du déploiement du BIM. Ainsi, il est attendu que chacune des constituantes du modèle ci-dessous sera affectée et affectera à son tour ce processus de mise en œuvre.

3.3 Analyse des précédents

Plusieurs travaux ont été entrepris au cours des deux dernières décennies afin d'identifier et de définir les éléments nécessaires pour encadrer et soutenir le processus d'adoption et d'implantation du BIM dans différents contextes. Par ailleurs, la démarche du Ministère s'inscrit dans un ensemble de mouvements internationaux, nationaux et régionaux, qui doivent être considérés dans la conception du cadre. Cette sous-section présente les précédents (par exemple des feuilles de route instaurées dans d'autres pays) et les éléments clés pouvant être pris en considération dans le processus de conception du cadre de déploiement.

3.3.1 Feuilles de route existantes pour la mise en œuvre du BIM

La Feuille de route gouvernementale pour le BIM

La FdR pour le BIM (ci-après, FdR) est une initiative du Conseil du Trésor du Québec portée conjointement par la Société québécoise des infrastructures (SQI) et le Ministère. S'inscrivant au sein du Plan d'Action pour le Secteur de la Construction principalement dans le but d'accroître la productivité de l'industrie québécoise de la construction, la FdR-BIM a été publiée pour la première fois le 21 août 2021 et actualisée en mars 2022. Elle est de nouveau en cours d'actualisation au 31 mars 2024.

Rappel : « L'objectif de cette Feuille de route est d'annoncer les cibles et initiatives, et d'identifier les actions qui seront entreprises de façon concertée et harmonisée par l'ensemble des donneurs d'ouvrage publics dans les prochains mois et les prochaines années pour assurer le succès du déploiement du BIM à grande échelle dans l'industrie québécoise de la construction et pour l'ensemble des acteurs impliqués dans le cycle de vie des actifs bâtis publics québécois. »⁹ (Gouvernement du Québec, 2021, 2022)

⁹ https://www.tresor.gouv.qc.ca/fileadmin/PDF/infrastructures_publicques/Feuille_route_gouvernementale_BIM.pdf p.3



Figure 11 La Feuille de route gouvernementale pour le BIM (Gouvernement du Québec, 2021, 2022)

Cette FdR s’articule en quatre parties, comme illustrées à la **Figure 11**. Les deux premières parties indiquent les cibles en matière de mise en œuvre du BIM (projets, usages, initiatives spécifiques, etc.). Les deux parties subséquentes indiquent les axes et les activités à entreprendre pour produire les livrables et résultats attendus de la FdR-BIM. Celle-ci s’articule donc autour de six axes. Chaque axe décline trois catégories d’activités, pour un total de 18 catégories d’activités, à partir desquelles des actions et des tâches précises sont identifiées. Ces catégories d’activité sont résumées au **Tableau 1** alors que leur description et les résultats attendus de leur mise en œuvre sont résumés au **Tableau 2**.

Tableau 1 Axes et catégories d'activité de la FdR-BIM
(adapté de Gouvernement du Québec (2021, 2022))

Axes	Catégories d'activités
 Pilotage et coordination	Pilotage et coordination 1.1 Ressources humaines 1.2 Partenariats et communauté 1.3 Mesure et suivi de la performance
 Mobilisation, responsabilisation et montée en compétence des parties prenantes	Mobilisation et développement des compétences 2.1 Communications 2.2 Formation 2.3 Accompagnement
 Politiques, contrats et réglementation	Politiques, contrats et réglementation 3.1 Mandats et objectifs 3.2 Approvisionnement 3.3 Contrats et légal
 Processus, méthodes et flux de travail	Processus, méthodes et flux de travail 4.1 Usages et gestion de l'information 4.2 Rôles et responsabilités 4.3 Composantes de modèles
 Documentation et normalisation	Documentation et normalisation 5.1 Exigences 5.2 Guides 5.3 Normes
 Écosystème numérique	Écosystème numérique 6.1 Systèmes d'information existants 6.2 Technologies et outils 6.3 Systèmes d'information collaboratifs

Tableau 2 Les six axes de la FdR-BIM, leur description et les résultats attendus de leur mise en œuvre, adaptés de Gouvernement du Québec (2021, 2022)

No.	Axe	Description	Résultat(s) attendu(s)
1	Pilotage et coordination	L'identification et mise en place des ressources financières et humaines adéquates pour assurer sa bonne conduite. Les ressources financières devront être identifiées, planifiées sur plusieurs années et sécurisées.	Une feuille de route et un plan d'action, adéquatement entrepris, encadré et rigoureusement suivi.
2	Mobilisation, responsabilisation et montée en compétence des parties prenantes	La mise en place des mécanismes et des initiatives visant à communiquer, à engager et à accompagner l'ensemble des parties prenantes interpellées et/ou affectées par la mise en œuvre de la feuille de route et du plan d'action ainsi que ses retombées.	Des parties prenantes engagées, compétentes et mobilisées envers le virage numérique et la mise en œuvre du BIM. Des acteurs résilients et adaptables, aptes à évaluer/suivre leur progression/performance.
3	Politiques, contrats et réglementation	L'identification, la révision, la bonification et le développement du contexte contractuel et réglementaire pour assurer la cohérence et fournir un environnement propice à la mise en œuvre de la feuille de route et du plan d'action ainsi que ses retombées.	Des politiques claires et cohérentes régissant la mise en œuvre du BIM. Une réglementation facilitant son application à travers l'industrie. Des contrats clairs et complets facilitant l'usage du BIM dans des écosystèmes collaboratifs.
4	Processus, méthodes et flux de travail	L'identification, le développement, la reconfiguration et la bonification des pratiques, méthodes et flux de travail pour soutenir la mise en œuvre des orientations dressées dans la feuille de route et le plan d'action.	Des pratiques, méthodes et flux de travail harmonisés, efficaces et largement adoptés qui permettent aux équipes de projet de générer un maximum de valeur pour le client. Des approches à la planification, à la réalisation et à l'exploitation optimisées et soutenues par un processus d'amélioration continue.
5	Documentation et normalisation	La revue, l'adaptation, l'adoption, le développement et la mise à jour de normes, de guides et d'autres documents pour soutenir la mise en œuvre des orientations dressées dans la feuille de route et le plan d'action.	Des documents, guides et normes à jour, pertinents, adaptables et largement utilisés qui encadrent un travail efficace et de qualité
6	Écosystème numérique	Le développement et la mise en place d'un écosystème technologique qui soutient les pratiques, les méthodes et les flux de travail liés à la gestion des données, de l'information, de la modélisation et de la collaboration.	Un écosystème numérique et informationnel fiable, efficace et à la fine pointe de la technologie, permettant aux équipes de projet de collaborer de façon efficiente et permettant aux propriétaires d'actifs bâtis de centraliser les informations nécessaires tout au long du cycle de vie de leurs actifs

3.3.2 Feuilles de route et initiatives de transformation numérique internationales

À l'instar du Ministère, plusieurs autres organismes publics œuvrant dans le domaine des infrastructures de transport et de la mobilité entament ou progressent dans leurs mises en œuvre respectives du BIM. Pour encadrer ce processus, ces organismes se sont dotés de Feuilles de route, tout comme le gouvernement du Québec. Ainsi, dans un deuxième temps, afin d'accompagner le Ministère à concevoir le cadre de diagnostic, nous avons également analysé les principales feuilles de route d'organisations pouvant s'apparenter au Ministère ainsi que les documents y étant reliés. La **Figure 12** illustre le processus d'analyse des feuilles de route internationales utilisé par l'équipe de recherche.

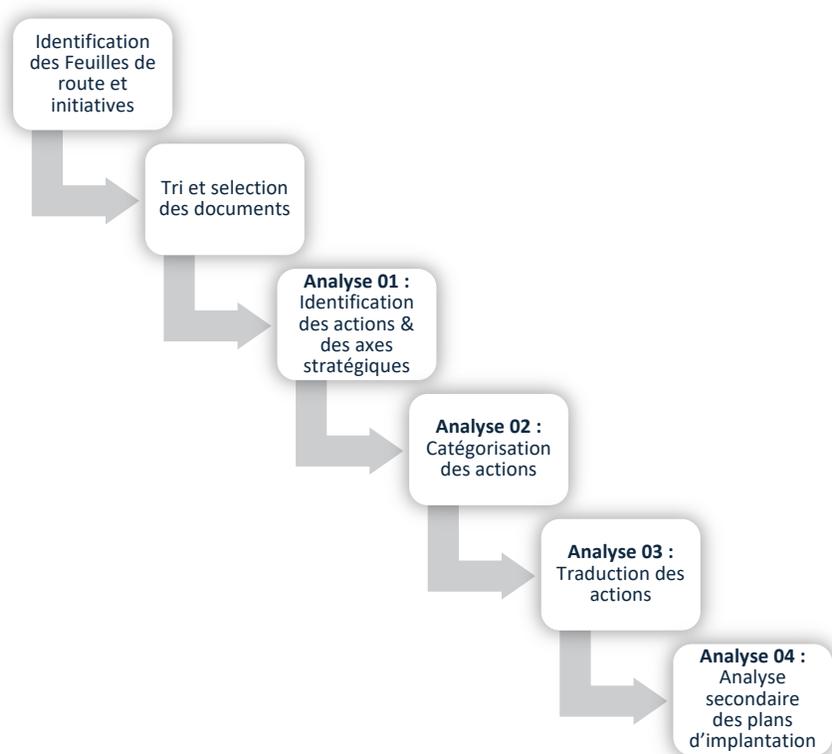


Figure 12 Processus d'analyse des feuilles de route internationales

Étape 1 - Identification des feuilles de route et initiatives

La première étape consistait en l'identification des feuilles de route développées à l'international dans le but de distiller les plans d'action mis de l'avant par chaque organisme en matière de mise en œuvre du BIM. La recherche des feuilles de route s'est effectuée en ligne via des engins de recherche avec des mots clés, incluant « BIM »; « ROADMAP »; « INFRASTRUCTURE »; « TRANSPORT »; etc. En parallèle, les réseaux des chercheurs ont été mis à profit afin d'identifier et cibler des feuilles de route qui n'auraient pas été retournées via les moteurs de recherche. Le **Tableau 3** identifie les feuilles de route et cadres de déploiement identifiés.

Tableau 3 Feuilles de route et cadres de déploiement internationaux

Code	Titre	Organisme	Date	Origine
UK1	<i>Digital built Britain level 3 building information modelling - strategic plan</i>	HM Government	2015	UK
UK2	<i>Transforming infrastructure performance: roadmap to 2030</i>	Infrastructure and Projects Authority	2021	UK
GER1	<i>Deutsche normungsroadmap bim - version1</i>	Ministère fédéral des Transports et de l'Infrastructure numérique	2021	Allemagne
GER2	<i>Road map for digital design and construction</i>	Ministère fédéral des Transports et de l'Infrastructure numérique	2015	Allemagne
GER3	<i>Implementation of building information modeling in the inf. Div. of deutsche bahn ag</i>	Deutsche Bahn	2019	Allemagne
FIN1	<i>Standardization of information management in the built environment</i>	Ministry of the Environment	2020	Finlande
SW1	<i>Itinerary - digitized road transport system</i>	Swedish Transport Administration	2022	Suède
NOR1	<i>Digital roadmap for the building, construction and real estate industry for increased sustainability and value creation</i>	Norwegian AEC industry	2016	Norvège
NOR2	<i>Digital roadmap 2.0 2020 : a recommendation to managers in the construction industry</i>	buildingSMART Nordic	2020	Norvège
NL1	<i>BIM implementationat</i>	<i>Rijkswaterstaa</i>	2016	Pays-Bas
FR1	<i>Feuille de route normalisation : stratégie française pour les actions de prénormalisation et normalisation BIM appliquées au bâtiment</i>	Ministère de la Transition Écologie et de la Cohésion des Territoires (Plan Transition numérique du Bâtiment)	2018	France
FR2	<i>Stratégie française (...): bilan final</i>	Ministère de la Transition Écologie et de la Cohésion des Territoires (Plan BIM 2022)	2018	France
ITA1	<i>Innovating to design the future ; white paper on building information modeling</i>	Ferrovie dello Stato Italiane	2019	Italie
QC1	<i>Feuille de route gouvernementale pour le BIM (2021-2026)</i>	Gouvernement du Québec	2022	Canada
USA1	<i>Advancing BIM for infrastructure national strategic roadmap</i>	Federal Highway Administration	2021	États-Unis
USA-DOT1	<i>Digital Delivery Program</i>	<i>Arizona DOT</i>	2022	États-Unis
USA-DOT3	<i>Reliable, Organized and Accurate Data Sharing (ROADS)</i>	<i>Florida DOT</i>	2015	États-Unis
USA-DOT4	<i>Strategic Plan for Digital Delivery</i>	<i>Iowa DOT</i>	2022	États-Unis
USA-DOT5	<i>Digital Delivery Initiative 2021-2022</i>	<i>Montana DOT</i>	2021	États-Unis
USA-DOT6	<i>Digital Delivery Roadmap</i>	<i>North Carolina DOT</i>	2023	États-Unis
USA-DOT7	<i>Digital Project Delivery</i>	<i>Ohio DOT</i>	2022	États-Unis
USA-DOT8	<i>Digital Delivery Directive 2025</i>	<i>Pennsylvania DOT</i>	2020	États-Unis
USA-DOT9	<i>3D Program Roadmap</i>	<i>Texas DOT</i>	2023	États-Unis
USA-DOT10	<i>Digital Twin Strategic Plan</i>	<i>Utah DOT</i>	2021	États-Unis
JP1	<i>Vision for the future and roadmap to BIM</i>	Ministère de l'Aménagement du territoire, des Infrastructures, des Transports et du Tourisme	2019	Japon
SG1	<i>Singapore's BIM roadmap</i>	Building and Construction Authority	2013	Singapour
SKR1	<i>Railbim2030roadmap</i>	Ministère de l'Aménagement du territoire, des Infrastructures et des Transports	2018	Corée Sud
AUS1	<i>National building information modelling initiative</i>	buildingSMART Australia	2012	Australie
AUS2	<i>Australian BIM strategic framework</i>	Australasian BIM Advisory Board	2019	Australie

Étape 2 - Tri et sélection des documents

La deuxième étape consistait en un tri et une sélection des documents pour analyse détaillée. Les bases de sélection étaient la pertinence en matière de domaine d'intervention ciblé (BIM pour les infrastructures civiles et de transports), la portée du document (la mise en œuvre du BIM dans son ensemble au sein d'un organisme), l'organisme qui a développé la feuille de route (organisme public ou agence de transport). L'année de publication n'était pas un facteur discriminatoire. Finalement, 23 documents ont été retenus pour l'analyse détaillée. La raison de l'exclusion des sept documents, sur un total des 30 documents identifiés, est donnée au [Tableau 4](#). Ces feuilles de route ont été exclues de par leur degré de pertinence ou de par la nature du document.

Tableau 4 Documents exclus de l'analyse détaillée

Code	Raison de l'exclusion
GER1	Documentation axée sur la normalisation de la donnée
FIN1	Documentation axée sur la normalisation de la donnée
NOR2	Documentation axée sur la numérisation de la construction, au sens large
NL1	Documentation technique : pas de stratégie et d'actions pour le déploiement du BIM
FR2	Document bilan
ITA1	Document illustratif : pas de stratégie et d'actions pour le déploiement du BIM
USA-DOT2	Projet de recherche
USA-DOT7	Document trop sommaire, manque de détails
SG1	Document technique : pas de stratégie et d'actions pour le déploiement du BIM

Étape 3 - Identification des actions et des axes stratégiques

La troisième étape consistait en la première phase d'analyse, soit l'identification des axes stratégiques et des actions. Le [Tableau 5](#) souligne, de façon générale, les axes stratégiques et actions contenues dans les feuilles de route ciblées lors des premières étapes du processus. Un total de **640** actions ont été identifiées dans l'ensemble des documents inclus dans l'analyse.

Tableau 5 Identification des axes stratégiques et actions dans les feuilles de route retenues (Analyse 01)

Code	Axes stratégiques	Actions
UK1	<ul style="list-style-type: none"> • Commercial • Technique • Culturel • Croissance nationale et internationale • Maintenir la position de leader du Royaume-Uni 	81 actions
UK2	<ul style="list-style-type: none"> • Données et informations • Modèles d'entreprise et de livraison • Capacité du marché et productivité • Environnement et durabilité • Renforcer l'expertise et les capacités 	26 actions
GER2	<ul style="list-style-type: none"> • Données et exigences d'information de l'employeur (EIR) • Processus • Rédaction et attribution des contrats et compétences 	22 actions
GER3	<ul style="list-style-type: none"> • Stratégie • Application BIM • Processus/directives • Informations/données • Infrastructure informatique • Personnel et communication 	33 actions
SW1	<ul style="list-style-type: none"> • Gestion du trafic routier • Déplacements et transports multimodaux • L'état de l'installation • Base de planification fondée sur des données • Connectivité, géofencing et systèmes avancés d'aide à la conduite • Entretien et construction numérisés de l'infrastructure routière • Actions de calibrage numérique 	34 visées 160 actions
NOR1	<ul style="list-style-type: none"> • Plateforme numérique commune • Normes, lois et réglementations numériques • Développement des compétences en largeur et en profondeur • Réalisation des bénéfices, test et mesure des impacts 	n/a
FR1	<ul style="list-style-type: none"> • Les processus : IDM, BEP et <i>information management</i> • Les formats d'échange de données : IFC & BCF • les dictionnaires et classifications • Model views : MVD et mvdXML • Objets BIM et Bibliothèques d'objets • Linked Data et conteneurs de données • Product Life Cycle Support • Le bâtiment dans son environnement : CityGML SIG 	27 actions
USA1	<ul style="list-style-type: none"> • Politiques et processus • Activités de renforcement des capacités • Compétences et collaboration • Outils et techniques de gestion des données 	18 actions
USA-DOT1	<ul style="list-style-type: none"> • Gestion de projets numériques • Communication et engagement pour l'établissement de règles et de technologies pour les livrables numériques. • Évaluation et mise à jour des produits Bentley avec des mises à jour dans toutes les disciplines. • Développement de normes et de procédures de livraison numérique impliquant des mises à jour des spécifications d'enquête et le développement de lignes directrices dans divers secteurs d'infrastructure. • Développement de matériel de formation • Projets pilotes 	10 actions

USA-DOT3	<ul style="list-style-type: none"> • Promotion de la prise de décision en mode collaboratif • Mise en œuvre de l'intelligence économique • Mise en place de la gouvernance des données • Intégration de la gouvernance des données • Gestion du cycle de vie des données • Utilisation des technologies de données avancées 	6 ensembles d'actions
USA-DOT4	<ul style="list-style-type: none"> • Exigences en matière de données • Normes et lignes directrices • Collecte et stockage des données • Efficacité du flux de travail • Mise en œuvre de la technologie • Résultats du développement de la main-d'œuvre • Livraison numérique • Leadership et communication 	19 actions
USA-DOT5	<ul style="list-style-type: none"> • Jalons • Calendrier • Résultats souhaités • Produits livrables 	12 actions
USA-DOT6	<ul style="list-style-type: none"> • Transformation numérique • Intégration numérique • Maturité numérique 	10 actions
USA-DOT8	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en œuvre du plan stratégique • Conception • Analyse et construction • Gestion des actifs 	28 actions
USA-DOT9	<ul style="list-style-type: none"> • Par étape de projet 	14 actions
USA-DOT10	<ul style="list-style-type: none"> • Gouvernance des données • Architecture d'entreprise • Collaboration • Main-d'œuvre • Conservation des données • Planification de la relève 	20 actions
JP1	<ul style="list-style-type: none"> • Développement de flux de travail liés à la production, à l'exploitation et à la maintenance des bâtiments à l'aide du BIM • Normalisation des géométries des modèles BIM et des informations sur les attributs • Mise en œuvre de la confirmation et de l'inspection des bâtiments à l'aide du BIM • Normalisation de l'estimation des coûts à l'aide du BIM • Développement d'une infrastructure pour le partage d'informations du BIM • Développement des ressources humaines et promotion de l'utilisation par les PME • Mégadonnées, coordination avec les plateformes d'infrastructures 	31 actions
KR1	<ul style="list-style-type: none"> • Technologies de gestion • Technologies fondamentales • Processus d'appel d'offres et de gestion • Processus de coordination • Niveau du gestionnaire de projet individuel • Niveau de l'entreprise 	66 visées
AUS1	<ul style="list-style-type: none"> • Marchés publics • Lignes directrices BIM • Éducation • Données sur les produits et bibliothèques BIM • Processus et échange de données • Cadre réglementaire 	10 actions 21 actions
AUS2	<ul style="list-style-type: none"> • Fournir des orientations claires sur l'adoption et les exigences du BIM par les pouvoirs publics • Développer et adopter des normes et garantir un environnement de données ouvert et commun • Améliorer la passation des marchés et les arrangements contractuels • Encourager le développement des compétences et des capacités de construction 	26 actions

Étape 4 – Analyse et catégorisation des actions

La quatrième étape consistait en l’analyse et la catégorisation des 640 actions relevées dans les vingt documents retenus pour analyse. La catégorisation s’est faite en fonction des axes et des catégories d’actions de la feuille de route BIM du Gouvernement du Québec. La catégorisation des actions a été effectuée en deux temps. Dans un premier temps, quatre chercheurs de l’équipe ont classifié les actions selon le cadre préconisé. Les résultats de cette classification ont été comparés pour en déduire un degré de correspondance. Lorsqu’une action a été classifiée dans le même axe et la même catégorie d’action par au moins deux des quatre chercheurs, celle-ci était considérée comme validée. Lorsqu’aucun consensus ne se dégageait, elle était considérée comme « à valider ». De plus, comme certaines actions ne pouvaient pas être classifiées dans le cadre actuel, celles-ci ont été classifiées comme non couvertes. Finalement, certaines actions ont été jugées « hors portée » de l’initiative actuelle puisqu’elles impliquaient des techniques de construction (construction modulaire, impression 3D) ou la gestion et la fourniture de services parallèles (véhicules autonomes, gestion de la circulation, etc.). Le [Tableau 6](#) illustre le résultat de la classification.

Tableau 6 Adéquation des actions avec les axes et catégories de la FdR gouvernementale pour le BIM

Type	Actions (Nb)	Action (%)
Couverture validée	327	51 %
Couverture à valider	112	18 %
Non couvertes	41	6 %
Hors portée	160	25 %
Total	640	100 %

Étape 5 – Traduction des actions

La cinquième étape consistait en la traduction des actions dans le but d’harmoniser le libellé des actions provenant des différentes feuilles de route dans le but d’identifier les actions récurrentes. L’idée était de créer une base de comparaison commune pour faciliter l’adéquation des activités entre elles. Cette étape s’est avérée relativement complexe étant donnée la traduction au niveau du langage (l’anglais vers le français par exemple) et l’harmonisation du libellé pour dégager l’intention principale derrière le libellé de l’action de la feuille de route d’origine. Cet exercice est hautement subjectif. Pour s’assurer d’une certaine rigueur, l’équipe s’est réparti le travail de traduction initiale et puis s’est par la suite rencontrée à deux reprises pour valider et arrimer les traductions. La [Figure 13](#) illustre un exemple de traduction et d’harmonisation des libellés dans le document de travail.

Libellé original	Libellé traduit	Libellé harmonisé
Develop new delivery models and new roles	Développer de nouveaux modèles de livraison et de nouveaux rôles	Adapter les modes d'approvisionnement / de réalisation
Structure the delivery models	Structurer les modèles de livraison	Adapter les modes d'approvisionnement / de réalisation
Develop a national approach in this area, drawing on existing governance structures and industry more broadly.	Développer une approche nationale dans ce domaine, en s'appuyant sur les structures de gouvernance existantes	Adapter les modes d'approvisionnement / de réalisation
Use the negotiated procedure or the competitive dialogue procedure (public sector clients with low skills) for the procurement of construction services	Utiliser la procédure négociée ou la procédure de dialogue compétitif (clients du secteur public peu qualifiés)	Adapter les modes d'approvisionnement / de réalisation
Use of tendering methods in which the owner can participate during the design and construction phases	Utilisation de méthodes d'appel d'offres dans lesquelles le propriétaire peut participer aux phases de conception	Adapter les modes d'approvisionnement / de réalisation
Tendering and management methods that can support offsite and modular construction	Méthodes d'appel d'offres et de gestion pouvant prendre en charge la construction hors site et modulaire.	Adapter les modes d'approvisionnement / de réalisation
Little use of the lowest bid or the like	Peu d'utilisation de l'offre la plus basse ou autre	Adapter les modes d'approvisionnement / de réalisation
Application of existing tendering and project management methods	Application des méthodes d'appel d'offres et de gestion de projet existantes	Adapter les modes d'approvisionnement / de réalisation
Recognise (State and Territory Governments) that transparency in procurement and contracting is essential for the development of the construction industry	Reconnaître (gouvernements des États et des Territoires) que la transparence en matière de marchés publics	Adapter les modes d'approvisionnement / de réalisation
Improve (State and Territory Governments) procurement methods to allow for the adoption of BIM, and wherever possible	Améliorer les méthodes de passation des marchés (gouvernements des États et des territoires) pour permettre	Adapter les modes d'approvisionnement / de réalisation
Development of BIM and asset data enabled FM and AM Contracts – including the FM and AM roles in using and maintaining	Développement de contrats FM et AM basés sur la BIM et les données sur les actifs - y compris les rôles FM et AM	Adapter les modes d'approvisionnement / de réalisation
Ensure (the experts) to ensure that the international standards used are compatible with the use of BIM	Veiller (les experts) à ce que les normes internationales utilisées soient compatibles avec l'utilisation de la BIM	Adapter les normes internationales aux usages du secteur du bâtiment
Interoperability between various BIM software	Interopérabilité entre les différents logiciels BIM	Améliorer l'interopérabilité des systèmes
Interoperability	Interopérabilité	Améliorer l'interopérabilité des systèmes
Increased importance of interoperability of BIM tools, version control, and model synchronization; collocated and	Importance accrue de l'interopérabilité des outils BIM, du contrôle des versions et de la synchronisation des modèles	Améliorer l'interopérabilité des systèmes
Identify information exchange requirements and develop and incorporate them into industry protocols in collaboration	Identifier les exigences en matière d'échange d'informations, les développer et les intégrer dans des protocoles	Améliorer la communication entre les parties prenantes le long du cycle de vie des

Figure 13 Exemples de traduction et d'harmonisation des libellés

Étape 6 – Analyse secondaire des feuilles de route

La sixième et ultime étape consistait à parachever la classification sur la base de l'exercice d'harmonisation, ce qui a permis à l'équipe d'élucider et de raffiner la classification en fonction des discussions. Pour ce faire, l'équipe s'est rencontrée une dernière fois afin de discuter et d'harmoniser les actions qui n'ont pas pu être validées durant le codage initial ou qui n'ont pas fait l'objet d'un consensus. Cette dernière étape nous a permis de faire émerger une série de **480 actions** dans le cadre de l'analyse finale. Ces actions sont présentées aux prochaines pages et serviront de guide en vue de l'élaboration de la prochaine version de la feuille de route. Les prochaines pages vous présentent une vue d'ensemble ainsi qu'une vue détaillée de ces actions clés pouvant être prises en considération. Ainsi :

- le **Tableau 7** présente le résultat de la catégorisation finale des actions des Feuilles de route internationales selon le cadre de la Feuille de route gouvernementale pour le BIM du Ministère ;
- le **Tableau 8** fait voir la répartition des actions selon les axes de chacune des feuilles de route analysées ;
- le **Tableau 9** indique le résultat de la catégorisation détaillée par Feuille de route ;
- finalement, les **Tableau 10** à **Tableau 15** présentent les actions spécifiques identifiées dans les feuilles de route analysées, traduites, puis classifiées en fonction des axes de la feuille de route pour le BIM.

Les actions identifiées ici sont par la suite reprises dans la formulation des recommandations pour le développement de la Feuille de route ministérielle.

Tableau 7 Catégorisation finale des actions de Feuilles de route internationales selon le cadre de la Feuille de route gouvernementale pour le BIM

Axes et Catégories	Actions (n)	Actions (%)
1. Pilotage et coordination	95	19.8%
1.1 Ressources humaines	16	3.3%
1.2 Partenariats et communauté	29	6.0%
1.3 Mesure et suivi de la performance	2	0.4%
1.4 Gouvernance et coordination du déploiement	48	10.0%
2. Mobilisation, responsabilisation et montée en compétences des PP*	86	17.9%
2.1 Communications	20	4.2%
2.2 Formation	45	9.4%
2.3 Accompagnement	21	4.4%
3. Politiques, contrats et réglementation	68	14.2%
3.1 Mandats et objectifs	22	4.6%
3.2 Approvisionnement	25	5.2%
3.3 Contrats et légal	21	4.4%
4. Processus, méthodes et flux de travail	82	17.1%
4.1 Usages et gestion de l'information	61	12.7%
4.2 Rôles et responsabilités	5	1.0%
4.3 Composantes de modèles	16	3.3%
5. Documentation et normalisation	58	12.1%
5.1 Exigences	27	5.6%
5.2 Guides	10	2.1%
5.3 Normes	21	4.4%
6. Écosystème numérique	91	19.0%
6.1 Systèmes d'information existants	19	4.0%
6.2 Technologies et outils	52	10.8%
6.3 Systèmes d'information collaboratifs	20	4.2%
Total	480	100%

Tableau 8 Répartition des actions en fonction des axes de référence selon les FdR

Feuille de route	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4	Axe 5	Axe 6	Total
UK1	15	24	19	2	5	16	81
UK2	4	4	4	10	1	3	26
GER2	2	4	9		5	2	22
GER3	12	6	3	4	1	7	33
FR1	15	2		1	7	2	27
USA1	5	2	3	1	6	1	18
USADOT1	2	2		2		4	10
USADOT3		1	1	1		3	6
USADOT4	1	5		7	3	3	19
USADOT5	6	2	2	1		1	12
USADOT6	1	4	2			3	10
USADOT8	11	2	1	10	4		28
USADOT9	1	3	2		4	4	14
USADOT10	6	2	5	2	1	4	20
JP1		3	2	15	6	5	31
KR1	4	1	6	21	4	30	66
AUS1	6	9	5	5	4	2	31
AUS2	4	10	4		7	1	26
Total	95	86	68	82	58	91	480

Tableau 9 Catégorisation finale détaillée des actions de Feuilles de route internationales

Axes et Catégories	UK1	UK2	GER2	GER3	FR1	USA1	USADOT1	USADOT3	USADOT4	USADOT5	USADOT6	USADOT8	USADOT9	USADOT10	JP1	KR1	AUS1	AUS2	Grand Total
Axe 1 - Pilotage et coordination	15	4	2	12	15	5	2		1	6	1	11	1	6		4	6	4	95
1.1 Ressources humaines	2	1		1	8	1										3			16
1.2 Partenariats et communauté	7		2	4	7	1					1			1			4	2	29
1.3 Mesure et suivi de la performance				1													1		2
1.4 Gouvernance et coordination du déploiement	6	3		6		3	2		1	6		11	1	5		1	1	2	48
Axe 2 - Mobilisation et développement des compétences	24	4	4	6	2	2	2	1	5	2	4	2	3	2	3	1	9	10	86
2.1 Communications	7			3	2		1	1	1	2			1		1			1	20
2.2 Formation	11	4	4	3		2	1		1		1			1	2	1	8	6	45
2.3 Accompagnement	6								3		3	2	2	1			1	3	21
Axe 3 - Politiques, contrats et réglementation	19	4	9	3		3		1		2	2	1	2	5	2	6	5	4	68
3.1 Mandats et objectifs		1	3					1		2	2			5		4	1	3	22
3.2 Approvisionnement	7	3	3	1		2							1		2	2	3	1	25
3.3 Contrats et légal	12		3	2		1						1	1				1		21
Axe 4 - Processus, méthodes et flux de travail	2	10		4	1	1	2	1	7	1		10		2	15	21	5		82
4.1 Usages et gestion de l'information	2	9		1			2	1	7	1		10		1	9	16	2		61
4.2 Rôles et responsabilités															1	4			5
4.3 Composantes de modèles		1		3	1	1								1	5	1	3		16
Axe 5 - Documentation et normalisation	5	1	5	1	7	6			3			4	4	1	6	4	4	7	58
5.1 Exigences	3	1	3			5							4	1	3	4	1	2	27
5.2 Guides	1		2						3						3		1		10
5.3 Normes	1			1	7	1						4					2	5	21
Axe 6 - Écosystème numérique	16	3	2	7	2	1	4	3	3	1	3		4	4	5	30	2	1	91
6.1 Systèmes d'information existants	5	1	2	1	1		2	1	2					1	1		2		19
6.2 Technologies et outils	7	2		6	1	1	2				2		3		4	23		1	52
6.3 Systèmes d'information collaboratifs	4							2	1	1	1		1	3		7			20
Grand Total																			480

Tableau 10 Actions détaillées pour l'axe 1 en fonction des feuilles de route analysées

	UK1	UK2	GER2	GER3	FR1	USA1	USADOT1	USADOT4	USADOT5	USADOT6	USADOT8	USADOT9	USADOT10	KR1	AUS1	AUS2	Total
Axe 1 - Pilotage et coordination	15	4	2	12	15	5	2	1	6	1	11	1	6	4	6	4	95
1.1 Ressources humaines	2	1		1	8	1								3			16
Développer les critères d'évaluation pour les employés					1												1
Habiler les experts pour les travaux de développement et de normalisation				1	7												8
Mettre en place des ressources pour gérer les données massives														1			1
Mettre en place un groupe de pilotage	1					1								2			4
Mettre en place une équipe de mise en œuvre	1	1															2
1.2 Partenariats et communauté	7		2	4	7	1				1			1		4	2	29
Collaborer avec l'industrie					2										4	2	8
Collaborer avec le milieu académique					2												2
Collaborer avec les autres instances gouvernementales					1												1
Collaborer avec les instances nationales et internationales	1		1	3	2												7
Coordonner les activités de développement avec les instances pertinentes	2		1														3
Développer les partenariats nécessaires pour soutenir la mise en œuvre	1																1
Établir le leadership de l'organisme	2																2
Établir les partenariats avec les manufacturiers de produits	1																1
Faciliter le déploiement dans les secteurs associés													1				1
Mettre en place un incubateur									1								1
Participer aux travaux de normalisation (internationaux, nationaux, etc)				1		1											2
1.3 Mesure et suivi de la performance				1											1		2
Assurer l'amélioration continue de l'initiative				1													1
Identifier les avantages et bénéfices des outils de modélisation															1		1
1.4 Gouvernance et coordination du déploiement	6	3		6		3	2	1	6		11	1	5	1	1	2	48
Adapter la mise en œuvre de la feuille de route au contexte2				1												2	3
Assurer l'exécution de la stratégie de numérisation				1													1
Assurer la cohérence des programmes												1					1
Développer des outils de suivi de la feuille de route	3	2		1		1	1										8
Développer des outils et technologies de coordination des actions de la FdR				1													1
Développer une stratégie de déploiement flexible et adaptable aux opportunités				1													1
Établir des budgets réalistes et assurer le financement adéquat de l'initiative BIM				1													1
Établir des échéanciers réalistes pour l'implantation du BIM									3		2	1	2		1		9
Fournir des orientations et des exigences BIM adaptés	1													1			2
Identifier les livrables du programme		1															1
Mener des projets pilote	2					2	1	1	3		9		2				20
Total	15	4	2	12	15	5	2	1	6	1	11	1	6	4	6	4	95

Tableau 11 Actions détaillées pour l'axe 2 en fonction des feuilles de route analysées

	UK1	UK2	GER2	GER3	FR1	USA1	USADOT1	USADOT3	USADOT4	USADOT5	USADOT6	USADOT8	USADOT9	USADOT10	JP1	KR1	AUS1	AUS2	Total
Axe 2 - Mobilisation et développement des compétences	24	4	4	6	2	2	2	1	5	2	4	2	3	2	3	1	9	10	86
2.1 Communications	7			3	2		1	1	1	2			1		1			1	20
Cibler la communication				3	2										1			1	7
Communiquer l'initiative	3																		3
Communiquer les changements à venir	1																		1
Communiquer les résultats des travaux de normalisation	2																		2
Communiquer les réussites des approches collaboratives	1																		1
Communiquer pour assurer l'adoption des normes soutenant l'interopérabilité et la pérennité des données							1												1
Engager les parties prenantes dans le processus d'innovation								1											1
Faire rayonner l'initiative à l'internationale										1									1
Mettre en place une plateforme de communication										1									1
Mettre en place une stratégie de communication									1				1						2
2.2 Formation	11	4	4	3		2	1		1		1			1	2	1	8	6	45
Assurer le développement des compétences											1								1
Développer des comportements et connaissances pour créer des environnements propices à l'exécution de projet																	6	1	7
Développer une expertise				3	1														4
Développer une formation ciblée	1			1											2				4
Développer une plateforme de gestion des compétences	1																		1
Faire évoluer la formation	3																		3
Former & certifier la main d'œuvre	4	3																	7
Fournir des ressources pour la formation						1							1						2
Mettre en place un programme de formation						1	1		1								2	2	7
Soutenir le milieu académique	2	1	1	1													1	2	8
2.3 Accompagnement	6								3	3	2	2	1				1	3	21
Accompagner la transition numérique	6								3	3	1	1	1						15
Appuyer la transformation des modèles d'affaires avec le numérique												1							1
Développer une stratégie de gestion du changement													1				1	2	4
Soutenir l'industrie dans le développement des normes techniques																		1	1
Total	24	4	4	6	2	2	2	1	5	2	4	2	3	2	3	1	9	10	86

Tableau 12 Actions détaillées pour l'axe 3 en fonction des feuilles de route analysées

	UK1	UK2	GER2	GER3	USA1	USADOT3	USADOT5	USADOT6	USADOT8	USADOT9	USADOT10	JP1	KR1	AUS1	AUS2	Total
Axe 3 - Politiques, contrats et réglementation	19	4	9	3	3	1	2	2	1	2	5	2	6	5	4	68
3.1 Mandats et objectifs		1	3			1	2	2			5		4	1	3	22
Améliorer l'efficacité des flux de travail		1									1					2
Améliorer la communication entre les parties prenantes le long du cycle de vie des projets de construction											1					1
Améliorer le partage et l'échange de données											2					2
Améliorer les méthodes et supports de rapportage											1					1
Automatiser l'échange d'informations et de données						1										1
Automatiser l'échange d'informations et de données							1									1
Cibler les déficits d'information sur les actifs							1									1
Déployer un cadre réglementaire propice et facilitant la mise en œuvre du BIM								1								1
Élargir la portée de la transformation numérique pour inclure les jumeaux numériques								1								1
Établir et mettre en œuvre les politiques de gestion de l'information															1	1
Établir et mettre en œuvre un cadre de gouvernance de la donnée				3										1	2	6
Établir les cibles													4			4
3.2 Approvisionnement	7	3	3	1	2					1		2	2	3	1	25
Adapter les modes d'approvisionnement / de réalisation	5	3			2					1			2			13
Développer des critères de sélection des équipes dans le cadre de projets BIM														3		3
Développer des nouveaux montages commerciaux pour la réalisation et l'exploitation				1											1	2
Développer/adapter les documents contractuels nécessaires pour aligner avec les normes en vigueur				1												1
Établir les critères de sélection des projets pour la mise en œuvre du BIM					1											1
Évaluer les besoins en rémunération pour la réalisation soutenue par le BIM				1												1
Revoir les structures de rémunération et les incitatifs liés à la mise en œuvre du BIM	1											2				3
Transitionner vers le financement intégré des projets et des initiatives	1															1
3.3 Contrats et légal	12		3	2	1				1	1				1		21
Adapter la réglementation au BIM	2															2
Développer un modèle de contrat pour le BIM	6				1											7
Intégrer la sécurité des données aux contrats et assurances									1							1
Passage au model en tant que document légal										1						1
Traiter de la propriété intellectuelle dans les contrats pour le BIM														1		1
Traiter les droits d'auteur et les licences d'utilisation dans le contexte du BIM				2												2
Transformer les approches contractuelles pour une approche orientée donnée et basée sur la performance	1		1	2												4
Accompagner dans la mise en œuvre du contrat type BIM2	2															2
Développer et mettre en œuvre des nouveaux modèles d'assurance intégrés	1															1
Total	19	4	9	3	3	1	2	2	1	2	5	2	6	5	4	68

Tableau 13 Actions détaillées pour l'axe 4 en fonction des feuilles de route analysées

	UK1	UK2	GER3	FR1	USA1	USADOT1	USADOT3	USADOT4	USADOT5	USADOT8	USADOT10	JP1	KR1	AUS1	Total
Axe 4 - Processus, méthodes et flux de travail	2	10	4	1	1	2	1	7	1	10	2	15	21	5	82
4.1 Usages et gestion de l'information	2	9	1			2	1	7	1	10	1	9	16	2	61
Cartographier les processus selon les usages ciblés												2			2
Cibler les usages du BIM pertinents												1			1
Définir les processus et protocoles de validation en fonction des exigences d'information												1			1
Développer des usages de modèles normalisés : Développement durable et résilient												3	2		5
Développer des usages de modèles normalisés : documentation									1						1
Développer des usages de modèles normalisés : gestion et exploitation des actifs		1											2		3
Développer des usages de modèles normalisés : inspection des ouvrages													3		3
Développer des usages de modèles normalisés : planification et définition des exigences													1		1
Développer des usages de modèles normalisés : processus d'appel d'offre				1											1
Développer des usages de modèles normalisés : revue de conception													1		1
Développer des usages de modèles normalisés: préfabrication, construction modulaire, et hors site								2						2	4
Développer des usages de modèles normalisés: gestion et suivi des quantités et des coûts												2			2
Développer des usages de modèles normalisés: mise en service améliorée de actifs													1		1
Développer des usages de modèles normalisés: transfert de l'information entre la construction et l'exploitation et création de modèles tel que construit														1	1
Développer des usages du BIM aidant à la prise de décision														1	1
Développer les capacités de conception avec le BIM													2		2
Développer les flux de travail numériques													1		1
Développer les pratiques de gestion de projets BIM	2	3													5
Développer les pratiques de gestion de risque en lien avec l'utilisation du BIM		3						1							4
Développer les pratiques de gestion des données et de l'information		1						3							4
Développer les procédures d'échange d'information en fonction des usages de modèle													3		3
Développer les procédures et pratiques de contrôle qualité			1										1		2
Développer les usages du BIM en phase de préconception													1		1
Développer les usages du BIM pour la construction													1		1
Développer un répertoire d'usages de modèles normalisé														1	1
Développer une stratégie géospatiale								1							1
Intégrer les notions de Lean dans l'effort de transformation numérique							1								1
Optimiser le flux de travail BIM en définissant géométries et attributs nécessaires à chaque étape														1	1
Transformer les pratiques de gestion de projet, Introduction de pratiques Lean							2				3	1			6
4.2 Rôles et responsabilités												1	4		5
Définir les rôles et responsabilités												1	3		4
Développer les rôles spécifiques en lien avec la mise en œuvre du BIM													1		1
4.3 Composantes de modèles	1	3	1	1							1	5	1	3	16
Créer des normes de modélisation de données	1				1										2
Développer des bibliothèques d'objets OTL											1				1
Développer les bibliothèques d'objets BIM														1	1
Développer une stratégie d'aperçu des produits														1	1
Finaliser les processus de définition de modèles														1	2
Identifier les données et standardiser les méthodes d'entrée.		1			1										1
Lier les bibliothèques d'objets aux exigences et performances attendues					1										1
optimiser l'accès à des bibliothèques d'objets externes et internes					1							5	1		7
Total	2	10	4	1	1	2	1	7	1	10	2	15	21	5	82

Tableau 14 Actions détaillées pour l'axe 5 en fonction des feuilles de route analysées

