

NUMÉRISATION DE LA CONSTRUCTION

FORMATION AUX OUTILS NUMÉRIQUES POUR LES
FORMATEURS DANS LE SECTEUR DE LA
CONSTRUCTION

(Project CONDAP)

Elisa Peñalvo López¹
Javier Cárcel Carrasco¹
Manuel Calabuig Pastor¹
Marcos Gamella Domínguez¹

(¹ Universitat Politècnica de València)



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Ingeniería y Tecnología



NUMÉRISATION DE LA CONSTRUCTION

FORMATION AUX OUTILS NUMÉRIQUES POUR LES FORMATEURS DANS LE SECTEUR DE LA CONSTRUCTION

(Project CONDAP)

Elisa Peñalvo López¹
Javier Cárcel Carrasco¹
Manuel Calabuig Pastor¹
Marcos Gamella Domínguez¹

(¹Universitat Politècnica de València)



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Ces travaux ont été réalisés dans le cadre du projet CONDAP "Digital skills for workplace mentors in construction sector apprenticeships." financé par l'Union européenne au titre du programme Erasmus+ et de l'action clé 2 : Coopération pour l'innovation et l'échange de bonnes pratiques (partenariats stratégiques pour l'enseignement et la formation professionnels), Numéro de référence 2018-1-UK01-KA202-048122.

La réalisation de ce travail a été possible grâce aux contributions de toutes les personnes qui composent les différentes équipes du projet CONDAP (Instructus -UK; Vilniaus statybininku rengimo centras-Lituanie; Universitat Politècnica de València-Espagne; EXELIA-Grèce; EBC -Belgique), ainsi que les entreprises et organisations dont une partie du contenu de cet ouvrage a été extraite.



Editorial Área de Innovación y Desarrollo,S.L.

Quedan todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida, distribuida, comunicada públicamente o utilizada, total o parcialmente, sin previa autorización.

© del texto: **los autores**

ÁREA DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO, S.L.

C/Alzamora, 17 - 03802 - ALCOY (ALICANTE) info@3ciencias.com

Primera edición: **abril 2021**

ISBN: **978-84-123661-7-4**

DOI: <https://doi.org/10.17993/IngyTec.2021.75>

PROLOGUE

Formation aux outils numériques pour le secteur de la construction (Projet CONDAP)

Le présent est caractérisé par un changement sans précédent, connu sous le nom de Troisième Révolution Industrielle, où de nouvelles technologies telles que les énergies renouvelables ou les outils numériques de gestion et de transmission prennent forme et où le développement professionnel futur doit être ciblé, afin qu'il n'y ait pas de décalage entre l'offre et la demande d'emploi. En ce qui concerne le secteur de la construction, nous pourrions aborder l'introduction des nouvelles technologies sous trois aspects différents : la construction économe en énergie et durable, la numérisation et les compétences en matière d'organisation, de gestion et de communication.

D'une part, les mesures d'efficacité énergétique requises par les institutions sont de plus en plus exigeantes. Selon les objectifs de développement durable et les objectifs européens pour 2030, l'efficacité énergétique doit être augmentée de 35 %, les émissions de gaz à effet de serre doivent être réduites de 40 % et un taux d'énergie renouvelable de 35 % doit être atteint. Le nouveau défi pour le secteur du bâtiment est d'élargir encore les connaissances et d'intégrer les technologies environnementales modernes et de mettre en œuvre ces mesures d'efficacité énergétique dans ces dernières afin de réduire la consommation et de devenir plus durable avec l'environnement. À l'échelle mondiale, les bâtiments consomment plus d'un tiers de l'énergie totale utilisée dans les utilisations finales et sont à l'origine de près d'un cinquième des émissions totales de gaz à effet de serre. La réduction de la consommation d'énergie dans les bâtiments est un impératif en matière de changement climatique, mais c'est aussi une opportunité commerciale.

D'autre part, le secteur de la construction évolue également rapidement avec les technologies numériques. Récemment, le potentiel des systèmes BIM (Building Information Modeling) pour la gestion efficace des projets de construction commence à être exploité. Il s'agit d'un logiciel capable de représenter les propriétés physiques et fonctionnelles d'un bâtiment de telle sorte qu'une ressource de connaissances soit obtenue dans un environnement technologique commun où les informations sont partagées et constitue une base fiable pour les décisions pendant le cycle de vie du projet, depuis sa conception jusqu'à sa démolition. Ces types d'outils permettent de réaliser de nombreuses économies et de rationaliser les processus, ils seront donc essentiels dans un avenir imminent et il est important que les stagiaires actuels les connaissent bien.

Enfin, il faut souligner l'importance des compétences en matière de gestion et de communication au niveau de l'organisation. La manière dont l'information circule dans une organisation, entre les départements, entre les collègues de la direction, les formateurs et les stagiaires est cruciale. Il s'agit d'un processus complexe qui prend beaucoup de temps à construire, à entretenir et à améliorer en permanence. Une

communication efficace peut rendre la collaboration productive et mutuellement bénéfique, en particulier pour les formateurs. L'utilisation et la mise en œuvre des technologies numériques pour la communication, ainsi que les réseaux sociaux et les environnements virtuels peuvent également nous offrir très efficacement le soutien nécessaire à une bonne communication et à une bonne gestion dans le domaine des travaux de construction.

Le projet CONDAP vise à soutenir l'offre de formation professionnelle pour les formateurs dans le secteur de la construction en proposant un cours modulaire complet qui garantit un accès facile et gratuit au matériel et aux outils pédagogiques pertinents, répondant ainsi aux besoins des prestataires de formation professionnelle et des stagiaires du secteur. Après avoir recueilli les opinions des différents acteurs du secteur du bâtiment et de la formation au moyen de différentes enquêtes et études documentaires, les partenaires du projet ont élaboré trois unités thématiques différentes à cette fin:

- UD1: Efficacité énergétique et construction durable
- UD2: La numérisation dans la construction
- UD3: Compétences en matière d'organisation, de gestion et de communication

Ce livre contient une collection de la première unité didactique.