	UK1	UK2	GER2	GER3	FR1	USA1	USADOT4	USADOT8	USADOT9	USADOT10	JP1	KR1	AUS1	AUS2	Total
Axe 5 - Documentation et normalisation	5	1	5	1	7	6	3	4	4	1	6	4	4	7	58
5.1 Exigences	3	1	3			5			4	1	3	4	1	2	27
Définir des exigences sur les informations normalisés en fonction des jalons de projets												1			1
Définir les protocoles de cybersécurité et de protection des données		1										2			3
Développer des exigences globales et par types de projets / activités	2					1							1		4
Développer des protocoles de modélisation														1	1
Développer les directives et spécifications de modélisation			3							1				1	5
Développer les méthodes d'échange et de publication des données									1						1
Développer les pratiques de modélisation et de contrôle										1					1
Développer un catalogue d'exigences d'information										1					1
Développer un modèle et outil pour l'EIR												1			1
Fournir les informations aux parties prenantes sous différents formats selon les besoins	1					3									4
Identifier les exigences en matière de données nécessaires						1			2						3
Intégrer le géoréférencement ferroviaire									1						1
livrer un dictionnaire et un cadre et méthodes d'ontologie									1						1
5.2 Guides	1		2				3				3		1		10
Développer des modèles de plans d'exécution BIM (BEP).											1				1
Recommander l'application de la méthode BIM selon les activités des projets	1														1
Développer des guides et documents pour encadrer la mise en œuvre2			2				3				2		1		8
5.3 Normes	1			1	7	1	4						2	5	21
Adapter les normes internationales aux usages du MTMD	1					1	2								4
Assurer l'arrimage et la cohérence des normes							2								2
Définir des normes adaptées à l'Internet des objets													1	1	2
Développer les normes d'échange de données													1		1
Élaborer des codes et normes techniques														4	4
Établir et diffuser un système de classification normée et adapté					3										3
Finaliser les travaux de normalisation en cours					1										1
Identifier et développer les normes appropriées à appliquer au MTMD					2										2
Normer les propriétés des produits du bâtiment					1										1
Standardiser les formats de données				1											1
Total	5	1	5	1	7	6	3	4	4	1	6	4	4	7	58

Tableau 15 Actions détaillées pour l'axe 6 en fonction des feuilles de route analysées

	UK1	UK2	GER2	GER3	FR1	USA1	USADOT1	USADOT3	USADOT4	USADOT5	USADOT6	USADOT9	USADOT10	JP1	KR1	AUS1	AUS2	Total
Axe 6 - Écosystème numérique	16	3	2	7	2	1	4	3	3	1	3	4	4	5	30	2	1	91
6.1 Systèmes d'information existants	5	1	2	1	1		2	1	2				1	1		2		19
Assurer l'interopérabilité des systèmes d'information			2	1										1				4
Assurer la fiabilité des échanges de données													1					1
Assurer la sécurité des données et de l'information								1										1
Développer les capacités de stockage et de traitement des données	3	1																4
Faciliter l'intégration des données BIM-SIG	1						1											2
Identifier, évaluer et implanter les technologies nécessaires							1		2							1		4
Intégrer les systèmes d'information																1		1
Planifier l'évolution et la mise à jour des systèmes d'information	1																	1
Standardiser les formats de données					1													1
6.2 Technologies et outils	7	2		6	1	1	2				2	3		4	23		1	57
Développer une plateforme de téléchargements d'extensions logicielles							1											1
Développer des mécanismes de liaison des sources de données : devis et modèles							1											1
Développer des outils et technologies d'analyse					1						1	2						4
Développer des outils et technologies d'approbation et de validation numérique				1										1				2
Développer des outils et technologies d'intégration/liaison														2				2
Développer des outils et technologies de communication																1		1
Développer des outils et technologies de coordination																3		3
Développer des outils et technologies de modélisation																7		7
Développer des outils et technologies de planification et de gestion de projet	1															8		9
Développer des outils et technologies de signature numérique des données																1		1
Développer des outils et technologies de visualisation	2	1																3
Développer des outils et technologies pour faciliter la mise en œuvre		1																1
Développer des outils et technologies pour la livraison des modèles	1																	1
Développer des plateformes de définition des besoins techniques	2																	2
Développer les capacités BIM sur le site																1		1
Développer les capacités d'analyses avancées basés sur le BIM													1					1
Développer les capacités d'arpentage électronique						1												1
Développer les capacités d'automatisation de la construction											1						1	2
Développer les capacités de capture de réalité en temps réel pour la gestion de projet				1														1
Développer les outils de suivi	1																	1
Développer les technologies en lien avec les contrats				4														4
Intégration des "villes intelligentes" et du BIM														1				1
Outil de planification et d'analyse règlementaire (e-permitting)																1		1
Système d'évaluation des technologies																1		1
6.3 Systèmes d'information collaboratifs	4							2	1	1	1	1	3		7			20
Développer des solutions EDC multi-projets												1			5			6
Développer les capacités d'échange de données et de communications interopérables	3														2			5
Développer les capacités info-nuagiques	1																	1
Développer un écosystème de stockage et d'analyse de données								1		1	1							3
Développer une architecture système intégrative								1										1
Mise en œuvre d'interfaces standardisées									1									1
Revoir l'architecture d'affaires													3					3
Total	16	3	2	7	2	1	4	3	3	1	3	4	4	5	30	2	1	91

Constats et orientations de l'analyse des précédents :

- Plusieurs organismes à travers le monde se sont dotés de feuilles de route et de stratégies de mise en œuvre du BIM. Un total de 20 feuilles de route provenant de 14 pays différents ont été sélectionnées pour analyse. Les feuilles de route analysées présentent entre six (6) et quatre-vingt-une (81) activités avec une moyenne de vingt-sept (27) actions par feuille de route ;
- En se servant de la FdR-BIM comme cadre d'analyse pour les initiatives internationales, il a été possible de constater que les actions des différentes feuilles de route analysées sont distribuées de façon relativement équilibrée par rapport aux catégories de celle-ci ;
- Les actions de pilotage (axe 1) et les actions en lien avec les pratiques et processus (axe 4) sont les plus représentées, indiquant une forte prépondérance des actions de pilotage des initiatives et de mise en œuvre de processus ciblés (notamment des usages de modèles) ;
- Les actions en lien avec les politiques, contrat et réglementation (axe 3) ainsi que celles liées à la documentation et la normalisation (axe 5) sont légèrement moins représentées ;
- Les catégories d'actions les plus représentées sont les catégories 4.1 - Usages et gestion de l'information, 6.2 - Technologies et outils et 2.2 - Formation ;
- Il n'y a pas de différence marquée dans la répartition des actions par région. En revanche, les activités soutenant les axes « politiques, contrats et réglementation » (axe 3) ainsi que la « documentation et normalisation » (axe 5) sont moins prévalentes dans les feuilles de route nord-américaines que les feuilles de route européennes et asiatiques ;
- À la suite de la catégorisation des actions « non couvertes » dans le cadre initial de la FdR-BIM, et à l'issue de discussions au sein de l'équipe de recherche, la catégorie d'action « 1.4 – gouvernance et coordination du déploiement » a été ajoutée afin de s'harmoniser avec les autres feuilles de route analysées ;
- Aucune des actions n'a été répertoriée dans l'ensemble des feuilles de route analysées. En revanche, certaines actions similaires ont été identifiées dans plusieurs feuilles de route. Ces actions sont reportées dans le cadre proposé. Ces actions sont :
 - Catégorie 1.2 Partenariats et communauté
 - Collaborer avec l'industrie (3/18)

- Catégorie 1.4 Gouvernance et coordination du déploiement
 - Établir des échéanciers réalistes pour l'implantation du BIM (5/18)
 - Mener des projets pilotes (7/18)
- Catégorie 2.1 Communications
 - Cibler la communication (4/18)
- Catégorie 2.2 Formation
 - Développer une formation ciblée (3/18)
 - Mettre en place un programme de formation (5/18)
 - Soutenir le milieu académique (6/18)
- Catégorie 2.3 Accompagnement
 - Accompagner la transition numérique (6/18)
 - Développer une stratégie de gestion du changement (3/18)
- Catégorie 3.1 Mandats et objectifs
 - Établir et mettre en œuvre un cadre de gouvernance de la donnée (3/18)
- Catégorie 3.2 Approvisionnement
 - Adapter les modes d'approvisionnement / de réalisation (5/18)
- Catégorie 3.3 Contrats et légal
 - Transformer les approches contractuelles pour une approche orientée donnée et basée sur la performance (3/18)
- Catégorie 4.1 Usages et gestion de l'information
 - Transformer les pratiques de gestion de projet, Introduction de pratiques Lean (3/18)
- Catégorie 4.3 Composantes de modèles
 - Optimiser l'accès à des bibliothèques d'objets externes et internes (3/18)
- Catégorie 5.1 Exigences
 - Développer des exigences globales et par types de projets / activités (3/18)
- Catégorie 5.2 Guides
 - Développer des guides et documents pour encadrer la mise en œuvre (3/18)
- Catégorie 5.3 Normes
 - Adapter les normes internationales aux usages de l'organisation (3/18)
- Catégorie 6.1 Systèmes d'information existants
 - Assurer l'interopérabilité des systèmes d'information (3/18)
 - Identifier, évaluer et implanter les technologies nécessaires (3/18)
- Catégorie 6.2 Technologies et outils
 - Développer des outils et technologies d'analyse (3/18)
- Catégorie 6.3 Systèmes d'information collaboratifs
 - Développer un écosystème de stockage et d'analyse de données (3/18)

3.4 Cadres théoriques et opérationnels

Le projet de recherche s’est inspiré des approches et modèles pragmatiques tirés de la littérature dans trois domaines distincts soit, la mise en œuvre du BIM et transformation numérique, la communication organisationnelle et la sociologie de la traduction (ou Théorie de l’acteur réseau). Plusieurs allers-retours vers la littérature scientifique ont été nécessaires pour bien cerner l’ensemble de la problématique et apporter des éléments de solution. Le **Tableau 16** indique les approches et modèles théoriques et opérationnels mobilisés pour la conception du cadre de déploiement.

Tableau 16 Approches et modèles théoriques et opérationnels mobilisés pour la conception du cadre de déploiement

Domaine	Source(s)	Contribution théorique et/ opérationnel
Sociologie de la traduction	Callon, 1984	Théorie de l’acteur-réseau Notion de « Point de passage obligé » Notion de dispositifs sociotechniques
	Lindblad, 2017 Lindblad & Karrbom Gustavsson, 2021	Notion de traduction
Communication organisationnelle	Deetz, 2008	Gouvernance collaborative
	Shein, 2008	Processus d’intervention
	Weick, 2021	« Sensemaking » organisationnel
Adoption, implantation et mise en œuvre du BIM Transformation numérique	Poirier, Lafioune, Forgues, & Duceppe, 2019	Revue des dimensions, catégories et éléments du déploiement du BIM
	Association Canadienne de Normalisation (CSA), Poirier et al., 2022	Cadre de transformation numérique pour l’industrie canadienne des actifs bâtis
	BIMexcellence, Succar, 2018	Ensembles et éléments de compétences requises pour la mise en œuvre du BIM
	Radford et al., 2017	Modèle de maturité numérique
	ISO 19650, ISO 7817	Aspects normatifs de gestion de l’information
	ISO 12006, ISO 16739, SO 29481	Principes du open BIM
	Normes techniques OGC et bSI	Principes BIM-SIG
	Davari et Poirier, 2024	Principes de jumeaux numériques dans l’environnement bâti
Poirier et al. 2017, Forgues et Dionne, 2015, CCDC 30	Collaboration, processus de conception et réalisation de projet intégrée	

3.4.1 Sociologie de la traduction et communication organisationnelle

Cette approche théorique met de l'avant l'idée que le monde est constitué d'« acteurs-réseaux ». Ces réseaux ([Figure 14](#)) sont constitués, notamment, d'éléments :

- hétérogènes :
 - humain (animés)
 - non-humain (inanimés)
- interrelié les uns aux autres dans le temps et l'espace de nature :
 - social
 - technique
 - politique
 - culturel, etc.
- qui peuvent à tout moment se remettre/être remis en question et qui interagissent autour d'une problématique commune en ayant souvent des enjeux et des objectifs différents.

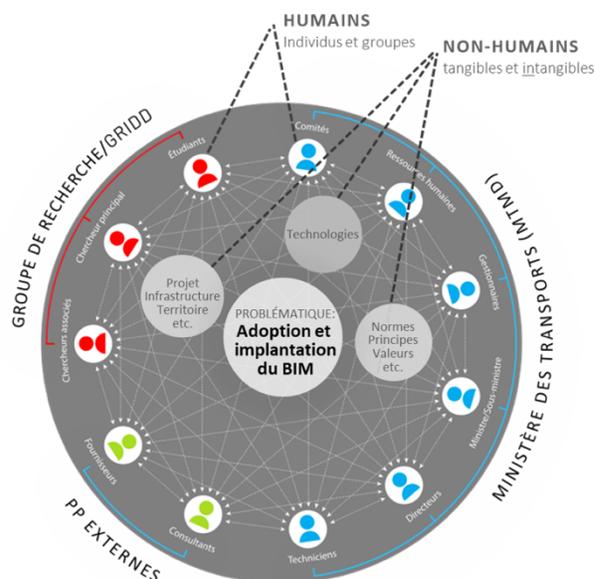


Figure 14 Schématisation de l'acteur-réseau simplifié

Il est important de comprendre quels sont les **actants** (humains/non humain) **clés** et comment ceux-ci inter« agissent »-ils au sein du « dispositif sociotechnique » pour contourner les enjeux et atteindre leurs objectifs, à travers le **point de passage obligé (PPO)** commun. Ceci est discuté plus en détail dans la section 3.5.

3.4.2 Dimensions, catégories et éléments du déploiement du BIM

D'un point de vue pratique, plusieurs travaux de recherche et rapports industriels se sont attachés à déterminer les différentes dimensions, les catégories, les éléments et les indicateurs de déploiement du BIM. Une sélection de ces ouvrages est résumée dans le rapport intitulé : « Principes du déploiement de la modélisation des données du bâtiment (Building Information Modeling - BIM) » publié par le Groupe BIM du Québec dans le contexte de l'Initiative québécoise pour la Construction 4.0 (IQC4.0) (Poirier et al., 2019). La [Figure 15](#) illustre le récapitulatif des dimensions, catégories et éléments du déploiement du BIM comme décrit dans le rapport.

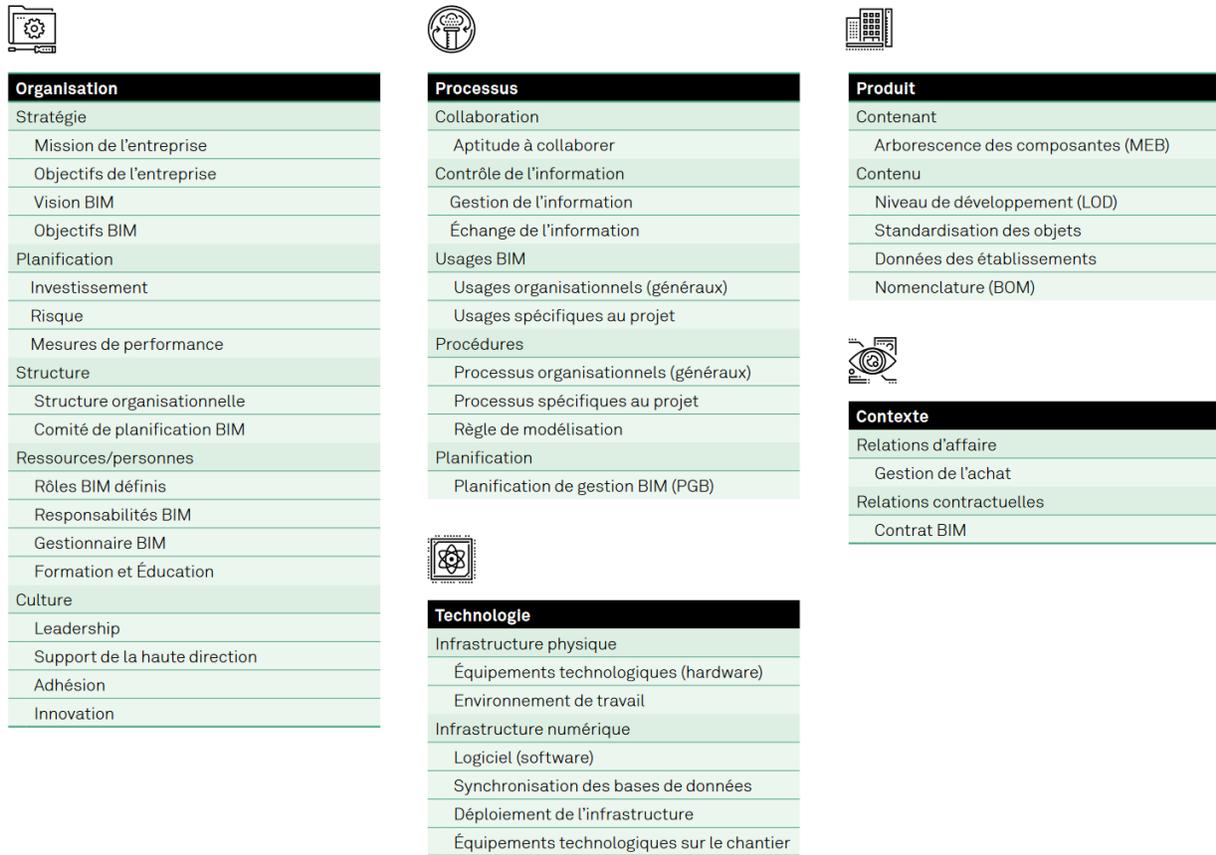


Figure 15 Dimensions, catégories et éléments du déploiement du BIM (Poirier et al., 2019)

Par ailleurs, un rapport publié en juin 2022 par l'Association canadienne de normalisation (CSA) a cherché à comprendre les dynamiques de mise en œuvre du BIM au Canada et a produit un cadre de transformation numérique pour l'industrie canadienne des actifs bâtis en réponse à des défis d'implantation identifiés dans le cadre de la recherche. Ce cadre met de l'avant trois orientations s'articulant autour de la mise en œuvre du BIM, soit la création et la systématisation du BIM, la structuration des pratiques et l'harmonisation des capacités à travers des chaînes d'approvisionnement et de valeur, ainsi que l'amélioration des compétences des parties prenantes dans tous les segments de l'industrie (**Figure 16**).

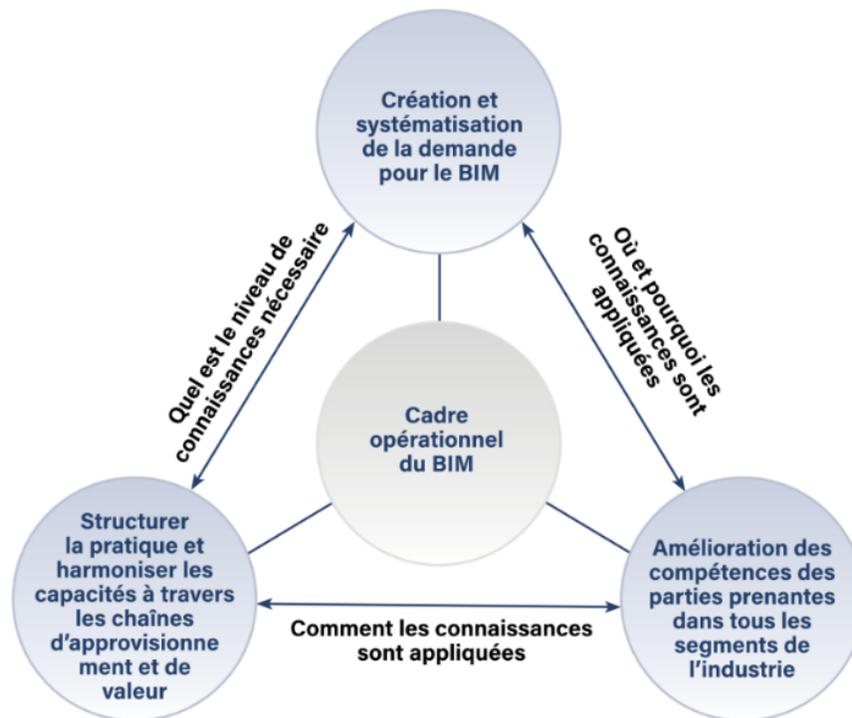


Figure 16 Cadre de transformation numérique pour l'industrie canadienne des actifs bâtis comme proposé par le CSA (Poirier et al., 2022)

Le cadre opérationnel représenté à la **Figure 16** reprend plusieurs des principes énoncés dans la **Figure 15** pour les articuler selon les principes de gestion de l'information identifiés dans la série de normes ISO 19650 (discuté à la prochaine section) comme illustrés dans le **Tableau 1**.

Tableau 1 Cadre opérationnel du BIM : Articulation des catégories de mise en œuvre en fonction des principes de gestion de l'information selon ISO 19650 (adapté de (Poirier et al., 2022))

	Utilisation de l'information	Exigences d'information	Planification de la livraison de l'information	Livraison de l'information	Architecture de l'information	Accessibilité de l'information
Politiques						
Approvisionnement		Orientations / actions pour soutenir et opérationnaliser la mise en œuvre du BIM				
Partenariats						
Personnes						
Pratiques						
Produits						
Plateformes						

3.4.3 Notions de maturité, capacité et compétences

Les notions de maturité, capacité et compétence sont importantes dans le contexte de la transformation numérique. Ces trois concepts sont bien établis, notamment dans le domaine de la mise en œuvre du BIM, avec de nombreux modèles de maturité et de capacité ayant été développés au cours des dernières années. Ces modèles servent de cadre pour comprendre et discuter de la progression et du degré d'excellence de cette mise en œuvre. Par exemple, dans le cadre du « Project 13 », une initiative britannique qui est décrite comme étant un nouveau modèle de réalisation, cinq piliers et un ensemble de principes sont définis et fournissent un modèle de maturité simple qui illustre la transition vers une réalisation de projet hautement performante dans le domaine des infrastructures. Les cinq piliers du « Projet 13 » misent sur des donneurs d'ouvrage compétents, une saine gouvernance de projet, l'intégration des parties prenantes, une organisation efficace ainsi que la transformation numérique (*Project 13*, 2023). Pour ce dernier pilier, un modèle de maturité numérique a été développé et mis en œuvre dans le but de comprendre la capacité des propriétaires d'actifs et de leurs chaînes d'approvisionnement à saisir les nouvelles opportunités d'ordre numérique (Radford et al., 2017). Le modèle s'articule autour de six catégories identifiées dans la [Figure 17](#).

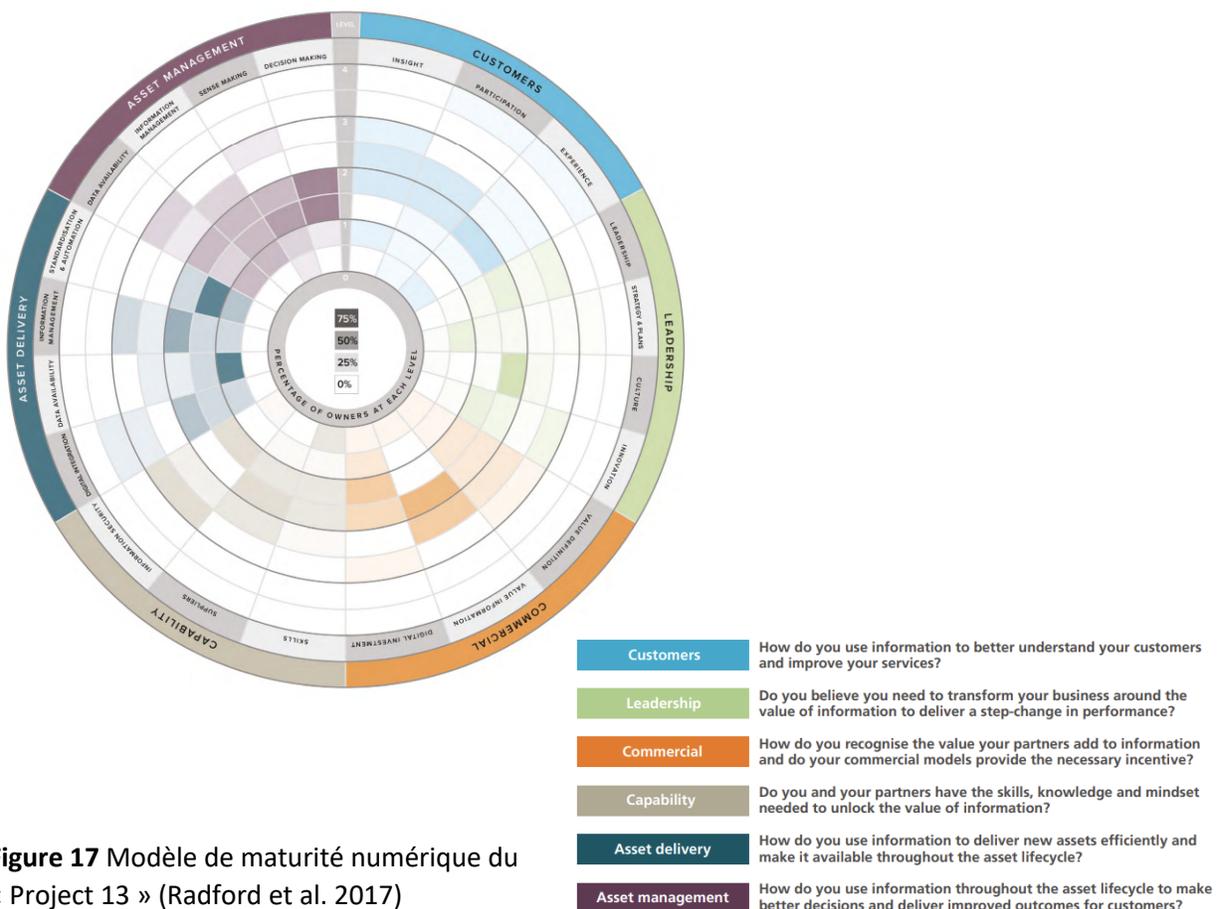


Figure 17 Modèle de maturité numérique du « Project 13 » (Radford et al. 2017)

Tandis que les modèles de maturité sont intéressants pour effectuer un étalonnage de l'industrie ou d'une organisation, les modèles ont souvent des lacunes comme discuté dans (Nonirrit et al., 2022; Poirier, Lafioune, Forgues, & Duceppe, 2019). C'est plus spécifiquement le cas lorsque les compétences ou la capacité ne sont tout simplement pas acquises et que les connaissances ne sont pas suffisantes pour utiliser le modèle à bon escient. La notion de compétences est alors intéressante à des fins d'évaluation et de diagnostic. Évidemment, il est possible de combiner les trois approches, soit compétence, capacité et maturité, mais ceci doit se faire de façon cohérente. Une discussion plus approfondie sur les différents modèles et approches pour évaluer le déploiement du BIM à l'échelle du projet et de l'organisation est présentée dans (Poirier, Lafioune, Forgues, & Duceppe, 2019).

Concernant l'évaluation des compétences BIM, le modèle proposé par BIM excellence (Succar et al., 2018) est le plus abouti, d'après notre analyse. Ce modèle compte huit catégories de compétences, tel qu'illustré à la **Figure 18**. Chacune de ces catégories compte entre cinq et neuf sous-catégories. Celles-ci sont détaillées dans le rapport 201in.FR – Tableau des compétences (Succar et al., 2018). Cette approche par compétences vient compléter les autres cadres présentés dans ce rapport.



Figure 18 Ensembles de compétences pour le BIM d'après BIMexcellence (2018)

3.4.4 Cadres normatifs nationaux et internationaux

Une série de normes soutenant la mise en œuvre du BIM et la gestion intégrée de l'information ont été développées au cours des 15 dernières années. Ces normes permettent d'encadrer les différents aspects relatifs à la mise en œuvre du BIM tant au niveau organisationnel, procédural, technologique et managérial. Le plus souvent, ces normes sont complémentaires, comme illustrées à la **Figure 19**. Dans cette figure, les normes de gestion de l'information (ISO 19650) soutiennent les normes de gestion de projet (ISO 21500) et d'actifs (ISO 55000), qui elles, soutiennent la gestion de la qualité au sein des organisations (ISO 9001).

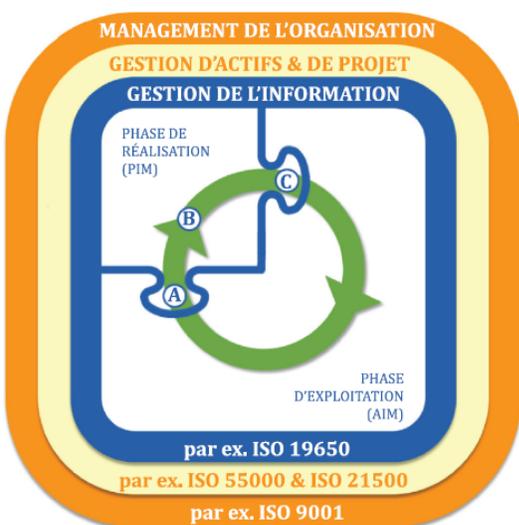


Figure 19 Complémentarité des normes d'après ISO 19650-1

La popularité de la norme ISO 19650 - Organisation et numérisation des informations relatives aux bâtiments et ouvrages de génie civil, y compris la modélisation des informations de la construction (BIM) — Gestion de l'information par la modélisation des informations de la construction - augmente à l'échelle internationale. Cette norme sert à encadrer les pratiques de gestion de l'information tout au long du cycle de vie des actifs bâtis. Cette dernière est subdivisée en cinq parties, chacune couvrant, notamment : (1) les principes et concepts liés à la gestion de l'information; (2) la phase de projet (3) la phase d'opérations (4) les échanges de données et (5) la sécurité des données. Comme présenté au **Tableau 1**, la norme

met de l'avant un processus de gestion de l'information qui est basée sur 4 grandes catégories d'activités, soit (1) l'utilisation et les exigences d'information, (2) la planification de la livraison de l'information, (3) la livraison de l'information et (4) l'accessibilité à l'information. Pour sa part, une série de normes plus techniques articule les principes et les éléments en lien avec l'architecture de l'information et son échange pour soutenir ces catégories d'activités.

Par ailleurs, des normes, dont ISO 7817 - Modélisation des informations de la construction (BIM) — Niveau du besoin d'information — Concepts et principes, ISO 12006 - Construction immobilière — Organisation de l'information des travaux de construction, ISO 16739 - Classes IFC pour le partage des données dans le secteur de la construction et de la gestion de patrimoine, et ISO 29481 - Modèles des informations de la construction — Protocole d'échange d'informations, pour ne nommer que celles-ci, encadrent différents aspects en lien avec la structuration des données et de l'information. Une partie de ces normes soutient la mise en œuvre des principes du « open BIM » discutés à la prochaine section.

D'un point de vue national et régional, bien que les normes internationales soient de plus en plus utilisées par les organisations, leur utilisation demeure marginale. Une stratégie de normalisation nationale, en cours de développement, étudiera comment adopter, adapter ou développer une série de normes encadrant la transformation numérique et la mise en œuvre du BIM. Les bases de cette stratégie sont identifiées dans le rapport du CSA (Poirier et al., 2022). Dans le développement du cadre de diagnostic et de déploiement du BIM, menant à la FdR, les normes internationales et leur adaptation au contexte national sont à prendre en considération et influenceront inévitablement la stratégie de développement. **À priori, après analyse du contexte normatif du Ministère, les normes dites « BIM », dont ISO 19650, n'ont pas encore été adoptées au sein du Ministère.**

3.4.5 Cadres technologiques et informationnels

La mise en œuvre du BIM mise d'abord et avant tout sur la centralisation et l'échange fluide et transparent de l'information par des technologies et des processus complémentaires. La notion d'échelle, surtout dans le contexte des grands projets du Ministère, influence également de façon importante cette centralisation et cet échange. Ainsi, trois cadres technologiques et informationnels sont considérés pour définir le cadre de déploiement : (1) la notion d'*open BIM*, (2) l'intégration des Systèmes d'Information géographique (SIG) et du BIM, et (3) les Environnements de données communs (EDC- *Common Data Environments* (CDE) en anglais). Au-delà de ces cadres technologiques, la notion de jumeaux numériques émerge dans l'industrie et se positionne dans la continuité de la modélisation et de l'intégration des données de l'environnement bâti.

L'*open BIM* est une approche à la modélisation de données des infrastructures basée sur les normes et les *schémas de données ouverts*, ce qui signifie qu'ils sont ouverts à tous et disponibles en tant que base de développement de logiciels. Au-delà du schéma de données, les principes d'*open BIM* s'appuient sur des processus d'échange d'information transparents et harmonisés, des dictionnaires de données facilement accessibles et des protocoles de collaboration, dont le BIM Collaboration Format (BCF). La **Figure 20** illustre les trois composantes principales de l'*open BIM* d'après *buildingSMART*. À cela s'ajoutent des principes de vues de modèles (MVD), de BCF, de cas d'usages et autres services. **À la revue des documents et des pratiques actuelles au Ministère, il n'est pas possible de déceler l'utilisation ou la mise en œuvre des principes du open BIM au Ministère. Ces principes feront l'objet d'actions spécifiques dans la Feuille de route ministérielle.**

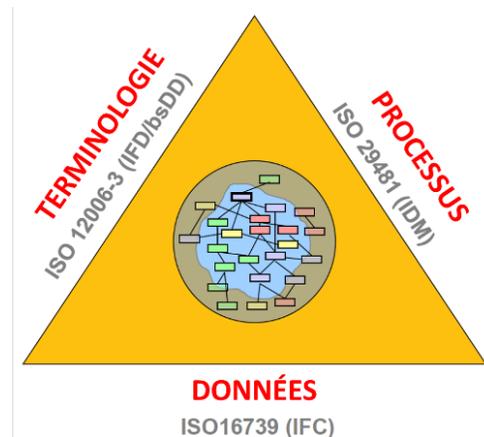


Figure 20 Triangle *open BIM* d'après buildingSMART

Pour leur part, l'utilisation de système d'information géographique (SIG, *GIS* en anglais) est bien ancrée au Ministère. Ce dernier exploite la plateforme IGO (Infrastructure géomatique ouverte), « [...] une solution Web libre en géomatique [...] conçue grâce à un réseau d'échange regroupant des spécialistes en géomatique provenant de plusieurs ministères et organismes de l'Administration publique québécoise. »¹⁰ De plus, les services de géomatique et d'arpentage du Ministère sont bien établis, ce qui génère et contribue à l'ensemble de données que gère et consomme le Ministère dans le cadre de ses opérations. Or, depuis peu, il y a un intérêt grandissant pour l'intégration du SIG et du BIM afin d'offrir une vue multiscalaire sur la donnée pour soutenir les services qu'offre le Ministère. **Cette intégration de BIM-SIG fait partie intégrante du cadre informationnel du Ministère et est donc prise en compte dans la constitution du cadre de diagnostic et de déploiement.**

Un EDC ou CDE, est définie comme : « une source d'information convenue pour un *projet* ou un *actif* donné, utilisé pour la collecte, la gestion et la diffusion de chaque *conteneur d'information* au moyen d'un processus géré. » (ISO, 2018). Selon Preidel et al. (2016), un EDC est une source unique d'informations du projet, qui fournit des zones d'accès bien définies aux intervenants du projet, ainsi que des définitions claires de l'état des fichiers et une description précise du flux de travail pour les processus de partage et d'approbation. L'EDC peut donc être considéré comme un ensemble de processus s'opérant au sein d'un écosystème technologique convenu. Il existe plusieurs solutions technologiques offrant les fonctionnalités attendues d'un EDC. Leur implantation dépasse largement la portée d'un outil spécifique cependant. Le cadre de diagnostic et de déploiement considère donc les principes et les fonctionnalités des EDC telles que définies dans les ouvrages de référence, dont la norme ISO 19650. **À la revue du contexte ministériel, il existe plusieurs dizaines de systèmes d'information plus ou moins interopérables, qui devront être revus et potentiellement intégrés ou remplacés. La mise en œuvre d'un EDC, suivant les principes de la norme ISO 19650, devra faire l'objet d'actions concertées et inscrites à la Feuille de route.**

Finalement, les jumeaux numériques dans l'industrie des actifs bâtis sont conceptualisés comme "[...] un modèle virtuel polyvalent et très granulaire, doté de capacités informatiques permettant de refléter les états passés, présents et futurs des composants et des systèmes d'un actif par le biais de riches représentations visuelles", tandis que les systèmes cyberphysiques sont [...] un système technique hybride qui traite de la surveillance et du contrôle des états et processus physiques de l'actif grâce à l'utilisation de transducteurs (capteurs et actionneurs) et d'entités cybernétiques (par exemple, des composants logiciels de communication et de calcul)" (Davari et al., 2022, p. 1127). Dans le prolongement de ce concept, le couplage des actifs physiques et numériques par le biais du couplage des informations sur le cycle de vie est un

¹⁰ <https://www.igouverte.org/>

domaine de recherche qui prend de l'ampleur et de la portée à mesure que les deux mondes s'intègrent de plus en plus, tel qu'illustré à la **Figure 21** (Davari & Poirier, 2024). **Le Ministère a exprimé sa volonté d'explorer la mise en œuvre de jumeaux numériques dans une continuité de l'implantation du BIM. Étant un domaine émergent, il reste beaucoup de travail à faire pour bien cadrer le concept et son implantation au sein du Ministère. Or, les concepts de couplage physico-numérique sont à introduire dans le cadre de diagnostic et de déploiement du BIM au Ministère.**

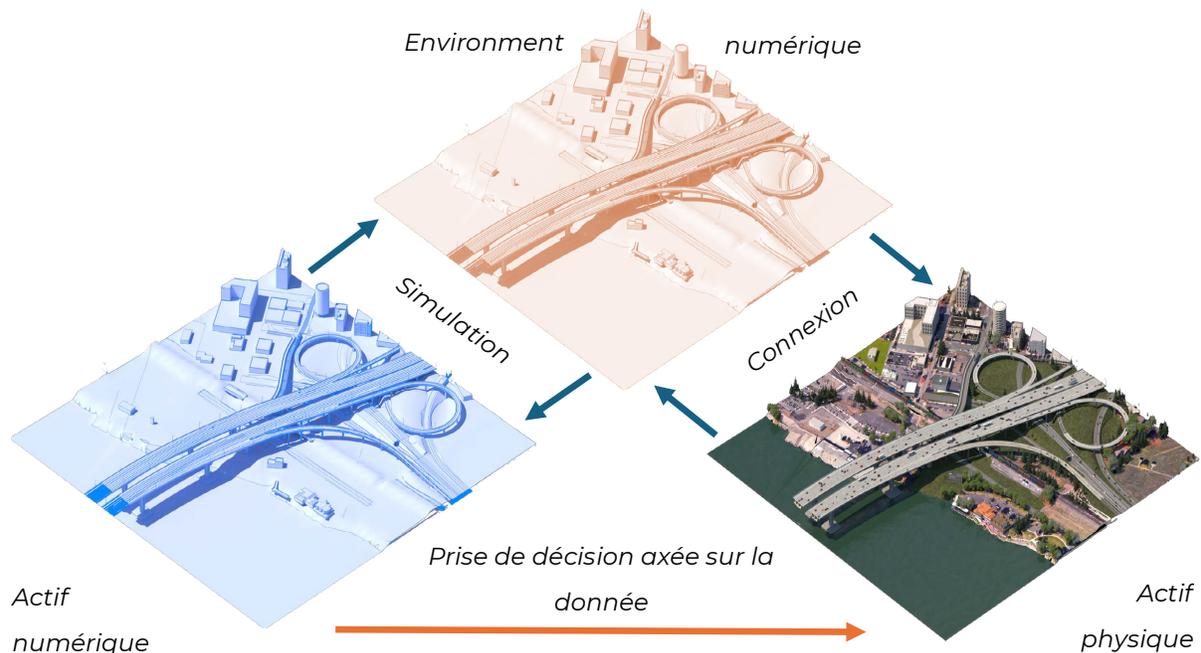


Figure 21 Schématisation du principe du jumeau numérique

3.4.6 Cadres de collaboration et de réalisation de projet

La performance et l'impact potentiel de la mise en œuvre du BIM sont grandement influencés par l'approche de réalisation et le niveau de collaboration favorisé dans le cadre d'un projet. En effet, outre les activités quotidiennes liées à la maintenance et la gestion des actifs en phase d'exploitation des actifs, qui exigent tout de même une collaboration au sein d'une organisation, la mise en œuvre du BIM s'opère essentiellement dans le cadre d'un projet (que ce soit en phase de réalisation ou en phase de gestion des actifs). Ainsi, le niveau de collaboration atteint affectera grandement le degré auquel le BIM pourra être implanté (E. Poirier et al., 2017). En parallèle, le BIM est vu comme étant un facilitateur de collaboration. Il permet aux différentes parties prenantes de collaborer autour d'un modèle d'information partagé afin de se doter d'une compréhension commune d'un projet. La relation entre le BIM et la collaboration est donc réciproque et doit être considérée dans son ensemble dans le processus de déploiement du BIM au Ministère.

Afin d'opérationnaliser la collaboration dans différents contextes, différentes stratégies ont été développées au cours des dernières années. Outre le recours au BIM et à la technologie, ces stratégies s'articulent au niveau de l'organisation du projet, soit le mode de réalisation, ainsi qu'au niveau des processus et pratiques qui sont mis en place. Ces approches ont des visées communes, soit la génération de valeur pour les clients et la réduction du gaspillage. Ces deux visées caractérisent les approches « Lean » dans le domaine de l'environnement bâti. Au niveau de l'organisation de projet et des modes, la Réalisation de projet intégrée (RPI ou Integrated Project Delivery (IPD) en anglais) intègre les processus ainsi que les parties au projet autour d'un seul et unique contrat. Les risques et les récompenses sont partagés et l'équipe priorise les résultats du projet au lieu des gains individuels. Au niveau des processus, le Processus de Conception intégrée (PCI) vise à réaliser des actifs bâtis de haute performance en se basant sur 4 principes : « 1) la collaboration continue entre les intervenants (consultants et autres parties prenantes), 2) les itérations en amont, 3) l'innovation et 4) la prise de décisions orientées par des objectifs de performance. » (Forgues & Dionne, 2015, p. 4). L'intégration du BIM et du PCI (le BIM-PCI) a vu le jour au Québec dans les dernières années et a pour but d'intégrer les deux concepts afin de promouvoir le « BIM collaboratif ». L'ensemble de ces concepts sont complémentaires, voir « imbriqués », comme démontré à la **Figure 22. Les principes de collaboration, de conception et de réalisation intégrée ainsi que le BIM, soutenu par les cadres qui les définissent et leurs visées communes, sont donc importants à considérer dans le contexte de la mise en œuvre du BIM au Ministère.**

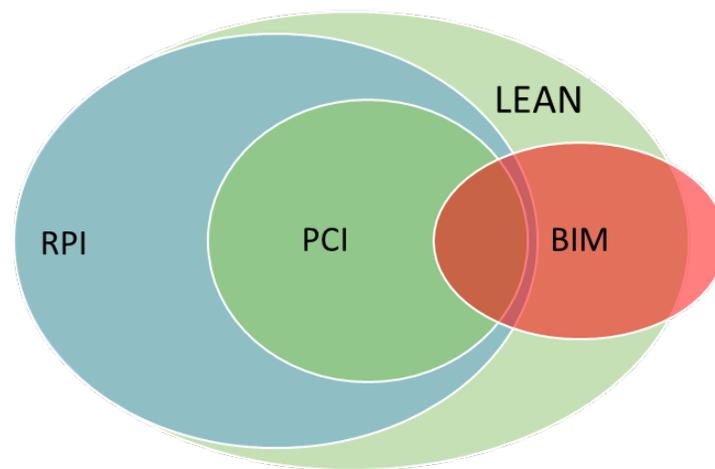


Figure 22 Les approches « Lean », la réalisation et la conception intégrée et le BIM : des concepts *imbriqués*

De façon plus spécifique, la RPI, le PCI et le BIM, sont complémentaires dans un contexte de création de valeur et d'élimination du gaspillage puisqu'elles visent à éliminer les barrières contractuelles et opérationnelles tout en facilitant le partage de l'information au sein de l'équipe de projet. En effet, la RPI est définie comme « Une approche de réalisation de projet qui intègre

les personnes, les systèmes, les structures et les pratiques commerciales dans un processus qui exploite en collaboration les talents et les connaissances de tous les participants pour optimiser les résultats du projet, accroître la valeur ajoutée pour le propriétaire, réduire les déchets et maximiser l'efficacité à toutes les phases de la conception, fabrication et construction. » (AIA, 2007, notre traduction) Elle est basée sur les principes directeurs suivants : (1) Accords multipartites, soit la signature d'un accord par l'ensemble des parties prenantes clés au contrat, (2) l'implication des principaux participants en amont, (3) la prise de décisions conjointes et solidaires, (4) le partage des risques et des récompenses, (5) la limitation des responsabilités, (6) la mise en place d'objectifs de projet communs et des incitatifs liés à l'atteinte de ces objectifs, (7) le respect mutuel et la confiance parmi les participants au projet, (8) la communication ouverte et transparente, et (9) miser sur l'innovation et la technologie. Le PCI quant à lui s'articule principalement autour des points 2, 6 et 8. La **Figure 23** illustre les interactions entre les principes de gestion de l'information, de la norme ISO 19650 et de la RPI. Elle démontre le potentiel considérable de l'arrimage entre le BIM et la RPI, notamment par l'engagement précoce des parties prenantes du projet et de l'établissement d'objectifs communs, ainsi que les incitatifs liés à leur atteinte, ce qui permet d'aligner les attentes et exigences en matière de BIM pour le projet. Dans ce contexte, et dans celui de l'initiative du Secrétariat du Conseil du Trésor (SCT) qui vise à expérimenter la RPI dans le contexte de projets publics au Québec, le Ministère devrait saisir l'opportunité de combiner la démarche d'implantation de la RPI avec la mise en œuvre du BIM afin de maximiser les gains des deux approches.

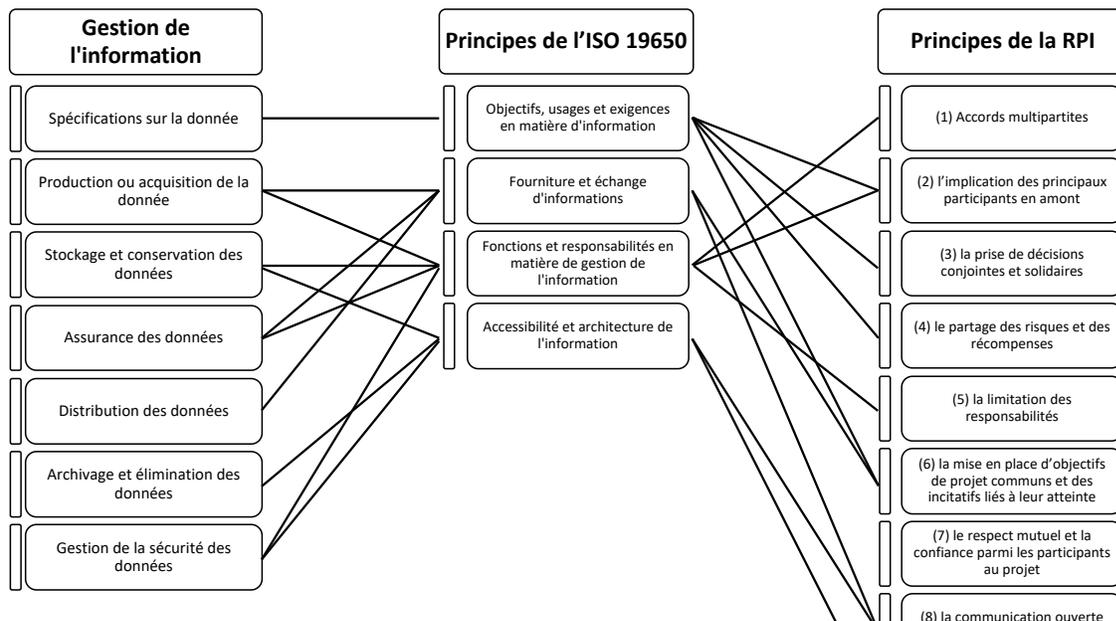


Figure 23 Interactions entre les principes de gestion de l'information, la norme ISO 19650 et la RPI (adapté de Poirier, 2021)

Constats et orientations issues de l'analyse des cadres théoriques et opérationnels

- Il existe plusieurs cadres théoriques et opérationnels qui peuvent servir à soutenir et structurer la démarche BIM ministérielle. Il est recommandé de s'appuyer sur ces cadres dans la mesure du possible, notamment les cadres normatifs qui permettront au ministère de rapidement structurer leur démarche.
- La sociologie de la traduction et la communication organisationnelle permettent de mieux comprendre les dynamiques de déploiement du BIM, d'un point de vue de la transformation organisationnelle. L'adoption du BIM constitue le point-de-passage obligé (PPO) pour le ministère. Les différents acteurs (humains et non-humains) doivent être alignés dans l'atteinte de ce PPO.
- Les dimensions, les catégories et les éléments à considérer dans la mise en œuvre du BIM ont été identifiés et développés dans la littérature. En parallèle, des modèles de maturité, de compétences et de capacités ont été proposés dans d'autres contextes. Ces éléments sont inclus dans le cadre de diagnostic et de déploiement proposé.
- Les aspects normatifs, tant au niveau des normes de gestion de l'information (ISO 19650, ISO 7817), que des normes techniques, dont les normes open BIM (ISO 12006, ISO 16739, ISO 29481) et les normes SIG (ISO 191XX), doivent informer la démarche ministérielle de déploiement du BIM.
- L'implantation d'un écosystème informationnel interopérable, sinon intégré, suivant les normes établies et permettant de lier les données de différentes sources, notamment le BIM et le SIG, et bientôt les données des capteurs dans le contexte de jumeaux numériques, doit faire l'objet d'une stratégie harmonisée.
- Le concept de jumeaux numériques est un concept émergent s'articulant dans la continuité du BIM et des SIG et prônant la connexion entre les actifs physiques et numériques pour faciliter la prise de décision tout au long du cycle de vie des actifs bâtis. Le ministère vise la mise en œuvre des jumeaux numériques dans le cadre de sa feuille de route ministérielle.
- Les principes de collaboration, de conception et de réalisation intégrée ainsi que le BIM, soutenu par les cadres qui les définissent, sont importants à considérer dans le contexte de la mise en œuvre du BIM au Ministère. Plus particulièrement, les synergies qui existent entre la RPI et le BIM doivent être exploitées le plus possible pour faciliter la mise en œuvre du BIM dans les projets du Ministère. Le Ministère devrait capitaliser sur l'initiative du SCT et des projets pilotes en RPI pour maximiser les bénéfices de la mise en œuvre du BIM.

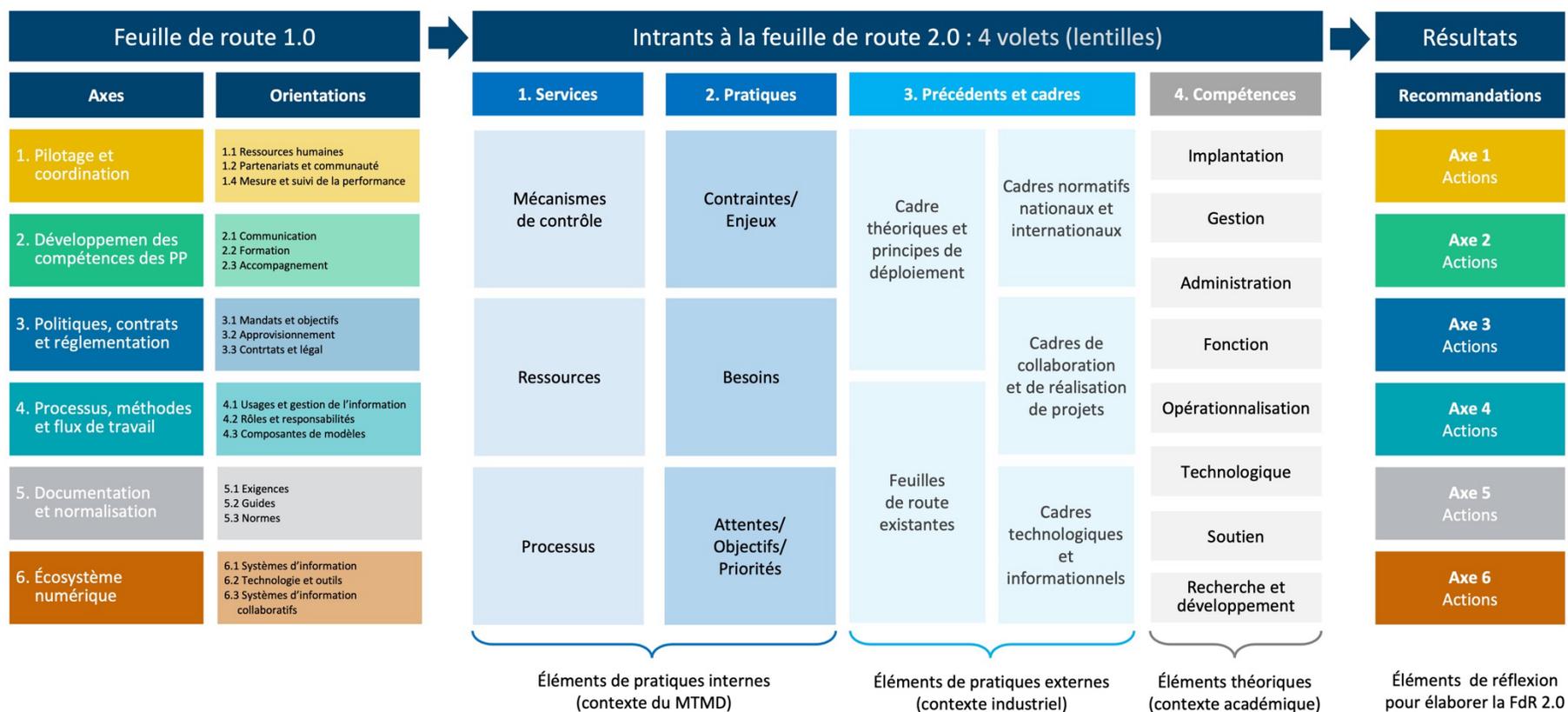
3.4.7 Cadre de diagnostic et de déploiement proposé

Comme indiqué par la **Figure 9** de la section 2.2.2, la composition du cadre de diagnostic et de déploiement du BIM pour le Ministère est influencée par plusieurs éléments. Les feuilles de route existantes, répertoriées à travers le monde, constituent des précédents intéressants et viennent éclairer la propre démarche du Ministère, en agissant, notamment, comme une base de comparaison ou comme indiqué dans le cadre de la FdR-BIM, en tant que base structurante. En effet, la FdR-BIM agit comme cadre principal pour structurer les efforts de mise en œuvre du BIM au sein du gouvernement du Québec. Il s'agit d'un cadre visant à structurer le contexte industriel québécois. Les axes et les catégories d'activités indiqués dans la FdR-BIM sont modulaires et peuvent être mis à l'échelle, ce qui implique qu'elle peut être reprise et adaptée pour organiser les cibles et les efforts du Ministère et de ses unités organisationnelles, tel qu'illustré à la **Figure 24**. Tandis que **l'effort mené dans le cadre de ce projet de recherche vise le niveau 2**, un travail devra être entrepris pour mieux comprendre comment articuler et renseigner les actions à entreprendre au sein de chaque unité organisationnelle. Une option serait de **développer des feuilles de route spécifiques pour chaque unité (aligné sur la feuille de route ministérielle)** ce qui fournirait une certaine autonomie aux différentes unités.



Figure 24 Les différents niveaux de la Feuille de route gouvernementale pour le BIM

La **Figure 25** illustre le modèle de logique soutenant le développement du cadre de diagnostic et de déploiement proposé. Ce cadre articule l'ensemble des précédents discutés dans la section 4.2. L'objet d'analyse principal est constitué par les éléments du modèle opérationnel rationalisé du Ministère discuté en 4.1.2. En d'autres termes, les neuf éléments du modèle font l'objet de la transformation dans le cadre de la Feuille de route. Ces neuf éléments sont étudiés en fonction du sujet d'analyse qui est constitué des éléments de la FdR-BIM (le cadre structurant) ainsi que des items de compétence identifiés en 4.2.2. Finalement, les résultats sont déclinés en fonction des besoins, des contraintes, des orientations, des priorités et des actions à structurer pour formuler la Feuille de route ministérielle. La **Figure 26** illustre le cadre de diagnostic et de déploiement proposé.



***note :** les relations entre les éléments du sont illustrées à la page suivante.

Figure 25 Le modèle de logique soutenant le développement du cadre de diagnostic et de déploiement proposé

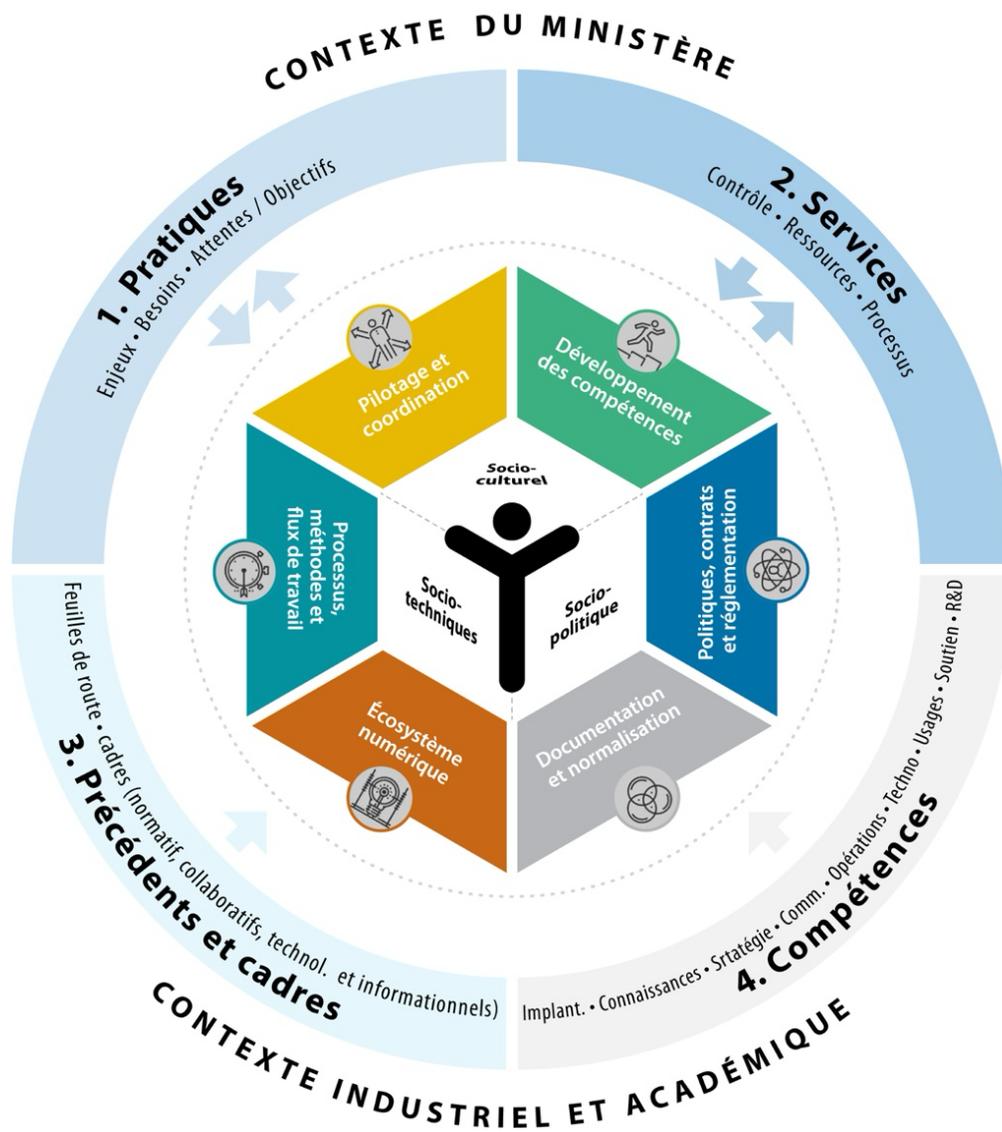


Figure 26 Le cadre de diagnostic et de déploiement

Constats et orientations en lien avec le cadre de diagnostic et de déploiement proposé

- La Feuille de route gouvernementale pour le BIM sert de cadre initial pour la démarche en cours au ministère pour deux raisons principales : (1) l’alignement et l’harmonisation des actions du ministère avec celles de la FdR, (2) la reconnaissance et le rappel de la FdR dans l’industrie.
- L’aspect modulaire et extensible de la FdR-BIM, notamment au niveau des axes et des catégories d’activités, implique qu’elle peut être reprise et adaptée pour organiser les cibles et les efforts du Ministère et de ses unités organisationnelles. Tandis que l’effort mené dans le cadre de ce projet de recherche vise le niveau 2, un travail devra être entrepris pour mieux comprendre comment articuler et renseigner les actions à entreprendre au sein de chaque unité organisationnelle. Le cadre proposé permet de développer des feuilles de routes spécifiques pour chaque unité, qui est aligné sur la feuille de route ministérielle.
- Le cadre proposé s’articule en trois strates :
 - L’humain se situe au centre du cadre de déploiement puisqu’ultimement, la démarche du MTMD est un exercice de transformation qui impactera d’abord et avant tout les employés du Ministère, les parties prenantes reliées à chacun des projets/services/infrastructures et finalement, les gens de la population de façon plus large.
 - La strate intermédiaire considère les axes de déploiement et de mise en œuvre du BIM, couvrant les aspects sociotechniques, socio-culturels et socio-politiques et d’où se déclinent les actions de mise en œuvre du BIM.
 - La strate extérieure considère le contexte de déploiement, soit le contexte du ministère (interne) et industriel (externe). Ces contextes servent à situer et définir les pratiques, les services, les précédents ainsi que les items de compétences générales qui influenceront la démarche du MTMD.
 - Les précédents inclus des cadres existants, développés dans d’autres contextes, notamment les cadres normatifs nationaux et internationaux, les cadres technologiques et informationnels, les cadres de collaboration et de réalisation de projet, les Feuilles de route existantes et les cadres théoriques et les principes de déploiement établis ailleurs.
 - Les pratiques et services concernent les pratiques existantes au sein du MTMD et comment celles-ci seront impactés, ou impacteront le BIM.

3.5 Étape 1b : Réaliser le diagnostic

Ainsi constitué, le cadre de diagnostic et de déploiement a balisé la collecte de donnée permettant de constituer un portrait de la situation désirée (préférable) dans le cadre de l'adoption et de l'implantation du BIM.

3.5.1 Stratégie de collecte de données

Définition de la situation désirée

À cette étape, deux types d'ateliers de travail ont été élaborés afin d'identifier les attentes, les enjeux, les besoins, les objectifs (ainsi que la priorité qu'on leur accorde) pour la mise en œuvre du BIM au Ministère. Il s'agit des ateliers avec les comités d'expertise (**section 3.5.3**) et de l'atelier avec le Comité de direction (**section 3.5.4**). Des ateliers similaires ont déjà été organisés lors de la phase de développement de la FdR-BIM et un rapport dit de niveau 1 a été livré au Ministère. Ces réponses ont été prises en compte dans les travaux entrepris dans le cadre des travaux de la feuille de route ministérielle. Les participants impliqués dans ces séances collaboratives sont des représentants des différentes directions du Ministère et parlent au nom de leurs unités d'affaires. Ils ont ainsi la légitimité pour identifier et dresser un portrait macro ou micro de la situation désirée (préférable) au sein du Ministère. Nous avons maintenant une idée plus précise de la situation désirée en matière de déploiement BIM en fonction des éléments du cadre de diagnostic et de déploiement établi à l'étape 1a.

Identification et planification des actions

La planification des actions a également été réalisée au moyen d'ateliers, en continuité avec les ateliers qui ont été menés avec les comités de travail déjà formés. Le cadre de diagnostic et de déploiement a également permis d'identifier et de cibler les actions à prendre en considération pour constituer la feuille de route ministérielle. Ces ateliers collaboratifs ont été conçus en fonction des différents éléments du cadre de déploiement et ont été séquencés en fonction de celui-ci.

En parallèle, l'analyse des précédents, des paniers de service ainsi que des documents ont complété l'identification et la planification des actions à considérer dans le cadre de la Feuille de route ministérielle.

Validation

Trois ateliers ont été réalisés avec les comités d'expertise afin de valider les résultats des différentes étapes du processus de diagnostic. Le but de ces ateliers était d'assurer l'adhésion et l'appropriation des livrables du projet de recherche, notamment les résultats du diagnostic, ainsi que les recommandations issues de la recherche.

3.5.2 Analyse des services et de la documentation du Ministère

Le cadre de diagnostic et de déploiement met l'accent sur le fait que le déploiement du BIM au sein du Ministère s'opérationnalisera d'abord et avant tout par la transformation des services que rendent les différentes directions et les pratiques qui les soutiennent. De plus, les politiques, normes et guides du Ministère devront être adaptés, dans le contexte de la démarche, pour en soutenir le déploiement.

Dans le cadre du projet de recherche, une analyse préliminaire des paniers de service et de la documentation a été effectuée et rendue dans le rapport intitulé *Rapport de diagnostic préliminaire : Résultat de l'analyse du contexte de conception du cadre de déploiement* livré au 31 mars 2023. Une mise à jour des paniers de service à la suite d'une réorganisation est attendue. Une nouvelle analyse devra être conduite pour actualiser les résultats préliminaires.

3.5.3 Ateliers avec les comités d'expertise

Trois séries d'ateliers ont été tenues avec les membres des comités d'expertises, au nombre de trois (Planification, Conception et Construction). Ces ateliers sont déroulés à partir de la deuxième année du projet de recherche.

Série d'ateliers 1 — Identifier les éléments de la situation désirée

Le premier atelier, réunissant les membres de chaque comité d'expertise, visait à dresser le portrait de la situation désirée en petit sous-groupe de cinq personnes. La [Figure 27](#) donne un aperçu la démarche d'identification de la situation désirée par le comité d'expertise. Au total, l'équivalent de plus de 180 personnes ont été impliquées dans cette démarche. La [Figure 29](#) illustre la composition des comités et des résultats relatifs à chacun d'eux. La [Figure 28](#) illustre le nombre total d'éléments issus des séries d'ateliers 1 et 2 à la suite de l'analyse, à la rationalisation par l'équipe de recherche et de l'exercice de priorisation. Finalement, le [Tableau 17](#) démontre la distribution des éléments identifiés dans le cadre de cette première série d'ateliers en fonction des axes de la FdR existante.

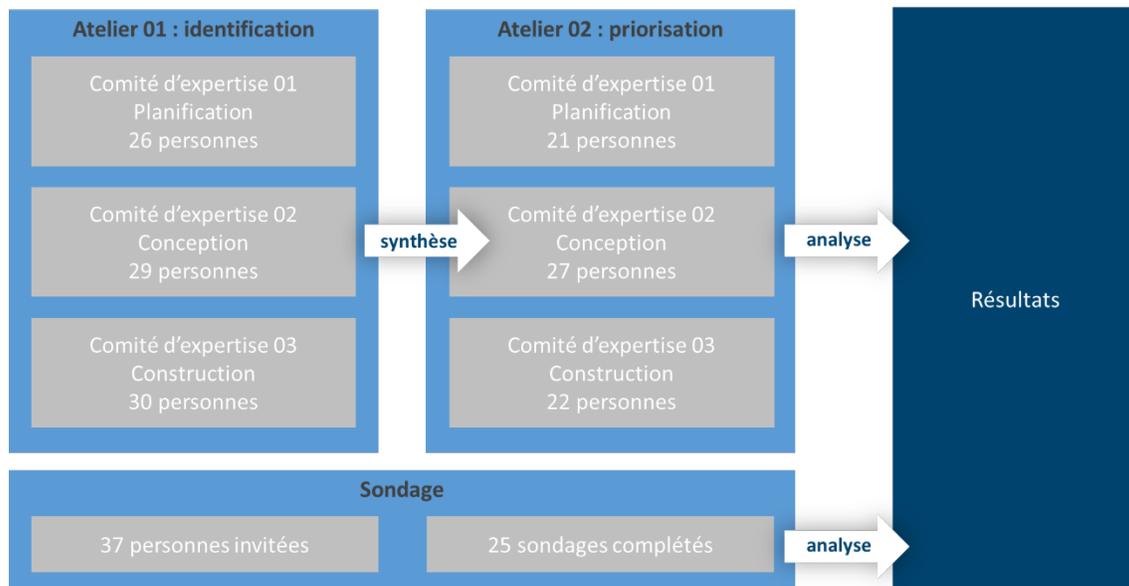


Figure 27 Aperçu de la démarche d'identification de la situation désirée par le comité d'expertise



Figure 28 Composition des comités et des résultats relatifs à chacun d'eux

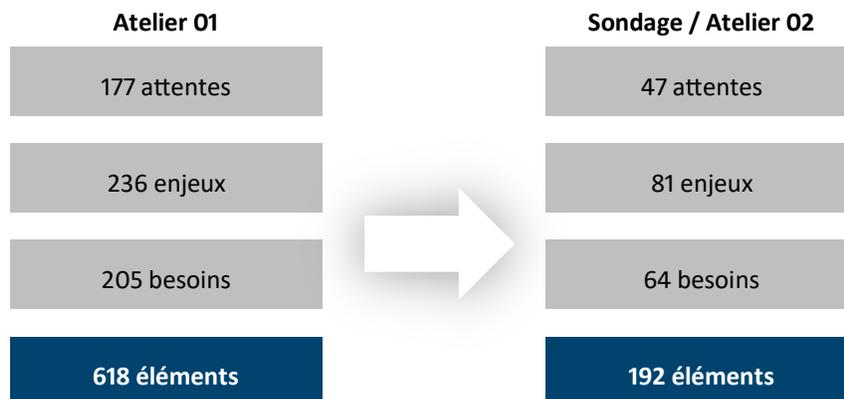


Figure 29 Nombre d'éléments issus des séries d'ateliers 1 et 2

Tableau 17 Distribution des éléments identifiés en fonction des axes de la FdR existante

Axe	Attentes	Besoins	Enjeux	Total
Pilotage et coordination	1%	10%	3%	14%
Mobilisation et compétences	2%	6%	4%	12%
Politiques et réglementation	6%	4%	7%	17%
Processus	13%	4%	4%	22%
Documentation	2%	3%	5%	10%
Écosystème numérique	6%	12%	8%	26%
Total	29%	40%	31%	100%

Série d’ateliers 2 — Priorisation

Dans un deuxième temps, les participants des trois comités devaient évaluer le niveau de priorité des 618 éléments, répartis par axe de la feuille de route. Cette évaluation a été effectuée au moyen d’un sondage anonyme en ligne puis en groupe. Dans chacun des cas, les éléments ont été priorisés selon une échelle allant de 1 (pas du tout important) à 3 (très important).

Les résultats de l’exercice de priorisation ont par la suite été harmonisés par le groupe de recherche d’après la matrice illustrée à la **Figure 30**. Les 192 éléments émergeant de la deuxième série d’ateliers ont été également catégorisés selon les axes de la feuille de route.

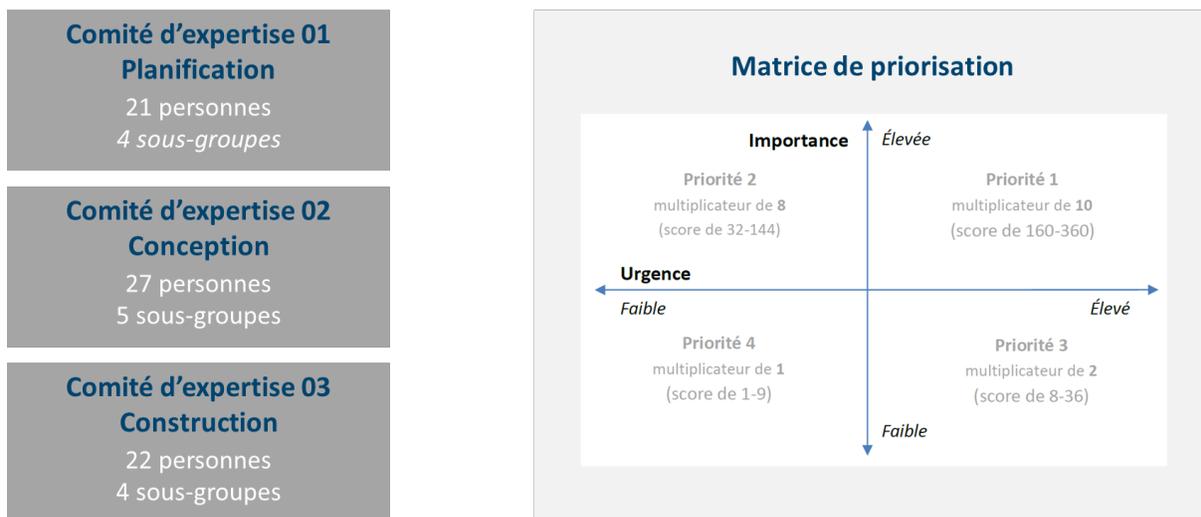


Figure 30 Composition des comités et matrice de priorisation

Série d'ateliers 3 — Validation

Les résultats obtenus ainsi consolidés ont par la suite été validés par l'entremise d'une troisième série d'ateliers avec les comités d'expertise. Cette validation a été effectuée comité par comité (**Figure 31**) au moyen d'une présentation de type *Mentimeter permettant de visualiser les résultats en temps réels*. Ces résultats ont donc pu être discutés avec les membres pour s'assurer que ces derniers correspondaient bien avec leur compréhension de l'échelle de priorité.

À quel point êtes-vous d'accord avec la priorisation des éléments de cet axe et cette considération ?

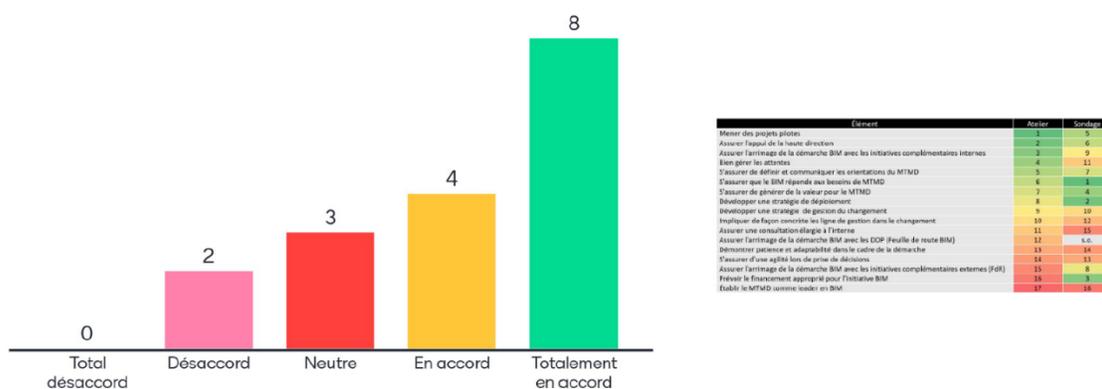


Figure 31 Exemples de question et de résultat obtenu par l'exercice de validation

Dans l'ensemble, les attentes, besoins et enjeux identifiés et priorisés à partir des ateliers avec les comités d'expertise ont été validés pour la plupart par les membres des trois comités. Le **Tableau 18** indique le niveau d'accord ou de désaccord avec la priorisation des divers éléments issus des ateliers de travail. Il est possible de remarquer une plus grande variation dans le taux d'accord pour les éléments de l'axe 6. Il a été mentionné lors des ateliers que les éléments pourraient être mieux ciblés et plus précis. Un autre fait à noter est le niveau d'accord entre les trois comités. Les implications de cette validation sont d'accroître le taux de confiance dans l'identification des actions spécifiques découlant des attentes, besoins et enjeux énoncés par les comités d'expertise. En effet, l'étape suivant cette validation est la déclinaison des actions à être inclus à la feuille de route ministérielle à partir des éléments capturés dans ces ateliers. Ces actions sont discutées dans les prochaines sections.

Tableau 18 Résultats de la validation des éléments identifiés et de leur priorisation par les comités d'expertise

		Total désaccord	Désaccord	Neutre	En accord	Totalement en accord
Axe 1 - Pilotage et coordination						
Attentes	CÉ1	0%	18%	29%	53%	0%
	CÉ2	0%	14%	0%	76%	10%
	CÉ3	0%	0%	47%	53%	0%
Besoins	CÉ1	0%	11%	39%	39%	11%
	CÉ2	0%	11%	5%	74%	11%
	CÉ3	0%	12%	18%	24%	47%
Enjeux	CÉ1	0%	11%	37%	47%	5%
	CÉ2	0%	0%	30%	55%	15%
	CÉ3	0%	0%	21%	58%	21%
Axe 3 - Politiques, contrats et réglementation						
Attentes	CÉ1	-	-	-	-	-
	CÉ2	-	-	-	-	-
	CÉ3	-	-	-	-	-
Besoins	CÉ1	0%	6%	31%	63%	0%
	CÉ2	0%	10%	0%	85%	5%
	CÉ3	6%	6%	19%	63%	6%
Enjeux	CÉ1	0%	0%	50%	38%	13%
	CÉ2	0%	0%	0%	94%	6%
	CÉ3	0%	0%	25%	69%	6%
Axe 5 - Documentation et normalisation						
Attentes	CÉ1	-	-	-	-	-
	CÉ2	-	-	-	-	-
	CÉ3	-	-	-	-	-
Besoins	CÉ1	-	-	-	-	-
	CÉ2	-	-	-	-	-
	CÉ3	-	-	-	-	-
Enjeux	CÉ1	0%	0%	33%	67%	0%
	CÉ2	0%	6%	0%	94%	0%
	CÉ3	0%	0%	56%	44%	0%

		Total désaccord	Désaccord	Neutre	En accord	Totalement en accord
Axe 2 - Mobilisation et compétences						
Attentes	CÉ1	-	-	-	-	-
	CÉ2	-	-	-	-	-
	CÉ3	0%	11%	44%	22%	22%
Besoins	CÉ1	0%	21%	53%	26%	0%
	CÉ2	0%	0%	5%	86%	10%
	CÉ3	6%	18%	47%	24%	6%
Enjeux	CÉ1	0%	0%	58%	42%	0%
	CÉ2	0%	5%	0%	84%	11%
	CÉ3	0%	0%	56%	33%	11%
Axe 4 - Processus, méthodes et flux de travail						
Attentes	CÉ1	0%	0%	31%	50%	19%
	CÉ2	0%	0%	0%	84%	16%
	CÉ3	0%	0%	44%	38%	19%
Besoins	CÉ1	-	-	-	-	-
	CÉ2	-	-	-	-	-
	CÉ3	-	-	-	-	-
Enjeux	CÉ1	0%	6%	25%	50%	19%
	CÉ2	0%	21%	5%	68%	5%
	CÉ3	0%	0%	44%	50%	6%
Axe 6 - Écosystème numérique						
Attentes	CÉ1	0%	38%	19%	31%	13%
	CÉ2	0%	33%	6%	50%	11%
	CÉ3	0%	0%	25%	25%	50%
Besoins	CÉ1	0%	0%	59%	29%	12%
	CÉ2	0%	33%	0%	67%	0%
	CÉ3	0%	0%	0%	0%	100%
Enjeux	CÉ1	0%	17%	50%	33%	0%
	CÉ2	0%	41%	6%	53%	0%
	CÉ3	0%	0%	0%	100%	0%

3.5.4 Atelier avec le comité de direction

Un atelier a été réalisé en ligne avec le comité de direction BIM dans le but de visualiser les grandes orientations stratégiques de l'adoption et de l'implantation du BIM au Ministère. À partir des questions énumérées de 1 à 4 dans la **Figure 32**, un schéma de la problématisation (inspiré de l'approche de la sociologie de la traduction de Michel Callon (1986), voir page 38) a été élaboré de façon collaborative par l'entremise de l'interface Miro (**Figure 33**).

Cette réflexion schématique a permis d'établir une vision macro de l'adoption et de l'implantation du BIM, un point de passage obligé (PPO) vers lequel les acteurs pourraient converger pour atteindre une situation préférable (ou désirée). Le PPO est un énoncé incontournable vers lequel les « actants » s'organisent pour contourner les enjeux et converger afin d'atteindre leurs multiples objectifs respectifs. On entend par « actants », des parties prenantes (PP) tant humaines (acteurs individuels, directions, département, équipe de travail, comités, services, etc.) que non humaines (outils, publications diverses, normes et lois, technologies, etc.). Cet exercice a permis de faire un parallèle entre les parties prenantes clés et les enjeux principaux qui contraignent l'atteinte de leurs objectifs (situation désirée). **Dans une étape ultérieure à cette recherche, nous pourrions donc éventuellement établir un parallèle entre la vision stratégique macro de la direction et la vision pratique (méso/micro) des ateliers d'expertise. Les résultats de cet exercice collaboratif se retrouvent aux pages suivantes.**

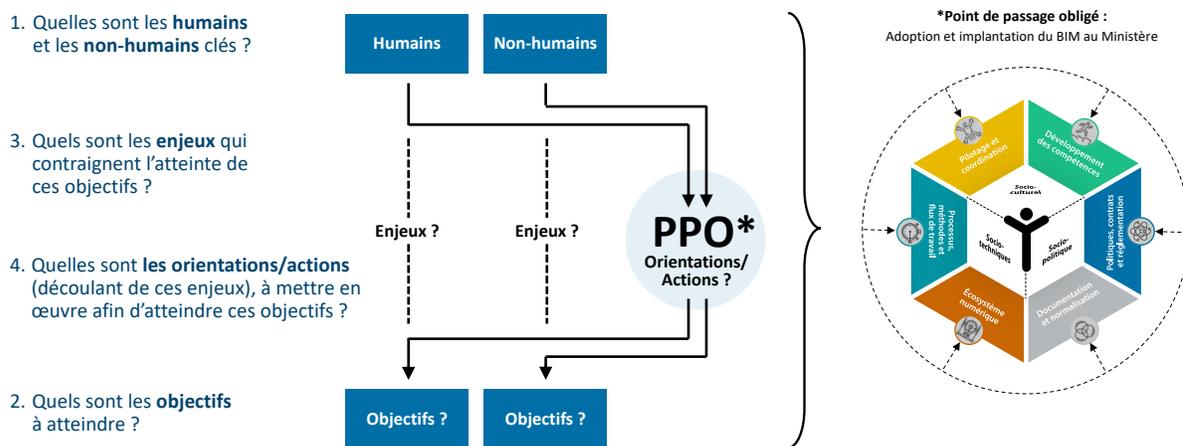


Figure 32 Schématisation de l'atelier basé sur le développement d'un schéma de la problématisation (inspiré de Callon, 1987)



Figure 33 Schéma de la problématisation brut, réalisé à partir de la plateforme collaborative en ligne Miro.

Tableau 19 Synthèse des éléments identifiés et organisés par axe de la feuille de route

Axes	Parties prenantes			Éléments d'analyse				Total
	Humaines	Non humaines	Sous-total 1	Enjeux	Besoins	Objectifs	Sous-total 2	
1 - Pilotage et coordination	20	15	35	12	4	20	36	71
2 - Mobilisation et compétences	10	14	24	15	1	15	31	55
3 - Politiques et réglementation	8	9	17	7	2	10	19	36
4 - Processus	10	8	18	7	2	9	18	36
5 - Documentation	6	16	22	5	4	1	10	32
6 - Écosystème numérique	17	6	23	9	0	7	16	39
Total	71	68	139	55	13	62	130	269

3.5.5 La vision complémentaire du comité de direction et des comités d'expertise

L'un des constats les plus frappants de l'analyse croisée préliminaire des deux types d'atelier (macro et méso/micro) peut se faire en visualisant les séries d'actions des deux types de comités, soit le comité directeur BIM (CD) et les comités d'expertise (CÉ) au [Tableau 19](#) et la [Figure 34](#). De plus, les actions issues de CÉ et des CD ont été consolidés dans les [Tableau 21](#) à [Tableau 26](#). Comme le démontrent ces tableaux, bien que les deux types d'ateliers ne soient pas comparables et que les actions identifiées se recoupent peu, il demeure que les actions respectives identifiées sont complémentaires et soulignent encore davantage l'importance de dresser un inventaire exhaustif des actions afin de mobiliser un nombre grandissant de parties prenantes, quels que soient leurs postes et responsabilités au sein du Ministère.

Tableau 20 Vision complémentaire des éléments identifiés par les deux types de comité

Axes	Éléments d'analyse							
	Enjeux		Besoins		Objectifs		Sous-total	
	CD	CÉ	CD	CÉ	CD	CÉ	CD	CÉ
1 - Pilotage et coordination	9%	1%	3%	8%	15%	7%	28%	15%
2 - Mobilisation et compétences	12%	1%	1%	8%	12%	8%	24%	17%
3 - Politiques et réglementation	5%	0%	2%	2%	8%	2%	15%	5%
4 - Processus	5%	19%	2%	3%	7%	8%	14%	31%
5 - Documentation	4%	1%	3%	1%	1%	2%	8%	5%
6 - Écosystème numérique	7%	5%	0%	11%	5%	12%	12%	28%
Total	42%	27%	10%	33%	48%	40%	100%	100%

X Écart significatif

En effet, le [Tableau 19](#) et la [Figure 34](#), nous informent que, de façon assez générale, les éléments d'enjeux, de besoins et les objectifs liés au déploiement du BIM sont répartis de façon assez semblable dans les deux types de comités. Une différence est cependant plus marquée en ce qui a trait, sans surprise, à l'axe 1 (Pilotage et coordination) mais également les axes 4 (Processus) et 6 (Écosystèmes numériques). Ceci devra être pris en considération par le Ministère lors de la formulation du plan d'action, dans une étape subséquente.

De façon plus spécifique encore, les axes 2 (Mobilisation et compétences) et 4 (Processus) représentent les axes où l'écart entre la vision des enjeux entre les deux types de comité est le plus important. Cela donne un bon indicatif des catégories d'enjeux qui préoccupent davantage soit la direction ou les comités d'expertise. Afin de mobiliser davantage les employés du Ministère, il serait judicieux de s'attarder davantage, d'entrée de jeu, aux enjeux liés à l'axe des processus.

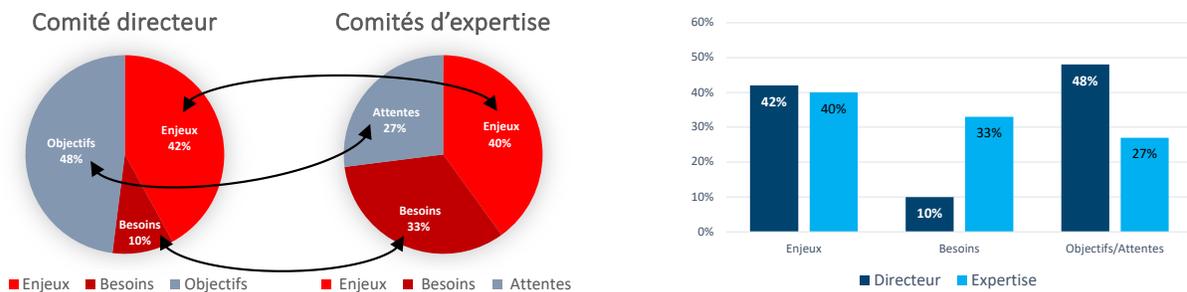


Figure 34 Répartition en pourcentage des éléments de discussion (enjeux/besoins/objectifs) des deux types de comité.

Ces constats font appel aux fondements principaux du « dialogue collaboratif » qui, d'après Stanley Deetz chercheur spécialisé en communication organisationnelle qui s'est attardé à la résolution de conflits, propose que le fait de travailler avec la différence entre les positions et les intérêts est au cœur de la plupart des processus créatifs de résolution de problèmes qui transforment des conflits de ressources limitées apparemment compétitifs, en décisions « gagnant/gagnant » (« win/win ») (Deetz, 2009, p. 8, notre traduction).

L'idée du dialogue collaboratif fait écho à toute la démarche d'atelier (tant pour le comité directeur BIM que les comités d'expertise) entreprise au cours de la deuxième année de ce projet de recherche. Ce type de dialogue, qui réunit des parties prenantes aux différents rôles et responsabilités :

- aide à se concentrer sur les intérêts mutuels des parties prenantes ;
- aide à libérer les parties prenantes des contraintes souvent liées à leurs attentes et objectifs ;

Ainsi, la satisfaction mutuelle de différents intérêts (parfois divergents) devient une possibilité collective pour l'ensemble des individus liés par le projet qui fait l'objet du dialogue, dans notre cas, l'implantation du BIM au Ministère. Il sera intéressant de poursuivre la démarche en organisant d'autres ateliers collaboratifs pour aller plus en profondeur dans la compréhension des éléments qui ont été identifiés.