Le consortium de ce projet est formé par cinq partenaires de différents pays et avec des profils différents mais complémentaires afin de répondre aux objectifs du projet. Les différents partenaires sont issus du secteur de la formation professionnelle, de la recherche et du monde universitaire. Plus précisément, le consortium est composé des organisations suivantes:

- * INSTRUCTUS (www.instructus.org)- Royaume-Uni
- * Vilniaus statybininku rengimo centras (www.vsrc.lt)- Lituanie
- * Universitat Politècnica de València (<http://www.upv.es/>)- Espagne
- * EXELIA (www.exelia.gr/en)- Grèce
- * EBC (<http://www.ebc-construction.eu/>)- Belgique

Ce travail a été possible grâce aux contributions de toutes les personnes qui forment les différentes équipes du projet CONDAP, ainsi que des entreprises et organisations dont ont été extraits certains contenus du présent travail.

Ces travaux ont été réalisés dans le cadre du projet CONDAP "Digital skills for workplace mentors in construction sector apprenticeships." financé par l'Union européenne au titre du programme Erasmus+ et de l'action clé 2 : Coopération pour l'innovation et l'échange de bonnes pratiques (partenariats stratégiques pour l'enseignement et la formation professionnels), Numéro de référence 2018-1-UK01-KA202-048122.

TABLE DES MATIÈRES

PRÓLOGUE	5
CHAPITRE I: INTRODUCTION	11
1.1. Antécédent du projet	13
1.2. Introduction à UD 2: Numérisation de la construction	31
CHAPITRE II: UNITÉ DIDACTIQUE: NUMÉRISATION DE LA CONSTRUCTION.	35
Leçon 1: Introduction	37
Leçon 2: Méthodologie BIM (Building Information Modelling). Concept et définitions.	42
Leçon 3: Application du BIM dans un projet de construction	52
Leçon 4: Gestion de projet en utilisant le BIM	56
Leçon 5: Autres outils numériques utilisés dans la construction	61
CHAPITRE III: ÉTUDES DE CAS	65
CHAPITRE IV: EXERCICES	77
4.1. Questions à choix multiples	78
4.2. Questions à réponse courte	82
4.3. Questions fréquemment posées	83
4.4. Exercice de catégorisation	88

CHAPITRE I: INTRODUCTION

1.1. ANTÉCÉDENT DU PROJET

Dans la phase initiale du projet, des activités ont été menées pour identifier les priorités et les besoins des formateurs en termes de compétences numériques au sein de l'industrie de la construction. Pour ce faire, chaque partenaire devait réunir un large groupe d'acteurs de sa région ou de son pays, notamment des entreprises de construction, des prestataires de formation professionnelle, des travailleurs de la construction, des experts du secteur, des sociétés de logiciels de construction, des associations professionnelles, des étudiants, de nouveaux travailleurs, etc.

Une recherche a été menée sur la base de trois méthodes :

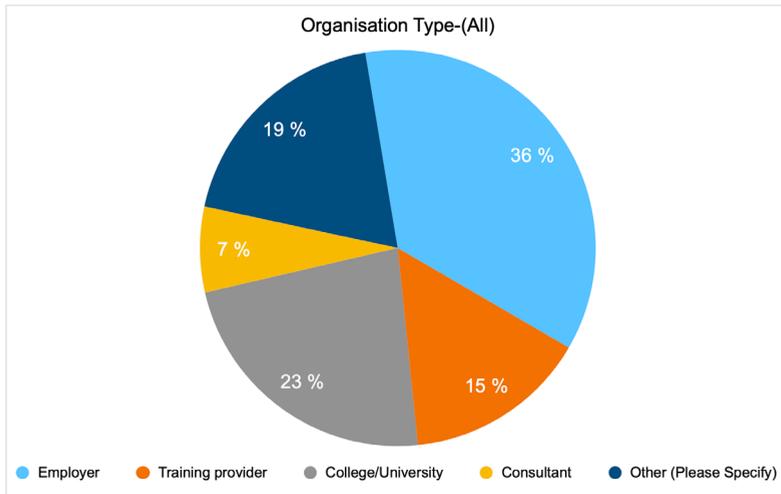
- **Études de terrain** par le biais d'enquêtes en ligne qui ont été distribuées aux contacts et aux parties intéressées de chaque partenaire de projet
- **Entretiens semi-structurés** et individuels avec des professionnels du secteur de la construction.
- **Recherche documentaire** menée par chaque partenaire pour connaître les exigences, les besoins, les technologies, les méthodologies d'enseignement et les nouveaux développements dans le secteur de la construction et de ses outils numériques.

Dans les études de terrain, les répondants ont été classés selon le type et la taille de l'organisation à laquelle ils appartiennent, leur fonction et leurs années d'expérience. Les enquêtes ont été divisées en deux parties :

- La partie A s'est attachée à déterminer quelles étaient les compétences numériques de base que les apprentis en bâtiment devraient posséder, comme le traitement des données numériques, la recherche d'informations sur Internet, la création de documents avec un bureau, l'utilisation des médias électroniques et la collaboration, la création de sites web, l'utilisation de logiciels spécifiques à l'entreprise, etc.
- La partie B visait à connaître l'importance que les géomètres accordaient à certains domaines du secteur de la construction tels que : les solutions numériques pour la construction durable et l'efficacité énergétique, la modélisation des informations sur les bâtiments (BIM), la réalité virtuelle et augmentée, l'internet des objets, la conception assistée par ordinateur, etc. En outre, ils ont eu la possibilité d'ajouter les domaines qui n'étaient pas indiqués et qu'ils jugeaient pertinents.