Tableau 21 Actions identifiées par le Comité directeur (CD) et par les comités d'expertise (CÉ) - Axe 1

Catégories d'actions et actions	CD	CÉ
Axe 1 - Pilotage et coordination	20	21
1.1 Ressources humaines	3	5
Accompagner les utilisateurs	1	
Accroître et rendre disponible les ressources nécessaires à l'implantation		1
Adapter les tâches des parties prenantes	1	
Assurer l'autonomie et la pérennité de l'/des unité(s) BIM		1
Identifier et mettre à disposition les ressources humaines nécessaires		1
Mobiliser les parties prenantes au sein du MTMD	1	
Rationaliser la composition des équipes pour inclure les ressources nécessaires dans les projets BIM		1
Soutenir et habilitier les champions		1
1.2 Partenariats et communauté	2	3
Arrimer les actions des parties prenantes dans la démarche	1	
Assurer l'appui et une compréhension de la haute direction		2
Engager les parties prenantes dans la démarche		1
Implanter une culture de la collaboration entre les parties prenantes (ou groupes de pp)	1	
1.3 Mesure et suivi de la performance	5	
Démontrer la valeur ajoutée de l'Intégration du BIM à l'échelle des pratiques internes	1	
Développer des indicateurs de performance opérationnels	1	
Développer un mécanisme de suivi des actions et des priorités	1	
Établir les cibles et mesures en matière de maturité numérique	1	
Établir une stratégie pour multiplier le nombre de projets réalisés en BIM	1	
1.4 Gouvernance et coordination du déploiement	10	13
Adapter la structure du MTMD pour intégrer le BIM		1
Assurer l'arrimage de la démarche BIM avec les initiatives complémentaires externes (DdR BIM)		1
Assurer l'arrimage de la démarche BIM avec les initiatives complémentaires internes		1
Assurer une agilité lors de prise de décisions		1
Bien gérer les attentes		1
Définir les rôles et responsabilités dans la mise en œuvre du BIM		1
Démontrer patience et adaptabilité dans le cadre de la démarche		1
Développer une stratégie de déploiement		1
Développer une stratégie de déploiement flexible et adaptable aux opportunités	1	
Établir des budgets réalistes et assurer le financement adéquat de l'initiative BIM	1	1
Établir des échéanciers réalistes pour l'implantation du BIM	3	1
Établir des mécanismes de reddition de compte/rétroaction avec les différents groupes de PP*	1	
Établir des orientations pour le cadre de gouvernance claires et justes	1	
Établir et communiquer les mécanismes de pilotage	1	
Établir un mécanisme de soutien de la part de la haute direction	1	
Impliquer de façon concrète les lignes de gestion dans le changement		1
Mener des projets pilotes		1
Prioriser les interventions en matière de déploiement		1
Soutenir les étapes de l'implantation opérationnelle	1	

* Parties prenantes

Tableau 22 Actions identifiées par le Comité directeur (CD) et par les comités d'expertise (CÉ) - Axe 2

Catégories d'actions et actions	CD	CÉ
Axe 2 - Mobilisation et développement des compétences	14	19
2.1 Communications	4	7
Améliorer la compréhension commune de l'usage des jumeaux numériques	1	
Assurer une bonne communication de la démarche		1
Assurer une communication claire autour du BIM et de sa mise en œuvre		1
Assurer une consultation élargie à l'interne		1
Bien communiquer les initiatives, les bons coups et les défis		1
Communiquer aux parties prenantes les dernières tendances en matière de BIM	1	
Communiquer clairement la démarche aux employés du MTMD	1	
Définir et communiquer les orientations du MTMD en matière de BIM		1
Établir des mécanismes de sensibilisation auprès des directeurs quant à l'impact de la transformation	1	
Établir le MTMD comme leader en BIM		1
Impliquer les individus affectés par l'initiative dans la démarche		1
2.2 Formation	8	4
Développer et mettre à jour les profils de compétence pour y intégrer le BIM	1	
Développer l'expertise et les compétences des parties prenantes internes		1
Développer les compétences communes des jumeaux numériques	1	
Développer les compétences des employés en fonction de leur profil de compétence/tâches	1	
Développer un plan de formation		1
Développer une formation ciblée	1	
Développer une plateforme de gestion des compétences	2	
Encourager le partage et le transfert d'informations et de connaissances entre les PP*	1	
Intégrer le BIM dans les formations et en assurer la mise à jour	1	
Offrir une formation ciblée selon les besoins techniques, opérationnels et de gestion		1
Soutenir une boucle d'apprentissage et de rétroaction		1
2.3 Accompagnement	2	8
Accompagner les parties prenantes externes dans le changement		1
Accompagner les parties prenantes internes dans le changement		1
Assurer l'adhésion des parties prenantes internes		1
Assurer un accompagnement et un soutien		1
Assurer un accompagnement par une / des équipe(s) dédiée(s)		1
Constituer des « unités expertes spécialisées » responsables de mobiliser et d'accompagner les PP*	1	
Développer un service d'accompagnement afin de répondre aux besoins et craintes des PP*	1	
Développer une stratégie de gestion du changement		1
Encadrer le changement des pratiques au sein du MTMD		1
Simplifier les processus de mise en œuvre du BIM		1

*Parties prenantes

Tableau 23 Actions identifiées par le Comité directeur (CD) et par les comités d'expertise (CÉ) - Axe 3

Catégories d'actions et actions	CD	CÉ
Axe 3 - Politiques, contrats et réglementation	12	46
3.1 Mandats et objectifs	4	37
Améliorer l'accès à l'information		1
Améliorer l'accessibilité aux données et aux informations		2
Améliorer l'analyse et la validation des éléments de conception		1
Améliorer l'efficacité des flux de travail		1
Améliorer la collaboration		1
Améliorer la compréhension du projet		2
Améliorer la gestion de l'information		1
Améliorer la gestion de risque		1
Améliorer la gestion des chantiers		1
Améliorer la gestion du cycle de vie des actifs		1
Améliorer la planification et la gestion de l'échéancier		1
Améliorer la productivité		1
Améliorer la rapidité et la précision des estimations		1
Améliorer le partage et l'échange de données		2
Améliorer les études d'opportunités		1
Automatiser les calculs (quantités, estimation, ingénierie, etc.)		1
Centrer la vision de la transformation sur l'humain		1
Cibler la proposition de valeur du BIM pour le MTMD		1
Définir les attentes en matière de productivité, fonctionnalités, performances, etc.		1
Établir les limites du cadre réglementaire permettant de soutenir l'innovation	1	
Établir les objectifs clairs de mise en œuvre de la conception 3D	1	
Faciliter l'acquisition d'informations		1
Faciliter l'élaboration de méthodes de construction accélérée		1
Faciliter l'intégration des sources d'information du projet		1
Générer de la valeur pour le MTMD		3
Identifier et cibler les enjeux réels de la transformation		1
Identifier et prendre en considération les impacts sociaux et politiques		1
Inclure des pratiques de gouvernance de la donnée dans la vision BIM du MTMD		1
Intégrer le BIM aux différents plans stratégiques	1	
Intégrer le BIM dans la définition du cadre réglementaire en impliquant les PP*	1	
Optimiser le processus de conception		1
Optimiser les solutions de conception développées		1
Réduire les coûts et les délais de projet		2
Viser un consensus sur les orientations et les actions à prendre		2
3.2 Approvisionnement (suite à la page suivante)	3	3
Adapter les clauses types des appels d'offres pour y intégrer le BIM	1	
Adapter les règles d'octroi de contrats		1
Assurer une clarté et une complétude des exigences d'appel d'offres		1
Identifier, établir et communiquer des principes de transparence de la démarche d'approv. aux *PP	1	

Intégrer les livrables 3D aux appels d'offres sur SEAO		1
Mettre à jour les règles d'acquisition en informatique	1	
3.3 Contrats et légal	5	6
Adapter les clauses contractuelles		1
Adapter les pratiques de gestion contractuelle au BIM		1
Adapter les règles et procédures contractuelles pour l'implantation du BIM	1	
Assurer la prise en compte des considérations de responsabilité professionnelle		1
Développer des clauses contractuelles types pour les contrats de construction standards, contrats de service professionnels et contrats en mode alternatif	1	
Développer les pratiques de gestion de la propriété intellectuelle		2
Développer les pratiques de gestion des aspects légaux		1
Établir l'écosystème légal et réglementaire	1	
Identifier et intégrer le BIM dans les documents contractuels	1	
Intégrer les notions de BIM dans les documents juridiques	1	

*Parties prenantes

Tableau 24 Actions identifiées par le Comité directeur (CD) et par les comités d'expertise (CÉ) - Axe 4

Catégories d'actions et actions	CD	CÉ
Axe 4 - Processus, méthodes et flux de travail	12	18
4.1 Usages et gestion de l'information	8	13
Adapter les pratiques actuelles du MTMD au BIM	1	1
Adapter les pratiques et outils existants au BIM		1
Cartographier et revoir les processus selon les usages ciblés	3	
Développer de nouvelles approches collaboratives soutenues par le BIM		1
Développer des usages de modèles normalisés : Coordination 3D		1
Développer des usages de modèles normalisés : Simulations et analyses avancées		1
Développer des usages de modèles normalisés : Visualisation		1
Développer les pratiques de gestion des données et de l'information		2
Développer les pratiques de gestion et de maintien des modèles à travers le cycle de vie des actifs		3
Développer les procédures et pratiques de contrôle qualité	1	2
Développer un répertoire d'usages de modèles normalisé	1	
Établir les obligations en matière de cybersécurité associées à la mise en œuvre du BIM	1	
Harmoniser les pratiques de réalisation de projet BIM	1	
4.2 Rôles et responsabilités	3	4
Adapter les rôles actuels au sein du MTMD au BIM		1
Adapter les rôles et responsabilités pour chacune des pratiques internes en prenant en compte les conventions collectives	1	
Définir les besoins en fonction des rôles et responsabilités		1
Définir les responsabilités dans le soutien au déploiement		1
Définir les rôles et responsabilités		1
Définir les rôles et responsabilités en matière de cybersécurité associés à l'implantation/usage BIM	1	
Intégrer les compétences BIM dans les descriptions d'emplois	1	
4.3 Composantes de modèles	1	1
Assurer une disponibilité de bibliothèques d'objets numériques		1
Développer des normes et des objets numériques communs à l'ensemble du Ministère	1	

Tableau 25 Actions identifiées dans le Comité directeur BIM et dans les comités d’expertise - Axe 5

Catégories d’actions et actions	CD	CÉ
Axe 5 - Documentation et normalisation	8	16
5.1 Exigences	2	7
Adapter les exigences pour y intégrer le BIM	1	
Arrimer les exigences entre intervenants externes		1
Définir les livrables attendus		1
Définir les niveaux de besoins en information en fonction des objectifs et des différents usages BIM		1
Développer les pratiques de partage et d'intégration des données avec les PP* externes		1
Développer les techniques et processus de modélisation communs		1
Identifier et prioriser les informations nécessaires aux maquettes		1
Identifier les informations internes et externes à être partagées	1	
Revoir la documentation et les livrables de projet en fonction des capacités BIM		1
5.2 Guides	2	3
Adapter les cadres de gestion et la documentation existants		1
Définir clairement les processus de travail		1
Développer des guides et documents pour encadrer la mise en œuvre	1	
Développer des guides et manuels / procédures techniques orientés BIM	1	
Harmoniser les pratiques de conception 3D au sein du MTMD		1
5.3 Normes	4	6
Assurer l'arrimage des normes BIM MTMD avec les normes existantes		1
Définir les classifications et la structure de la documentation et des données		1
Établir des normes et des procédures de gestion de l’information	2	
Établir et diffuser un système de classification normé et adapté	1	
Identifier et développer les normes appropriées à appliquer au MTMD		3
Normaliser les pratiques de conception 3D au sein de la norme CDAO actualisée du MTMD	1	1

*Parties prenantes

Tableau 26 Actions identifiées par le Comité directeur (CD) et par les comités d'expertise (CÉ) - Axe 6

Catégories d'actions et actions	CD	CÉ
Axe 6 - Écosystème numérique	10	42
6.1 Systèmes d'information existants	6	24
Assurer les besoins en centralisation des données		1
Assurer les besoins en stockage des données		1
Assurer les besoins en stockage des données		1
Assurer l'interopérabilité des systèmes d'information		1
Assurer la disponibilité de l'équipement nécessaire		1
Assurer la disponibilité des outils spécialisés (simulation, planification, etc.)		1
Assurer la disponibilité et accessibilité des données pertinentes pour soutenir les différents services		1
Assurer la fiabilité de la représentation des maquettes		1
Assurer la pérennité des données et de l'information		1
Assurer la performance du matériel informatique		1
Assurer la performance et la connectivité du réseau informatique		2
Assurer la pertinence des données stockées		1
Assurer la pertinence et une performance adéquate des solutions logicielles		1
Assurer le partage et l'intégration des données avec les PP* internes (MTMD) dans le cadre de projets		1
Assurer une performance adéquate du matériel informatique		1
Établir un plan d'action de remplacement des infrastructures technologiques soutenable	1	
Établir un plan d'action pour valoriser les données existantes (ROI)	1	
Évaluer la nécessité d'intégrer certains systèmes d'information existants		1
Évaluer la pertinence des systèmes d'information et logiciels existants		1
Faciliter le transfert d'information entre les systèmes	1	
Fournir des outils spécialisés selon les besoins et orientations		1
Identifier les besoins en centralisation des données		1
Identifier les infrastructures technologiques désuètes	1	
Identifier les systèmes d'information redondants		1
Identifier les technologies et outils désuets	1	
Identifier les technologies et outils existants compatibles/non compatibles avec ceux du BIM	1	
Intégrer les relevés de terrain (données Lidar) au BIM		1
Moderniser les systèmes d'information		2
6.2 Technologies et outils (suite à la page suivante)	1	6
Assurer que le choix d'outils de conception réponde aux besoins et contraintes du MTMD		1
Développer des outils et technologies de visualisation		1
Identifier les technologies complémentaires (Réalité augmentée, Impression 3D, etc.) à implanter		1
Implanter des outils pour permettre l'engagement des riverains / citoyens		1
Intégrer le BIM et le SIG		1
Intégrer les outils de capture de la réalité au processus BIM		1
Intégrer les technologies et outils BIM aux technologies et outils existants (ex. Lidar, scan 2 BIM)	1	
6.3 Systèmes d'information collaboratifs (suite à la page suivante)	3	12
Assurer la continuité et la réutilisation de l'information à travers le cycle de vie d'un actif		1
Assurer la prise en compte des considérations de cybersécurité		3
Bien communiquer et échanger les données avec les parties prenantes externes		1
Définir les besoins en matière de systèmes pour centraliser l'information		1

Développer un dictionnaire de données pour le MTMD	1	
Développer un système d'information commun pour l'ensemble des directions du MTMD	1	
Développer une stratégie d'intégration des systèmes d'information internes et externes		1
Développer une stratégie d'interopérabilité des données		1
Développer une stratégie d'interopérabilité logicielle		1
Établir des mécanismes pour soutenir le partage de l'information en temps réel	1	
Fournir une plateforme de collaboration centralisée		1
Mettre en œuvre une plateforme de centralisation des données et des informations		1

Constats et orientations issue de l'analyse des résultats du diagnostic

- Le processus de diagnostic ainsi que la planification des actions repose sur une série d'ateliers et de sondages avec les membres de différents comités, notamment les comités d'expertise et le comité directeur BIM. Ces ateliers ont été élaborés afin d'identifier les attentes, les enjeux, les besoins, les objectifs (ainsi que la priorité qu'on leur accorde) pour la mise en œuvre du BIM au Ministère. Le cadre de diagnostic et de déploiement a permis d'identifier et de cibler les actions à prendre en considération pour constituer la feuille de route ministérielle. Le but de ces ateliers était d'assurer l'adhésion et l'appropriation des livrables du projet de recherche, notamment les résultats du diagnostic, ainsi que les recommandations issues de la recherche.
- Trois séries d'ateliers ont été tenues avec les membres des comités d'expertises, au nombre de trois (Planification, Conception et Construction). Ces ateliers sont déroulés à partir de la deuxième année du projet de recherche.
 - Le premier atelier, réunissant les membres de chaque comité d'expertise, visait à dresser le portrait de la situation désirée en petit sous-groupe de cinq personnes. Un total de 618 attentes, besoins et enjeux ont été identifiés lors de ces ateliers
 - Le deuxième atelier a permis aux membres des comités d'évaluer le niveau de priorité des 618 éléments, répartis par axe de la feuille de route. Cette évaluation a été effectuée au moyen d'un sondage anonyme en ligne puis en groupe. Dans chacun des cas, les éléments ont été priorisés selon une échelle allant de 1 (pas du tout important) à 3 (très important). Les résultats de l'exercice de priorisation ont par la suite été harmonisés par le groupe de recherche. Un total de 192 éléments a été distillés de la deuxième série d'ateliers qui, une fois traités, ont été traduits en 162 actions.
 - Les résultats consolidés ont par la suite été validés par l'entremise d'une troisième série d'ateliers avec les comités d'expertise. Dans l'ensemble, les attentes, besoins et enjeux identifiés et priorisés à partir des ateliers avec les comités d'expertise ont été validés pour la plupart par les membres des trois comités.

Constats et orientations issue de l'analyse des résultats du diagnostic

- En parallèle aux ateliers avec les comités d'expertise, un atelier a été réalisé en ligne avec le comité de direction BIM dans le but de visualiser les grandes orientations stratégiques de l'adoption et de l'implantation du BIM au Ministère. La réflexion schématisée mise de l'avant dans cet atelier a permis d'établir une vision macro de l'adoption et de l'implantation du BIM, un point de passage obligé (PPO) vers lequel les acteurs pourraient converger pour atteindre une situation préférable (ou désirée). Cet exercice a permis de faire un parallèle entre les parties prenantes clés et les enjeux principaux qui contraignent l'atteinte de leurs objectifs (situation désirée). Un total de 76 actions a été identifiées via l'exercice avec le comité directeur BIM.
- Finalement, un exercice de croisement des actions identifiées dans le CÉ et les CD a été effectué. Cet exercice a permis de mieux comprendre et mettre en lumière les différentes perspectives sur la mise en œuvre du BIM au ministère. En effet, les actions identifiées dans les différents comités se recoupent peu, par contre elles sont complémentaires et se complètent. Il est possible de dénoter une différence est cependant plus marquée en ce qui a trait, sans surprise, à l'axe 1 (Pilotage et coordination) mais également les axes 4 (Processus) et 6 (Écosystèmes numériques). Ceci devra être pris en considération par le Ministère lors de la formulation du plan d'action, dans une étape subséquente.
- De façon plus spécifique encore, les axes 2 (Mobilisation et compétences) et 4 (Processus) représentent les axes où l'écart entre la vision des enjeux entre les deux types de comité est le plus important. Cela donne un bon indicatif des catégories d'enjeux qui préoccupent davantage soit la direction ou les comités d'expertise. Afin de mobiliser davantage les employés du Ministère, il serait judicieux de s'attarder davantage, d'entrée de jeu, aux enjeux liés à l'axe des processus.

4. Résultats de l'axe 2 - État des pratiques et des connaissances actuelles émanant des projets

4.1 Étape 2a : Identifier les projets pertinents

Comme mentionné dans la section sur la méthodologie, deux types de projets ont été identifiés dans le but d'être analysés afin de contribuer au cadre de déploiement pour l'adoption et l'implantation du BIM. Il s'agit de :

- projets pilotes ;
- projets d'apparence traditionnelle dans lesquels un ou plusieurs aspects du BIM avaient déjà été déployés.

Deux activités de recherche ont permis d'identifier les projets où le BIM a été, ou sera mis en œuvre au sein du Ministère. Ces activités sont décrites ci-dessous.

4.1.1 Les projets pilotes

Pour identifier et déterminer leur pertinence, des rencontres exploratoires ont été tenues avec les chargés de projets ou les représentants techniques pour discuter des orientations, attentes et enjeux liés à l'implantation du BIM sur le projet. Les projets suivants ont été ciblés :

- P1** Remplacement d'un portique en fin de vie (Structure P-13836)
- P2** Reconstruction du pont de l'Île-aux-Tourtes entre Vaudreuil-Dorion et Senneville
- P3** Construction d'un hangar à l'aéroport de Québec (0612QUE)
en collaboration avec la SQI
- P4** Reconstruction du Centre de service Foster en collaboration avec la SQI
- P5** Réfection du pont Camille-Parenteau

4.1.2 Les projets d'apparence traditionnelle

Dans le cas des projets d'apparence traditionnelle, les projets actifs où une composante de BIM a été mise en œuvre ont été également recensés via un sondage qui a été distribué à l'ensemble du personnel œuvrant au sein des directions du Ministère entre décembre 2022 et janvier 2023. Le sondage cherchait à identifier si l'une ou plusieurs de ces pratiques ont été déployées sur les projets du Ministère :

- Développement d'une ou de plusieurs maquettes 3D
- Utilisation du relevé par balayage laser
- Utilisation d'une ou de plusieurs maquettes 3D afin d'aider à la conception et coordination
- Utilisation d'une ou de plusieurs maquettes 3D afin d'aider à l'analyse et la simulation
- Utilisation d'une ou de plusieurs maquettes 3D pour produire des plans 2D

- Échange de données de projet selon des formats ouverts (ex : IFC, CityGML, gbXML)
- Utilisation de plateforme(s) de collaboration permettant de centraliser les données de projet

Ce sondage a reçu plus de 1 720 réponses. Le sondage étant anonyme, seul le numéro de projet a été exigé en guise d'identification. Au total, 21% des répondants ont indiqué avoir déployé l'une ou plusieurs des pratiques énumérées ci-dessus sur un ou plusieurs projets au Ministère. Un total de 118 projets a été répertorié. La **Figure 35** illustre les réponses en lien avec la mise en œuvre des pratiques s'apparentant à la mise en œuvre du BIM sur les projets recensés au sein du Ministère. Il est possible de constater qu'une grande majorité des projets recensés utilisent une maquette 3D ainsi que / ou le relevé par balayage laser. Très peu de projets utilisent des formats ouverts pour l'échange de données ou des plateformes de collaboration permettant de centraliser les données de projet.

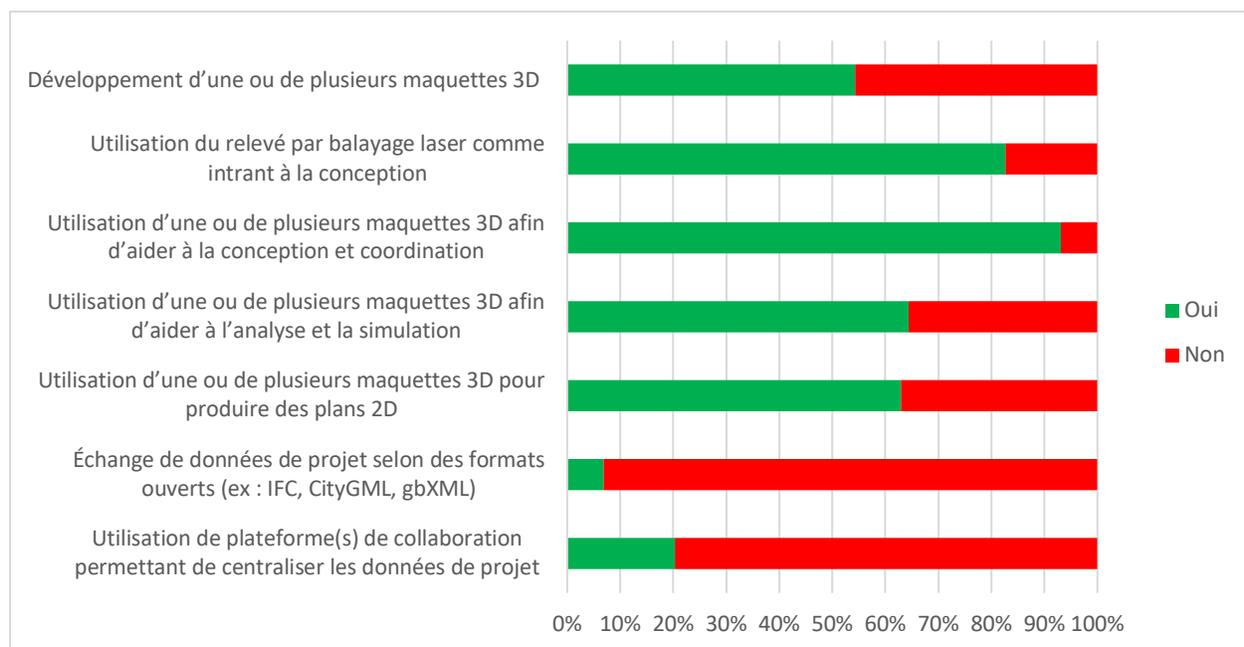


Figure 35 Pratiques s'apparentant à la mise en œuvre du BIM sur les projets

Sur les 118 projets recensés, 16 projets ont été ciblés pour les entrevues avec les chargés de projet principaux, au-delà des projets pilotes :

- P6** Pont Gédéon-Ouimet – Reconstruction
- P7** Autoroute 15 – Aménagement des voies réservées et réfection des chaussées
- P8** Prolongement de la route 138
- P9** Autoroute 35 - Parachèvement Phase III
- P10** Autoroute 35 – Parachèvement Phase IV
- P11** Tunnel L-H-Lafontaine – Réfection majeure

- P12** Route 247 – Conservation de chaussée
- P13** Route Guérin – Stabilisation de talus
- P14** Route 267 – Éclairage
- P15** Route 199 – Protection d’un ouvrage contre l’érosion
- P16** Tunnel Ville-Marie – Réfection majeure
- P17** Pont de Québec – Remplacement du Tablier
- P18** Autoroute 55 – Pavage
- P19** Route 153 – Stabilisation de talus
- P20** Route 155 – Étude d’opportunité
- P21** Pont 7416

4.2 Étape 2b : Collecter et analyser des données

Cette étape consistait à collecter les données auprès des parties prenantes clés afin de répertorier les différentes pratiques en usage dans chacun des projets sélectionnés. Pour ce faire des entrevues ont été menées auprès des responsables de chaque projet, suivant un protocole d’entrevues présenté en annexe. Les questions qui ont été discutées sont les suivantes :

- Q1.** Pouvez-vous nous décrire le projet, ses enjeux et ses défis ?
- Q2.** Pouvez-vous nous décrire, au mieux de vos connaissances, comment le BIM a été ou sera mis en œuvre dans ce projet ?
- Q3.** Quelles sont ou quelles étaient vos attentes par rapport à la mise en œuvre du BIM dans ce projet? Ont-elles été rencontrées ?
- Q4.** Dans le cadre de cet axe du projet de recherche, nous cherchons à rencontrer les membres de l’équipe impliqués et/ou impactés par la mise en œuvre du BIM. Selon vous, quels membres sont impactés et comment ?

L’ensemble des données ont été par la suite analysées afin d’identifier les utilisations du BIM et des technologies numériques dans le projet et ses opportunités, les avantages de l’utilisation du BIM et des technologies numériques et puis les défis de mise en œuvre du BIM et des technologies numériques dans ce projet. La description détaillée des projets est présentée en annexe, incluant les avantages et les enjeux spécifiques à chaque projet.

4.2.1 Niveau d’utilisation du BIM et des technologies numériques dans les projets du Ministère

L’analyse des données provenant des entrevues relatives à chaque projet démontre que, à ce stade, la modélisation numérique en 3D du projet, soit la présence d’un modèle quelconque en trois-dimensions d’un aspect du projet, constitue l’usage le plus répandu dans les projets répertoriés, représentant 76% des occurrences parmi les 21 projets documentés. En contrepartie,

l'exploitation effective du modèle 3D existant pour la visualisation du projet est moins fréquente, ne représentant que 28,5% d'occurrences.

Dans cette lignée, l'acquisition des conditions de terrain existantes à l'aide de technologies telles que le Lidar 3D mobile et le Lidar 3D aéroporté se positionne comme le second usage le plus récurrent, identifié dans 62% des projets. Cet usage est étroitement lié à la création d'un modèle numérique de terrain, qui est utilisé en tant qu'intrant pour la conception 3D et représente 52% de couverture parmi les projets étudiés.

Un autre usage relevé concerne l'utilisation de plateformes collaboratives pour gérer les communications entre les parties prenantes, avec une occurrence de 38%. Cette utilisation peut être gérée soit uniquement au sein de l'équipe du mandataire, soit au sein du Ministère pour la collaboration avec des parties prenantes externes.

Par ailleurs, le BIM est exploité dans les projets pour effectuer des analyses (environnementales, hydrauliques, géotechniques) et des simulations (énergétiques, incendie), contribuant à une meilleure planification de la phase de réalisation. Cependant, ces analyses et simulations à partir du modèle 3D ne sont que rarement utilisées dans les projets, ne représentant qu'une couverture d'environ 14%, relevée pour seulement 3 projets.

D'autres usages de la maquette numérique ont été évoqués lors des entretiens, mais avec une faible couverture globale sur l'ensemble des projets. Cela peut être attribué au fait que certains projets recensés étaient considérés comme des projets "pilotes" avec des exigences et des usages BIM déjà définis. Pour les autres projets, l'adoption du BIM dépend davantage de l'initiative du mandataire. Ces autres usages comprennent la gestion de la circulation, la génération de plans 2D à partir du modèle 3D, le phasage et le séquençage des travaux (BIM 4D), la coordination 3D, la création du modèle tel que construit, et l'exploitation et la gestion des actifs. La **Figure 36** illustre la représentation (en pourcentage) des usages BIM répertoriés sur les projets sondés.

4.2.2 Écosystème numérique des projets

L'écosystème numérique au sein du MTMD se révèle comme un ensemble plus ou moins intégré de technologies et d'outils numériques pour soutenir une partie du cycle de vie des projets. Les entretiens menés ont permis de dégager une vision assez globale de cet écosystème, mettant en lumière les technologies et les plateformes qui jouent un rôle essentiel dans la gestion et la réalisation des projets du MTMD.

Une tendance marquante dans l'écosystème numérique du MTMD est l'utilisation répandue de la technologie Lidar 3D, notamment dans le cadre de l'acquisition des conditions de terrain existantes. Cette technologie se conjugue harmonieusement avec l'utilisation fréquente du BIM,

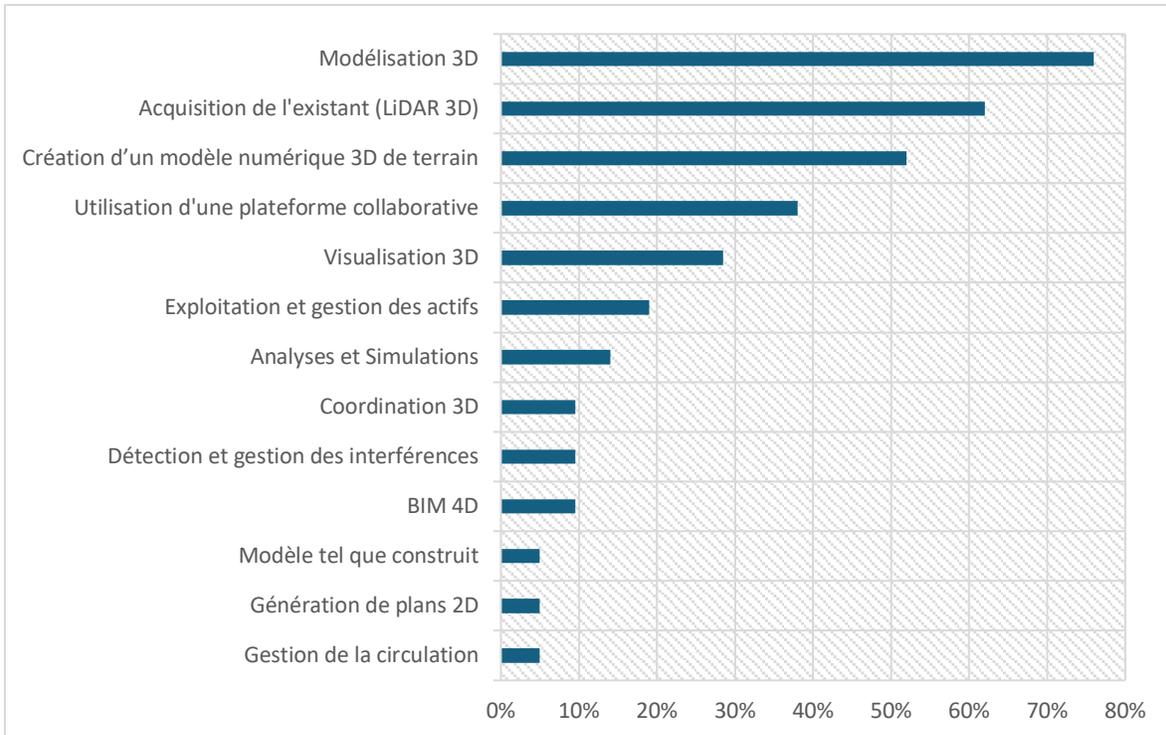


Figure 36 Représentation (en pourcentage) des usages BIM répertoriés sur les projets sondés

soulignant ainsi l'importance de la modélisation numérique des conditions existantes dans les initiatives du MTMD.

Parallèlement, une diversité d'outils numériques est mobilisée pour des tâches telles que l'arpentage, les relevés bathymétriques, avec des exemples incluant Trimble PCS900, Leica Pavesmart 3D, Topcon Milling 3D, ainsi que des scanners multifaisceaux, monofaisceau, écho-sondeurs et GPS. De plus, l'utilisation de drones pour les relevés numériques de terrain confirme l'adoption de technologies innovantes pour optimiser la collecte de données.

En ce qui concerne la modélisation des projets, le MTMD tire parti d'une gamme de logiciels tels que CIVIL 3D, Power InRoads, Autocad, ORDAutoCAD, Revit et Trident. Ces outils sont sélectionnés en fonction des besoins spécifiques de chaque projet.

La gestion des interactions et de la coordination entre les parties prenantes aux projets repose sur des plateformes telles qu'Aconex, Microsoft Teams, Sharepoint, OneDrive, Cintoo et Autodesk BIM 360. Ces plateformes facilitent la collaboration en temps réel, renforçant ainsi l'efficacité des processus de travail. Par contre, la suite de logiciels Microsoft, aucune plateforme collaborative n'a été implantée de façon définitive, le choix reposant sur le mandataire.

La gestion documentaire et de l'information sur l'ensemble du cycle de vie des projets bénéficie de l'utilisation de la plateforme interne de gestion documentaire du MTMD, la GID. Les outils

PlaniActif et SIGO sont également mentionnés comme des atouts clés pour la gestion et l'exploitation des actifs tout au long du cycle de vie des projets.

Notamment, le Ministère utilise divers systèmes de gestion de l'information de projet, parmi lesquels le système GPR (Gestion des projets routiers) prédomine pour les projets d'une certaine envergure. Le GPR favorise la consultation de diverses sources de données dans le projet, la planification détaillée et le suivi centralisé des projets, illustrant ainsi une approche intégrée pour garantir la cohérence et l'efficacité opérationnelle dans la réalisation des projets du MTMD.

4.2.3 Avantages de l'utilisation du BIM et des technologies numériques

Bien que l'adoption du BIM dans les projets du Ministère demeure préliminaire, des bénéfices de l'utilisation du BIM par les mandataires ou des technologies s'apparentant au BIM ont été identifiés. Les avantages identifiés à travers les entretiens révèlent une diversité d'impacts positifs, démontrant le potentiel du BIM à apporter des améliorations substantielles. La **Figure 37** indique la répartition des avantages (attendus, perçus ou mesurés) répertoriés dans les projets recensés. Un suivi des bénéfices sera à effectuer dans les prochaines phases de déploiement du BIM au Ministère.

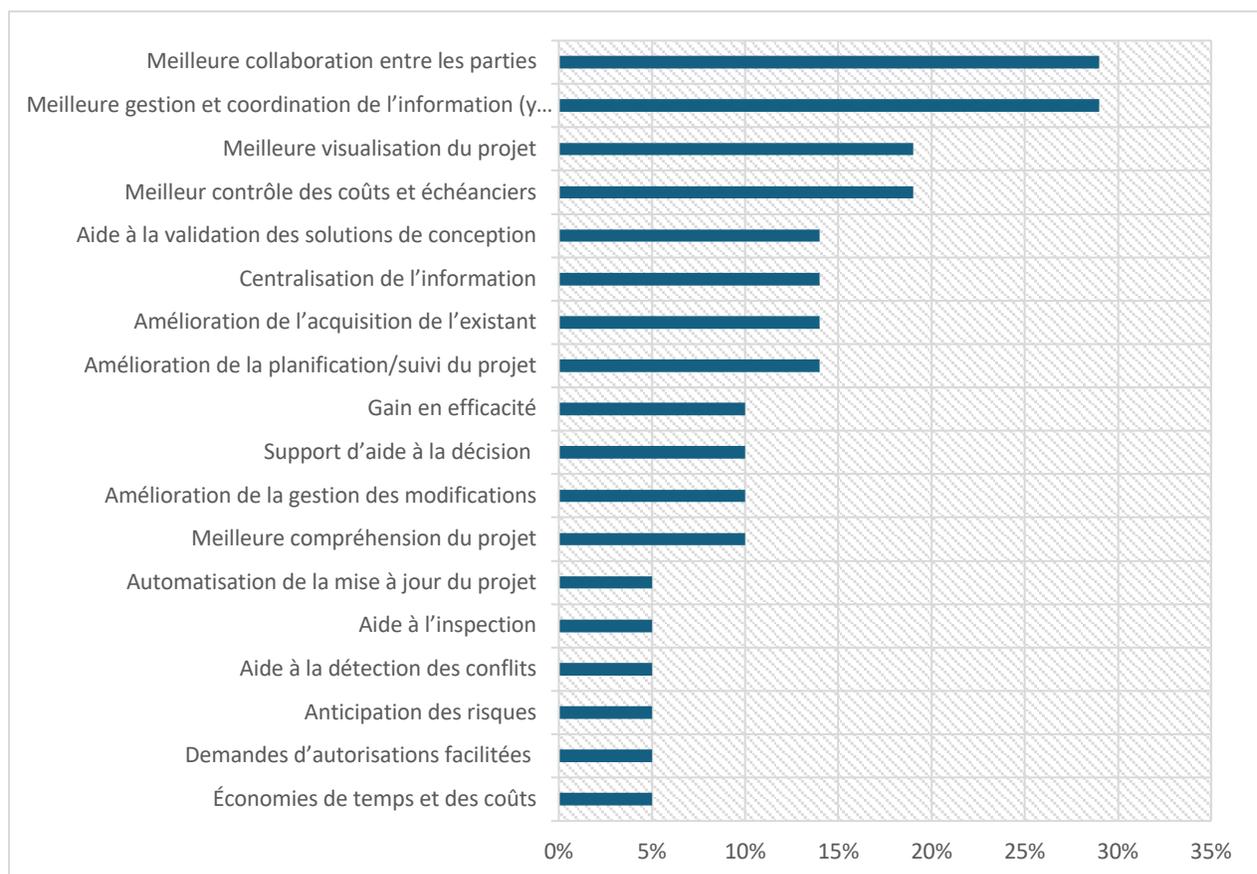


Figure 37 Répartition (en pourcentage) des avantages répertoriés

4.2.4 Enjeux et défis de l'implantation du BIM et des technologies numériques dans les projets recensés

Les défis inhérents à la mise en œuvre du BIM dans les projets recensés sont illustrés à la [Figure 38](#) et détaillés ci-dessous :

- **Gestion de l'information** : La diversité des systèmes de gestion de l'information souligne le besoin d'une accessibilité facilitée et d'une intégration optimale de l'information pour maximiser l'efficacité du BIM.
- **Collaboration interne et externe** : la collaboration efficace entre les parties prenantes reste un défi majeur, reflétant des pratiques pouvant être qualifiées de fragmentées au sein du Ministère et entre les équipes de gestion et les mandataires.
- **Résistance au changement** : la réticence des équipes à adopter de nouvelles technologies, en combinaison avec la perception du temps nécessaire à cette transition, crée un défi pour réussir la transition BIM sans pertes de temps significatives.
- **Infrastructure informatique et logiciels** : les entretiens ont mis en évidence des lacunes dans l'infrastructure informatique actuelle, incapable de soutenir certains logiciels BIM couramment utilisés dans l'industrie. Les disparités entre les outils du MTMD et les logiciels BIM représente un défi supplémentaire.
- **Qualification de la main-d'œuvre** : la nécessité d'inclure des experts dédiés à la gestion BIM pose un défi, d'autant plus que l'instabilité de la main-d'œuvre dans les projets peut entraver le transfert de connaissances.
- **Technologies d'acquisition** : bien que le Ministère dispose de technologies d'acquisition numériques, les projets nécessitant une précision extrême, comme ceux des routes 155 et 153, soulèvent la nécessité d'équipements de haute précision.
- **Sécurité de l'information** : Les enjeux juridiques et légaux entourant la possession et l'utilisation des informations numériques générées par le BIM nécessitent une clarification.
- **Gestion des délais** : La complexité des autorisations à obtenir pour la réalisation des projets implique la gestion stratégique des échéances, notamment dans le contexte d'un grand nombre de parties prenantes.
- **Gestion des données volumineuses** : La manipulation de fichiers volumineux, inhérente aux projets d'infrastructures, constitue un défi potentiel pour une implémentation efficace du BIM, pour la gestion de l'information générée.
- **Niveaux de maturité du BIM entre les parties prenantes** : Les divergences dans les niveaux de maturité BIM entre les intervenants créent des défis, révélant que l'industrie est généralement plus avancée dans l'utilisation des technologies BIM que le Ministère. Cela se manifeste notamment par l'utilisation plus répandue de logiciels de modélisation et de plateformes collaboratives au sein de prestataires de services.

- **Règlementation et les politiques en vigueur** : la réglementation peut être perçue comme un frein à l'adoption du BIM notamment en ce qui concerne les besoins en matière de rapportage, de sécurité des données et de collaboration entre le Ministère et ses mandataires (par exemple, impossibilité de rejoindre un espace de collaboration mis en place par un mandataire)

Cette synthèse met en lumière la complexité de la transition vers le BIM à l'échelle des projets, soulignant la nécessité d'aborder des aspects techniques, organisationnels et humains de manière holistique lors de la mise en œuvre de cette méthodologie dans les projets du Ministère.

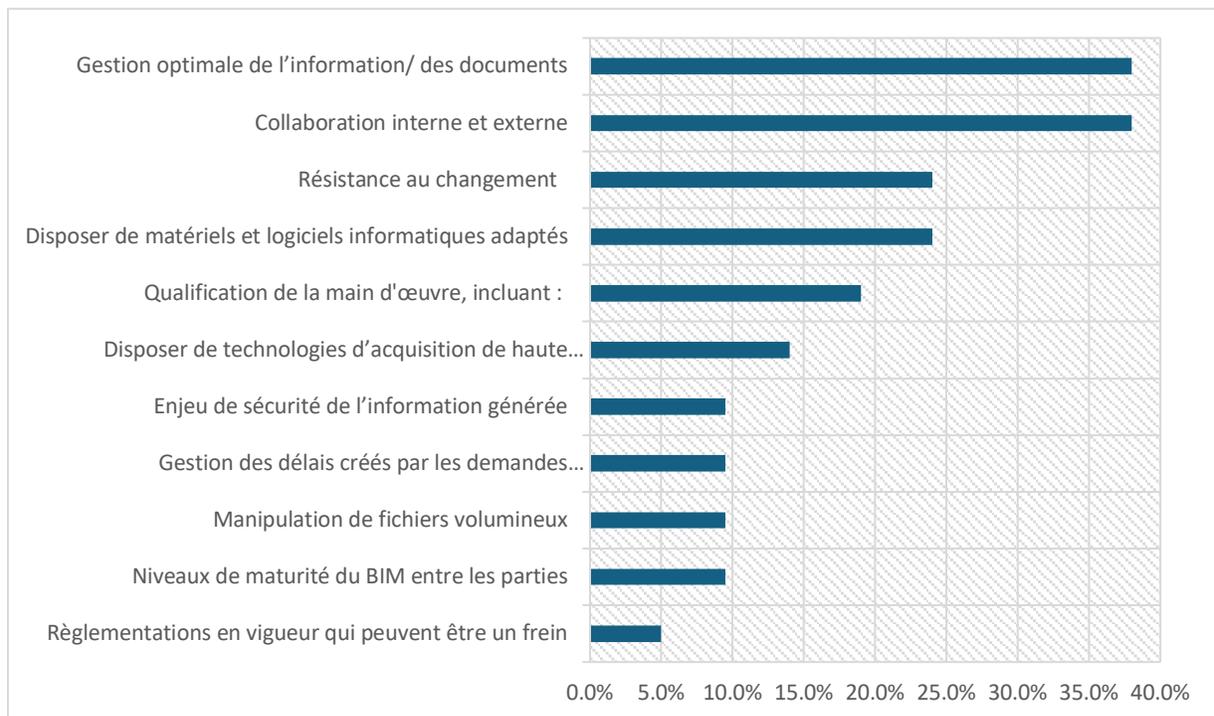


Figure 38 Répartition (en pourcentage) des enjeux et défis répertoriés.

4.2.5 Opportunités pour le BIM et les technologies numériques dans les projets

Les opportunités découlant de l'application du BIM ont été identifiées et/ou extrapolées via les entretiens. En effet, certaines opportunités ont été extrapolées depuis l'analyse des défis rencontrés par les projets. Cette démarche a consisté à comparer les défis avec les pratiques et avantages du BIM spécifiquement observés dans la littérature par rapport aux infrastructures de transport. Ainsi, en plus des opportunités évoquées explicitement au cours des entretiens, cette approche a permis d'identifier des perspectives pour l'implantation du BIM. Ces opportunités reflètent la diversité des avantages que le BIM peut apporter aux projets d'infrastructures de transport, couvrant divers aspects tels que la communication, la gestion des actifs, l'optimisation des processus et la pérennisation des informations de projet. Ces opportunités, bien que

spécifiques à chaque projet, soulignent le potentiel du BIM à répondre à des besoins variés et complexes au sein du Ministère. Les opportunités pour le BIM qui ont été recensées sont identifiées à la **Figure 39** et détaillées ci-dessous.

- **Optimisation de la phase d'exploitation/maintenance** : le BIM permet une gestion améliorée des informations relatives à l'exploitation et à la maintenance des infrastructures, contribuant à prolonger leur durée de vie utile et à réduire les coûts d'exploitation. Cette opportunité a été relevée comme étant pertinente pour plusieurs projets, notamment celui du Pont Camille-Parenteau.
- **Création de jumeau numérique des actifs** : le BIM offre la possibilité de développer des jumeaux numériques pour les infrastructures, permettant une gestion en temps réel et une simulation virtuelle des opérations. Cette opportunité est envisagée pour des projets tels que le Pont P-13836, l'Aéroport de Québec, le Pont Camille-Parenteau et le Tunnel Louis-Hyppolite-Lafontaine, offrant des avantages substantiels pour l'exploitation et la maintenance des actifs.
- **Automatisation des processus** : le BIM permet l'automatisation de nombreux processus, améliorant l'efficacité opérationnelle et réduisant les erreurs potentielles liées aux tâches manuelles.
- **Association BIM-GIS, notamment pour les inspections** : l'intégration du BIM avec les systèmes d'information géographique (GIS) facilite la gestion des données spatiales et la planification des inspections, assurant une coordination efficace entre les modèles BIM et les informations géographiques. Cette opportunité est envisagée pour des projets tels que la reconstruction du Pont Gédéon-Ouimet et l'aménagement de voies réservées sur l'Autoroute 15.
- **Intégration du MNT 3D au modèle de conception 3D** : l'intégration du modèle numérique de terrain (MNT) 3D avec le modèle de conception 3D améliore la précision et la cohérence des modèles.
- **Validation des solutions de conception dès l'étude d'opportunité** : le BIM permet une validation précoce des solutions de conception, réduisant les risques et améliorant la qualité du processus de conception.
- **Support pour la pérennisation de l'information de projet** : le BIM offre une structure pour la conservation et la pérennisation des informations de projet, facilitant l'accès aux données pertinentes à long terme, contrairement aux outils actuellement utilisés au Ministère, qui ont une limite de temps pour la conservation des données.
- **BIM pour la préfabrication** : le BIM facilite la planification et la conception pour la préfabrication, améliorant ainsi l'efficacité de la construction.
- **Suivi de terrassement par relevés 3D aériens** : les relevés 3D aériens facilitent le suivi du terrassement, assurant la conformité avec les plans de conception et permettant des

ajustements en temps réel.

- **Harmonisation des outils technologiques avec ceux déjà utilisés au Ministère** : il existe une opportunité d'harmoniser les outils BIM avec ceux déjà maîtrisés au sein du Ministère, tels que les systèmes de gestion de la maintenance assistée par ordinateur (GMAO), permettant ainsi une transition plus fluide.
- **Réduction de l'écart industrie vs Donneurs d'Ouvrages, grâce à la vulgarisation du BIM** : la vulgarisation du BIM contribue à réduire l'écart de compréhension entre l'industrie et les donneurs d'ouvrages, favorisant une meilleure collaboration et une mise en œuvre plus harmonieuse.
- **Utilisation d'outils BIM intégrés pour des usages spécifiques** : le BIM offre la flexibilité d'utiliser des outils spécifiques à des fins particulières, tels que la communication du projet aux populations locales, la réalisation d'analyses environnementales et géotechniques. Le projet de la route 138 illustre la diversité des usages possibles.
- **Implantation de la démarche BIM pour des projets encore à l'étude** : le BIM peut être implanté au stade de l'étude, même pour des projets déjà partiellement réalisés, offrant ainsi la possibilité de maximiser les avantages de cette démarche en l'intégrant dès les premières phases de conception, comme il a été observé pour le projet du prolongement de la route 138.
- **Inspections de terrain à l'aide de drones** : l'utilisation de drones pour les inspections de terrain offre une perspective détaillée et rapide, facilitant la collecte de données pour la modélisation 3D et améliorant la précision des relevés. Cette opportunité a été spécifiquement mentionnée pour le projet du Pont P-13836.

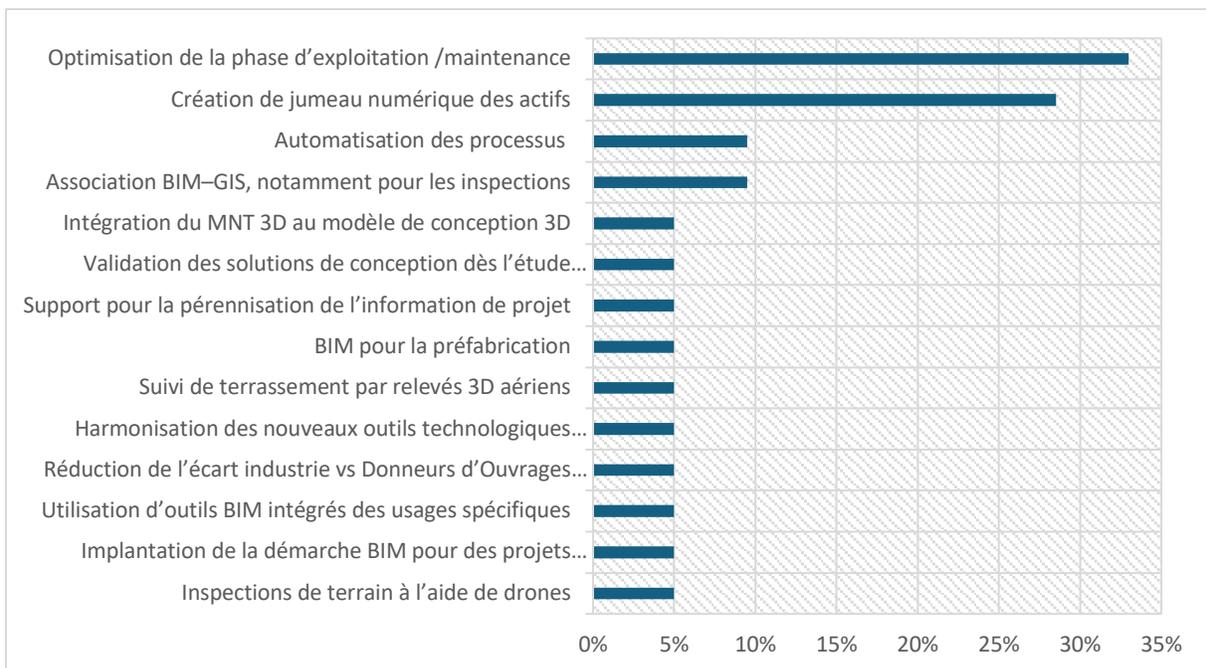


Figure 39 Répartition des opportunités répertoriées

4.2.6 Attentes et besoins de la mise en œuvre du BIM et des technologies numériques

Finalement, des attentes et besoins spécifiques pour soutenir la mise en œuvre du BIM dans le cadre des projets du Ministère ont pu être identifiés. Ils peuvent être classés comme suit :

- **Documentation pour amorcer le virage** : il est nécessaire d’avoir une documentation complète et claire sur le processus de mise en œuvre du BIM pour soutenir le déploiement dans le cadre des projets.
- **Structure pour amorcer le virage** : la mise en place d’une unité organisationnelle dédiée facilitera l’intégration du BIM. Il est également important de définir les rôles et responsabilités au sein de l’équipe de projet.
- **Sensibilisation et communication sur la valeur ajoutée du BIM** : la sensibilisation des équipes aux avantages concrets du BIM, notamment afin de démontrer comment cette méthodologie peut apporter une valeur ajoutée tangible aux projets, est à planifier.
- **Communication massive sur ce qu’est le BIM dans les DT (Directions Territoriales)** : une communication étendue au sein des Directions territoriales est nécessaire pour assurer une compréhension commune de ce qu’est le BIM et de son potentiel.
- **Formation adaptée des équipes** : des programmes de formation adaptés sont indispensables pour permettre aux équipes de développer les compétences nécessaires à la mise en œuvre réussie du BIM. La maîtrise des outils BIM utilisés nécessite une formation adaptée des équipes.
- **Nouveaux rôles pour la gestion BIM** : la création de nouveaux rôles dédiés à la gestion du BIM est cruciale, définissant des responsabilités spécifiques pour assurer une direction claire.
- **Assurer la performance adéquate des outils et des équipements** : des équipements informatiques plus performants sont requis pour soutenir les logiciels et technologies BIM, assurant une efficacité optimale dans le processus.
- **Formulation claire des exigences et leur intégration au contrat** : dans le cas des projets où un modèle d’information a été produit par les équipes des mandataires, aucun mécanisme ou obligation de transfert du modèle d’information n’a été inclus aux contrats, ce qui limite le potentiel du Ministère de les obtenir en tant que livrable. Il sera important de formuler ces exigences dans le futur afin de structurer les livrables informationnels.

Constats et orientations issue de l'analyse des projets

- Le ministère dispose de plusieurs opportunités importantes au sein de certains projets en cours pour tirer des apprentissages de l'implantation du BIM et des technologies complémentaires. Un effort de recensement et de documentation des projets sur lesquels de approches BIM (ou s'apparentant au BIM) sont déployés doit être soutenu.
- Le recensement de pratiques BIM et relatives aux technologies complémentaires dans le cadre des projets a permis d'identifier des usages, des avantages, des enjeux et des opportunités pour le BIM de façon très concrète :
 - 13 usages ont été répertoriés, dont la modélisation et la visualisation 3D, l'acquisition de données existantes, et la centralisation de l'information.
 - 18 avantages ont été répertoriés, dont une meilleure collaboration entre les parties prenantes, une meilleure gestion et coordination de l'information, une aide à la validation des solutions de conception et une amélioration de la planification et du suivi de projet.
 - 11 enjeux et défis ont été identifiés, dont la gestion de l'information, la collaboration interne et externe, la résistance au changement, les infrastructures informatique et logiciels et la qualification de la main d'œuvre.
 - 14 opportunités ont été identifiés, dont l'optimisation de la phase d'exploitation/maintenance, la création de jumeau numérique des actifs, l'automatisation des processus, et l'association BIM-GIS, notamment pour les inspections.
 - 8 attentes ont été formulés suite à l'analyse des projets, dont Le besoin de documentation pour amorcer le virage, la structure de projet appropriée pour amorcer le virage, la sensibilisation et communication sur la valeur ajoutée du BIM, la communication massive sur ce qu'est le BIM dans les DT (Directions Territoriales), la formation adaptée des équipes, les nouveaux rôles pour la gestion BIM, d'assurer la performance adéquate des outils et des équipements, et la formulation claire d'exigences et intégration de celles-ci au contrat.
- L'exercice a également permis de mieux comprendre l'écosystème numérique des projets, démontrant un large éventail d'outils et de technologies présentement en cours d'utilisation dans les projets du ministère.
- La notion de BIM a été élargie dans le cadre de l'exercice de recensement pour inclure toute technologie produisant ou consommant un modèle 3D, supportant des échanges de données ou des analyses et simulations avancées. Il est suggéré de conserver cette définition élargie du BIM au sein du ministère afin d'inclure un ensemble plus large de technologies et de processus dans la démarche.

Constats et orientations issue de l'analyse des projets

- Bien que le ministère n'ait pas formulé d'exigences spécifiques pour le BIM, il a été possible de répertorier des projets sur lesquels des modèles d'information 3D et/ou des plateformes de collaboration ont été déployés. Dans la très grande majorité des cas, le développement de ces modèles d'information sont issues de l'initiative des mandataires du ministère.
- Les projets pilotes constituent une opportunité pour déployer et valider les usages spécifiques du BIM. Une approche structurée pour identifier et tester leur mise en œuvre devra être soutenue, incluant la formulation et l'inclusion d'exigences au sein des documents contractuels, l'accès aux outils appropriés et la formation adéquate des membres des équipes de projet.

5. Constats et orientations pour la Feuille de route ministérielle pour le BIM

Cette section présente les constats issus de l'analyse des données ainsi que les orientations proposées pour établir la Feuille de route ministérielle pour le BIM. La **Figure 40** illustre l'articulation des actions d'implantation en fonction des orientations et des usages dans le but d'atteindre les cibles et objectifs de la Feuille de route ministérielle. À cet effet, les résultats attendus et leur impact, les cibles et les objectifs guidant l'initiative ministérielle doivent d'abord être établis. Ceux-ci vont de pair avec l'établissement d'une vision et d'objectifs stratégiques pour la mise en œuvre du BIM (réf. 5.3.1). Par la suite, les orientations et les usages qui permettent l'atteinte des cibles et des objectifs ainsi qu'opérationnaliser la vision sont identifiés (réf. 5.3.2). Finalement, les actions spécifiques soutenant la mise en œuvre du BIM au Ministère, selon le cadre proposé, sont élaborées (réf. 5.3.3). Il est possible de constater qu'un réseau multiniveau est constitué par cette articulation des cibles, objectifs, orientations, usages et actions, avec un élément du réseau pouvant être soutenu ou pouvant soutenir un ou plusieurs autres éléments dans le réseau. Ainsi, dans le développement et la mise en œuvre de la Feuille de route, il sera important de garder ces relations en réseau entre les différents éléments en tête et considérer leur influence potentielle. En parallèle, la structure de déploiement devra être considérée pour soutenir l'ensemble des éléments issus de l'exercice (réf. 5.3.4).

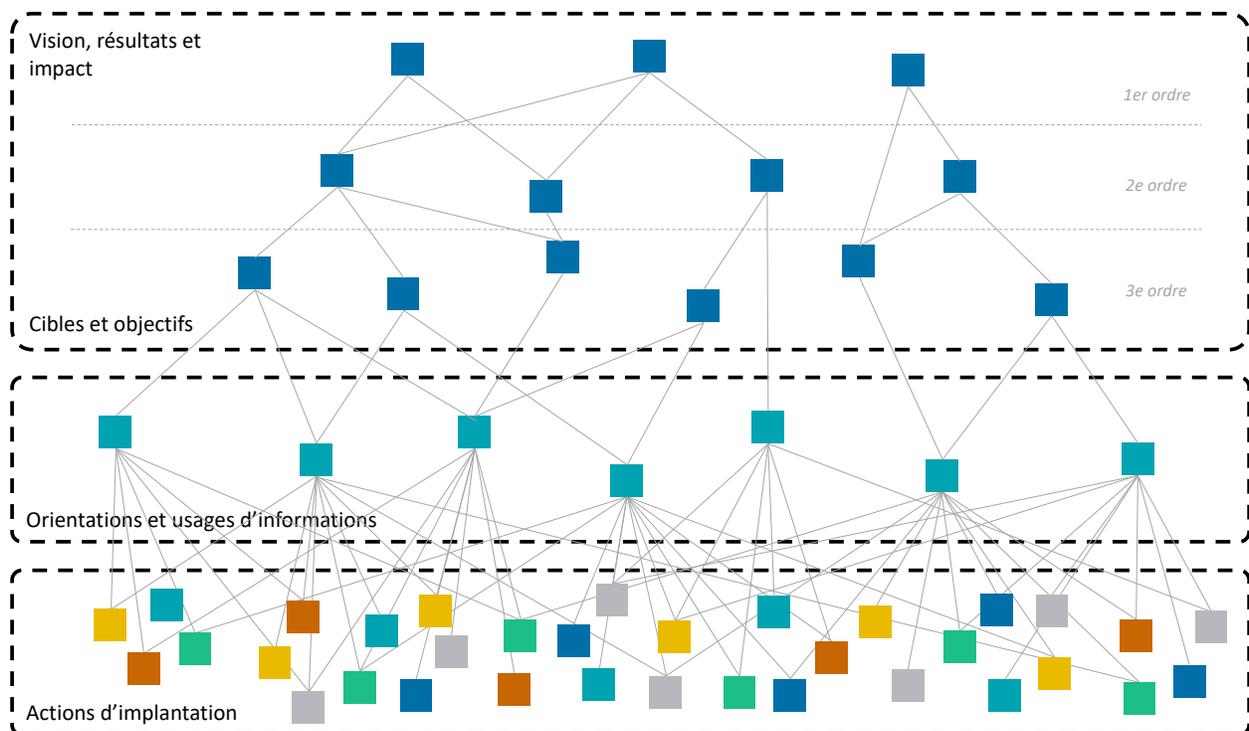


Figure 40 Articulation des actions d'implantation en fonction des orientations et des usages dans le but d'atteindre les cibles et objectifs de la Feuille de route ministérielle

5.1 Établir une vision, les cibles et les objectifs pour guider la mise en œuvre du BIM au Ministère

Parmi les actions identifiées par l'analyse des différentes sources, le développement d'une stratégie de déploiement (soit l'exercice en cours) et son arrimage avec les orientations et initiatives existantes, a été identifié. À ce jour, la vision ministérielle pour le BIM suivante a été développée. Il s'agit de

mettre en place un processus de conception intégré permettant d'obtenir une maquette numérique de conception utilisable en construction et de soutenir la création d'un jumeau numérique des infrastructures pour contribuer à la gestion des actifs [source : MTMD, 2023].

De plus, les cinq objectifs reliés au BIM au sein du Ministère ont été identifiés :

- Concevoir les infrastructures en 3D ;
- Favoriser la collaboration des intervenants en continu pour optimiser les délais de conception ;
- Disposer d'une maquette de conception ;
- Disposer d'un jumeau numérique de l'ouvrage construit ;
- Utiliser le jumeau numérique pour la gestion des actifs.

En portant un regard sur la démarche stratégique dans son ensemble, le Ministère s'est doté d'un plan stratégique pour la période 2023-2027¹¹. Le plan stratégique s'articule autour de trois enjeux et orientations et vise à atteindre six objectifs. Pour réussir l'implantation, la vision du déploiement du BIM, énoncée ci-dessus, devrait directement aider le Ministère à répondre aux enjeux et orientations et atteindre les objectifs de son plan stratégique, en tout ou en partie. De plus, il serait important de cadrer les objectifs pour le BIM établis à ce jour dans la démarche globale ministérielle. **Ainsi, il importerait d'aligner la vision partagée pour le BIM sur les orientations stratégiques du Ministère, et d'articuler ses objectifs stratégiques dans le cadre de son plan d'action pour le déploiement du BIM.** Le **Tableau 27** indique, de façon sommaire, le potentiel du BIM pour répondre aux enjeux, orientations et objectifs stratégiques (2023-2027) du Ministère.

¹¹ <https://www.quebec.ca/gouvernement/ministere/transports/publications/plan-strategique> accédé le 24 janvier 2024

Tableau 27 Potentiel du BIM pour répondre aux enjeux, orientations et objectifs stratégiques (2023-2027) du Ministère

Objectifs stratégiques	Potentiel du BIM
Enjeu 1 – Pérennité et qualité des actifs	
Orientation 1 : Assurer des déplacements efficaces et sécuritaires sur le réseau des transports du Québec	
<p>Objectif 1 : Maximiser les effets des investissements sur la qualité des infrastructures</p>	<p>Potentiel : Très élevé Impact : Direct Échéancier : Court-moyen terme</p> <p>Le BIM s’opérationnalise autour de la production, de la gestion et de l’échange des informations pour soutenir la collaboration tout au long du cycle de vie des actifs. Une mise en œuvre soutenue du BIM pour la réalisation et la gestion des actifs du Ministère permettra, à terme, d’assurer la pérennité et d’améliorer la qualité des actifs.</p> <p>Ainsi, une planification, réalisation et gestion plus efficace des projets et des actifs, via la mise en œuvre du BIM, permettra au Ministère de maximiser ses investissements notamment via des projets plus efficaces et une vision d’ensemble sur son portefeuille de projets et d’actifs.</p>
<p>Objectif 2 : Accroître les gains économiques et environnementaux du transport des personnes et des marchandises</p>	<p>Potentiel : Élevé Impact : Indirect et directe (à terme) Échéancier : Moyen-long terme</p> <p>En améliorant la performance des actifs de transports du Québec, via une réalisation et une gestion plus performante soutenue par le BIM, la fiabilité et la performance du réseau se retrouveront bonifiées.</p> <p>À terme, en se dirigeant vers les technologies de jumelage numérique et de mieux contextualiser les données en temps réels disponibles, il serait possible d’avoir une vue précise de la performance du réseau de transport au Québec.</p>
<p>Objectif 3 : Contribuer à la réduction du nombre d’accidents mortels ou graves</p>	<p>Potentiel : Moyen Impact : Indirect et directe Échéancier : Moyen-long terme</p> <p>En améliorant la qualité des actifs de transports du Québec, via une réalisation et une gestion plus performante soutenue par le BIM, les déplacements se retrouveront plus sécuritaires et efficaces. L’utilisation du BIM dans la planification et conception des actifs du Ministère pourrait faciliter la visualisation et la simulation des solutions proposées dans le but de valider les aspects en lien avec la sécurité des usagers.</p>
Enjeu 2 – Pratiques exemplaires en matière de mobilité durable	
Orientation 2 : Prioriser la mobilité durable dans les pratiques du Ministère	
<p>Objectif 4 : Accroître l’utilisation des pratiques écoresponsables par le Ministère</p>	<p>Potentiel : Élevé Impact : Direct Échéancier : Court-moyen terme</p> <p>Le BIM permet de mettre en œuvre une série d’usages de l’information qui permettent d’atteindre des objectifs de durabilité et de résilience des actifs, notamment au moyen d’analyses et de simulations.</p>

Enjeu 3 – Performance organisationnelle

Orientation 3 : Favoriser l’engagement des membres du personnel et leur bien-être au travail

Objectif 5 : Assurer un milieu de travail favorable à l’épanouissement des membres du personnel

Potentiel : Élevé

Impact : Direct

Échéancier : Moyen-long terme

La mise en œuvre du BIM suppose une modernisation des pratiques et des outils de travail. Les employés du Ministère auront accès à des technologies de pointe qui les aideront dans leurs tâches quotidiennes en lien avec la planification, la conception, la construction, la gestion et l’exploitation des actifs du Ministère.

Orientation 4 : Miser sur l’expérience client

Objectif 6 : Maximiser l’expérience client des municipalités en s’assurant de leur satisfaction

Potentiel : Moyen

Impact : Direct

Échéancier : Moyen-long terme

En tant que porteur de la Feuille de route gouvernementale pour le BIM, le Ministère peut bénéficier de l’élan d’harmonisation et l’engouement pour le BIM que génère cette initiative, notamment au niveau des municipalités québécoises. Tandis que les municipalités se dotent de capacités pour œuvrer avec les processus et outils BIM, le Ministère pourra améliorer les échanges en matière d’informations avec celles-ci dans le cadre de ses collaborations et, notamment, améliorer les capacités de visualisation et de compréhension des interventions proposées.

Une autre série d’actions identifiée dans le cadre de la démarche du Ministère souligne l’importance d’assurer l’arrimage de la démarche BIM avec les initiatives complémentaires externes, dont la Feuille de route gouvernementale pour le BIM dans la sous-catégorie d’action 1.4.2 Gestion des actions de la Feuille de route. Cette démarche gouvernementale vise à faire du **BIM un point de passage obligé (PPO)** pour l’ensemble des donneurs d’ouvrage publics dans le but d’atteindre les objectifs de *premier* et de *second ordre* suivants :

- Objectifs de *premier ordre* (objectifs de haut niveau, résultats stratégiques indirects de la mise en œuvre du BIM et de la mise en place d’un contexte d’innovation propice) :
 - Accroître la productivité dans l’industrie de la construction au Québec
 - Accroître la performance au niveau des coûts et des échéanciers
 - Assurer une qualité et une pérennité accrue des infrastructures
 - Favoriser le recrutement d’une main-d’œuvre jeune, ce qui soutiendra la pérennité de l’industrie aux prises avec une main-d’œuvre vieillissante
- Objectifs de *second ordre* (objectifs intermédiaires, résultats stratégiques directs de la mise en œuvre du BIM et de la mise en place d’un contexte d’innovation propice) :
 - Réduire les modifications et les reprises en chantier
 - Accroître l’optimisation et l’efficacité de la réalisation des projets, grâce à l’échange

- d'information et de données en temps réel
- Diminuer certains délais et risques d'erreurs dus à la prise de mesures physiques, à la saisie de données et à la prise de décisions
 - Assurer une performance accrue au niveau de l'entretien et du maintien des actifs
 - Mettre en place les moyens permettant, à terme, de doter le Québec d'infrastructures intelligentes, capables d'adapter leur performance en continu

En tant que coporteur de la Feuille de route gouvernementale, les actions du Ministère en matière de déploiement du BIM devraient viser l'atteinte de ces objectifs de concert avec les autres donneurs d'ouvrage publics. **Ces objectifs devront faire l'objet d'une réévaluation par le comité directeur et être ciblés et entérinés pour inclusion ou non dans la Feuille de route ministérielle.**

Finalement, dans le cadre des comités d'expertise (ref. section 3.5.3) une série de résultats attendus en lien avec la mise en œuvre du BIM, avec une attention spéciale sur la conception 3D, ont été identifiés. Ainsi, la catégorie d'actions 3.1 vise à établir les cibles et objectifs (sous-catégorie d'action 3.1.2 - objectifs et cibles de mise en œuvre) ainsi que les résultats attendus de la mise en œuvre de façon concrète (sous-catégorie d'action 3.1.3 - résultats attendus). Le **Tableau 28** indique ces éléments inclus dans la sous-catégorie 3.1.3 Résultats attendus. Ces éléments reprennent ou sont alignés sur des cibles énoncées soit dans le plan stratégique du Ministère (objectif #), dans la FdR-BIM (FdR-BIM), ou sont, au minimum, un objectif identifié à l'interne, comme indiqué dans la colonne *Alignement* dans le tableau.

De plus, les résultats attendus sont de premier (1^{er}), second (2^e) ou troisième (3^e) ordre indiqué dans la colonne *Ordre* dans le tableau. Pour rappel, un objectif ou résultat visé de *premier ordre* constitue un **objectif de haut niveau** qui est une résultante **stratégique** et **indirecte** de la mise en œuvre du BIM et de la mise en place d'un contexte d'innovation propice au déploiement. Pour ce genre d'objectif, le lien de causalité entre la mise en œuvre du BIM et le résultat est indirect : le résultat peut être attribué à des facteurs autres que le BIM. Un objectif de *second ordre* est un **objectif intermédiaire** qui est une résultante **stratégique** et **directe** de la mise en œuvre du BIM et de la mise en place d'un contexte d'innovation propice au déploiement. L'atteinte de plusieurs objectifs intermédiaires peut aider dans l'atteinte d'un objectif de premier ordre. De plus, le lien de causalité entre la mise en œuvre du BIM et le résultat est plus ou moins direct : le résultat peut être attribué principalement au BIM mais également à des facteurs complémentaires. Finalement un objectif de *troisième ordre* est un **objectif technique** qui est une **résultante opérationnelle directe** de la mise en œuvre du BIM. **Ces objectifs devront faire l'objet d'une réévaluation par les comités directeur et d'expertises et être ciblés et entérinés pour inclusion ou non dans la Feuille de route ministérielle.**

Tableau 28 Éléments inclus dans la sous-catégorie 3.1.3 - Résultats attendus

Élément appartenant à la sous-catégorie 3.1.3 Résultats attendus	Ordre	Alignement
Améliorer la productivité	1 ^{er}	FdR
Générer de la valeur pour le MTMD	1 ^{er}	Objectif 1
Réduire les coûts et les délais de projet	1 ^{er}	FdR
Améliorer l'accès à l'information	2 ^e	Interne
Améliorer l'analyse et la validation des éléments de conception	2 ^e	Objectif 1 et 3
Améliorer l'efficacité des flux de travail	2 ^e	Interne
Améliorer la collaboration	2 ^e	FdR, Objectif 6
Améliorer la communication entre les parties prenantes lors du cycle de vie des projets de construction	2 ^e	Interne
Améliorer la compréhension du projet	2 ^e	Interne
Améliorer la gestion de risque	2 ^e	Interne
Améliorer la gestion des chantiers	2 ^e	Interne
Améliorer la gestion du cycle de vie des actifs	2 ^e	Interne
Améliorer la gestion et le suivi de projet	2 ^e	Interne
Améliorer la planification et la gestion de l'échéancier	2 ^e	Interne
Améliorer le partage et l'échange de données	2 ^e	Interne
Améliorer les études d'opportunités	2 ^e	Objectif 1
Assurer la disponibilité et accessibilité des données pertinentes pour soutenir les services	2 ^e	Objectif 5
Automatiser les processus	2 ^e	Objectif 5
Faciliter l'élaboration de méthodes de construction accélérée	2 ^e	Interne
Optimiser le processus de conception	2 ^e	Objectif 1
Optimiser les solutions de conception développées	2 ^e	Objectif 1 et 3
Améliorer l'accessibilité aux données et aux informations	3 ^e	Interne
Améliorer la gestion de l'information	3 ^e	Interne
Améliorer la rapidité et la précision des estimations	3 ^e	Interne
Améliorer les méthodes et gabarits de rapportage	3 ^e	Interne
Automatiser l'échange d'informations et de données	3 ^e	Interne
Automatiser les calculs (quantités, estimation, ingénierie, etc.)	3 ^e	Objectif 5
Faciliter l'acquisition d'informations	3 ^e	Interne
Faciliter l'intégration des sources d'information du projet	3 ^e	Interne
Faciliter les demandes d'autorisation	3 ^e	Objectif 5 et 6
Optimiser la gestion de l'information et des documents	3 ^e	Interne

5.2 Établir les orientations dans le but d’opérationnaliser la vision et atteindre les objectifs

Une fois la vision, les cibles et les objectifs pour la mise en œuvre du BIM établis et endossés, les orientations du Ministère doivent être développées dans le but d’opérationnaliser cette vision et d’atteindre ces objectifs. Ces orientations peuvent, entre autres, prendre la forme d’usages de modèle, de catégories d’usages ou de stratégies de mise en œuvre précises ciblant le contexte de déploiement. Dans le cadre de la Feuille de route gouvernementale pour le BIM, le Ministère a établi des orientations préliminaires au moyen de l’identification de cibles précises en matière de nombre de projets et leur envergure, de même qu’une progression des capacités, comme illustrée à la **Figure 41**.

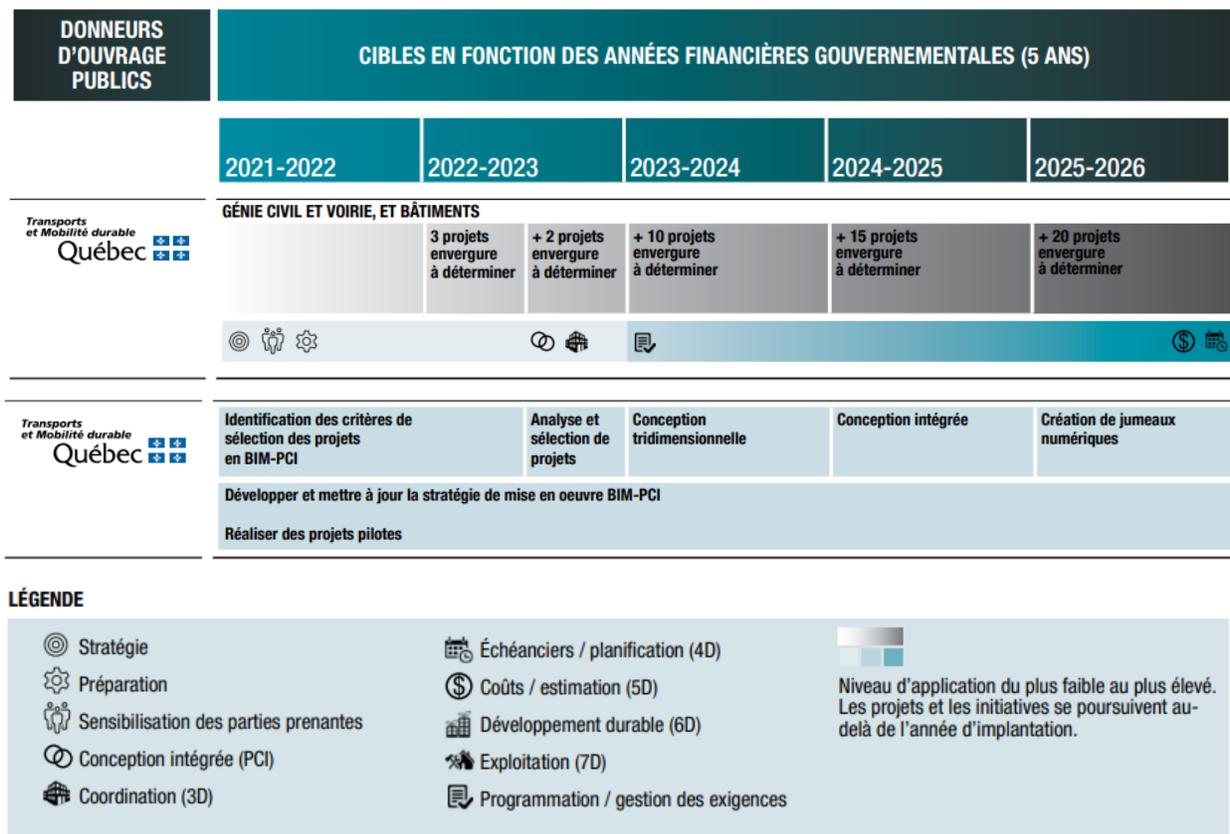


Figure 41 Cibles et progression des capacités visées par le ministère

Ainsi, à partir de 2021-2022, le Ministère développe sa stratégie, entame sa préparation et sensibilise ses employés. Ces actions spécifiques cadrent notamment avec les objectifs du projet de recherche présenté dans ce rapport. En 2022-2023, les notions de PCI et de coordination 3D commencent à être explorées. En parallèle, pour cette période, 5 projets d’envergure (les projets pilotes) sont identifiés. À partir de 2023-2024 et puis pour 2024-2025 et 2025-2026, le

nombre de projets ciblés est bonifié et les cibles en matière d’usage inclus dans le volet programmation et puis le coût et échéancier vers la fin de cette première phase. En matière de progression des capacités organisationnelles, le Ministère cible la conception tridimensionnelle (3D) de même que la programmation et la gestion des exigences en 2023-2024, la conception intégrée en 2024-2025 et la mise en œuvre de jumeaux numériques de même que la planification et l’estimation en 2025-2026.

Les cibles et orientations du Ministère inscrites dans la FdR-BIM en matière d’usages d’information, soit la conception 3D, la programmation et la gestion des exigences, ainsi que la planification et l’estimation sont cohérentes avec le déploiement par usage préconisé dans le cadre de la Feuille de route ministérielle. En contrepartie, les orientations en matière d’approches collaboratives et de PCI ainsi que la mise en œuvre de jumeaux numérique indiquent des cibles de transformation allant au-delà du BIM à proprement dit et doivent considérer un ensemble d’action plus vaste que ceux spécifiquement lié au BIM.

Dans le cadre du projet de recherche, certaines actions identifiées ont mis l’emphase sur l’importance globale des usages de modèles, dont la nécessité de *Cibler les usages du BIM pertinents* et de *Développer des usages du BIM aidant à la prise de décision* pour le Ministère. Pour soutenir le déploiement, il a été question de *Développer un répertoire d’usages de modèles normalisé* pour gérer et rendre disponible l’information pertinente auxdits usages de modèle. De façon plus précise, plusieurs usages d’information ont été identifiés dans le projet de recherche, provenant des différentes sources (comités, précédents ou projets) comme indiqué dans le **Tableau 29**. Ce tableau indique le lien avec les usages (et les orientations plus globales) ciblés dans la FdR-BIM.

Pour la suite, **il sera nécessaire de revisiter et de prioriser les actions identifiées et leurs liens** comme établi dans le **Tableau 29**. Un exercice de **liaison des usages avec les objectifs et résultats attendus sera également à faire dans le but de rationaliser leur priorisation et d’assurer leur pertinence dans la démarche ministérielle.**

Tableau 29 Élément appartenant à la sous-catégorie 4.1.1 Définition des usages de modèle

Usages ciblés	Lien avec la FdR-BIM
Analyse des conditions géotechniques	Conception 3D
Analyses et les simulations environnementales	Conception 3D
Analyses hydrauliques	Conception 3D
Coordination 3D	Conception 3D
Documentation de projet	Conception 3D
Gestion de la circulation	Conception 3D
Modélisation et inspection de terrains	Conception 3D
Suivi du terrassement par relevé 3D aérien	Conception 3D
Visualisation	Conception 3D
Planification et définition des exigences	Conception 3D; Programmation et gestion des exigences
Processus d'appel d'offre	Conception 3D; Programmation et gestion des exigences
Revue de conception	Conception 3D; Programmation et gestion des exigences
Préfabrication, construction modulaire, et hors site	Conception 3D; Programmation et gestion des exigences; <i>PCI-Collaboration</i>
Gestion et suivi des quantités et des coûts	Estimation
Acquisition et modélisation des données de l'existant	<i>Jumeaux numériques</i>
Gestion et exploitation des actifs	<i>Jumeaux numériques</i>
Inspection des ouvrages	<i>Jumeaux numériques</i>
Mise en service améliorée de actifs	<i>Jumeaux numériques</i>
Simulations et analyses avancées	<i>Jumeaux numériques</i>
Transfert de l'information entre la construction et l'exploitation et création de modèles tels que construits	<i>Jumeaux numériques</i>
Développement durable et résilient	<i>PCI-Collaboration</i>
Planification et gestion de l'avancement des travaux	Planification
Étude de projet	Programmation et gestion des exigences

5.3 Définir les actions nécessaires pour soutenir ces orientations

La Feuille de route Ministérielle sert à identifier et articuler les actions à entreprendre afin de rencontrer les cibles et les orientations établies par le Ministère dans le but d'atteindre les objectifs énoncés ci-haut. Ainsi, comme il a été énoncé précédemment, les actions ont été identifiées à partir de quatre sources principales, soit le comité de direction BIM (76 actions), les comités d'Expertises (162 actions), les Feuilles de route et initiatives internationales (480 actions) et les projets (76 actions). L'ensemble des 794 actions identifiées ont été catégorisées selon le cadre proposé. En cours de rationalisation et de consolidation des actions issues des différentes sources, un niveau de classification additionnel a été rajouté dans le but de faciliter l'exercice. Ainsi, chaque catégorie d'action a été bonifiée avec une ou plusieurs sous-catégories additionnelles. Le **Tableau 30** démontre le sommaire des actions par axe, catégories et sous-catégorie selon la provenance, tandis que la **Figure 42** illustre la distribution des actions par catégorie. Les 794 actions ont été rationalisées et reclassées pour donner **396 actions distinctes**. Ces actions distinctes sont indiquées à l'annexe 1.

Tableau 30 Synthèse des actions, par axe et catégorie, selon la provenance des données de recherche

Axe, catégorie, sous-catégorie	CD	CÉ	FdR	Projet	Total
Axe 1 - Pilotage et coordination	20	21	95	8	144
1.1 Ressources humaines	3	5	16	1	25
1.1.1 Mobilisation et soutien	2	2		1	5
1.1.2 Pilotage et coordination des équipes	1	2	15		18
1.1.3 Ressources autres qu'humaines		1	1		2
1.2 Partenariats et communauté	2	3	29		34
1.2.1 Partenariats internes	1	2	1		4
1.2.2 Partenariats externes			22		22
1.2.3 Stratégies de collaboration	1	1	6		8
1.3 Mesure et suivi de la performance	5		2	2	9
1.3.1 Paramètres et mécanismes	1		1		2
1.3.2 Mesures de performance	3		1	1	5
1.3.3 Maturité numérique	1			1	2
1.4 Gouvernance et coordination du déploiement	10	13	48	5	76
1.4.1 Systèmes et mécanismes de gouvernance	8	9	15	2	34
1.4.2 Gestion des actions de la Feuille de route	1	3	4	3	11
1.4.3 Suivi des actions de la Feuille de route	1	1	29		31
Axe 2 - Mobilisation et développement des compétences	14	19	86	7	126
2.1 Communication	4	7	20	3	34
2.1.1a Élaboration du message : stratégie	2	2	13	1	18
2.1.1b Élaboration du message : contenu	2	2	4	1	9
2.1.2 Instauration de canaux de communication		1	1		2
2.1.3 Mobilisation des parties prenantes		2	2	1	5
2.2 Formation	8	4	45	2	59
2.2.1 Offre de formation	2	3	23	2	30
2.2.2 Compétences	5	1	14		20
2.2.3 Collaboration avec les acteurs clés	1		8		9
2.3 Accompagnement	2	8	21	2	33
2.3.1 accompagnement des parties prenantes	2	8	21	2	33

Axe 3 - Politiques, contrats et réglementation	12	46	68	17	143
3.1 Mandats et objectifs	4	37	22	15	78
3.1.1 Paramètres d'encadrement	3	1	9	1	14
3.1.2 Objectifs et cibles de mise en œuvre	1	7	5	1	14
3.1.3 Résultats attendus		29	8	13	50
3.2 Approvisionnement	3	3	25	1	32
3.2.1 Mécanismes d'approvisionnement	3	3	18	1	25
3.2.2 Mécanismes financiers			7		7
3.3 Contrats et légal	5	6	21	1	33
3.3.1 Mécanismes contractuels	3	4	18		25
3.3.2 Mécanismes légaux	2	2	3	1	8
Axe 4 - Processus, méthodes et flux de travail	12	18	82	31	143
4.1 Usages et gestion de l'information	8	13	61	30	112
4.1.1 Définition des usages de modèle	1	3	29	30	63
4.1.2 Transformation des pratiques	5	3	10		18
4.1.3 Formalisation des pratiques BIM	2	7	22		31
4.2 Rôles et responsabilités	3	4	5	1	13
4.2.1 Définition des rôles et responsabilités	3	4	5	1	13
4.3 Composantes de modèles	1	1	16		18
4.3.1 Procédures de création d'objets	1		5		6
4.3.2 Mise en œuvre des bibliothèques d'objets		1	3		4
4.3.3 Accessibilité des bibliothèques			8		8
Axe 5 - Documentation et normalisation	8	16	59	2	85
5.1 Exigences	2	7	27	1	37
5.1.1 Exigences d'information	1	1	11		13
5.1.2 Exigences de modélisation		4	8	1	13
5.1.3 Exigences d'échange	1	2	8		11
5.2 Guides	2	3	10	1	16
5.2.1 Guides et documents	2	1	9	1	13
5.2.2 Protocoles et techniques		2	1		3
5.3 Normes	4	6	22		32
5.3.1 Développement de normes	3	5	19		27
5.3.2 Systèmes de classification et structure de données	1	1	3		5

Axe 6 - Écosystème numérique	10	42	90	11	153
6.1 Systèmes d'information existants	6	24	18	5	53
6.1.1 Besoins en matière de données	1	10	8	2	21
6.1.2 Besoins en matière d'infrastructure	3	3			6
6.1.3 Besoins en matière d'équipement et logiciel	1	4	4	3	12
6.1.4 Besoins en matière de systèmes	1	7	6		14
6.2 Technologies et outils	1	6	52	2	61
6.2.1 Technologies et outils de gestion et de suivi			11		11
6.2.2 Technologies et outils de simulation et d'analyse			8		8
6.2.3 Technologies et outils de communication et d'intégration de l'information		2	13		15
6.2.4 Technologies et outils de modélisation et coordination		1	2		3
6.2.5 Technologies et outils de capture de réalité		2	11		13
6.2.6 Technologies et outils autres	1	1	7	2	11
6.3 Systèmes d'information collaboratifs	3	12	20	4	39
6.3.1 Principes des plateformes	2	3	5	2	12
6.3.2 Exigences et besoins - plateformes de collaboration		7	10	2	19
6.3.3 Soutien à l'interopérabilité	1	2	5		8
Total	76	162	480	76	794

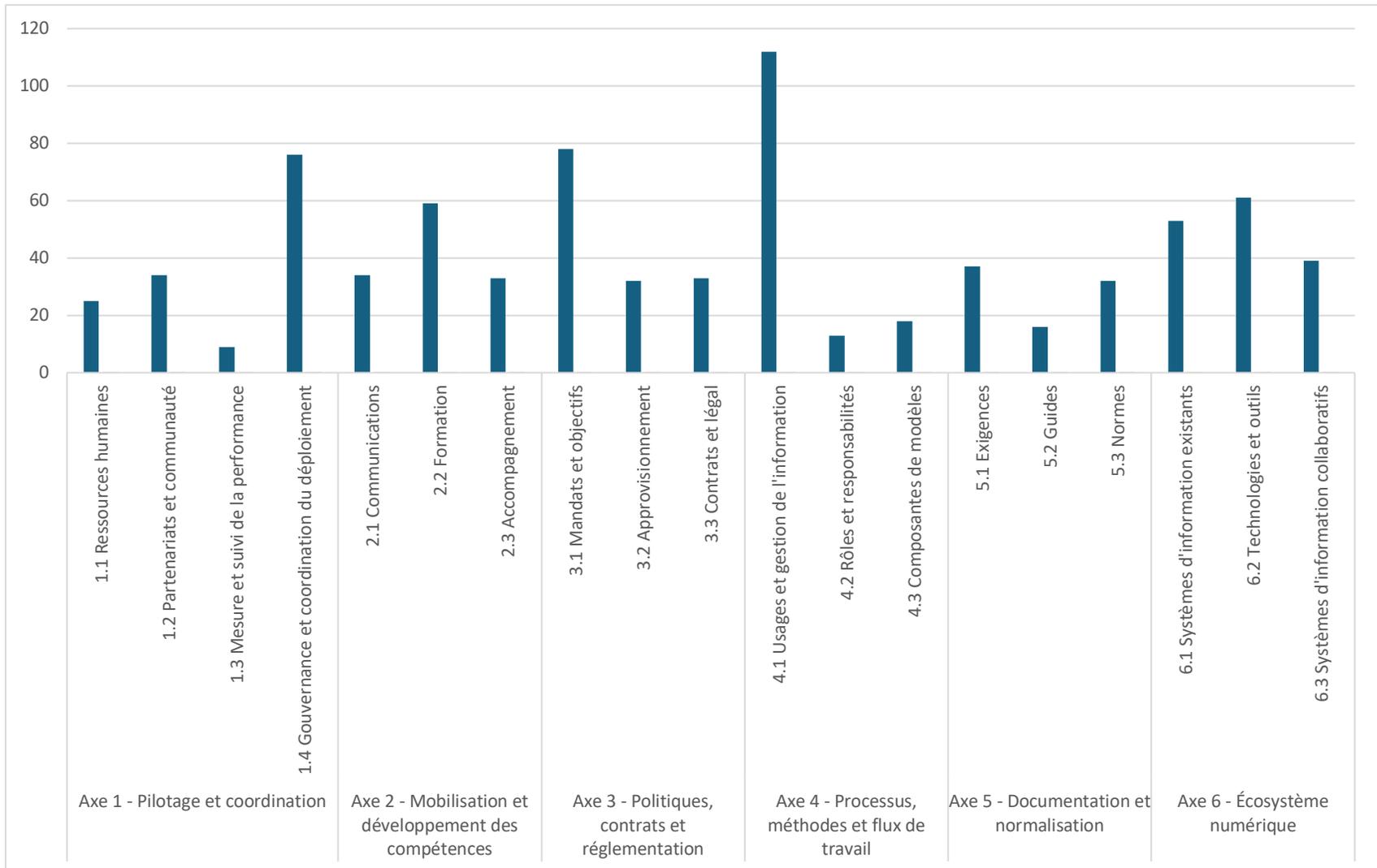


Figure 42 Distribution des actions par catégorie

À priori, il est possible de dénoter quelques sous-catégories qui sont plus représentées que d'autres, tel qu'illustré au [Tableau 31](#). Ainsi, les catégories soutenant la gouvernance de l'initiative, la formation et l'accompagnement, les objectifs et résultats attendus, l'approvisionnement, les usages de modèles et de l'information, la normalisation et la définition des besoins en matière de données, avaient des sous-catégories avec plus de 20 actions en nombre absolu. Il est intéressant de distinguer la quantité d'action en nombre absolu versus le nombre d'action distincts, qui dénote un ratio de couverture des actions plus ou moins élevés, c'est-à-dire un fort pourcentage de concentration d'action distinctes (par exemple 1.4.3 avec un ratio de 4.8) ou une faible concentration (par exemple 6.1.1 avec un ratio de 1.4). Un ratio faible indique une grande variété d'actions à l'intérieure d'une même sous-catégorie.