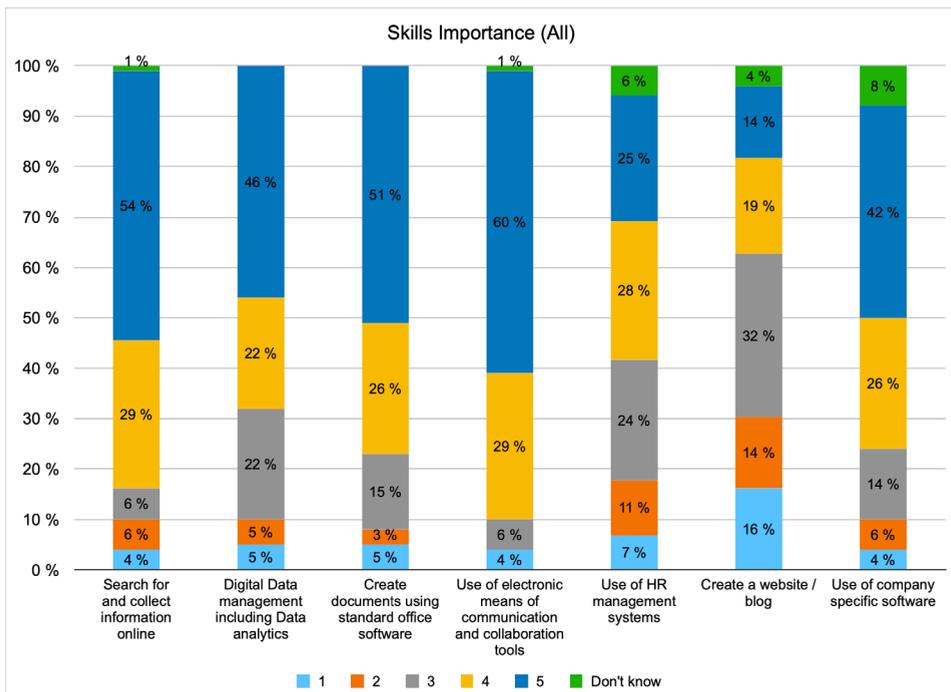
Les résultats des études de terrain sont les suivants :

- Classification des répondants par type d'organisation :



En outre, les répondants étaient presque également répartis en fonction de la taille de leur organisation ou entreprise (35 % de petites, 28 % de moyennes et 37 % de grandes entreprises) et 67 % d'entre eux avaient plus de 10 ans d'expérience dans le secteur de la construction.

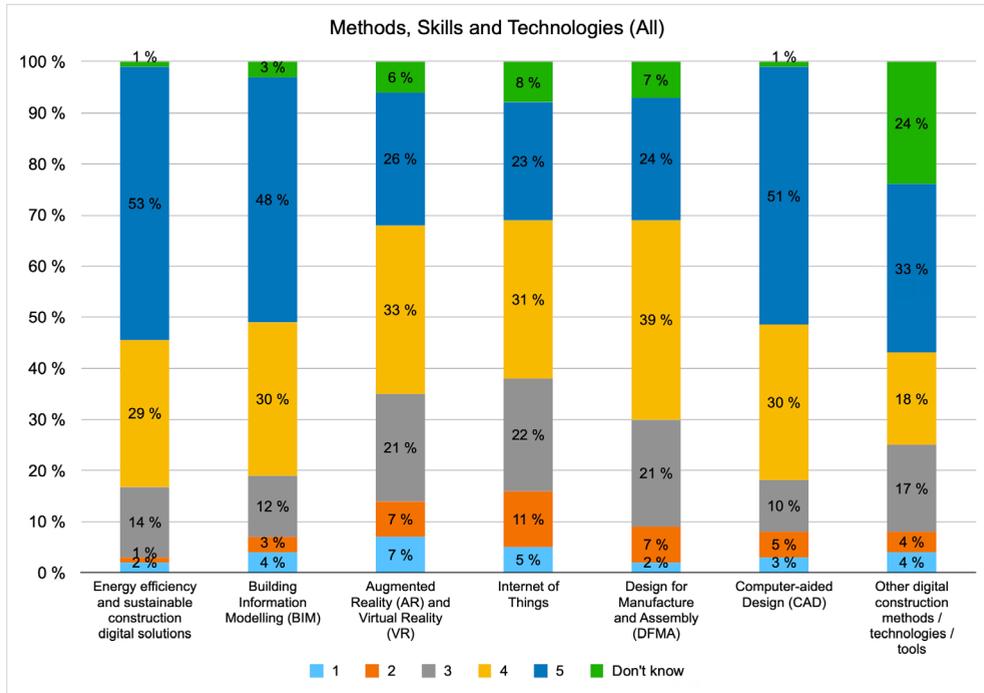
- Résultats de la partie A de l'enquête :



En outre, les répondants ont souligné l'importance d'utiliser des applications

de télécommunication telles que Skype, ZOOM, MS Teams, Mailbox, etc., des environnements collaboratifs virtuels pour le partage de documents en ligne tels que Google Drive ou Dropbox, et des plateformes numériques pour l'apprentissage à distance telles que Webex,

- Résultats de la partie B de l'enquête



Certains des commentaires ont indiqué que les domaines supplémentaires suivants étaient pertinents : l'intelligence artificielle, la sécurité au travail ou l'utilisation de drones pour éviter de travailler en hauteur.