Tableau 31 Sous-catégories étant fortement représentées, en quantité d'actions en nombre absolu et distinctes

Sous-catégorie	Quantité d'actions en nombre absolu	Quantité d'actions distinctes	Ratio
1.4 Gouvernance et coordination du déploiement			
1.4.1 Systèmes et mécanismes de gouvernance	35	17	2.1
1.4.3 Suivi des actions de la Feuille de route	24	5	4.8
2.2 Formation			
2.2.1 Offre de formation	30	9	3.3
2.2.2 Compétences	20	8	2.5
2.3 Accompagnement			
2.3.1 Accompagnement des parties prenantes	33	13	2.5
3.1 Mandats et objectifs			
3.1.3 Résultats attendus	50	30	1.7
3.2 Approvisionnement			
3.2.1 Mécanismes d'approvisionnement	25	11	2.3
3.3 Contrats et légal			
3.3.1 Mécanismes contractuels	25	13	1.9
4.1 Usages et gestion de l'information			
4.1.1 Définition des usages de modèle	62	28	2.2
5.3 Normes			
5.3.1 Développement de normes	27	12	2.3
6.1 Systèmes d'information existants			
6.1.1 Besoins en matière de données	21	15	1.4

La forte concentration de quantité d'actions dans une sous-catégorie donnée pourrait indiquer un besoin de s'y attarder ou de focaliser l'attention en ces endroits, or **il est maintenu que l'ensemble des catégories et sous-catégories doivent être considérées et soutenus de façon conjointes et solidaires**. Il est intéressant cependant de noter que les catégories et sous-catégories qui émanent de cette analyse sont relativement cohérentes entre les différentes sources.

En poursuivant davantage l'analyse et en regardant les actions distinctes individuelles, certaines actions sont plus ou moins fortement représentées. Le **Tableau 32** indique les actions distinctes étant représentées au moins trois fois dans les différentes sources. Il est possible de constater que de mener des projets pilote, d'offrir un accompagnement dans la transition numérique, d'établir des échéanciers réalistes pour l'implantation du BIM, d'adapter les modes d'approvisionnement et de réalisation de projet et de développer des guides et documents pour encadrer la mise en œuvre sont les actions à haute récurrence identifiées dans les différentes sources.

Tableau 32 Actions étant répertoriées au moins trois fois et le nombre de répétition de ces dernières

S-cat.	Actions	#
1.4.3	Mener des projets pilote	20
2.3.1	Accompagner la transition numérique	15
1.4.1	Établir des échéanciers réalistes pour l'implantation du BIM	13
3.2.1	Adapter les modes d'approvisionnement / de réalisation	13
5.2.1	Développer des guides et documents pour encadrer la mise en œuvre	10
6.2.1	Développer des outils et technologies de planification et de gestion de projet	9
2.2.1	Former & certifier la main d'œuvre	8
2.2.3	Soutenir le milieu académique	8
1.1.2	Habiliter les experts pour les travaux de développement et de normalisation	8
1.2.2	Collaborer avec l'industrie	8
1.4.3	Développer des outils de suivi de la feuille de route	8
2.2.2	Développer comportements et connaissances pour créer des environnements propices à l'exécution de projet	7
4.3.3	Optimiser l'accès à des bibliothèques d'objets externes et internes	7
2.2.1	Mettre en place un programme de formation	7
2.3.1	Développer une stratégie de gestion du changement	7
2.1.1	Cibler la communication	7
6.2.4	Développer des outils et technologies de modélisation	7
1.2.2	Collaborer avec les instances nationales et internationales	7
3.3.1	Développer un modèle de contrat pour le BIM	7
3.1.1	Établir et mettre en œuvre un cadre de gouvernance de la donnée	6
4.1.1	Développer des usages de modèles normalisés : visualisation	6
4.1.2	Transformer les pratiques de gestion de projet, Introduction de pratiques Lean	6
6.3.2	Développer des solutions EDC multi-projets	6
4.1.3	Développer les pratiques de gestion des données et de l'information	6
4.1.3	Développer les procédures et pratiques de contrôle qualité	5
1.4.2	Adapter la mise en œuvre de la feuille de route au contexte	5
6.1.4	Assurer l'interopérabilité des systèmes d'information	5
4.1.1	Développer des usages de modèles normalisés : développement durable et résilient	5
4.1.1	Développer des usages de modèles normalisés : préfabrication, construction modulaire, et hors site	5
4.1.1	Développer des usages de modèles normalisés : gestion et exploitation des actifs	5
2.2.1	Développer une formation ciblée	5
6.3.3	Développer les capacités d'échange de données et de communications interopérables (IFC & BCF)	5
5.3.1	Identifier et développer les normes appropriées à appliquer au MTMD	5
5.1.2	Développer les directives et spécifications de modélisation	5

4.1.3	Développer les pratiques de gestion de projets BIM	5
5.1.3	Fournir les informations aux parties prenantes sous différents formats selon les besoins	4
5.3.1	Élaborer des codes et normes techniques	4
1.1.2	Mettre en place un groupe de pilotage	4
5.1.1	Développer des exigences globales et par types de projets / activités	4
4.2.1	Définir les rôles et responsabilités	4
6.1.1	Développer les capacités de stockage et de traitement des données	4
4.1.1	Développer des usages de modèles normalisés : Inspection des ouvrages	4
6.2.2	Développer des outils et technologies d'analyse	4
3.1.3	Améliorer le partage et l'échange de données	4
6.1.3	Assurer la disponibilité de l'équipement nécessaire	4
5.3.2	Établir et diffuser un système de classification normée et adapté	4
6.2.4	Développer des outils et technologies de visualisation	4
3.1.2	Établir les cibles	4
3.1.3	Améliorer l'efficacité des flux de travail	4
5.3.1	Adapter les normes internationales aux usages du MTMD	4
4.1.1	Développer des usages de modèles normalisés : coordination 3D	4
6.1.3	Identifier, évaluer et implanter les technologies nécessaires	4
6.2.6	Développer les technologies en lien avec les contrats	4
3.3.1	Transformer les approches contractuelles pour des approches orientées données et performance	4
2.2.2	Développer une expertise	4
2.1.1	Communiquer l'initiative	4
3.1.3	Améliorer la gestion et le suivi de projet	4
4.1.3	Développer les pratiques de gestion de risque en lien avec l'utilisation du BIM	4
6.3.2	Assurer la prise en compte des considérations de cybersécurité	4
3.1.3	Réduire les coûts et les délais de projet	3
1.2.3	Coordonner les activités de développement avec les instances pertinentes	3
6.3.2	Revoir l'architecture d'affaires	3
4.1.3	Développer les pratiques de gestion et de maintien des modèles à travers le cycle de vie des actifs	3
1.4.1	Établir des budgets réalistes et assurer le financement adéquat de l'initiative BIM	3
2.2.1	Faire évoluer la formation	3
6.2.4	Développer des outils et technologies de coordination	3
4.1.1	Développer des usages de modèles normalisés : Revue de conception	3
3.2.2	Revoir les structures de rémunération et les incitatifs liés à la mise en œuvre du BIM	3
4.1.2	Cartographier et revoir les processus selon les usages ciblés	3
5.1.3	Définir les protocoles de cybersécurité et de protection des données	3
3.3.2	Adapter la réglementation au BIM	3
3.1.3	Générer de la valeur pour le MTMD	3
5.1.1	Identifier les exigences en matière de données nécessaires	3
3.1.3	Améliorer la compréhension du projet	3
6.3.1	Développer un écosystème de stockage et d'analyse de données	3
4.1.1	Développer des usages de modèles normalisés : Gestion et suivi des quantités et des coûts	3
3.2.1	Développer des critères de sélection des équipes dans le cadre de projets BIM	3
4.1.3	Développer les procédures d'échange d'information en fonction des usages de modèle	3
2.2.2	Développer une plateforme de gestion des compétences	3

L'analyse et l'identification des actions et des catégories et des sous-catégories auxquelles elles appartiennent permettent de mieux structurer la démarche. Les libellés des actions demeurent relativement génériques, et donc il sera important de bien définir l'action, la portée, la durée et les livrables attendus dans le plan d'implantation du Ministère. Il va sans dire qu'il serait fort difficile de planifier et positionner les 396 actions distinctes à la première heure de l'exercice de déploiement du BIM. Il est plutôt important de considérer ces actions comme des balises qu'il faut considérer et s'en servir comme éléments encadrant la démarche. Dans la mesure où le Ministère voudra décliner des feuilles de route au sein de ses directions générales et autres unités organisationnelles, il sera nécessaire de répartir les actions parmi les différents niveaux. La nature générique des libellés donne une latitude pour adapter l'action à son contexte, laissant la possibilité d'articuler une action similaire à plusieurs niveaux.

5.4 Proposition de cadre de Feuille de route ministérielle

Il va sans dire que le cadre de diagnostic et de déploiement, incluant les axes, catégories et sous-catégories, de même que les actions distinctes émanant de ce projet de recherche serviront à informer la Feuille de route ministérielle pour le BIM. Ainsi, les axes, catégories et sous-catégories sont représentés et servent à cadrer les actions dans le temps, de façon similaire à ce qui se fait avec la FdR-BIM. À cet effet, il est pertinent de retrouver les capacités spécifiques ciblées dans la FdR-BIM, notamment en matière de coordination 3D, de collaboration et de conception intégrée et de mise en œuvre de jumeaux numériques. Au-delà du contenu de la feuille de route ministérielle, le Ministère devra statuer sur la durée de la Feuille de route et son alignement avec les cycles de plans stratégiques. La structure proposée est illustrée à la **Figure 43**. **Dans l'immédiat, il est suggéré de déterminer les orientations à long terme, mais de définir les actions sur le court terme, soit de 12 à 18 mois.**

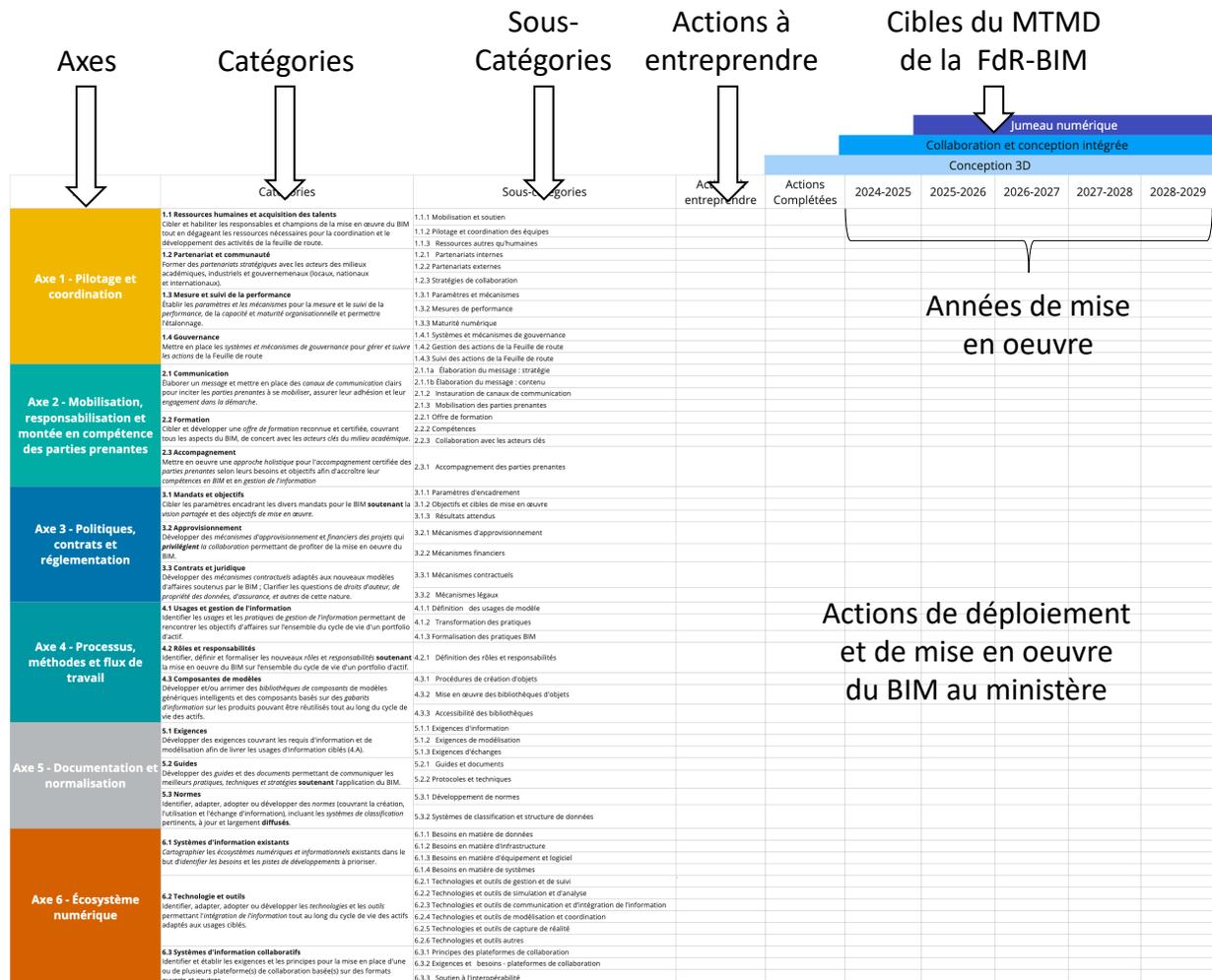


Figure 43 Structure potentielle de la Feuille de route ministérielle pour le BIM

5.5 Structurer la démarche d'implantation

Le Ministère a mis en place une structure pour soutenir et encadrer la démarche BIM. Cette structure est composée d'un comité stratégique, d'un comité directeur, d'un comité de coordination et de comités d'expertise. Les comités d'expertise ont été développés autour des phases du cycle de vie de la réalisation et de l'exploitation des actifs du Ministère. Comme mentionné, les trois comités d'expertise qui étaient opérationnels au moment de la réalisation du diagnostic, soit la planification, la conception et la construction, ont été impliqués dans le projet de recherche. De plus, trois groupes d'expertise pourraient potentiellement être mis en place afin de soutenir la démarche, notamment un comité se penchant sur la gestion du changement, les systèmes d'information et les affaires juridiques. Ces groupes seraient sollicités de façon ad hoc. Le comité BIM du Ministère assure le développement et la coordination des opérations quotidiennes en matière de déploiement du BIM.

Pour les prochaines étapes, notamment dans la formalisation, la publication et la mise en œuvre de la Feuille de route ministérielle, il est suggéré que les comités mis en place soient alignés sur les axes de la Feuille de route, soit les comités suivants, comme illustré à la **Figure 44** :

- Comité 1 - Pilotage et coordination (en lien avec les comités directeur et de coordination)
- Comité 2 - Mobilisation et communications
- Comité 3 - Développement des compétences et accompagnement
- Comité 4 - Politiques, contrats et réglementation
- Comité 5 - Processus, méthodes et flux de travail (possibilité de sous-comités liés aux phases de projet ou par type d'usage)
 - Comité 5.1 – Conception et coordination 3D
 - Comité 5.2 – Planification 4D
 - Comité 5.n – Usage de modèle n
- Comité 6 - Documentation et normalisation
- Comité 7 - Écosystème numérique

Ainsi, suivant cette structure, chaque comité pourrait être piloté par un membre du comité stratégique. De plus, chaque « porteur d'axe » pourrait également mettre en place ses propres mécanismes de reddition de compte afin de veiller à l'avancement des activités identifiées au sein de l'axe qui lui est assigné. Les membres des sous-ministériats ou des directions générales appropriés, participeraient aux comités selon les besoins. Par conséquent, chaque action (répertoriée dans un ou plusieurs axes) serait représentée et prise en charge par au moins un des comités. Ces actions seraient traduites, planifiées et suivies par ce comité.

Il est recommandé de structurer la démarche ainsi afin de permettre l'appropriation des actions en devenir de la Feuille de route ministérielle par les personnes les mieux placées pour structurer, appuyer et soutenir les différentes composantes de la démarche BIM. Les liens entre les

comités seraient assurés par le comité BIM du Ministère sous l'égide du comité directeur. La structure proposée bénéficierait de la structure existante, notamment par les comités d'expertise, mais serait également bonifiée par des comités dédiés aux actions de soutien et d'encadrement de la démarche de mise en œuvre.

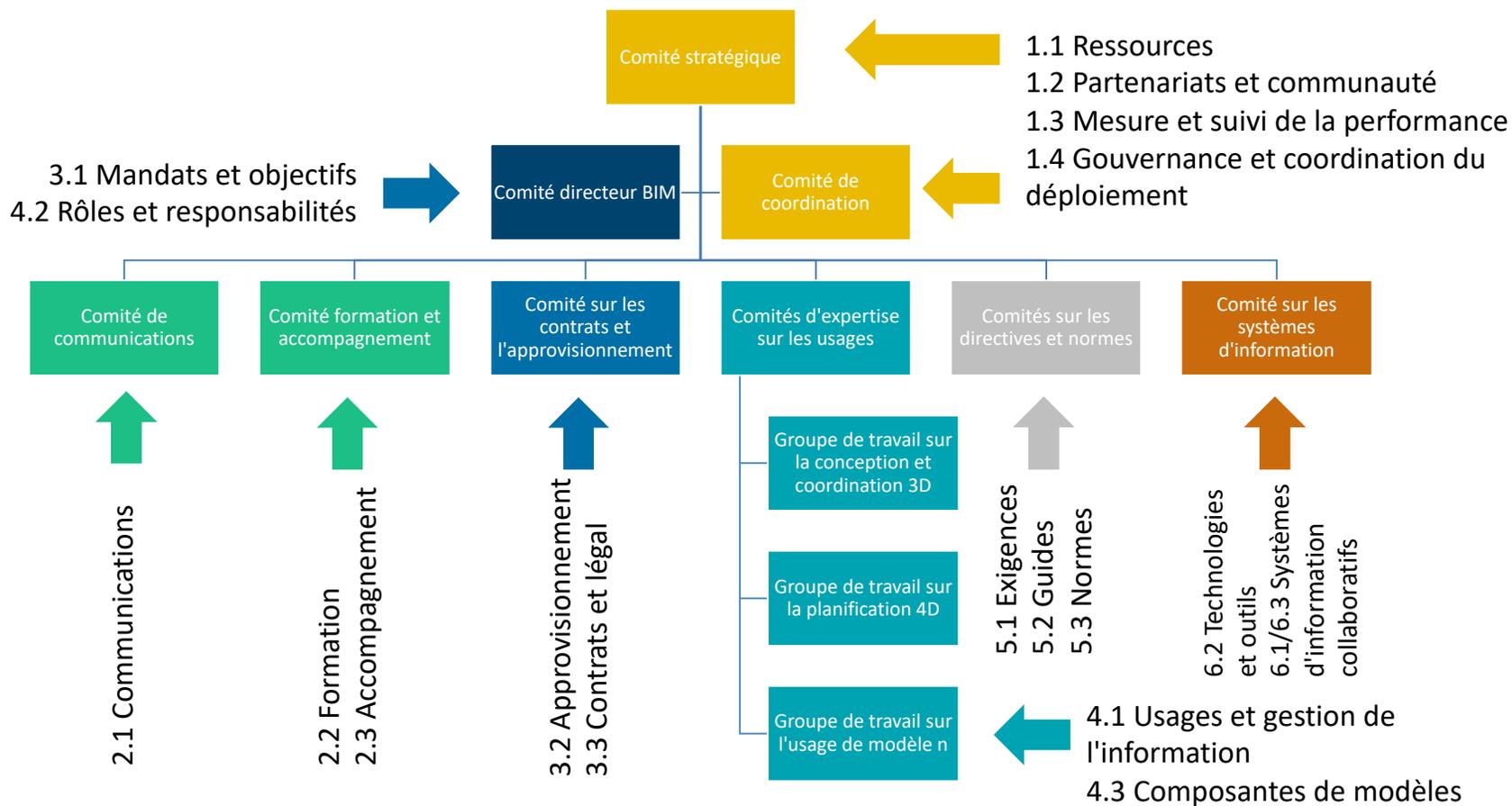


Figure 44 Structure des comités d'implantation et de suivi

6. Conclusion

Le présent rapport fait état des résultats de la première phase d'un projet de recherche visant à accompagner le Ministère dans sa démarche d'implantation du BIM. Les objectifs de cette première phase étaient de soutenir le Ministère dans l'articulation d'une Feuille de route ministérielle pour la mise en œuvre du BIM. Pour ce faire, l'équipe de recherche, en étroite collaboration avec l'équipe chargée de l'implantation du BIM au Ministère, a développé et mis en œuvre une méthodologie de recherche s'articulant sur deux axes : un diagnostic organisationnel et une revue de l'état des pratiques et des connaissances émergentes des projets. Cette méthodologie a permis (1) d'établir la situation actuelle et désirée en matière de BIM au sein du Ministère, (2) d'identifier les actions à entreprendre afin d'atteindre la situation désirée (comme intrant à la feuille de route BIM ministérielle), (3) de sensibiliser les acteurs clés au sujet du BIM et de ses implications au sein du Ministère, de commencer à documenter certains projets pilotes dans des directions ciblées du Ministère, et (4) de cibler et développer les ressources et les compétences fondamentales à acquérir.

Pour l'axe 1, un cadre de diagnostic et de déploiement a été développé et proposé en premier lieu. Ce cadre a été développé, basé sur le contexte du Ministère, une analyse des précédents et une revue de la littérature. Une fois développé, le cadre a été opérationnalisé au moyen d'ateliers de travail, d'entrevues et de revues documentaires. Cette collecte de données a permis d'identifier une série d'actions à entreprendre afin d'entreprendre la démarche d'implantation du BIM au sein du Ministère.

Pour l'axe 2, les projets du Ministère sur lesquels un processus ou une technologie s'apparentant au BIM a été mis en œuvre ont été recensés via un sondage. Les projets ciblés ont, par la suite, fait l'objet d'analyses plus approfondies, notamment au moyen d'entrevues avec les personnes impliquées. Ce processus a permis d'identifier l'état de la pratique et des connaissances en matière de technologies sur les projets du Ministère. Des actions spécifiques ont été identifiées à partir d'entrevues réalisées avec les parties prenantes clés de ces projets.

Pour conclure, une série de constats et d'orientations sont formulés pour structurer, promouvoir et faire avancer la mise en œuvre du BIM au Ministère. Notamment, plusieurs centaines d'actions distinctes ont été identifiées et catégorisées au sein du cadre proposé par l'équipe de recherche pour servir de référent dans le développement de la feuille de route ministérielle. En parallèle, des recommandations ont été formulées pour structurer l'initiative au sein du Ministère.

Les prochaines étapes consisteront en la finalisation de la Feuille de route ministérielle et sa publication au sein du Ministère. Par la suite, les actions devront être opérationnalisés et suivi au sein de chacun des comités responsables de leur mise en œuvre. En parallèle, la structuration

de la démarche au sein du Ministère, incluant le développement et l'adéquation de feuilles de route pour les directions générales spécifiques ou unités organisationnelles seront à définir.

D'un point de vue de la recherche et du développement, il est conseillé de continuer à effectuer le suivi de l'implantation, d'entamer une étude approfondie sur les connexions BIM-SIG et de la mise en œuvre des Jumeaux numériques pour l'exploitation et puis finalement de développer des stratégies pour maximiser l'implantation du BIM dans un contexte de collaboration soutenu par la RPI.

7. Références

- AIA, T. A. I. of A. 2007. (2007). Integrated Project Delivery : A Guide.
- Bakhshi, J., Ireland, V., & Gorod, A. (2016). Clarifying the project complexity construct : Past, present and future. *International Journal of Project Management*, 34(7), 1199-1213. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.06.002>
- Callon, M. (1984). Some elements of a sociology of translation : Domestication of the scallops and the fishermen of St Brieuc Bay. *The sociological review*, 32(1_suppl), 196-233.
- Callon, M. (1986). Éléments pour une sociologie de la traduction : La domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc. *L'Année sociologique (1940/1948-)*, 36, 169-208.
- Davari, S., & Poirier, E. (2024). A Taxonomy of Built Asset Lifecycle Information Coupling. *Frontiers of Engineering Management*, in press.
- Davari, S., Shahinmogahdam, M., Motamedi, A., & Poirier, E. (2022). Demystifying the Definition of Digital Twin for Built Environment. Responding to the New Normal through Research and Innovation. The 9th International Conference on Construction Engineering and Project Management, Las Vegas, Nevada.
- Forgues, D., & Dionne, J.-P. (2015). Guide de Processus de conception intégrée (PCI) (L'efficacité énergétique des bâtiments & Réduction des impacts sur l'environnement, p. 68). Centre d'études et de recherches pour l'avancement de la construction au Québec.
- Frayling, C. (1993). *Research in art and design*. 1(1), 1-5.
- Gouvernement du Québec. (2021). Feuille de route gouvernementale pour la modélisation des données du bâtiment (BIM) (30 juin 2021) (V1.0). Conseil du trésor du Québec. https://www.tresor.gouv.qc.ca/fileadmin/PDF/infrastructures_publics/Feuille_route_gouvernementale_BIM.pdf
- Gouvernement du Québec. (2022). Feuille de route gouvernementale pour la modélisation des données du bâtiment (BIM) (31 mars 2022) (V2.0; p. 48). Conseil du trésor du Québec. https://www.tresor.gouv.qc.ca/fileadmin/PDF/infrastructures_publics/Feuille_route_gouvernementale_BIM.pdf
- ISO. (2018). ISO 19650-1:2018 Organization of information about construction works—Information management using building information modelling—Part 1 : Concepts and principles. <https://www.iso.org/standard/68078.html>

- Lindblad, H. (2017). Lost in Translation : A case of BIM implementation at a large public client [Royal Institute of Technology]. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kth:diva-208636>
- Lindblad, H., & Karrbom Gustavsson, T. (2021). Public clients ability to drive industry change : The case of implementing BIM. *Construction management and economics*, 39(1), 21-35.
- Nonirit, E. A., Poirier, É. A., & Forgues, D. (2022). Assessing the assessor : A framework for BIM maturity, capacity, and competency evaluation at the organizational level. *Canadian Journal of Civil Engineering*. <https://doi.org/10.1139/cjce-2022-0041>
- Poirier, E., 2021. IPD and ISO 19650 : Supporting Value Creation Through Information Management, Presentation au Integrated Project Delivery Alliance Annual Virtual Conferenc, Complexity & Collaboration 24 novembre 2021
- Poirier, E. A., Staub-French, S., Whitell, M., Shahi, A., & Dadmehr, N. (2022). La transformation numérique dans l'industrie canadienne des actifs bâtis : Priorités en matière de politiques, de normalisation et d'orientations pour le BIM. CSA Group. <https://www.csagroup.org/fr/article/research/la-transformation-numerique-dans-lindustrie-canadienne-des-actifs-batis-priorites-en-matiere-de-politiques-de-normalisation-et-dorientations-pour-le-bim/>
- Poirier, E., Forgues, D., & Staub-French, S. (2017). Understanding the impact of BIM on collaboration : A Canadian case study. *Building Research and Information*, 45(6), 681-695. <https://doi.org/10.1080/09613218.2017.1324724>
- Poirier, E., Lafioune, N., Forgues, E.-C., & Duceppe, V. (2019). Revue des outils d'évaluation de déploiement de la modélisation des données du bâtiment (Building Information Modeling—BIM) existants. Groupe BIM du Québec.
- Poirier, E., Lafioune, N., Forgues, E.-C., Duceppe, V., & Succar, B. (2019). Principes du déploiement de la modélisation des données du bâtiment (Building Information Modeling—BIM). Groupe BIM du Québec.
- Preidel, C., Borrmann, A., Carl-Heinz Oberender, & Tretheway, M. (2016). Seamless Integration of Common Data Environment Access into BIM Authoring Applications : The BIM Integration Framework. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4487.4488>
- Prochner, I., & Godin, D. (2022). Quality in research through design projects : Recommendations for evaluation and enhancement. *Design Studies*, 78(C), 1-26. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2021.101061>
- Project 13. (2023, mars 16). Project 13. <https://www.project13.info>

- Radford, J., Macdonald, J., Moulds, A., & Ramchurn, R. (2017). Ripe for transformation, ready for change ? Project 13 Digital Transformation Workstream : Infrastructure industry benchmarking report. Mott Macdonald. <https://project13.mott-mac.com/pdfs/Mott%20Macdonald%20%E2%80%93%20P13%20Benchmarking%20Report.pdf>
- Schein, E. H. (1999). Process consultation revisited : Building the helping relationship. Addison-Wesley Reading, MA.
- Succar, B., Poirier, E., & Dupont, S. (2018). Tableau des compétences BIM (201in.FR). BIM Excellence. <https://bimexcellence.org/wp-content/uploads/201in.FR-Competency-Table.pdf>

Annexe 1 – Liste complète des actions identifiées

Axes, catégories, sous-catégories	Qté.
Axe 1 - Pilotage et coordination	144
1.1 Ressources humaines	25
1.1.1 Mobilisation et soutien	5
Identifier et mettre à disposition les ressources humaines nécessaires	2
Accompagner les utilisateurs	1
Soutenir et habiliter les champions	1
Mobiliser les parties prenantes au sein du MTMD	1
1.1.2 Pilotage et coordination des équipes	18
Habiller les experts pour les travaux de développement et de normalisation	8
Mettre en place un groupe de pilotage	4
Mettre en place une équipe de mise en œuvre	2
Rationaliser la composition des équipes de projet pour inclure les ressources nécessaires dans les projets BIM	1
Développer les critères d'évaluation pour les employés	1
Assurer l'autonomie et la pérennité de l'/des unité(s) BIM	1
Adapter les tâches des parties prenantes	1
1.1.3 Ressources autres qu'humaines	2
Mettre en place des ressources pour gérer les données massives	1
Accroître et rendre disponible les ressources nécessaires à l'implantation	1
1.2 Partenariats et communauté	34
1.2.1 Partenariats internes	4
Assurer l'appui et une compréhension de la haute direction	2
Implanter une culture de la collaboration entre les parties prenantes	1
Développer les partenariats nécessaires pour soutenir la mise en œuvre	1
1.2.2 Partenariats externes	22
Collaborer avec l'industrie	8
Collaborer avec les instances nationales et internationales	7
Collaborer avec le milieu académique	2
Établir le leadership de l'organisme	2
Collaborer avec les autres instances gouvernementales	1
Faciliter le déploiement dans les secteurs associés	1
Établir les partenariats avec les manufacturiers de produits	1
1.2.3 Stratégies de collaboration	8
Coordonner les activités de développement avec les instances pertinentes	3
Participer aux travaux de normalisation (internationaux, nationaux, etc)	2
Mettre en place un incubateur	1
Engager les parties prenantes dans la démarche	1
Arrimer les actions des parties prenantes dans la démarche	1

1.3 Mesure et suivi de la performance	9
1.3.1 Paramètres et mécanismes	2
Établir une stratégie pour multiplier le nombre de projets réalisés en BIM	1
Assurer l'amélioration continue de l'initiative	1
1.3.2 Mesures de performance	5
Développer un mécanisme de suivi des actions et des priorités	2
Identifier les avantages et bénéfices des outils de modélisation	1
Démontrer la valeur ajoutée de l'Intégration du BIM à l'échelle des pratiques internes à travers le cycle de vie des infrastructures	1
Développer des Indicateurs de performance opérationnels	1
1.3.3 Maturité numérique	2
Établir les cibles et mesures en matière de maturité numérique	2
1.4 Gouvernance et coordination du déploiement	76
1.4.1 Systèmes et mécanismes de gouvernance	34
Établir des échéanciers réalistes pour l'implantation du BIM	13
Établir des budgets réalistes et assurer le financement adéquat de l'initiative BIM	3
Fournir des orientations et des exigences BIM adaptés	2
Démontrer patience et adaptabilité dans le cadre de la démarche	2
Développer une stratégie de déploiement flexible et adaptable aux opportunités	2
Établir et communiquer les mécanismes de pilotage	1
Impliquer de façon concrète les ligne de gestion dans le changement	1
Bien gérer les attentes	1
Adapter la structure organisationnelle et de projet du MTMD pour intégrer le BIM	1
Établir des orientations pour le cadre de gouvernance claires et justes	1
Développer une stratégie de déploiement	1
Établir un mécanisme de soutien de la part de la haute direction	1
Adapter la structure du MTMD pour intégrer le BIM	1
Identifier les livrables du programme	1
Assurer la cohérence des programmes	1
Définir les rôles et responsabilités dans la mise en œuvre du BIM	1
Assurer une agilité lors de prise de décisions	1
1.4.2 Gestion des actions de la Feuille de route	11
Adapter la mise en œuvre de la feuille de route au contexte ²	5
Assurer l'arrimage de la démarche BIM avec les initiatives complémentaires externes (Feuille de route BIM)	2
Assurer l'arrimage de la démarche BIM avec les initiatives complémentaires internes	1
Soutenir les étapes de l'implantation opérationnelle	1
Prioriser les interventions en matière de déploiement	1
Développer des outils et technologies de coordination des actions de la FdR	1
1.4.3 Suivi des actions de la Feuille de route	31
Mener des projets pilote	20
Développer des outils de suivi de la feuille de route	8
Mener des projets pilotes	1

Assurer l'exécution de la stratégie de numérisation	1
Établir des mécanismes de reddition de compte/rétroaction avec les différents groupes de PP	1
Axe 2 - Mobilisation et développement des compétences	126
2.1 Communications	34
2.1.1a Élaboration du message : stratégie	18
Cibler la communication	7
Communiquer l'initiative	4
Mettre en place une stratégie de communication	2
Établir des mécanismes de sensibilisation auprès des directeurs quant à l'impact de la transformation	1
Faire rayonner l'initiative à l'internationale	1
Assurer une communication claire autour du BIM et de sa mise en œuvre	1
Communiquer clairement la démarche aux employés du MTMD	1
Définir et communiquer les orientations du MTMD en matière du BIM	1
2.1.1b Élaboration du message : contenu	9
Communiquer les résultats des travaux de normalisation	2
Bien communiquer les initiatives, les bons coups et les défis	2
Améliorer la compréhension commune de l'usage des jumeaux numériques	1
Communiquer les réussites des approches collaboratives	1
Établir le MTMD comme leader en BIM	1
Communiquer aux parties prenantes les dernières tendances en matière de BIM	1
Communiquer les changements à venir	1
2.1.2 Instauration de canaux de communication	2
Mettre en place une plateforme de communication	1
Assurer une bonne communication de la démarche	1
2.1.3 Mobilisation des parties prenantes	5
Impliquer les individus affectés par l'initiative dans la démarche	1
Assurer une consultation élargie à l'interne	1
Vulgariser le BIM afin de soutenir une compréhension commune	1
Communiquer pour assurer l'adoption des normes soutenant l'interopérabilité et la pérennité des données	1
Engager les parties prenantes dans le processus d'innovation	1
2.2 Formation	59
2.2.1 Offre de formation	30
Former & certifier la main d'œuvre	8
Mettre en place un programme de formation	7
Développer une formation ciblée	5
Faire évoluer la formation	3
Offrir une formation ciblée selon les besoins techniques, opérationnels et de gestion	2
Fournir des ressources pour la formation	2
Développer un plan de formation	1
Soutenir une boucle d'apprentissage et de rétroaction	1

Intégrer le BIM dans les formations et en assurer la mise à jour	1
2.2.2 Compétences	20
Développer des comportements et connaissances pour créer des environnements propices à l'exécution de projet	7
Développer une expertise	4
Développer une plateforme de gestion des compétences	3
Assurer le développement des compétences	2
Développer les compétences communes des jumeaux numériques	1
Développer et mettre à jour les profils de compétence pour y intégrer le BIM	1
Développer les compétences des employés en fonction de leur profil de compétence/tâches	1
Développer l'expertise et les compétences des parties prenantes internes	1
2.2.3 Collaboration avec les acteurs clés	9
Soutenir le milieu académique	8
Encourager le partage et le transfert d'informations et de connaissances entre les parties prenantes	1
2.3 Accompagnement	33
2.3.1 Accompagnement des parties prenantes	33
Accompagner la transition numérique	15
Développer une stratégie de gestion du changement	7
Simplifier les processus de mise en œuvre du BIM	1
Développer un service d'accompagnement afin de répondre aux besoins et craintes des parties prenantes	1
Accompagner les parties prenantes internes dans le changement	1
Appuyer la transformation des modèles d'affaires avec le numérique (transition vers économie numérique en construction)	1
Encadrer le changement des pratiques au sein du MTMD	1
Assurer l'adhésion des parties prenantes internes	1
Soutenir l'industrie dans le développement des normes techniques	1
Assurer un accompagnement et un soutien	1
Accompagner les parties prenantes externes dans le changement	1
Assurer un accompagnement par une / des équipe(s) dédiée(s)	1
Constituer des « unités expertes spécialisées » responsables de mobiliser et d'accompagner les parties prenantes	1
Axe 3 - Politiques, contrats et réglementation	143
3.1 Mandats et objectifs	78
3.1.1 Paramètres d'encadrement	14
Établir et mettre en œuvre un cadre de gouvernance de la donnée	6
Établir et mettre en œuvre les politiques de gestion de l'information	2
Inclure des pratiques de gouvernance de la donnée dans la vision BIM du MTMD	1
Élargir la portée de la transformation numérique pour inclure les jumeaux numériques	1
Intégrer le BIM aux différents plans stratégiques	1

Intégrer le BIM dans la définition du cadre réglementaire en impliquant les parties prenantes	1
Déployer un cadre réglementaire propice et facilitant la mise en œuvre du BIM	1
Établir les limites du cadre réglementaire permettant de soutenir l'innovation	1
3.1.2 Objectifs et cibles de mise en œuvre	14
Établir les cibles	4
Viser un consensus sur les orientations et les actions à prendre	2
Cibler la proposition de valeur du BIM pour le MTMD	2
Identifier et prendre en considération les impacts sociaux et politiques	1
Définir les attentes en matière de productivité, fonctionnalités, performances, etc.	1
Cibler les déficits d'information sur les actifs	1
Établir les objectifs clairs de mise en œuvre de la conception 3D2	1
Identifier et cibler les enjeux réels de la transformation	1
Centrer la vision de la transformation sur l'humain	1
3.1.3 Résultats attendus	50
Améliorer l'efficacité des flux de travail	4
Améliorer la gestion et le suivi de projet	4
Améliorer le partage et l'échange de données	4
Réduire les coûts et les délais de projet	3
Améliorer la compréhension du projet	3
Générer de la valeur pour le MTMD	3
Améliorer la gestion de l'information	2
Améliorer l'accessibilité aux données et aux informations	2
Automatiser l'échange d'informations et de données	2
Faciliter l'acquisition d'informations	2
Améliorer la collaboration	2
Améliorer les études d'opportunités	1
Améliorer la rapidité et la précision des estimations	1
Améliorer la productivité	1
Automatiser les processus	1
Optimiser les solutions de conception développées	1
Optimiser la gestion de l'information et des documents	1
Automatiser les calculs (quantités, estimation, ingénierie, etc.)	1
Améliorer les méthodes et gabarits de rapportage	1
Faciliter l'intégration des sources d'information du projet	1
Optimiser le processus de conception	1
Faciliter l'élaboration de méthodes de construction accélérée	1
Améliorer la gestion des chantiers	1
Améliorer la gestion de risque	1
Améliorer la communication entre les parties prenantes le long du cycle de vie des projets de construction	1
Améliorer l'accès à l'information	1
Améliorer la planification et la gestion de l'échéancier	1

Faciliter les demandes d'autorisation	1
Améliorer l'analyse et la validation des éléments de conception	1
Améliorer la gestion du cycle de vie des actifs	1
3.2 Approvisionnement	32
3.2.1 Mécanismes d'approvisionnement	25
Adapter les modes d'approvisionnement / de réalisation	13
Développer des critères de sélection des équipes dans le cadre de projets BIM	3
Mettre à jour les règles d'acquisition en informatique	1
Identifier, établir et communiquer des principes de transparence de la démarche d'approvisionnement [préciser] aux parties prenantes	1
Établir les critères de sélection des projets pour la mise en œuvre du BIM	1
Assurer une clarté et une complétude des exigences d'appel d'offre	1
Intégrer les livrables 3D aux appels d'offres sur SEAO	1
Veiller à l'intégration des équipes dans le processus BIM	1
Adapter les règles d'octroi de contrats	1
Adapter les clauses types des appels d'offre pour y intégrer le BIM	1
Développer/adapter les documents contractuels nécessaires pour aligner avec les normes en vigueur	1
3.2.2 Mécanismes financiers	7
Revoir les structures de rémunération et les incitatifs liés à la mise en œuvre du BIM	3
Développer des nouveaux montages commerciaux pour la réalisation et l'exploitation	2
Transitionner vers le financement intégré des projets et des initiatives	1
Évaluer les besoins en rémunération pour la réalisation soutenue par le BIM	1
3.3 Contrats et légal	33
3.3.1 Mécanismes contractuels	25
Développer un modèle de contrat pour le BIM	7
Transformer les approches contractuelles pour une approche orientée donnée et basée sur la performance	4
Traiter les droits d'auteur et les licences d'utilisation dans le contexte du BIM	2
Développer les pratiques de gestion de la propriété intellectuelle	2
Accompagner dans la mise en œuvre du contrat type BIM2	2
Traiter de la propriété intellectuelle dans les contrats pour le BIM	1
Développer des clauses contractuelles types pour les contrats de construction standards, contrats de services professionnels et contrats en mode alternatif	1
Adapter les règles et procédures contractuelles pour l'implantation du BIM	1
Adapter les pratiques de gestion contractuelle au BIM	1
Intégrer la sécurité des données aux contrats et assurances	1
Développer et mettre en œuvre des nouveaux modèles d'assurance intégrés2	1
Adapter les clauses contractuelles	1
Identifier et intégrer le BIM dans les documents contractuels	1
3.3.2 Mécanismes légaux	8
Adapter la réglementation au BIM	3
Intégrer les notions de BIM dans les documents juridiques	1
Établir l'écosystème légal et réglementaire	1