En conclusion, après analyse des résultats de l'étude de terrain, les domaines et les compétences les plus pertinents pour les répondants étaient

- Utilisation des médias électroniques et des outils de collaboration numérique
- Solutions numériques pour la construction durable et l'efficacité énergétique
- Modélisation des informations sur les bâtiments (BIM)
- Conception assistée par ordinateur (CAO)
- Recherche et collecte de données sur Internet
- Création de documents avec le logiciel Office

Les **entretiens semi-structurés** ont été menés pour obtenir une opinion plus approfondie et plus élaborée sur les compétences considérées comme les plus nécessaires pour les stagiaires, grâce à un entretien personnel avec l'une des parties prenantes. Les questions suivantes ont été posées lors de cet entretien :

1. Quels types de compétences et d'outils numériques jugez-vous importants pour que les directeurs de la construction et les coordinateurs d'apprentissage/étudiants puissent efficacement enseigner de nouvelles compétences, notamment en termes de progrès dans le secteur de la construction ?
2. Lorsque vous réfléchissez à la numérisation du secteur de la construction et aux méthodes de construction numérique, quels sont les sujets suivants qui vous viennent le plus à l'esprit ?
3. Pouvez-vous décrire le profil de travail habituel/idéal du coordinateur de formation dans le secteur de la construction ?
4. Quels sont les principaux facteurs qui entravent l'efficacité des programmes de formation dans le secteur de la construction, entraînant une augmentation des taux d'abandon ?
5. Qui devrait être responsable de la formation des formateurs de travailleurs et de stagiaires dans le secteur de la construction (Question alternative - Quelle formation devrait, selon vous, être proposée aux coordinateurs/formateurs du secteur de la construction) ?

Les résultats des entretiens sont présentés ci-dessous :

En ce qui concerne la première et la deuxième question, les personnes interrogées ont souligné les compétences, outils, méthodologies et technologies numériques suivants et certains de leurs aspects les plus pertinents :

- Beaucoup sont d'accord sur l'importance de la modélisation des informations du bâtiment (BIM). Il s'agit d'une méthode de travail définie dans le cadre d'une culture de collaboration et d'une pratique intégrée, car elle intègre tous les agents impliqués dans le processus de construction (architectes, ingénieurs, constructeurs, promoteurs, gestionnaires d'installations, etc.) et établit un flux de communication croisé entre eux, générant un modèle virtuel qui contient toutes les informations relatives au bâtiment tout au long de son cycle de vie, depuis sa conception initiale, pendant sa construction et tout au long de sa vie utile, jusqu'à sa démolition. Les informations fournies au modèle BIM, proviennent de différents types de logiciels, programmes de modélisation, calcul structurel, MEP, logiciel de budgétisation, analyse des performances énergétiques, capteurs, etc. La connaissance de tous ces outils et de la capacité d'interopérabilité entre eux est fondamentale pour la mise en œuvre correcte du BIM.

- Certains logiciels de travail généraux ont été mis en évidence, tels que :
 - Logiciels pour élaborer des rapports ou des présentations : Word, Excel, PowerPoint, Adobe.
 - Manipulation des logiciels de base de données : Accès, CRM
 - Outils de travail internes à l'entreprise pour communiquer et collaborer avec les stagiaires.
- Des logiciels spécifiques dans les domaines de :
 - Efficacité énergétique et certification, construction durable, intégration des énergies renouvelables
 - Gestion des opérations (production allégée), fabrication à distance et machines à commande numérique (CNC)
 - Financier (ACCA) et administratif pour les appels d'offres, les factures, les rapports sur les outils, etc.
 - Conception numérique 2D et 3D (SEMA, Revit, AutoCAD, SolidWorks, WikiHouse).
 - Sécurité au travail
 - Économie circulaire
- Technologies et automates intelligents :
 - Simulation et jumeaux numériques pour surveiller des objets ou des systèmes et analyser leur comportement dans certaines situations et améliorer leur efficacité. La réalité augmentée et l'environnement virtuel sont des outils de simulation : Virtual Reality Headset
 - Les compteurs intelligents dans les bâtiments et l'Internet des choses
 - Intelligence artificielle
 - Villes intelligentes
 - Des drones pour accéder à des sites difficiles ou dangereux, des robots de travail
- Utilisation d'Internet pour la recherche d'informations, la gestion de sites web et de blogs et de réseaux sociaux (LinkedIn, Twitter, Facebook), le marketing numérique.
- Les outils de communication tels que Skype, Messenger, whatsapp, vibreur.

Concernant la troisième question, les qualités et attributs qu'un formateur devrait avoir selon les personnes interrogées sont résumés dans ce qui suit :

- Qualités et attributs généraux :

- Compréhension du commerce et utilisation compétente des technologies modernes et accès aux ressources et outils de formation numériques
- Renforcer la confiance de la nouvelle main-d'œuvre dans l'industrie et transmettre un sentiment de réalité et d'utilisation efficace des outils numériques pour relever de véritables défis, tels que la productivité dans l'industrie. Encourager les mentors à penser différemment et au-delà de leur secteur d'activité, en donnant un aperçu de ce qui peut être réalisé en utilisant des compétences et des perspectives différentes. Motivation.
- Connaissance pratique des technologies modernes de modélisation des informations du bâtiment (BIM) et des approches collaboratives de la conception et de l'exploitation des bâtiments ; établir une référence et des normes pour le travail organisationnel collaboratif. Mettre à jour l'évolution des nouvelles technologies dans la construction et actualiser les connaissances des stagiaires.
- Une psychologie humaine suffisante pour comprendre les groupes d'âge des travailleurs/apprentis et pour être capable d'interagir efficacement avec eux.
- Utiliser davantage l'interaction virtuelle dans le tutorat et utiliser des outils de connexion à distance pour accroître les formes de communication entre les stagiaires et les formateurs.
- Responsabilité, adaptabilité, compétences de gestion, écoute active, gestion des conflits et créativité.
- Soutien continu aux employés dans leur formation en vue de leur promotion dans d'autres catégories d'emploi.
- Connaissance des exigences du poste de l'apprenti et de la sécurité de l'emploi.
- Exigences:
 - Tutorats et réunions fréquentes (en face à face ou à distance).
 - Planification avec agenda structuré et mises à jour.
 - Conseil, évaluation, soutien et suivi. Forums de discussion avec le reste des étudiants
 - Activités enregistrées.
 - Fixer des objectifs et des défis. Proposer des activités de formation associées aux tâches quotidiennes de l'apprenant.
 - Capacité à s'attaquer aux problèmes.
- Méthodologie de formation:

- Modèle de travail en 6 étapes dans la formation des apprentis (1) Rapports, (2) Planification, (3) Décisions, (4) Conduite, (5) Contrôle et (6) Évaluation
- Conception centrée sur l'étudiant
- Application de méthodes innovantes et d'outils numériques pour la formation.
- Adopter le principe du "moins c'est plus" pour l'apprentissage en ligne
- Amélioration continue de la formation en proposant des cours avec des méthodes et des outils de construction numérique innovants.
- L'offre de compétences en fonction de la demande.

Quant à la quatrième question, elle expose les facteurs cachés qui, en son absence, pourraient entraver l'efficacité des programmes de formation dans le secteur de la construction et augmenter les taux d'abandon :

- Motivation. Développement de carrière ou valeur associée à la formation.
- Des formateurs ou coordinateurs qualifiés dans l'entreprise qui répondent aux attentes et à la motivation des stagiaires. Programme de formation des formateurs et soutien de l'entreprise sur le lieu de travail pour former les formateurs et les coordinateurs des apprentis. Intérêt accru des employés de l'entreprise pour devenir formateurs.
- Prise en compte des circonstances individuelles. Flexibilité et volonté des employés d'apprendre de nouvelles choses. Le facteur de l'âge, où l'utilisation des technologies est un peu réticente.
- Une vision claire. Qualité de l'offre de formation. Méthodes de formation modernes et innovantes adaptées à la formation aux compétences numériques. Cohérence des systèmes de travail. Une technologie qui doit être adaptée à son objectif. Promouvoir la confiance dans la technologie.
- Un cadre ou une infrastructure cohérente pour faciliter la médiation de l'offre et de la demande de compétences. Un système qui facilite une gestion des programmes d'études davantage axée sur les compétences et la demande.
- Des compétences clairement définies à intégrer sur le lieu de travail. Une compétence qui a une incidence sur l'innovation et la productivité.
- Comprendre le segment de l'industrie et la taille de l'entreprise. L'industrie de la construction peut être très segmentée, avec peu de capacités disponibles. D'autre part, l'industrie a ses particularités dans la mesure où la majorité de la main-d'œuvre n'est pas employée dans des bureaux. L'infrastructure numérique dans l'entreprise.

- Culture de collaboration et d'amélioration.
- Des flux financiers adéquats pour relever les défis actuels. Un soutien suffisant de l'État aux entreprises qui accueillent des apprentis.
- Les droits et les responsabilités des entreprises assurant une formation en apprentissage devraient être clairement définis dans des actes réglementaires.
- Communication et collaboration avec les centres de formation professionnelle. Recherche et développement, et investissement dans l'innovation. Modèle de formation fonctionnelle, de financement et de prestation de services.
- Identification et traitement des lacunes et des inadéquations des compétences existantes. Fournir des stratégies de gestion de l'information claires et cohérentes qui aident à trouver les informations nécessaires pour prendre des décisions en temps utile. Aider à l'interprétation des données pour influencer la prise de décision.
- Établir les paramètres appropriés pour éliminer les erreurs dues au facteur humain. Utiliser le bon logiciel pour éviter les problèmes techniques et la duplication des efforts dans le traitement des données qui repose sur des mesures générales.
- Accepter le changement. En moyenne, il faut environ 10 ans pour que le changement devienne un processus réalisable.
- Facteur de genre. L'industrie de la construction a été essentiellement masculine et doit changer. Les femmes peuvent jouer un rôle important dans la technologie BIM, elles doivent être largement encouragées et promues par des événements, des remises de prix, des conférences, des opportunités de mise en réseau.

Enfin, les réponses à la dernière question concernant la formation des coordinateurs/formateurs dans l'industrie de la construction et les personnes qui devraient la dispenser sont résumées ci-dessous :

- Entreprises / commerces (formation en entreprise):
 - Entreprise propre assistée par des experts individuels ou des centres de formation. Les grandes entreprises dispensent elles-mêmes ces cours, avec l'aide de leurs services de ressources humaines.
 - Cours spécialisés pour les coordinateurs/formateurs de l'EFP au niveau de l'État.
 - De nombreux employeurs estiment qu'au lieu d'une qualification pédagogique formelle, les formateurs devraient connaître les processus de l'industrie et de l'entreprise et être capables de les expliquer aux

stagiaires et de les instruire dans leurs tâches. L'instruction des stagiaires n'est pas différente de celle de tout autre nouvel employé et fait partie de la pratique quotidienne de nombre de leurs employés.