Assurer la prise en compte des considérations de responsabilité professionnelle	1
Passage au model en tant que document légal	1
Développer les pratiques de gestion des aspects légaux	1
Axe 4 - Processus, méthodes et flux de travail	143
4.1 Usages et gestion de l'information	112
4.1.1 Définition des usages de modèle	63
Développer des usages de modèles normalisés : Visualisation	6
Développer des usages de modèles normalisés : Gestion et exploitation des actifs	5
Développer des usages de modèles normalisés : Développement durable et résilient	5
Développer des usages de modèles normalisés : Préfabrication, construction modulaire, et hors site	5
Développer des usages de modèles normalisés : Coordination 3D	4
Développer des usages de modèles normalisés : Inspection des ouvrages	4
Développer des usages de modèles normalisés : Gestion et suivi des quantités et des coûts	3
Développer des usages de modèles normalisés : Revue de conception	3
Développer des usages de modèles normalisés : Étude de projet	2
Développer des usages de modèles normalisés : Analyses et les simulations environnementales	2
Développer des usages de modèles normalisés : Documentation de projet	2
Développer des usages de modèles normalisés : Transfert de l'information entre la construction et l'exploitation et création de modèles tel que construit	2
Développer des usages de modèles normalisés : Modélisation et inspection de terrains	2
Développer des usages de modèles normalisés : Analyse des conditions géotechniques	2
Développer un répertoire d'usages de modèles normalisé	2
Développer des usages du BIM aidant à la prise de décision	2
Développer des usages de modèles normalisés : Mise en service améliorée de actifs	1
Développer les usages du BIM en phase de préconception	1
Développer des usages de modèles normalisés : Planification et gestion de l'avancement des travaux	1
Développer des usages de modèles normalisés : Processus d'appel d'offre	1
Cibler les usages du BIM pertinents	1
Développer des usages de modèles normalisés : Analyses hydrauliques	1
Développer des usages de modèles normalisés : Planification et définition des exigences	1
Développer des usages de modèles normalisés : Acquisition et modélisation des données de l'existant	1
Développer des usages de modèles normalisés : Simulations et analyses avancées	1
Développer des usages de modèles normalisés : Suivi du terrassement par relevé 3D aérien	1
Développer les usages du BIM pour la construction	1
Développer des usages de modèles normalisés : Gestion de la circulation	1

4.1.2 Transformation des pratiques	18
Transformer les pratiques de gestion de projet, Introduction de pratiques Lean	6
Cartographier et revoir les processus selon les usages ciblés	3
Adapter les pratiques actuelles du MTMD au BIM	2
Développer les capacités de conception avec le BIM	2
Intégrer les notions de Lean dans l'effort de transformation numérique	1
Adapter les pratiques et outils existants au BIM	1
Développer de nouvelles approches collaboratives soutenues par le BIM	1
Développer les flux de travail numériques	1
Harmoniser les pratiques de réalisation de projet BIM	1
4.1.3 Formalisation des pratiques BIM	31
Développer les pratiques de gestion des données et de l'information	6
Développer les procédures et pratiques de contrôle qualité	5
Développer les pratiques de gestion de projets BIM	5
Développer les pratiques de gestion de risque en lien avec l'utilisation du BIM	4
Développer les procédures d'échange d'information en fonction des usages de modèle	3
Développer les pratiques de gestion et de maintien des modèles à travers le cycle de vie des actifs	3
Cartographier les processus selon les usages ciblés	2
Optimiser le flux de travail BIM en définissant géométries et attributs nécessaires à chaque étape	1
Établir les obligations en matière de cybersécurité associées à la mise en œuvre du BIM2	1
Développer une stratégie géospatiale	1
4.2 Rôles et responsabilités	13
4.2.1 Définition des rôles et responsabilités	13
Définir les rôles et responsabilités	4
Définir les rôles et responsabilités	2
Adapter les rôles et responsabilités pour chacune des pratiques interne en prenant en compte les conventions collectives	1
Intégrer les compétences BIM dans les descriptions d'emplois	1
Développer les rôles spécifiques en lien avec la mise en œuvre du BIM	1
Définir les responsabilités dans le soutien au déploiement	1
Définir les besoins en fonction des rôles et responsabilités	1
Adapter les rôles actuels au sein du MTMD au BIM	1
Définir les rôles et responsabilités en matière de cybersécurité associés à l'implantation/usage du BIM	1
4.3 Composantes de modèles	18
4.3.1 Procédures de création d'objets	6
Finaliser les processus de définition de modèles	2
Créer des normes de modélisation de données	2
Identifier les données et standardiser les méthodes d'entrée.	1

Développer des normes et des objets numériques communs à l'ensemble du Ministère	1
4.3.2 Mise en œuvre des bibliothèques d'objets	4
Lier les bibliothèques d'objets aux exigences et performances attendues	1
Développer les bibliothèques d'objets BIM	1
Assurer une disponibilité de bibliothèques d'objets numériques	1
Développer des bibliothèques d'objets OTL	1
4.3.3 Accessibilité des bibliothèques	8
Optimiser l'accès à des bibliothèques d'objets externes et internes	7
Développer une stratégie d'aperçu des produits	1
Axe 5 - Documentation et normalisation	85
5.1 Exigences	37
5.1.1 Exigences d'information	13
Développer des exigences globales et par types de projets / activités	4
Identifier les exigences en matière de données nécessaires	3
Définir des exigences sur les informations normalisées en fonction des jalons de projets	1
Développer un modèle et outil pour l'EIR	1
Définir les niveaux de besoins en information en fonction des objectifs et des différents usages BIM	1
Livrer un dictionnaire et un cadre et méthodes d'ontologie	1
Adapter les exigences pour y intégrer le BIM	1
Développer un catalogue d'exigences d'information	1
5.1.2 Exigences de modélisation	13
Développer les directives et spécifications de modélisation	5
Définir les livrables attendus	1
Développer des protocoles de modélisation	1
Identifier et prioriser les informations nécessaires aux maquettes	1
Intégrer le géoréférencement ferroviaire	1
Intégrer le MNT 3D au modèle de conception 3D	1
Revoir la documentation et les livrables de projet en fonction des capacités BIM	1
Développer les pratiques de modélisation et de contrôle	1
Développer les techniques et processus de modélisation communs	1
5.1.3 Exigences d'échange	11
Fournir les informations aux parties prenantes sous différents formats selon les besoins	4
Définir les protocoles de cybersécurité et de protection des données	3
Développer les pratiques de partage et d'intégration des données avec les parties prenantes externes	1
Identifier les informations internes et externes à être partagées	1
Arrimer les exigences entre intervenants externes	1
Développer les méthodes d'échange et de publication des données	1
5.2 Guides	16
5.2.1 Guides et documents	13

Développer des guides et documents pour encadrer la mise en œuvre	10
Développer des modèles de plans d'exécution BIM (BEP).	1
Adapter les cadres de gestion et la documentation existants	1
Développer des guides et manuels / procédures techniques orientés BIM	1
5.2.2 Protocoles et techniques	3
Définir clairement les processus de travail	1
Recommander l'application de la méthode BIM selon les activités des projets	1
Harmoniser les pratiques de conception 3D au sein du MTMD	1
5.3 Normes	32
5.3.1 Développement de normes	27
Identifier et développer les normes appropriées à appliquer au MTMD	5
Adapter les normes internationales aux usages du MTMD	4
Élaborer des codes et normes techniques	4
Assurer l'arrimage et la cohérence des normes	2
Définir des normes adaptées à l'Internet des objets	2
Normaliser les pratiques de conception 3D au sein de la norme CDAO actualisée du MTMD	2
Standardiser les formats de données	2
Établir des normes et des procédures de gestion de l'information	2
Développer les normes d'échange de données	1
Normer les propriétés des produits du bâtiment	1
Assurer l'arrimage des normes BIM MTMD avec les normes existantes	1
Finaliser les travaux de normalisation en cours	1
5.3.2 Systèmes de classification et structure de données	5
Établir et diffuser un système de classification normée et adapté	4
Définir les classifications et la structure de la documentation et des données	1
Axe 6 - Écosystème numérique	153
6.1 Systèmes d'information existants	53
6.1.1 Besoins en matière de données	21
Développer les capacités de stockage et de traitement des données	4
Assurer les besoins en centralisation des données	2
Assurer les besoins en stockage des données	2
Faciliter l'intégration des données BIM-SIG	2
Assurer la fiabilité de la représentation des maquettes	1
Assurer le partage et l'intégration des données avec les parties prenantes internes au MTMD dans le cadre de projets	1
Assurer la sécurité des données et de l'information	1
Établir un plan d'action pour valoriser les données existantes (ROI)	1
Assurer la disponibilité et accessibilité des données pertinentes pour soutenir les différents services	1
Identifier les besoins en centralisation des données	1
Assurer les besoins en stockage des données	1
Assurer la fiabilité des échanges de données	1

Intégrer les relevés de terrain (données lidar) au BIM	1
Assurer la pérennité des données et de l'information	1
Assurer la pertinence des données stockées	1
6.1.2 Besoins en matière d'infrastructure	6
Assurer la performance et la connectivité du réseau informatique	2
Identifier les technologies et outils existants compatibles/non compatibles avec ceux du BIM	1
Identifier les infrastructures technologiques désuètes	1
Assurer la performance du matériel informatique	1
Établir un plan d'action de remplacement des infrastructures technologiques soutenable (en considérant la capacité des parties prenantes et autres ressources)	1
6.1.3 Besoins en matière d'équipement et logiciel	12
Identifier, évaluer et implanter les technologies nécessaires	4
Assurer la disponibilité de l'équipement nécessaire	4
Assurer la disponibilité des outils spécialisés (simulation, planification, etc.)	1
Identifier les technologies et outils désuets	1
Assurer une performance adéquate du matériel informatique	1
Assurer la pertinence et une performance adéquate des solutions logicielles	1
6.1.4 Besoins en matière de systèmes	14
Assurer l'interopérabilité des systèmes d'information	5
Moderniser les systèmes d'information	2
Identifier les systèmes d'information redondants	1
Évaluer la nécessité d'intégrer certains systèmes d'information existants	1
Intégrer les systèmes d'information	1
Évaluer la pertinence des systèmes d'information et logiciels existants	1
Planifier l'évolution et la mise à jour des systèmes d'information	1
Faciliter le transfert d'information entre les systèmes	1
Fournir des outils spécialisés selon les besoins et orientations	1
6.2 Technologies et outils	61
6.2.1 Technologies et outils de gestion et de suivi	11
Développer des outils et technologies de planification et de gestion de projet	9
Développer des plateformes de définition des besoins techniques	2
6.2.2 Technologies et outils de simulation et d'analyse	8
Développer des outils et technologies d'analyse	4
Développer les capacités d'automatisation de la construction	2
Outil de planification et d'analyse réglementaire (e-permitting)	1
Développer les capacités d'analyses avancées basés sur le BIM	1
6.2.4 Technologies et outils de modélisation et coordination	15
Développer des outils et technologies de modélisation	7
Développer des outils et technologies de visualisation	4
Développer des outils et technologies de coordination	3
Assurer que le choix d'outils de conception réponde aux besoins et contraintes du MTMD	1

6.2.5 Technologies et outils de capture de réalité	3
Développer les capacités d'arpentage électronique	1
Intégrer les outils de capture de la réalité au processus BIM	1
Développer les capacités de capture de réalité en temps réel pour la gestion de projet	1
6.2.6 Technologies et outils autres	13
Développer les technologies en lien avec les contrats	4
Implanter des outils pour permettre l'engagement des riverains / citoyens	1
Système d'évaluation des technologies	1
Développer des outils et technologies de signature numérique des données	1
Identifier les technologies complémentaires (Réalité augmentée, Impression 3D, etc.) à implanter	1
Développer des outils et technologies pour faciliter la mise en œuvre	1
Intégration des "villes intelligentes" et du BIM	1
Développer les capacités BIM sur le site	1
Développer une plateforme de téléchargements d'extensions logicielles	1
Développer les outils de suivi	1
6.2.3 Technologies et outils de communication et d'intégration de l'information	11
Intégrer le BIM et les SIG	2
Intégrer les technologies et outils BIM aux technologies et outils existants (ex. Lidar, scan 2 BIM)	2
Développer des outils et technologies d'approbation et de validation numérique	2
Développer des outils et technologies d'intégration/liaison	2
Développer des mécanismes de liaison des sources de données : devis et modèles	1
Développer des outils et technologies pour la livraison des modèles	1
Développer des outils et technologies de communication	1
6.3 Systèmes d'information collaboratifs	39
6.3.1 Principes des plateformes	12
Développer un écosystème de stockage et d'analyse de données	3
Bien communiquer et échanger les données avec les parties prenantes externes	1
Établir des mécanismes pour soutenir le partage de l'information en temps réel	1
Développer une architecture système intégrative	1
Développer les capacités infonuagiques	1
Fournir une plateforme de collaboration centralisée	1
Mise en œuvre de plateformes collaboratives	1
Mise en œuvre des jumeaux numérique	1
Assurer la continuité et la réutilisation de l'information à travers le cycle de vie d'un actif	1
Développer un système d'information commun pour l'ensemble des directions du MTMD	1
6.3.2 Exigences et besoins - plateformes de collaboration	19
Développer des solutions EDC multiprojets	6
Assurer la prise en compte des considérations de cybersécurité	4
Revoir l'architecture d'affaires	3
Mettre en œuvre une plateforme de centralisation des données et des informations	1

Implanter des systèmes de GMAO compatibles avec le BIM	1
Mise en œuvre d'interfaces standardisées	1
Définir les protocoles de contrôle d'accès aux données	1
Définir les besoins en matière de systèmes pour centraliser l'information	1
Développer une stratégie d'intégration des systèmes d'information internes et externes	1
6.3.3 Soutien à l'interopérabilité	8
Développer les capacités d'échange de données et de communications interopérables (IFC & BCF)	5
Développer une stratégie d'interopérabilité des données	1
Développer une stratégie d'interopérabilité logicielle	1
Développer un dictionnaire de données pour le MTMD	1
Total	794

Annexe 2 – Présentation des projets recensés

- P1** Remplacement d'un portique en fin de vie (Structure P-13836)
- P2** Reconstruction du pont de l'Île-aux-Tourtes entre Vaudreuil-Dorion et Senneville
- P3** Construction d'un hangar à l'aéroport de Québec (0612QUE)
en collaboration avec la SQI
- P4** Reconstruction du Centre de service Foster en collaboration avec la SQI
- P5** Réfection du pont Camille-Parenteau
- P6** Pont Gédéon-Ouimet – Reconstruction
- P7** Autoroute 15 – Aménagement des voies réservées et réfection des chaussées
- P8** Prolongement de la route 138
- P9** Autoroute 35 - Parachèvement Phase III
- P10** Autoroute 35 – Parachèvement Phase IV
- P11** Tunnel L-H-Lafontaine – Réfection majeure
- P12** Route 247 – Conservation de chaussée
- P13** Route Guérin – Stabilisation de talus
- P14** Route 267 – Éclairage
- P15** Route 199 – Protection d'un ouvrage contre l'érosion
- P16** Tunnel Ville-Marie – Réfection majeure
- P17** Pont de Québec – Remplacement du Tablier
- P18** Autoroute 55 – Pavage
- P19** Route 153 – Stabilisation de talus
- P20** Route 155 – Étude d'opportunité
- P21** Pont 7416

Tableau A2.1 Usages du BIM et des technologies numériques dans les projets ciblés

	P1	P2	P3	P4	P5	P6-7	P8	P9-10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21
Acquisition de l'existant (LiDAR 3D)	x		x		x		x		x	x			x	x	x	x	x	x	x
Modèle numérique de terrain	x		x						x	x			x	x	x	x	x	x	x
Analyses environnementales	x							x											
Analyses hydrauliques	x																		
Analyses géotechniques	x																		
Simulations 3D									x										
Gestion de la circulation	x																		
Génération de plans 2D			x																
Modélisation 3D	x			x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x		x
Visualisation 3D	x					x		x	x				x		x				
BIM 4D	x		x																
Détection et gestion des interférences			x												x				
Utilisation d'une plateforme collaborative	x			x				x	x					x		x	x		x
Coordination 3D	x			x															
Modèle tel que construit			x																
Exploitation et gestion des actifs	x		x	x										x					

Tableau A2.2 Avantages de l'utilisation du BIM et/ou des technologies dans les projets

	P1	P2	P3	P4	P5	P6-7	P8	P9-10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21
Meilleure compréhension du projet	x			x															
Économies de temps et des coûts	x																		
Meilleur contrôle des coûts et échéanciers	x			x					x		x								
Amélioration de la gestion des modifications	x													x					
Demandes d'autorisations facilitées	x																		
Meilleure gestion et coordination de l'information (y compris éviter les pertes de données)						x		x				x				x			
Amélioration des interactions/collaboration entre pp						x							x		x	x			x
Amélioration de la planification/suivi du projet						x			x										
Amélioration de l'acquisition de l'existant							x			x	x								
Centralisation de l'information								x					x						
Soutien d'aide à la décision									x									x	
Aide à la validation des solutions de conception									x									x	x
Anticipation des risques									x										
Meilleure visualisation du projet												x	x		x			x	
Gain en efficacité													x	x					
Aide à la détection des conflits															x				
Aide à l'inspection															x				
Automatisation de la mise à jour du projet															x				

Tableau A2.3 Enjeux et défis de l'adoption du BIM et des technologies numériques

	P1	P2	P3	P4	P5	P6-7	P8	P9-10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21
Différents niveaux de maturité du BIM entre les parties								x											
Disposer de matériels et logiciels adaptés	x											x	x	x			x		
Disposer de technologies d'acquisition de haute précision									x								x	x	
Manipulation de fichiers volumineux								x					x						
Résistance au changement	x								x	x									
Réticence à maîtriser de nouvelles technologies	x																		
Réussir la transition BIM sans perte de temps				x															
Défi d'alléger la transition vers le BIM											x								
Compréhension de la valeur ajoutée du BIM par les équipes											x	x							
Temps de mise en œuvre du BIM très long	x																		
Qualification de la main-d'œuvre										x				x	x				
Manque de personnel pour le transfert des connaissances, car processus très long																		x	
Gestion des délais créés par les demandes d'autorisation du grand nombre de pp															x				x
Intégration de toutes les équipes dans le processus BIM	x																		
Défi de coopération et collaboration effective avec les parties externes						x		x							x	x	x		
Gestion optimale de l'information/ des documents						x		x	x				x			x			x
Enjeu de sécurité de l'information générée														x		x			
Règlementations en vigueur qui peuvent être un frein																		x	

Tableau A2.4 Attentes et besoins pour soutenir l'adoption du BIM et des technologies numériques

	P1	P2	P3	P4	P5	P6-7	P8	P9-10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21
Besoin de Documentation pour amorcer le virage						x													
Besoin de structure pour amorcer le virage						x													
Besoin de sensibilisation et de communication sur la valeur ajoutée tangible du BIM											x								
Besoins de communication massive sur ce qu'est le BIM dans les DT												x							
Formation adaptée des équipes														x					
Nouveaux rôles pour la gestion BIM														x					
Avoir des équipements plus performants														x					

Tableau A2.5 Opportunités pour l’adoption du BIM et des technologies numériques au sein des projets

	P1	P2	P3	P4	P5	P6-7	P8	P9-10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21
Création de jumeaux numériques des actifs	x	x			x	x			x										
Inspections de terrain à l’aide de drones	x																		
Optimisation de la phase d’exploitation / maintenance					x	x		x	x					x					
Association BIM – GIS, notamment pour les inspections						x													
Implantation de la démarche BIM pour des projets encore à l’étude							x												
Utilisation des visuels 3D pour communication du projet aux pp							x												
Réalisation de simulations environnementales à l’aide d’outils BIM intégrés							x												
Réalisation de l’interpolation géotechnique à l’aide d’outils BIM intégrés							x										x		
Réduction de l’écart industrie vs DO grâce à la vulgarisation du BIM								x											
Mise en place de systèmes de GMAO									x										
Harmonisation des nouveaux outils technologiques avec ceux déjà utilisés au MTMD									x										
Automatisation des processus										x			x						
Suivi de terrassement par relevés 3D aériens													x						
BIM pour la préfabrication															x				
Support pour la pérennisation de l’information de projet																x			
Validation des solutions de conception dès l’étude d’opportunité																x			
Intégration du MNT 3D au modèle de conception 3D																	x		

Annexe 3 – Analyse des CCDGs

Analyse préliminaire des documents contractuels

Conception d'un cadre de déploiement pour l'adoption et l'implantation de la modélisation des données sur les actifs bâtis (BIM) au ministère des Transports du Québec (MTQ)

2023-03-13

Mise en contexte

Dans le cadre du développement et de la mise en œuvre de la Feuille de route gouvernementale pour la modélisation des données des infrastructures 2021-2026 (FdR-BIM), publiée en août 2021, le Ministère des Transports et de la Mobilité Durable (ci-après le Ministère) a formellement annoncé son intention d'adopter et d'implanter la modélisation des données des infrastructures (BIM) sur un horizon de temps restant à déterminer. Le Ministère s'inscrit ainsi dans un mouvement international cherchant à bénéficier de l'adoption et de l'implantation du BIM tout au long du cycle de vie des actifs bâtis qu'il réalise, exploite et maintient.

Le BIM est défini comme « Un processus collaboratif axé sur le développement, l'utilisation, l'échange et la gestion de modèles de données numériques liés à un projet ou à un portefeuille d'infrastructures dans le but d'améliorer sa conception, sa construction et son exploitation. » (1) Les bénéfices liés à son implantation sont de plus en plus apparents tandis que les processus et les technologies le soutenant deviennent de plus en plus populaires dans le domaine. Il est notamment question de réduction des délais et des coûts ainsi qu'un accroissement de la qualité et de la durabilité des ouvrages.

Or, l'adoption et l'implantation du BIM sont des processus complexes qui requièrent le développement d'une stratégie, d'une planification, d'une gestion et d'un

suivi en continu. Ces processus sont d'autant plus complexes dans le contexte du Ministère qui est constitué de dix sous-ministériats et compte près de 8 000 employés. Il est donc nécessaire de concevoir et de piloter un cadre de déploiement ainsi qu'une Feuille de route ministérielle pour structurer et guider l'adoption et l'implantation du BIM au Ministère et ainsi assurer le succès de cette initiative à long terme.

Afin de concevoir et de piloter ce cadre de déploiement, menant à la feuille de route ministérielle, l'engagement et la consultation des cadres et des employés œuvrant au sein des différents sous-ministériats, directions générales et directions du ministère, est une étape primordiale. Ceci permettra, entre autres, de bien identifier les attentes, les besoins, les enjeux, etc. en lien avec cette transformation organisationnelle significative et donc de bien cibler les stratégies à mettre en place ainsi que les actions à entreprendre.

Le Ministère a ainsi fait appel aux chercheurs du Groupe de recherche en intégration et développement durable en environnement bâti de l'École de technologie supérieure (GRIDD-ÉTS), afin de l'accompagner dans la conception du cadre de diagnostic et le déploiement du BIM sur la base de laquelle la Feuille de route ministérielle pourra être développée. Les bénéfices attendus de ce projet sont les suivants :

- Le développement d'une feuille de route ministérielle pour la mise en œuvre du BIM adaptée au contexte du Ministère;
- La planification, la gestion et le suivi de la mise en œuvre de la feuille de route ministérielle;
- L'arrimage avec les autres initiatives similaires sur le plan national et international ;
- L'exécution de projets pilotes et leur suivi pour dégager les leçons apprises ;
- Une veille sur les technologies appropriées ;
- Un cadre permettant l'évaluation de l'initiative et de son avancement.

Le rapport qui suit présente les résultats de l'analyse préliminaire des documents contractuels utilisés au Ministère en relation aux pratiques établies en matière d'exigences contractuelles pour le BIM. Cet exercice s'inscrit dans le processus de diagnostic en cours au ministère

(1) https://www.tresor.gouv.qc.ca/fileadmin/PDF/infrastructures_publiques/Feuille_route_gouvernementale_BIM.pdf p.3

Objectifs et Méthodologie

Objectifs:

L'objectif principal de cette activité est d'identifier l'écart entre les pratiques du Ministère en matière de contrats et celles développées pour les projets supportées par la mise en œuvre du BIM.

L'intention est de contribuer à l'élaboration d'un langage contractuel harmonisé permettant au Ministère d'inclure des dispositions relatives au BIM dans ses appels d'offres et ses contrats avec les fournisseurs dans le cadre de ses projets.

Méthodologie:

La méthodologie utilisée se déploie en 4 étapes (figure 01):

1. Établissement du cadre
 - Le cadre a été établi sur la base de la littérature et d'un travail en amont avec les professionnels de l'industrie. Le développement de ce cadre est discuté ailleurs (GRIDD-ÉTS, 2022). Le cadre est présenté à la page 7.
2. Revue des pratiques contractuelles au sein du Ministère
 - L'analyse des documents contractuels du Ministère se fait en fonction des éléments identifiés dans le cadre
3. Analyse de l'écart
 - L'écart entre ce qui est relevé suite à l'analyse et d'après la revue de la littérature et des meilleures pratiques est effectuée (EN COURS)
4. Formulation des recommandations
 - Une série de recommandations est formulée en fonction des résultats de l'analyse

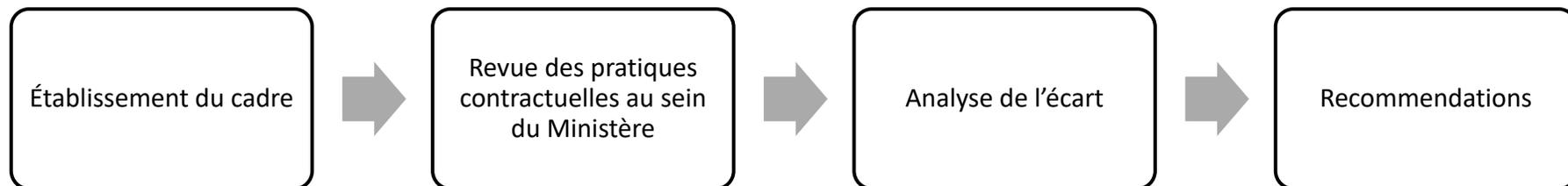


Figure 01 - Méthodologie

Cadre d'analyse

L'analyse des documents porte principalement sur le Cahier de Charges et Devis Généraux (CCDG) produit par le ministère. Il existe quatre versions du CCDG, soit pour Services Professionnels, pour Infrastructures Routières – Services de nature technique et, pour Infrastructures Routières – Construction et réparation. Le CCDG se décline en deux parties:

1. Le « Cahier des charges » définit notamment les obligations liées à la gestion et à l'administration d'un contrat, ainsi que les conditions générales d'exécution des travaux.
2. Les « Devis généraux » décrivent les obligations liées à l'exécution des travaux, notamment les exigences relatives aux matériaux, à l'assurance de la qualité et à la mise en œuvre, de même que les modalités de paiement.

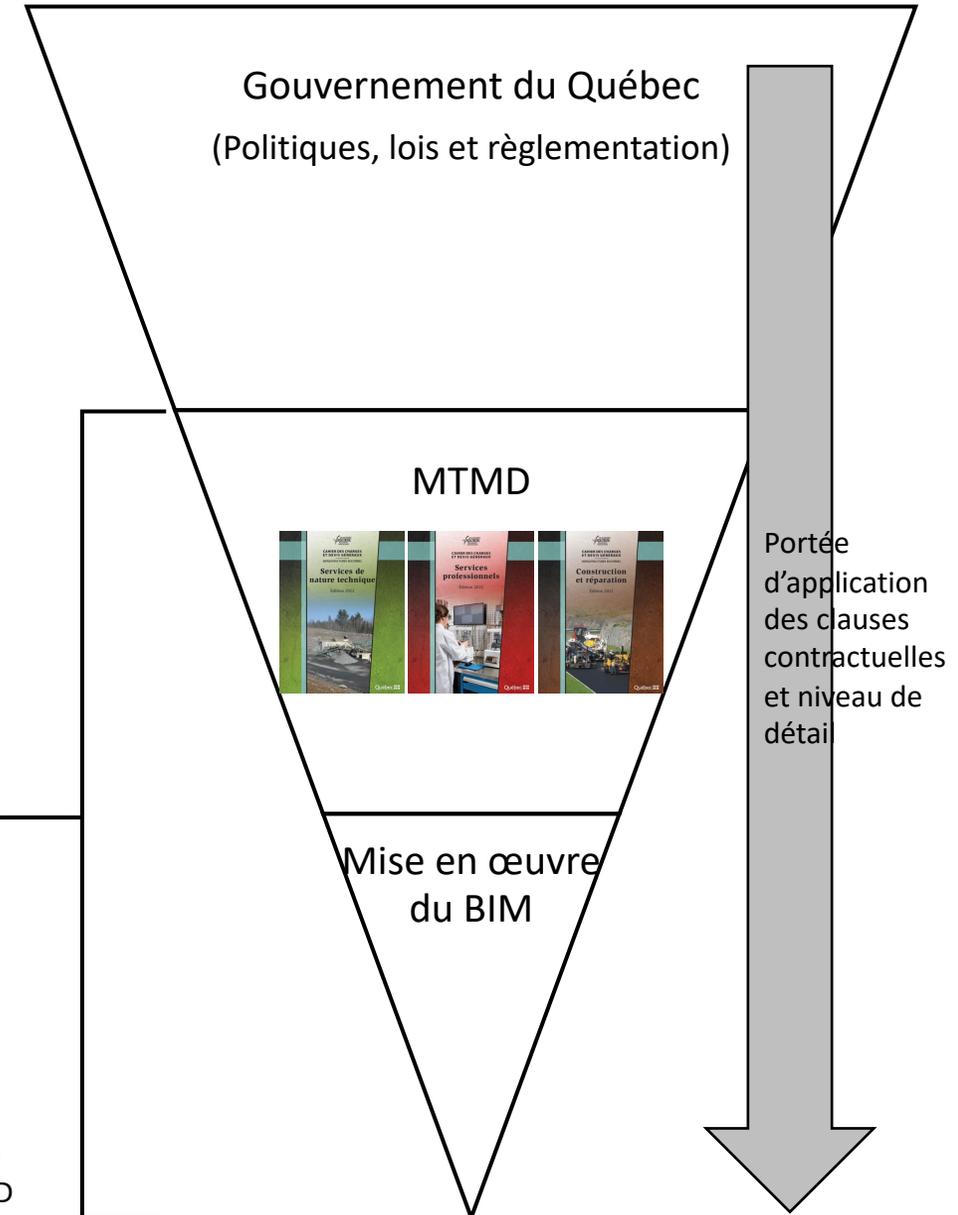
Une troisième partie a été développée pour le CCDG Infrastructures Routières – Construction et réparation. Les « Documents de référence » établissent un lien entre les clauses contractuelles et les cours de formation, ainsi que les versions en vigueur des normes du Tome VII – Matériaux, de la collection Normes – Ouvrages routiers, et du Recueil des méthodes d'essai LC de la Direction générale du laboratoire des chaussées.

La Figure 02 illustre la portée de l'analyse préliminaire en relation au contexte juridique et réglementaire du MTMD. L'analyse se fait selon le cadre décrit en page 7.

(CCDGs 2022, Introduction)

Figure 02 – Portée de l'analyse préliminaire en relation au contexte juridique et réglementaire du MTMD

Portée de l'analyse préliminaire



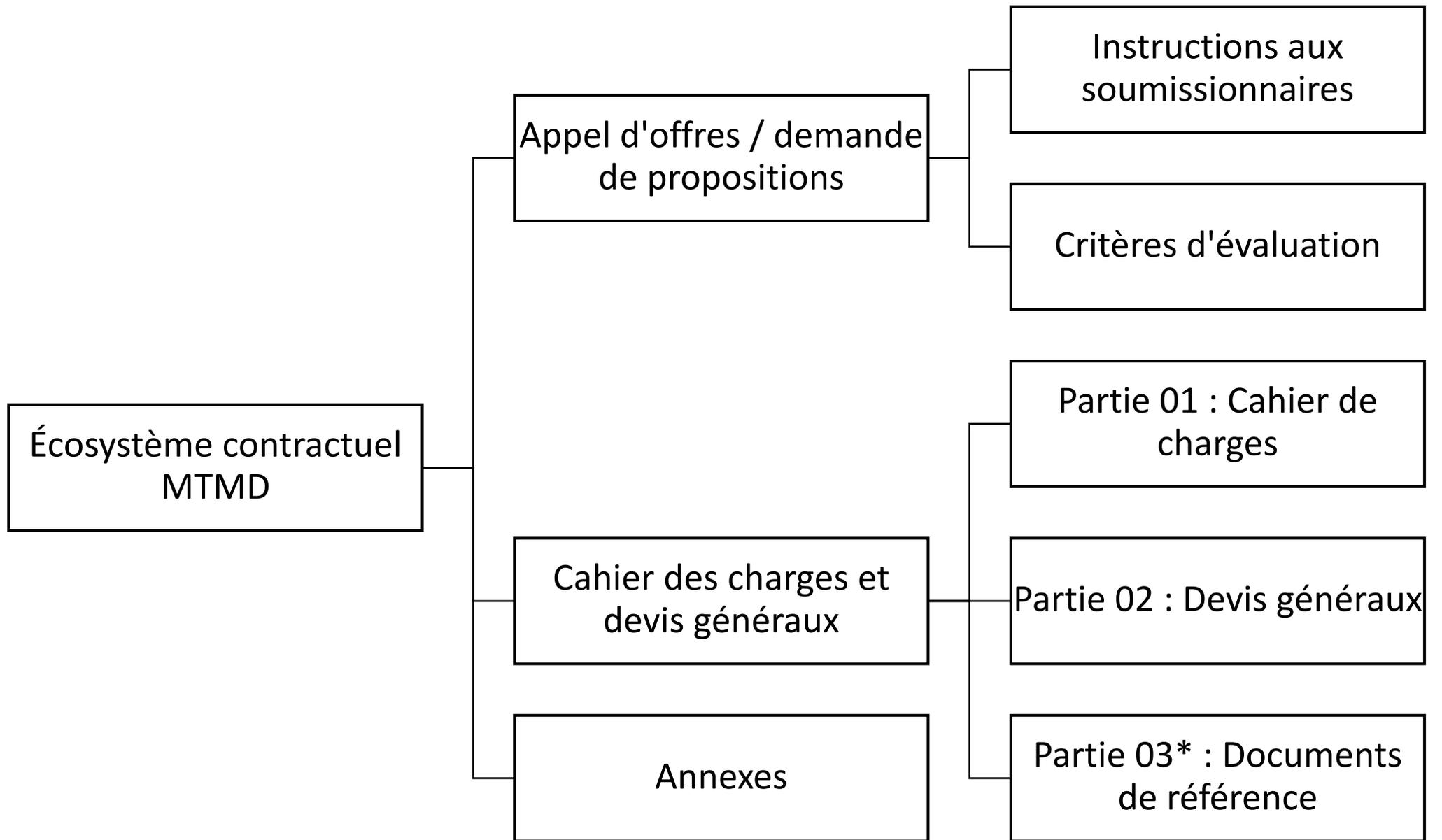


Figure 03 – Écosystème contractuel du MTMD

Priorité des documents

Un aspect important à considérer dans l'établissement de clauses pour le BIM et dans sa mise en œuvre plus globale est l'ordre de priorité des documents contractuels. Ceux-ci sont décrits dans le CCDG.

À terme, il serait pertinent d'évaluer l'inclusion du modèle d'information dans la liste des documents, spécifiquement du côté des CCDGs pour les infrastructures routières. Ceci devient d'autant plus pertinent si le Ministère songe à passer vers

l'utilisation du modèle comme document contractuel (*Model as a Legal Deliverable*). Les éléments en rouge ci-dessous seraient affectés dans une telle transition.

CCDG – Services professionnels (p.2-1)

En cas de conflit entre les documents contractuels, les parties conviennent de l'ordre de priorité suivant :

- le contrat et ses annexes;
- les addendas;
- le devis;
- le Cahier des charges et devis généraux – Services professionnels;
- la soumission du prestataire de services.

Les Instructions aux prestataires de services incluses par le Ministère dans le dossier d'appel d'offres font partie intégrante de la soumission présentée et priment tout autre document du contrat.

CCDG – Infrastructures Routières

Services de nature technique (p.2-1)

Construction et réparation (p.2-2)

En cas de contradiction ou de divergence, les parties conviennent de l'ordre de priorité suivant :

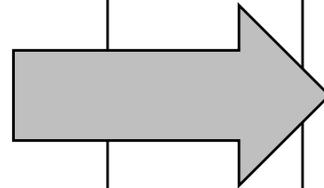
- les addendas priment les bordereaux;
- les bordereaux priment les plans et devis;
- les cotes priment les mesures à l'échelle;
- les dessins normalisés et les plans de détail priment les plans d'ensemble;
- les plans priment les devis;
- le devis spécial prime le Cahier de clauses générales. Si le devis spécial comporte plusieurs parties, la partie des clauses particulières et administratives prime les parties des clauses techniques et descriptives. Aussi, les clauses techniques priment les clauses descriptives;
- les clauses spécifiques priment les clauses générales;
- le Cahier de clauses générales prime le Cahier des charges et devis généraux.

Les Instructions aux entrepreneurs, incluses dans le dossier d'appel d'offres par le Ministère, font partie intégrante de la soumission présentée et priment tout autre document du contrat.

Cadre d'analyse

Enjeux

- Niveau de détail des contrats
- Dispositions de sauvegarde excessives
- Dispositions contractuelles incomplètes
- Documents contractuels incomplets
- Manque de clarté sur les rôles et les responsabilités
- Normalisation et complexité contractuelle
- Définitions incohérentes
- Manque de clarté des exigences BIM



Éléments

- Propriété intellectuelle / droits d'auteur
- Propriété des données
- Rôles et responsabilités en matière de BIM
- Responsabilité civile
- Normes de diligence
- Sécurité du modèle
- Assurance(s) liée(s) au(x) modèle(s)

Note: Le cadre d'analyse a été développé dans le cadre des travaux de la Feuille de route gouvernementale pour le BIM, Activité 3.3.1 - Répertoire des ressources et les références existantes. Un rapport préliminaire intitulé : « Mécanismes et considérations contractuels pour la mise en œuvre du BIM; Mécanismes contractuels facilitant la mise en œuvre du BIM :

Activité 3.3.1 - Répertoire des ressources et les références existantes » a été rendu aux DOP participant dans la FdR-BIM le 31 mars 2022. Pour plus d'informations sur les divers éléments constituant le cadre, veuillez consulter ce rapport.

Tableau 01 - Éléments à inclure au contrat pour assurer la mise en œuvre du BIM

Éléments	Définition	Description
Propriété intellectuelle / droits d'auteur	La propriété intellectuelle (PI) " est un terme qui désigne un certain nombre de types distincts de créations de l'esprit, pour lesquelles un ensemble de droits exclusifs est reconnu, et les champs d'application correspondants en droit ".	Les droits de propriété intellectuelle courants comprennent les droits d'auteur, les marques, les brevets et les droits de conception industrielle. Alors que l'utilisation du BIM fournit aux utilisateurs une plateforme collaborative pour modifier les éléments et les informations du modèle, des litiges peuvent survenir concernant la propriété des droits d'auteur lorsque ces éléments pourraient être utilisés dans d'autres projets par la suite (Hsu et al., 2015). La préoccupation des droits de propriété intellectuelle ne se limite pas à la période de construction, mais s'étend plutôt à l'ensemble du cycle de vie du projet en raison de l'application du modèle pour la maintenance du projet (si tel est le cas).
Propriété de la donnée	Un titre juridique associé à un droit de possession exclusif. La copropriété, en revanche, signifie que plus d'une personne a un intérêt juridique dans la même chose.	Une partie peut être le propriétaire du modèle, mais concernant les questions de droits d'auteur, elle ne peut pas modifier librement le modèle. Des questions se posent : qui est propriétaire de l'information ? qui détient le droit d'auteur d'un modèle BIM ? qui a le droit d'utiliser un modèle ? qui a le droit de modifier un modèle ?
Rôles et responsabilités BIM	Une répartition claire des rôles et des responsabilités des acteurs de l'équipe est nécessaire pour atteindre les objectifs du projet. Dans l'environnement BIM en particulier, dans lequel des parties pluridisciplinaires contribuent au projet, l'identification de leurs responsabilités est d'une grande importance.	Étant donné que le manque de clarté des rôles et des responsabilités entraînera des responsabilités juridiques, la relation contractuelle entre les parties, en particulier pour le gestionnaire BIM et les acteurs clés, doit être clairement définie.
Responsabilité civile	La responsabilité signifie la responsabilité légale de ses actes ou de ses omissions. Si une personne ou une entité ne s'acquitte pas de cette responsabilité, elle s'expose à une action en justice pour tout dommage en résultant ou à une injonction du tribunal de s'exécuter (comme dans le cas d'une rupture de contrat ou d'une violation de la loi).	Un problème potentiel qui se pose dans les projets BIM concerne les responsabilités liées à la conception. À cet égard, il a été suggéré que pour éviter ce type de litige résultant d'hypothèses incorrectes sur les responsabilités des concepteurs et des entrepreneurs, leurs rôles devraient être définis et contrôlés de manière appropriée au cours des processus de collaboration.
Normes de diligence	La vigilance, l'attention, la précaution et la prudence dont ferait preuve une personne raisonnable en pareilles circonstances. Si les actions d'une personne ne répondent pas à cette norme de diligence, alors ses actes ne répondent pas au devoir de diligence que toute personne est (supposée) avoir envers les autres. Le non-respect de cette norme constitue une négligence, et tout dommage en résultant peut être réclamé par la partie lésée dans le cadre d'un procès. Le problème est que la "norme" est souvent une question subjective sur laquelle des personnes raisonnables peuvent diverger.	La norme de diligence, tel que décrit dans le droit commun, est considérée pour l'exécution des services d'un professionnel de la conception est généralement définie comme la diligence ordinaire et raisonnable habituellement exercée par une personne de cette profession, pour le même type de projet, au même moment et au même endroit, dans des circonstances et conditions similaires.
Sécurité des modèles	La norme ISO 19650-part 5 définit la sécurité comme "l'état de liberté relative face aux menaces ou aux dommages causés par des actes délibérés, non désirés, hostiles ou malveillants".	Comme d'autres formes de données numériques, les modèles BIM sont sujets à la perte de données ; la partie responsable doit donc prendre des mesures pour préserver les données. En outre, la norme ISO 19650-5 spécifie les principes et les exigences en matière de sécurité de l'information dans les projets BIM. Cette norme fournit un cadre aux organisations pour les aider à comprendre les principaux problèmes de vulnérabilité et les contrôles nécessaires pour gérer les risques de sécurité.
Assurance(s) en lien avec le(s) modèle(s) 2023-03-13	Un contrat (police d'assurance) dans lequel l'assureur (compagnie d'assurance) accepte, moyennant des frais (primes d'assurance), de payer à l'assuré tout ou partie d'un sinistre.	La plupart des assureurs excluent les services professionnels et ne couvrent pas la perte économique pure. Cependant, l'assurance des responsabilités liées à la conception fait l'objet de nombreux débats et la modification des conflits identifiés.