- Dans les PME, les formateurs sont pour la plupart autodidactes ou apprennent de leurs collègues.
- Encourager les formateurs à suivre des cours de courte durée ou des visites d'entreprises.
- Les centres de formation professionnelle :
 - Centres de formation spécialisés dans la construction.
 - Associations de formation.
 - Les employés des entreprises sont souvent incapables et/ou peu désireux de former d'autres personnes en raison de la charge de travail, de problèmes de confidentialité, du risque de dommages éventuels aux équipements ou de la crainte d'une éventuelle concurrence future. La principale raison pour laquelle les entreprises coopèrent avec les prestataires d'EFP pour offrir une formation en apprentissage est d'obtenir les travailleurs qualifiés dont elles ont besoin et la possibilité de se promouvoir en tant qu'employeurs potentiels.
- Cours en ligne :
 - Des cours en ligne courts et spécifiques pour que les formateurs aient la flexibilité nécessaire.
 - Cours en ligne de masse ouverts (MOOC) et ressources éducatives ouvertes.
- Initiatives financées par des projets nationaux et européens :
 - Des programmes spécifiques de formation des formateurs devraient être développés pour offrir des cours de courte durée aux enseignants de l'EFP, en mettant l'accent sur la numérisation.
 - La flexibilité et la réaction rapide aux changements dans l'industrie sont nécessaires dans la fourniture de services d'EFP, y compris la possibilité de développer de nouveaux programmes/modules de formation pour les professions à forte demande ou pour les nouvelles professions émergentes.
 - Des cours sur les aspects pédagogiques et psychologiques sont disponibles dans les instituts nationaux de formation des enseignants.
- Développement professionnel :
 - Possibilités de formation professionnelle continue.

- Le soutien d'un formateur doit également dépendre du niveau de formation. Par exemple, le niveau 4 du CEC peut être conseillé par un ingénieur agréé ou membre d'une association professionnelle qui sera en mesure d'évaluer les aptitudes et compétences de base.
- Participation à des formations et séminaires.

En ce qui concerne la recherche documentaire, elle a été menée comme une méthode complémentaire de collecte d'informations sur les besoins en compétences numériques des formateurs sur le lieu de travail et a examiné la disponibilité et le contenu des rapports, des cours existants et d'autres documents et sources d'information auxquels chaque partenaire pouvait accéder :

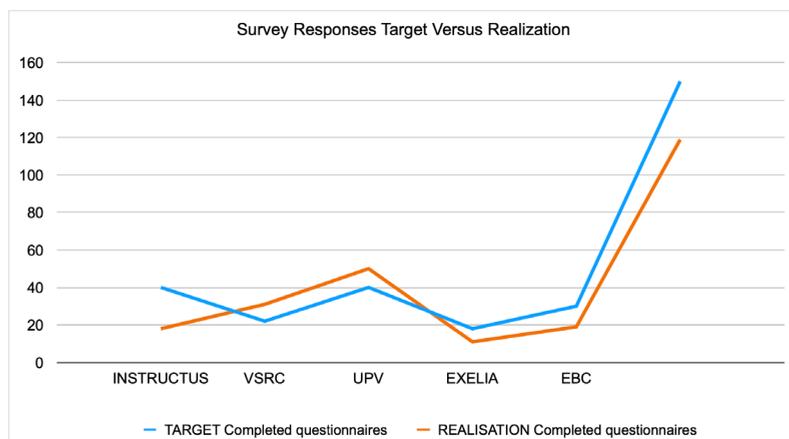
- Compétences numériques nécessaires aux apprentis formateurs et compétences numériques complémentaires pour les travailleurs de la construction
- Méthodes de construction, compétences et technologies numériques
- Le rôle des formateurs sur le lieu de travail et dans l'entreprise qui participent à l'apprentissage, pour tirer des conclusions sur les besoins de l'apprentissage en milieu professionnel.
- Cours de formation des formateurs existants, axés sur les compétences numériques et les méthodes de construction
- Les formations existantes sur les compétences numériques et les méthodes de construction.
- les lacunes et les insuffisances en matière de compétences dans le secteur de la construction (également par l'examen des informations sur la gestion des plans d'apprentissage)
- Les moyens par lesquels l'apprentissage en milieu professionnel peut soutenir le changement des compétences nécessaires à la modernisation de l'apprentissage.

Les résultats de la recherche documentaire devaient révéler les tendances dans l'industrie de la construction et le besoin de connaissances et de méthodes numériques de construction, et donc mettre en évidence les conclusions sur la manière dont la formation des mentors peut soutenir le changement de connaissances nécessaire pour appliquer les méthodes et les technologies numériques dans le contexte de l'apprentissage de la construction.

Chaque partenaire a apporté des preuves provenant de son pays en fournissant au moins 5 sources d'information (25 au total pour l'ensemble des partenaires). Les réponses obtenues ont permis de comprendre le contexte dans lequel chaque pays se trouve dans l'arène numérique dans le secteur de la construction.

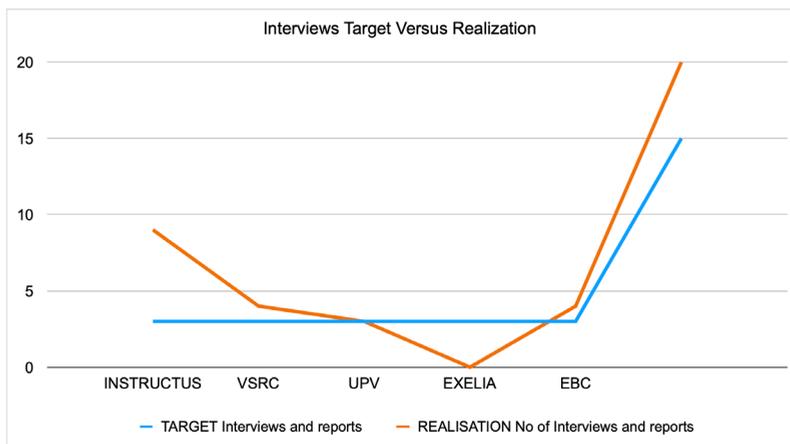
Le rapport final a analysé les trois types de méthodes de recherche en termes de contenu et a fixé des objectifs en rapport avec les bénéfices réels obtenus. Bien que le nombre de réponses au questionnaire soit inférieur à l'objectif de 150, le reste de la recherche fournit une couverture complémentaire par le biais d'entretiens et de recherches documentaires. Le total de toutes les réponses attendues était de 190, y compris les enquêtes, les entretiens et les recherches documentaires, fournissant une bonne étude et des informations sur les cours suivis dans les différents pays et les sujets les plus développés.