Tableau 02 - Considérations contractuelles et leur traitement par diverses annexes aux contrats BIM

	Propriété intellectuelle / droits d'auteur	Propriété de la donnée	Rôles et responsabilités	Responsabilité civile	Norme de diligence	Sécurité du modèle	Assurances
IBC (1)	Le droit d'auteur est conservé par l'auteur de l'élément de modèle	Chaque auteur de modèle accorde une licence pour le cycle de vie du projet au propriétaire	Le rôle du gestionnaire de modèle n'est pas défini en détail, et il sera déterminé en fonction de l'accord entre les parties	La responsabilité des parties est limitée aux dommages directs	Définie sur la base d'un accord ou d'une loi	Sécurité des modèles non spécifiée	Non abordé
Consensus Docs (2)	Chaque contributeur de modèle conserve les droits relatifs à sa contribution	Chaque contributeur de modèle est propriétaire de sa contribution.	Le rôle et les responsabilités du gestionnaire BIM sont définis	Chaque contributeur de modèle a la responsabilité de sa contribution	Définie sur la base d'un accord ou d'une loi	Sécurité des modèles non spécifiée	Non abordé
AIA (3)	La partie qui transmet est titulaire du droit d'auteur ou a le droit de le transmettre	La partie qui transmet à la propriété ou le droit de transmettre l'information	Le rôle et les responsabilités du gestionnaire du modèle sont définis	Non abordée	Non abordée	Définie par le gestionnaire du modèle et les utilisateurs du modèle	Non abordé
CIC (4)	Tous les droits (y compris les droits d'auteur) appartiennent aux membres de l'équipe	Le propriétaire conserve la propriété du modèle	Les responsabilités du gestionnaire de l'information sont définies	Exclue de ceux qui ont une licence	Définie sur la base d'un accord ou d'une loi	Non abordée	Non abordé

1. IBC 100. (2014). BIM Contract Appendix. Institute of BIM in Canada.
2. ConsensusDocs. (2015). Building Information Modeling (BIM) Addendum. Repéré à <https://www.consensusdocs.org/consensusdocs-coalition-announces-2015-contract-content-advisory-council-leadership/>
3. AIA. (2013). Building information modeling and digital data exhibit. The American Institute of Architects, USA. Repéré à <http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab099084.pdf>
4. CIC/BIM Pro. (2013). Building Information Model (BIM) Protocol. University of Cambridge. Repéré à https://www.em.admin.cam.ac.uk/files/4_uoc_cicprotocol_v1.1.1.pdf

Propriété intellectuelle / droits d'auteur

CCDG – Services professionnels

6.12 Droits d'auteur

Le prestataire de services cède et fournit au Ministère tous les droits d'auteur sur tous les documents (bases de données, cartes, vidéos, logiciels, plans, etc.) conçus en vertu du présent contrat. Cette cession de droit d'auteur est consentie sans limite de temps ou de territoire de quelque nature que ce soit.

Toute considération pour la cession de droits d'auteur consentie en vertu du présent contrat est incluse dans la rémunération.

Le prestataire de services atteste qu'il est titulaire de tous les droits lui permettant d'exécuter le présent contrat et, notamment, de consentir la cession des droits d'auteur prévue dans le présent article et il garantit le Ministère contre tout recours ou toute réclamation, demande, poursuite et autre forme de procédure entamée par toute personne relativement à l'objet de ces garanties.

Le prestataire de services s'engage à prendre fait et cause pour le Ministère, et à l'indemniser dans le cas de tout recours ou de toute réclamation, demande, poursuite et autre forme de procédure entamée par toute personne relativement à l'objet de ces garanties.

CCDG – Infra Routières - Services de nature technique

Aucune mention

CCDG – Infra Routières - Construction et réparation

Aucune mention

Propriété des données

CCDG – Services professionnels

1.2 Propriété matérielle

Les travaux réalisés par le prestataire de services en vertu du présent contrat, y compris les rapports de recherche, les plans et autres documents, deviendront la propriété entière et exclusive du Ministère, qui pourra en disposer à son gré.

Une fois le contrat terminé, le prestataire de services doit remettre au Ministère tout document (cartes, photographies aériennes, études, etc.) qu'il se sera procuré aux frais du Ministère pour la réalisation du mandat.

CCDG – Infra Routières - Services de nature technique

Aucune mention

CCDG – Infra Routières - Construction et réparation

Aucune mention

Rôles et responsabilités en matière de BIM

CCDG – Services professionnels

Aucune mention

CCDG – Infra Routières - Services de nature technique

Aucune mention

CCDG – Infra Routières - Construction et réparation

Aucune mention

Responsabilité civile

CCDG – Services professionnels

3.3 Responsabilité civile et assurance responsabilité professionnelle

Le prestataire de services s'engage à maintenir en vigueur jusqu'à la fin du contrat la police d'assurance responsabilité civile qu'il détient et dont il a fourni un certificat à la signature du contrat, et à en fournir une copie à jour au Ministère à chaque échéance.

6.9 Responsabilité du prestataire de services pour dommages causés

Le prestataire de services sera responsable de tout dommage causé par lui, ses employés, agents, représentants ou sous-traitants dans le cours ou à l'occasion de l'exécution du présent contrat, y compris le dommage résultant d'un manquement à un engagement pris en vertu du présent contrat.

Le prestataire de services s'engage à indemniser, protéger et prendre fait et cause pour le Ministère contre tout recours, toutes réclamations, toutes demandes, toutes poursuites et toutes autres procédures effectuées par toute personne en raison de dommages ainsi causés.

CCDG – Infra Routières - Services de nature technique

3.1.2 Responsabilité civile

Le prestataire de services, à l'exception des corporations municipales, s'engage à maintenir en vigueur jusqu'à la fin du contrat la police d'assurance responsabilité civile qu'il détient et dont il a fourni un certificat à la signature du contrat. [...]

6.7 Réclamation contre le prestataire de services

Toute responsabilité relative aux travaux qui font l'objet du contrat incombe au prestataire de services et comprend toute réclamation pour accident survenant en tout lieu utilisé pour l'exécution du contrat, à quiconque s'y trouvant dans un but précis ou sans raison.

CCDG – Infra Routières - Construction et réparation

3.1.2 Responsabilité civile

Le prestataire de services, à l'exception des corporations municipales, s'engage à maintenir en vigueur jusqu'à la fin du contrat la police d'assurance responsabilité civile qu'il détient et dont il a fourni un certificat à la signature du contrat. [...]

6.8 Réclamation contre l'entrepreneur

Toute responsabilité relative aux travaux qui font l'objet du contrat incombe à l'entrepreneur et comprend toute réclamation pour accident survenant en tout lieu utilisé pour l'exécution du contrat, à quiconque s'y trouvant dans un but précis ou sans raison. [...]

6.10 Responsabilité relative aux ouvrages

L'entrepreneur a la charge des ouvrages de son contrat, de même que de ceux réalisés par ses sous-traitants, jusqu'à la réception. [...]

Normes de diligence

CCDG – Services professionnels

Aucune mention

CCDG – Infra Routières - Services de nature technique

3.2 Esprit du contrat

Le but du contrat est d'assurer la meilleure exécution possible des travaux que le prestataire de services s'engage à réaliser selon les usages, les règles de l'art et la pratique acceptée pour des travaux similaires et selon les documents contractuels. [...]

CCDG – Infra Routières - Construction et réparation

3.2 Esprit du contrat

Le but du contrat est d'assurer la meilleure exécution possible des travaux que l'entrepreneur s'engage à réaliser selon les usages, les règles de l'art et la pratique acceptée pour des travaux similaires, selon les plans et devis et les clauses du contrat. [...]

Sécurité du modèle

CCDG – Services professionnels

6.6 Confidentialité

Le prestataire de services s'engage, sans limite de temps, à ce que ni lui ni aucun de ses employés ne divulgue, sans y être dûment autorisé par le Ministère, les données, analyses ou résultats inclus dans les rapports réalisés en vertu du contrat ou, généralement, quoi que ce soit dont il aurait eu connaissance dans l'exécution du contrat.

6.7 Protection des renseignements personnels et des renseignements confidentiels

Le prestataire de services s'engage envers le Ministère à respecter chacune des dispositions applicables aux renseignements personnels et aux renseignements confidentiels ci-dessous énumérés, que ces renseignements lui soient communiqués dans le cadre de la réalisation de ce contrat ou générés à l'occasion de sa réalisation.

CCDG – Infra Routières - Services de nature technique

6.13 Confidentialité

Le prestataire de services s'engage, sans limite de temps, à ce que ni lui ni aucune autre personne travaillant pour lui ou pour l'un de ses sous-traitants qui participent à la réalisation du contrat ne divulguent, sans y être dûment autorisés par le Ministère, l'information du Ministère dont ils ont eu connaissance dans la réalisation du contrat.

CCDG – Infra Routières - Construction et réparation

6.16 Confidentialité

L'entrepreneur s'engage, sans limite de temps, à ce que ni lui ni aucune autre personne travaillant pour lui ou pour l'un de ses sous-traitants qui participent à la réalisation du contrat ne divulguent, sans y être dûment autorisés par le Ministère, l'information du Ministère dont ils ont eu connaissance dans la réalisation du contrat.

Assurance(s) liée(s) au(x) modèle(s)

CCDG – Services professionnels

3.3 Responsabilité civile et assurance responsabilité professionnelle

Le prestataire de services s'engage à maintenir en vigueur jusqu'à la fin du contrat la police d'assurance responsabilité civile qu'il détient et dont il a fourni un certificat à la signature du contrat, et à en fournir une copie à jour au Ministère à chaque échéance.

CCDG – Infra Routières - Services de nature technique

3.1.2 Responsabilité civile

Le prestataire de services, à l'exception des corporations municipales, s'engage à maintenir en vigueur jusqu'à la fin du contrat la police d'assurance responsabilité civile qu'il détient et dont il a fourni un certificat à la signature du contrat. [...]

CCDG – Infra Routières - Construction et réparation

3.1.2 Responsabilité civile

Le prestataire de services, à l'exception des corporations municipales, s'engage à maintenir en vigueur jusqu'à la fin du contrat la police d'assurance responsabilité civile qu'il détient et dont il a fourni un certificat à la signature du contrat. [...]

Recommandations

Mise en œuvre

1. Les équipes de projet doivent s'assurer que le protocole BIM soit complété et exécuté en même temps que les accords principaux afin d'aligner les obligations contractuelles et les attentes des signataires.
2. Les clauses de contrôle doivent être utilisées avec parcimonie car elles peuvent avoir des effets négatifs sur le comportement des participants au projet. Elles doivent être formulées principalement lorsque la sécurité, la confidentialité et la propriété des données sont en jeu.
3. Les clauses spécifiques concernant la sécurité, la confidentialité et la propriété des données doivent, de facto, viser à garantir que les données ne seront pas divulguées à des tiers, sauf si cela est nécessaire pour le projet ou si la loi ou une décision de justice l'exige.
4. Les parties au projet doivent accepter d'utiliser les contributions des autres parties aux données BIM pour une durée n'excédant pas celle du contrat et dans la mesure où elles sont liées à la portée de leur travail et à l'objectif énoncé dans l'accord.
5. Il convient de préciser que l'inclusion d'exigences en matière de BIM collaboratif (1) ne modifie pas les rôles conventionnels du propriétaire, de l'architecte et de l'entrepreneur dans le cadre des contrats individuels conclus entre eux ; et (2) ne crée pas de relation contractuelle entre les participants au projet dans les cas où il n'existe pas de contrat.
6. Il convient d'inclure des dispositions garantissant que les parties au contrat signalent rapidement toute erreur, incohérence ou omission découverte dans les informations ou les données afin de réduire le risque de conflits et de réclamations et d'éviter toute responsabilité résultant de l'utilisation d'informations ou de données erronées dans le cadre du projet.

Développement

1. Il convient d'envisager d'aligner les libellés des contrats sur les ressources actuelles de l'industrie, comme l'annexe contractuelle de buildingSMART Canada.
2. Le Ministère devra harmoniser son langage et l'approche contractuelle avec les autres Donneurs d'ouvrage publiques dans le cadre de la Feuille de route BIM.
3. Il convient de réfléchir davantage à l'emplacement des différentes dispositions et clauses contractuelles relatives au BIM : dans les diverses clauses des conditions générales et supplémentaires et dans l'énoncé des travaux, dans un protocole contractuel relatif à la BIM annexé à l'énoncé des travaux ou ailleurs.
4. Un effort délibéré et soutenu est nécessaire pour créer, coordonner et maintenir un ensemble de définitions communes à inclure dans les documents contractuels.
5. Le Ministère doit définir clairement les rôles et les responsabilités de toutes les parties impliquées dans le processus BIM et développer un langage et une compréhension communs de ces rôles et responsabilités. Parmi ces rôles, celui de gestionnaire du BIM ou de l'information est essentiel pour garantir le respect des exigences contractuelles, notamment en matière de sécurité et de confidentialité.
6. Les clauses contractuelles relatives à la résolution des litiges doivent être mises à jour pour tenir compte de l'utilisation du BIM, de ses risques et de son potentiel d'aide dans le processus.
7. La question de la responsabilité, du risque et de l'indemnisation et la manière dont elle est liée à l'utilisation de la BIM doivent être prises en compte. Par exemple, le Ministère pourrait décider que chaque partie à un projet doit accepter d'indemniser les autres parties en cas de réclamation de la part d'un tiers.
8. La question de l'assurance doit faire l'objet d'un débat plus approfondi et il convient de déterminer s'il y a lieu d'envisager des produits ou des stratégies spécifiques. Les produits et exigences actuels en matière d'assurance doivent être examinés afin de s'assurer qu'ils offrent une couverture adéquate dans un contexte de collaboration BIM.

Actions spécifiques à prioriser

1. Consolider et réexaminer les définitions du BIM dans les documents actuellement utilisés. Les aligner sur les normes internationales le cas échéant et/ou applicables.
2. Développer les descriptions des rôles et responsabilités en matière de BIM dans les documents actuellement utilisés.
3. Développer les exigences en matière de sécurité et de confidentialité de l'information et mettre à jour les conditions générales ou supplémentaires ou les inclure dans l'annexe BIM.
4. Développer les dispositions relatives à la propriété intellectuelle et aux droits de propriété et mettre à jour les conditions générales ou complémentaires ou les inclure dans l'annexe BIM.
5. Développer les dispositions relatives à la responsabilité et les formaliser dans des conditions générales ou complémentaires, ou dans une annexe BIM.
6. Discuter de la manière d'aborder la mise à jour des clauses d'assurance avec le personnel approprié.

Références

AIA. (2013). Building information modeling and digital data exhibit. The American Institute of Architects, USA. Repéré à <http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab099084.pdf>

CIC/BIM Pro. (2013). Building Information Model (BIM) Protocol. University of Cambridge. Repéré à https://www.em.admin.cam.ac.uk/files/4_uoc_cicprotocol_v1.1.1.pdf

ConsensusDocs. (2015). Building Information Modeling (BIM) Addendum. Repéré à <https://www.consensusdocs.org/consensusdocs-coalition-announces-2015-contract-content-advisory-council-leadership/>

GRIDD-ÉTS (2022), Mécanismes et considérations contractuels pour la mise en œuvre du BIM; Mécanismes contractuels facilitant la mise en œuvre du BIM : Activité 3.3.1 - Répertoire des ressources et des références existantes, Rapport préliminaire remis au comité de coordination de la Feuille de route gouvernementale pour le BIM le 31 mars 2022.

IBC 100. (2014). BIM Contract Appendix. Institute of BIM in Canada.

Annexe 4 – Attentes, besoins et enjeux identifiés et priorisés par les comités d'expertise

Ateliers de travail - Comités d'expertise

Conception 3D

Analyse préliminaires des résultats

Conception d'un cadre de déploiement pour l'adoption
et l'implantation de la modélisation des données sur les actifs bâtis (BIM)
au ministère des Transports et de la Mobilité Durable (MTMD)

2023-08-28

Agenda

- Mise à jour sur le projet de recherche
- Présentation des résultats de l'analyse préliminaire des ateliers avec les comités d'expertise portant sur la conception 3D

Signature contrat
2022-03-31

Rapport intermédiaire
2023-03-31

Dépôt du rapport final
2024-02-28

2022-06-30

2022-09-30

2022-12-31

2023-06-30

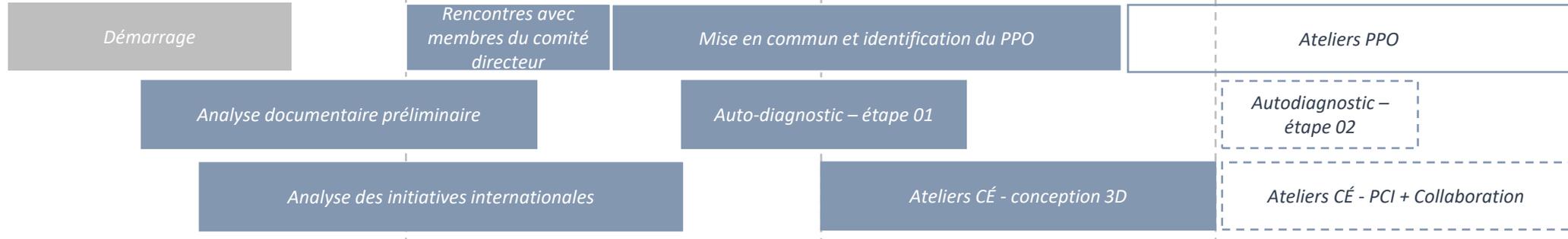
2023-09-30

2023-12-31



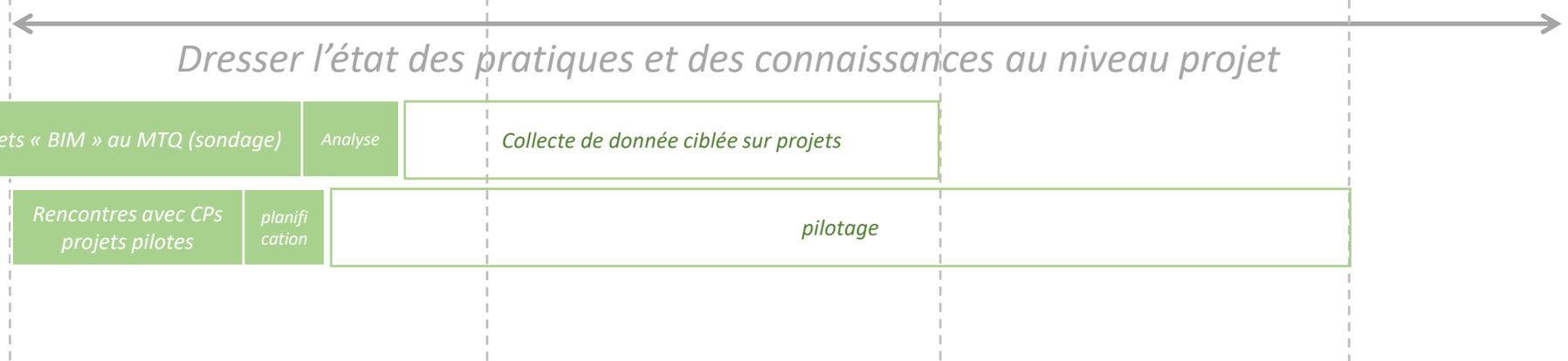
← Développement du cadre de diagnostic Processus de diagnostic Développement de la feuille de route →

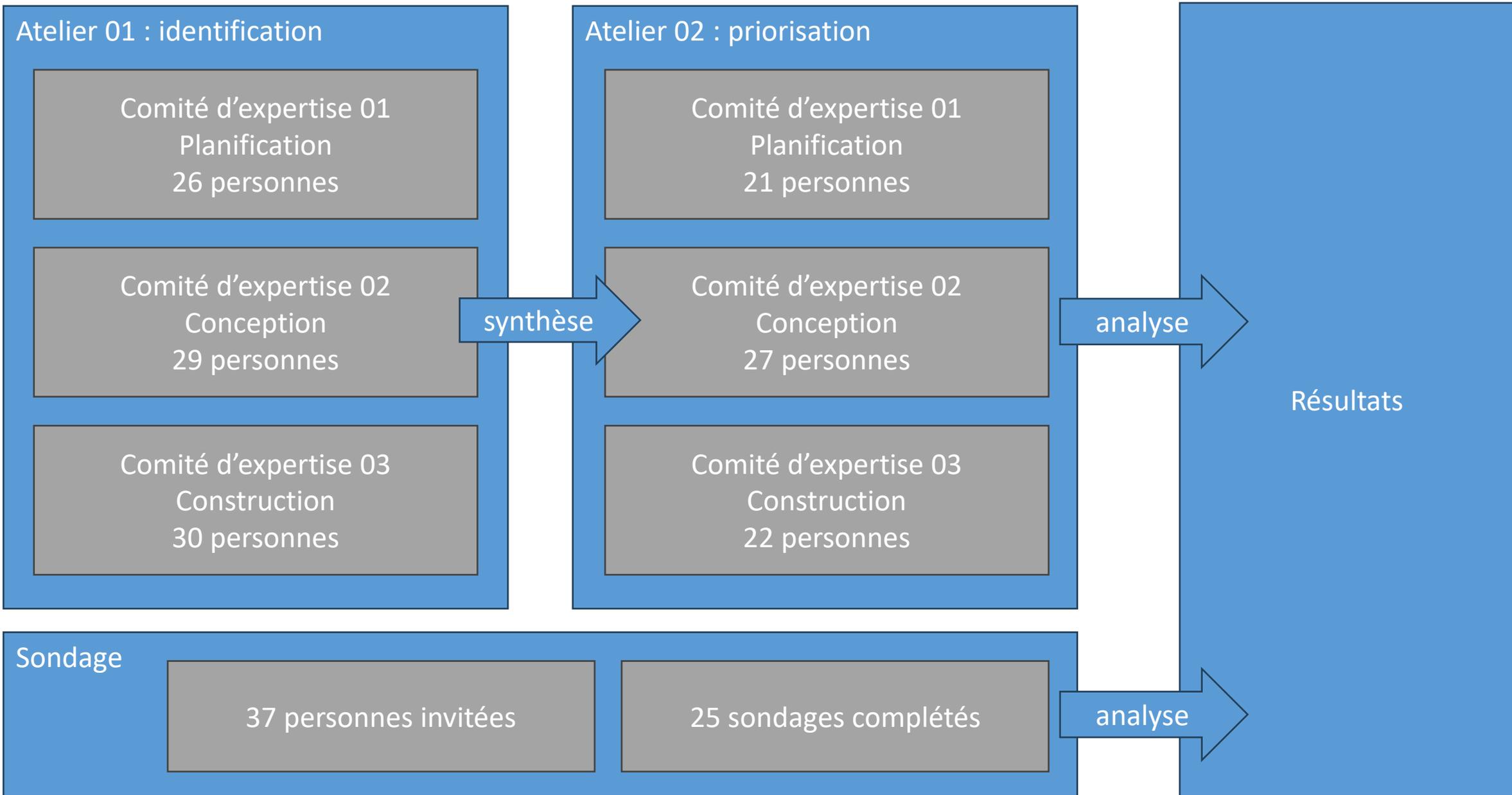
Axe 1



Cadre de diagnostic préliminaire
2023-01-31

Axe 2





Atelier 01 : identification

Comité d'expertise 01
Planification
26 personnes

- 4 sous-groupes
- 58 attentes
- 76 enjeux
- 56 besoins
- 190 éléments totaux

Comité d'expertise 02
Conception
29 personnes

- 5 sous-groupes
- 58 attentes
- 104 enjeux
- 98 besoins
- 259 éléments totaux

Comité d'expertise 01
Construction
30 personnes

- 4 sous-groupes
- 61 attentes
- 56 enjeux
- 51 besoins
- 168 éléments totaux

177 attentes

236 enjeux

205 besoins

618 éléments

Atelier 01 : identification

618 éléments identifiés:

Axe	Attentes	Besoins	Enjeux	Total
Pilotage et coordination	1%	8%	7%	15%
Mobilisation et compétences	1%	8%	8%	17%
Politiques et réglementation	0%	2%	2%	5%
Processus	19%	3%	8%	31%
Documentation	1%	1%	2%	5%
Ecosystème numérique	5%	11%	12%	28%
<i>Total</i>	27%	33%	40%	100%

synthèse

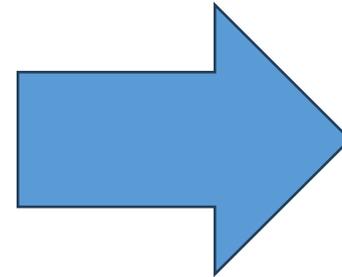
Atelier 01

177 attentes

236 enjeux

205 besoins

618 éléments



Sondage / Atelier 02

47 attentes

81 enjeux

64 besoins

192 éléments

Sondage

- 192 éléments catégorisés selon les axes de la feuille de route
 - 47 attentes
 - 81 enjeux
 - 64 besoins
- Répondants devaient coter les éléments sur une échelle
 - 1 (pas du tout important)
 - 2 (assez important)
 - 3 (très important)
 - Sans objet

Atelier 02 : priorisation

Comité d'expertise 01
Planification
21 personnes

- 4 sous-groupes

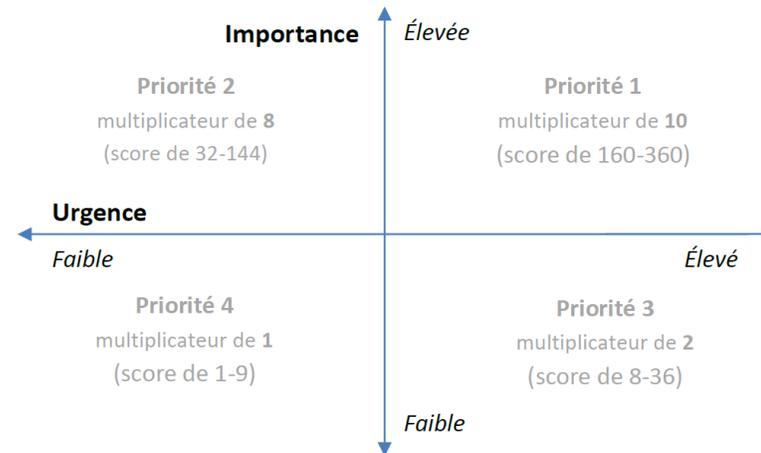
Comité d'expertise 02
Conception
27 personnes

- 5 sous-groupes

Comité d'expertise 01
Construction
22 personnes

- 4 sous-groupes

Matrice de priorisation



Résultats

Feuille de route Gouv.	
Axes	Orientations
1. Pilotage et coordination	<ul style="list-style-type: none"> 1.1 Ressources humaines 1.2 Partenariats et communauté 1.4 Mesure et suivi de la performance
2. Développement des compétences	<ul style="list-style-type: none"> 2.1 Communication 2.2 Formation 2.3 Accompagnement
3. Politiques, contrats et réglementation	<ul style="list-style-type: none"> 3.1 Mandats et objectifs 3.2 Approvisionnement 3.3 Contrats et légal
4. Processus, méthodes et flux de travail	<ul style="list-style-type: none"> 4.1 Usages et gestion de l'information 4.2 Rôles et responsabilités 4.3 Composantes de modèles
5. Documentation et normalisation	<ul style="list-style-type: none"> 5.1 Exigences 5.2 Guides 5.3 Normes
6. Écosystème numérique	<ul style="list-style-type: none"> 6.1 Systèmes d'information 6.2 Technologie et outils 6.3 Systèmes d'information collaboratifs

Attentes	Besoins	Enjeux
RÉSULTATS		

Pilotage et coordination : Attentes (comparatif)

Élément	Atelier	Sondage
Identifier et cibler les enjeux réels de la transformation	1	2
Assurer une bonne communication de la démarche	2	1
Viser un consensus sur les orientations et les actions à prendre	3	3
Prioriser les interventions en matière de déploiement	4	5
Faciliter le travail au moyen de processus BIM	5	4
Considérer l'impact sur l'humain	6	s.o
Centrer la vision de la transformation sur l'humain	7	6

Pilotage et coordination : Besoins (comparatif)

Élément	Atelier	Sondage
Mener des projets pilotes	1	5
Assurer l'appui de la haute direction	2	6
Assurer l'arrimage de la démarche BIM avec les initiatives complémentaires internes	3	9
Bien gérer les attentes	4	11
S'assurer de définir et communiquer les orientations du MTMD	5	7
S'assurer que le BIM réponde aux besoins de MTMD	6	1
S'assurer de générer de la valeur pour le MTMD	7	4
Développer une stratégie de déploiement	8	2
Développer une stratégie de gestion du changement	9	10
Impliquer de façon concrète les ligne de gestion dans le changement	10	12
Assurer une consultation élargie à l'interne	11	15
Assurer l'arrimage de la démarche BIM avec les DOP (Feuille de route BIM)	12	s.o.
Démontrer patience et adaptabilité dans le cadre de la démarche	13	14
S'assurer d'une agilité lors de prise de décisions	14	13
Assurer l'arrimage de la démarche BIM avec les initiatives complémentaires externes (Feuille de route BIM)	15	8
Prévoir le financement approprié pour l'initiative BIM	16	3
Établir le MTMD comme leader en BIM	17	16

Pilotage et coordination : Enjeux (comparatif)

Élément	Atelier	Sondage
Le manque d'appui et de compréhension de la haute direction	1	2
L'absence d'un consensus quant à la vision pour l'implantation du BIM au MTMD	1	5
L'absence de définition claire des responsabilités dans le support au déploiement	2	6
La définition des responsabilités dans la mise en œuvre n'est pas claire	2	4
L'absence d'accompagnement dans le changement des parties prenantes internes	3	3
L'absence d'encadrement dans le changement des pratiques au sein du MTMD	4	1
L'absence d'accompagnement dans le changement des parties prenantes externes	5	9
L'absence de la gouvernance de la donnée dans la vision BIM du MTMD	6	8
La culture organisationnelle est incompatible avec le volet transformationnel	7	11
Les délais d'adaptation pour les intervenants internes et externes	8	12
La proposition de valeur du BIM pour le MTMD reste à définir	9	7
Avantages du BIM pour le MTMD reste à définir	10	s.o.
Les projets pilotes qui n'aboutissent pas	11	13
Les impacts sociaux et politiques ne sont pas pris en considération	12	17
Le volume important de projets en cours/à venir	13	10
La perte de productivité en période de transition	14	14
Les coûts potentiellement élevés de l'adoption du BIM	15	16
Les projets choisis sont incompatibles avec l'approche BIM	16	15

Mobilisation : Attentes (comparatif)

Éléments	Ateliers	Sondage
Générer de la valeur pour le MTMD	1	2
Implanter des outils pour permettre l'engagement des riverains / citoyens	2	3
Soutenir une boucle d'apprentissage et de rétroaction	3	1

Mobilisation : Besoins (comparatif)

Éléments	Ateliers	Sondage
Développer un plan de formation	1	3
Assurer l'adhésion des parties prenantes internes	2	1
Bien définir les rôles et responsabilités	3	1
Supporter et habiliter les champions	4	6
Bien communiquer les initiatives les bons coups et les défis	5	7
Assurer un accompagnement par une / des équipe(s) dédiée(s)	6	4
Adapter la structure du MTMD pour intégrer le BIM	7	2
Assurer l'autonomie et la pérennité de l'/des unité(s) BIM	8	5
Accroître et rendre disponible les ressources nécessaires à l'implantation	9	1
Rationaliser la composition des équipes de projet pour inclure les ressources nécessaires dans les projets BIM	10	5
Offrir une formation ciblée selon les besoins techniques opérationnels et de gestion	11	1

Mobilisation : Enjeux (comparatif)

Éléments	Ateliers	Sondage
Les communications autour du BIM et de sa mise en œuvre ne sont pas claires	1	6
la présence de silos au sein du MTMD	2	2
Les attentes en matière de productivité fonctionnalités performances etc. ne sont pas définis	3	14
L'absence d'accompagnement et de support	4	1
La mise en œuvre du BIM mène à une charge de travail additionnelle	5	15
Les efforts additionnels ne sont pas justifiés	6	10
L'absence d'expertise et de compétences des parties prenantes internes	7	4
Les ressources humaines nécessaires ne sont pas disponibles	8	3
La grande diversité des parties prenantes	9	16
Les parties prenantes ne sont pas engagés	10	7
L'absence d'implication des individus affectés par l'initiative	10	8
Les rôles actuels au sein du MTMD sont mésadaptés au BIM	11	5
L'absence d'expertise et de compétences des parties prenantes externes	12	12
Les attitudes des partie prenantes impliquées sont mésadaptés au BIM	13	11
La maturité et la capacité de l'industrie est variable	14	13
La maturité et la capacité des partenaires du MTMD est variable	15	9
Les solutions disponibles sur le marché ne sont pas assez matures	16	17

Politiques : Attentes (comparatif)

Éléments	Ateliers	Sondage
Prendre en compte les aspects de propriété intellectuelle	1	1

Politiques : Besoins (comparatif)

Éléments	Ateliers	Sondage
Adapter les clauses contractuelles	1	1
Adapter les règles d'octroi de contrats	2	5
Définir les protocoles de contrôle d'accès aux données	3	3
Gérer et contrôler les données à travers l'ensemble du cycle de vie des actifs	4	2
Intégrer les livrables 3D aux appels d'offres sur SEAO	5	4

Politiques : Enjeux (comparatif)

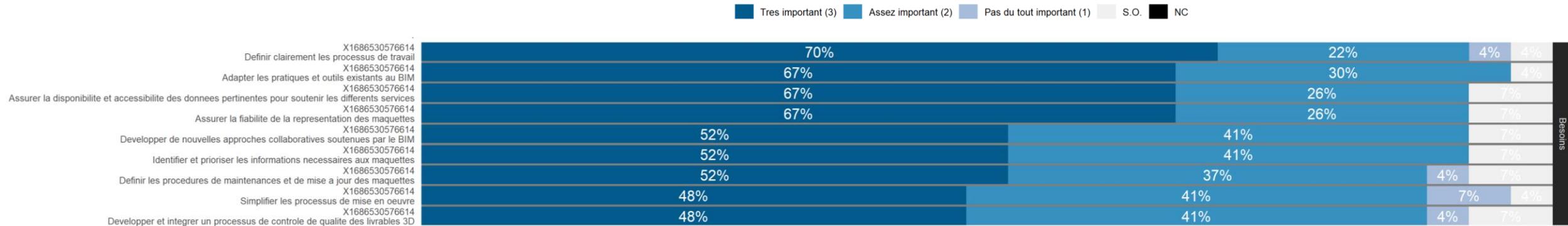
Éléments	Ateliers	Sondage
L'absence de pratiques de gestion des aspects légaux	1	2
L'absence de pratiques de gestion contractuelle adaptés au BIM	2	4
Le manque de clareté et de complétude des exigences d'appel d'offre	3	1
Le manque d'arrimage des exigences entre intervenants extérieurs	4	6
Les questions de responsabilité professionnelle ne sont pas considérées	5	5
L'absence de pratiques de gestion de la propriété intellectuelle	6	3

Processus : Attentes (comparatif)

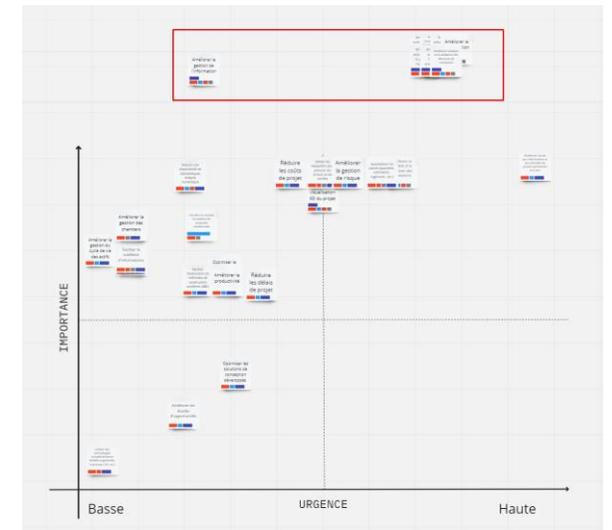
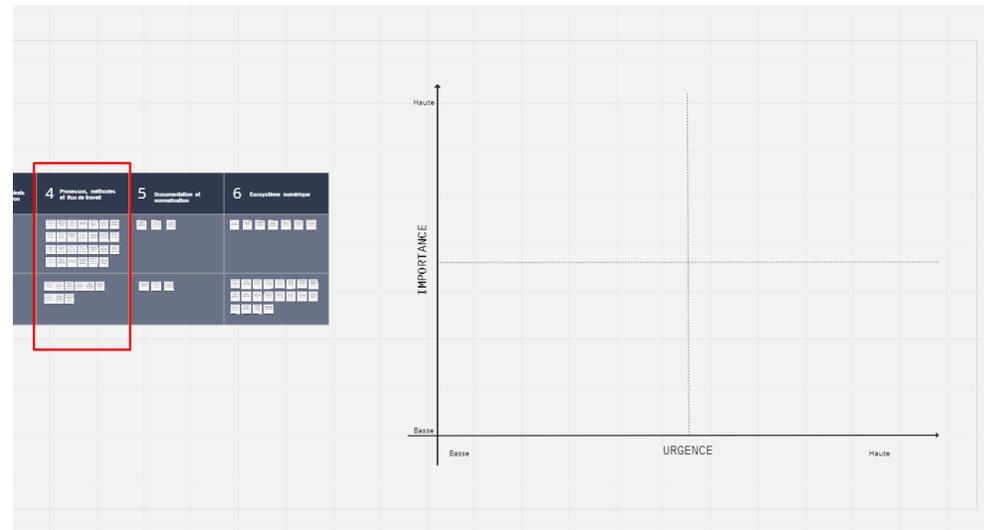
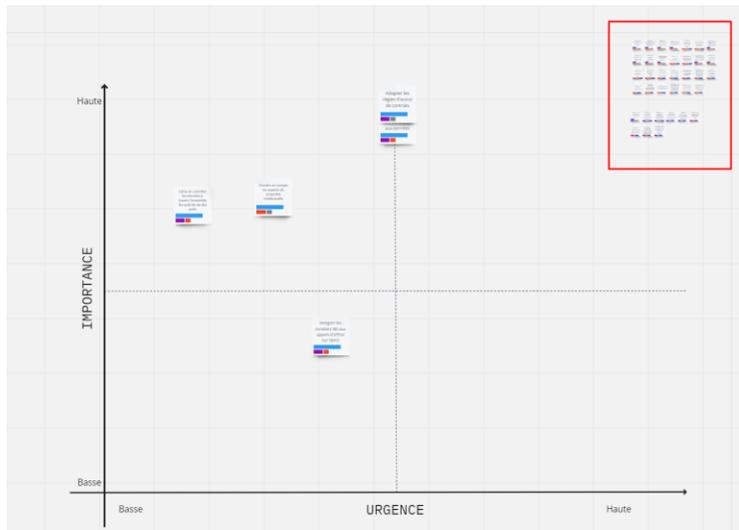
Éléments	Ateliers	Sondage
Améliorer l'accès aux informations et aux données de projets pertinentes et à jour	1	1
Améliorer la gestion de risque	2	7
Améliorer la rapidité et la précision des estimations	2	5
Automatiser les calculs (quantités estimation ingénierie etc.)	2	9
Supporter la visualisation 3D du projet	3	10
Réduire les coûts de projet	3	8
Utiliser les maquettes pour prévenir les erreurs et les conflits	3	3
Assurer une disponibilité de bibliothèques d'objets numériques	4	6
Réduire les délais de projet	4	5
Optimiser le processus de conception	5	4
Améliorer la productivité	5	4
Faciliter l'élaboration de méthodes de construction accélérée (ABC)	5	12
Améliorer la gestion des chantiers	6	3
Améliorer la gestion du cycle de vie des actifs	6	7
Faciliter l'intégration des sources d'information du projet	6	4
Faciliter la cueillette d'informations	6	3
Optimiser les solutions de conception développés	7	7
Améliorer les études d'opportunités	8	11
Utiliser des technologies complémentaires (Réalité augmentée Impression 3D etc.)	9	13

Processus : Besoins (sondage)

Catégorie Processus : Ensemble sous-ministériats



Processus : Besoins (ateliers)



Processus : Enjeux (comparatif)

Éléments	Ateliers	Sondages
Le manque d'arrimage des pratiques entre les intervenants	1	5
L'absence de pratiques de gestion de la qualité de l'information	2	3
L'absence de pratiques de gestion des données et de l'information	3	3
L'absence de pratiques de gestion du partage de l'information	4	3
Le travail en silo au sein des équipes du MTMD	5	3
L'absence de techniques et processus de modélisation communs	6	7
Le manque de fiabilité des données	7	4
Les pratiques actuelles au sein du MTMD mésadaptés au BIM	8	3
L'information nécessaire à la mise en œuvre du BIM n'est pas disponible	9	2
Les livrables ne sont pas bien définies	10	7
L'absence de définition des niveaux de besoins en information en fonction des objectifs et des différents usages BIM	11	7
La pluralité des domaines d'intervention (ferroviaire routier aéroportuaire etc) du MTMD	12	7
La présence de pratiques hybrides (2D et 3D)	13	9
Les modèles doivent être maintenus à travers le cycle de vie des actifs	14	1
L'absence de livrables 3D dans les projets actuels	15	6
L'absence de définition de phasage des projets	16	8

Documentation : Attentes (comparatif)

Éléments	Ateliers	Sondages
Harmoniser les pratiques de conception 3D au sein du MTMD	1	1
Normaliser les pratiques de conception 3D au sein du MTMD	1	2
Revoir la documentation et les livrables de projet en fonction des capacités BIM	2	3

Documentation : Besoins (ateliers)

Éléments	Ateliers	Sondages
Développer des normes BIM appropriés pour le MTMD	1	2
Adapter les cadres de gestion et la documentation existants	2	3
Assurer l'arrimage des normes BIM MTMD avec les normes existantes	3	1

Documentation : Enjeux (ateliers)

Éléments	Ateliers	Sondage
Le choix des normes appropriées à appliquer	1	3
Le développement de normes appropriées	2	2
Le risque de "bureaucratisation" du BIM dû entre autres à la lourdeur des processus	3	2
La bonne gestion des demandes d'accès à l'information (Consultation à l'interne)	4	6
La qualité de la documentation existante est inadéquate	5	5
Les références pertinentes pour la mise en œuvre ne sont pas disponibles	6	6
La taille et l'échelle des projets en fonction des capacités des outils	7	4
La classification et la structure de la documentation et des données n'est pas bien définie	8	1
La bonne gestion des demandes d'accès à l'information	9	s.o
La protection des informations confidentielles	10	s.o

Ecosystème : Attentes (comparatif)

Éléments	Ateliers	Sondage
Améliorer l'accès à l'information	1	4
Centraliser l'information	2	3
Assurer la prise en compte des considérations de cybersécurité	3	5
Intégrer les outils de capture de la réalité au processus BIM	4	6
Déployer les outils de visualisation pertinents et nécessaires	5	7
Améliorer l'efficacité des systèmes d'information du MTMD	6	1
Assurer la continuité et la réutilisation de l'information à travers le cycle de vie d'un actif	7	2

Ecosystème : Besoins (comparatif)

Éléments	Ateliers	Sondage
Assurer la disponibilité de l'équipement nécessaire	1	3
Assurer une performance adéquate du matériel informatique	1	3
Assurer que le choix d'outils de conception réponde aux besoins et contraintes du MTMD	1	2
Définir clairement les besoins en fonction des rôles et responsabilités	2	7
Assurer les besoins en stockage des données	3	1
Fournir une plateforme de collaboration centralisée	3	3
Développer une stratégie d'intégration des systèmes d'informations internes et externes	4	4
Assurer la pertinence et une performance adéquate des solutions logicielles	4	4
Développer une stratégie d'interopérabilité des données	5	4
Assurer les besoins en centralisation des données	6	8
Assurer la disponibilité des outils spécialisés (simulation planification etc.)	7	6
Bien communiquer et échanger les données avec les parties prenantes externes	8	7
Tenir compte des considérations de cybersécurité les plus à jour	8	9
Évaluer la pertinence des systèmes d'information et logiciels existants	9	6
Simplifier l'accès à l'information	10	6
Intégrer les relevés de terrain (données lidar) au BIM	11	3
Développer une stratégie d'interopérabilité logicielle	12	5
Assurer une performance adéquate du réseau et de la connectivité	13	5
Assurer l'arrimage BIM - SIG	14	7
Intégrer le BIM et le SIG	14	7
Fournir des outils spécialisés selon les besoins et orientations	15	8

Ecosystème : Enjeux (comparatif)

Éléments	Ateliers	Sondage
Les questions de cybersécurité ne sont pas considérées	1	7
Le manque de performance du matériel informatique	2	3
Les capacités de stockage de l'information sont à développer	3	6
Modernisation des systèmes d'information	4	2
Le manque de performance du réseau informatique	5	4
L'absence de partage et d'intégration des données avec les parties prenantes externes	6	7
Les fonctionnalités des outils logiciels ne sont pas disponibles ou pertinentes	7	5
L'absence de partage et intégration des données avec les parties prenantes internes au MTMD dans le cadre de projets	8	4
Le manque d'interopérabilité des systèmes d'information	9	1
Certains systèmes d'information sont redondants	10	5
Le manque d'accessibilité aux données et aux informations	11	4
La nécessité d'intégrer certains systèmes d'information existants	12	6
L'absence d'une plateforme de centralisation des données et des informations	13	5
Les besoins en centralisation des données ne sont pas considérés	13	6
La pérennité des données et de l'information	14	2
La complexité des solutions logicielles	15	8
Les données stockées ne sont pas pertinentes ou nécessaires	16	9

Prochaines étapes

- **Axe 1**

- Comité directeur + coordination : Atelier de problématisation + validation
- Comités d'expertise :
 - PCI + Collaboration
- Ateliers de risque avec l'industrie

- **Axe 2**

- Collecte de données sur les projets recensés
- Rencontres pour les projets pilotes