En ce qui concerne les **études de terrain**, en particulier les réponses obtenues dans l'enquête, le graphique suivant montre par partenaire quels résultats ont été obtenus (ligne orange) par rapport à ceux attendus (ligne bleue). Le VSRC et l'UPV ont obtenu un nombre de réponses plus élevé que l'objectif, obtenant ainsi une plus grande représentation des réponses des parties prenantes et du personnel associé à la construction.



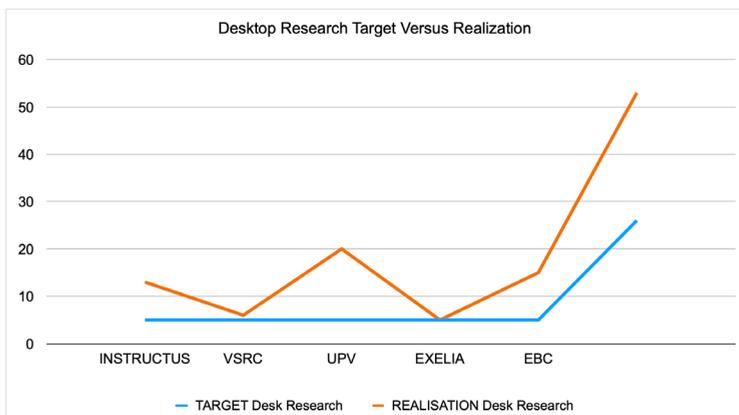
Graphique 1. Enquête : réponses obtenues et attendues par partenaire.

D'autre part, les **entretiens semi-structurés** sont une méthode très efficace pour obtenir des informations de première main, dont le temps investi rend difficile l'obtention d'un grand nombre d'entre elles. Toutefois, INSTRUCTUS et EBC ont obtenu plus de réponses que la valeur cible, ce qui a permis de compenser le manque d'informations concernant les études de terrain.



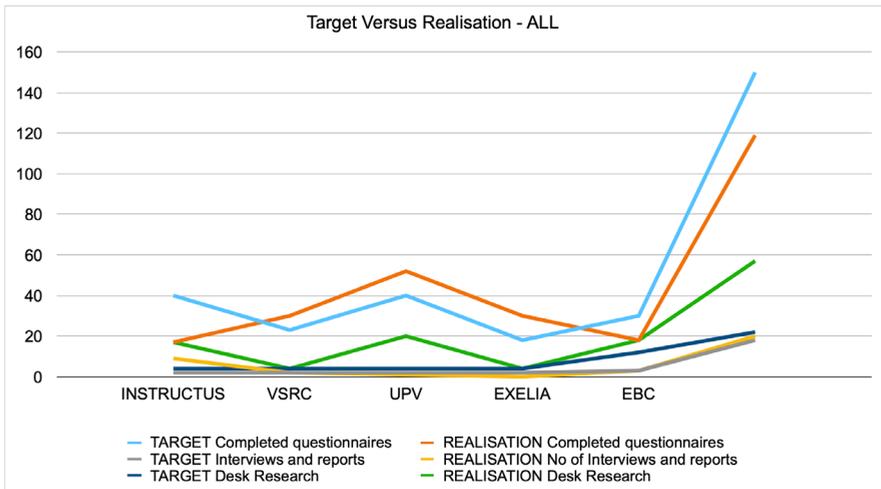
Graphique 2. Entretiens semi-structurés : réponses obtenues et attendues par partenaire.

La dernière méthode est la **recherche documentaire**, grâce à laquelle des informations suffisantes ont été obtenues pour compléter les données qui pourraient manquer dans les études de terrain et les entretiens semi-structurés. Nous fournissons des informations sur les exigences, les besoins, les technologies, les méthodologies d'enseignement et les nouveaux développements dans le secteur de la construction et ses outils numériques dans chaque pays. Tous les partenaires ont atteint la valeur cible et ont même dépassé les valeurs fixées. Cette méthode a eu un très bon écho et s'est révélée très utile.



Graphique 3. Recherche sur les entreprises : réponses obtenues et attendues par partenaire

En conclusion, le graphique suivant montre les différentes méthodes (questionnaires, entretiens et rapports, et recherche documentaire) comparant la valeur cible avec le nombre de réponses obtenues. Comme on peut le constater, le nombre général de réponses est très élevé, de sorte que les résultats obtenus sont bien contrastés et qu'il y a de la variété grâce à la réponse des différents partenaires.



Graphique 4. Méthodes de recherche : réponses et valeurs cibles par partenaire

Grâce à ces trois types de recherches menées par les partenaires dans cinq pays, les objectifs d'apprentissage suivants ont été atteints, qui devraient définir le contenu du cours CONDAP :

- O1. Comprendre et appliquer les nouvelles technologies et les nouveaux logiciels pour la construction numérique
- O2. Partager des données et construire des modèles en utilisant des systèmes numériques intégrés.
- O3. Développer les compétences et les connaissances nécessaires aux formateurs dans l'application des méthodologies de construction numérique.
- O4. Développer les compétences et les connaissances nécessaires pour former les étudiants aux systèmes de gestion des connaissances et aux progrès des technologies numériques.
- O5. Développer les connaissances et la compréhension pour définir une méthodologie personnalisée afin de soutenir l'étudiant dans son développement et son amélioration dans l'utilisation des outils/technologies numériques.
- O6. Développer des outils d'apprentissage immersifs et des formations à la construction numérique pertinents pour leur entreprise et destinés à être utilisés par les étudiants.
- O7. Développer des méthodologies pour explorer et surmonter les obstacles à l'utilisation des progrès numériques dans la construction.

Une fois la recherche terminée, la deuxième étape du projet CONDAP est atteinte, qui vise à définir la structure d'un programme d'études avec des directives pédagogiques pour les formateurs et les prestataires d'EFP, afin de les former aux méthodes de construction numérique. À cette fin, trois activités ont été menées sur la base des résultats de la recherche. La première consiste à regrouper les objectifs d'apprentissage avec les domaines de connaissance qui se sont avérés les plus intéressants pour les répondants, en extrayant quelques résultats d'apprentissage qui constitueront plus tard les unités didactiques du projet CONDAP, qui sont celles présentées dans ce compendium.

Tout d'abord, il est important de définir le système dans lequel les unités didactiques seront encadrées, connu sous le nom de système européen de transfert de crédits pour l'enseignement et la formation professionnels (ECVET). Il s'agit d'un cadre méthodologique commun qui facilite la reconnaissance et le transfert des crédits d'apprentissage d'un système de certification à un autre au sein du système éducatif européen. L'ECVET travaille en partenariat avec le cadre européen des certifications (CEC) afin d'assurer une plus grande transparence des certifications européennes, de promouvoir la mobilité des travailleurs et des étudiants et de faciliter l'apprentissage. En particulier, la mise en œuvre de l'ECVET exige que les certifications soient décrites en termes d'acquis d'apprentissage, que les unités soient formées à partir des acquis d'apprentissage et que les unités soient souvent regroupées pour former la base des certifications. Le projet CONDAP s'inscrit donc dans cette démarche, en respectant la procédure ECVET, en définissant les acquis d'apprentissage et en formant des unités d'apprentissage à partir de ceux-ci. Il est important de préciser que les processus d'évaluation, de validation et de reconnaissance doivent également être convenus entre tous les participants et doivent respecter les pratiques nationales, régionales, sectorielles ou institutionnelles existantes. Cette initiative permet aux citoyens de l'Union européenne (UE) de faire reconnaître plus facilement leur éducation, leurs compétences et leurs connaissances dans un pays de l'UE autre que le leur. L'ECVET complète le système européen de transfert et d'accumulation de crédits (ECTS) en établissant un lien entre l'enseignement et la formation professionnels et l'enseignement supérieur.

Selon ECVET, une unité d'apprentissage ou d'enseignement est un élément de formation qui répond à un ensemble d'acquis d'apprentissage, définis en termes de connaissances, d'aptitudes et de compétences qui peuvent être évalués, validés et certifiés. Grâce à l'analyse effectuée dans le cadre du projet CONDAP, expliqué ci-dessus, des unités d'apprentissage basées sur les résultats d'apprentissage ont été créées, comme le montre la figure suivante:

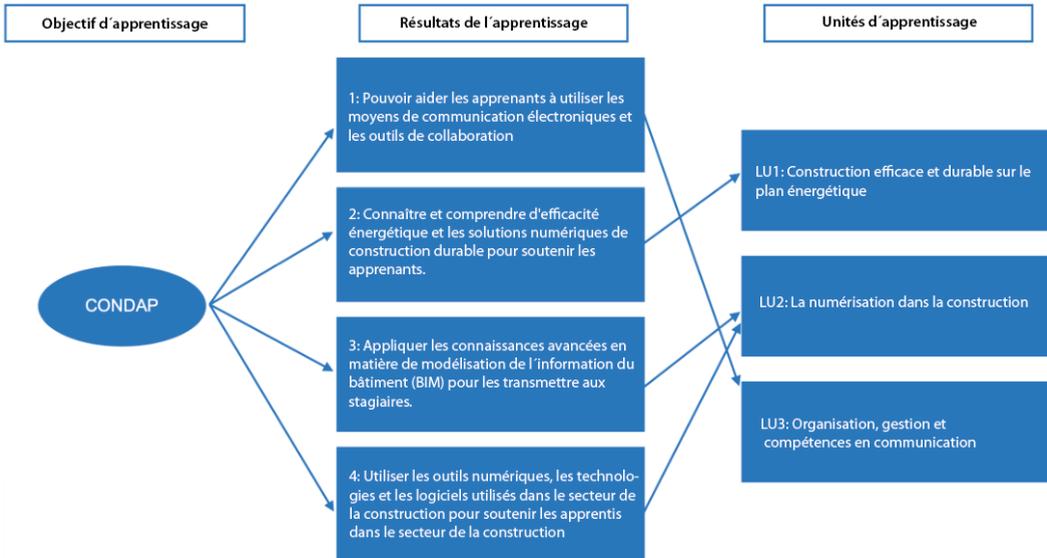


Illustration 1: Regroupement des acquis de l'apprentissage CONDAP.

Enfin, les unités didactiques à réaliser dans le cadre du projet CONDAP obtenues à partir des résultats d'apprentissage, selon l'illustration ci-dessus, sont :

- UD1: **Efficacité énergétique et construction durable**; qui répond principalement au **résultat d'apprentissage 2**: "Connaître et comprendre l'efficacité énergétique et les solutions numériques de construction durable pour soutenir les apprenants".
- UD 2: **La numérisation dans la construction**; La numérisation dans la construction ; en rapport avec le **résultat d'apprentissage 3**: "Appliquer les connaissances avancées en matière de modélisation de l'information sur le bâtiment (BIM) pour les transmettre aux stagiaires" et l'acquis 4 : "Utiliser les outils, technologies et logiciels numériques utilisés dans le secteur de la construction pour aider les stagiaires dans ce secteur".
- UD 3: **Compétences en matière d'organisation, de gestion et de communication** ; correspond au **résultat d'apprentissage 1**: "Être capable d'aider les apprenants à utiliser les outils de communication et de collaboration électroniques".

D'autre part, les unités d'enseignement doivent également répondre à un certain nombre d'exigences, suggérées par les principes européens :

- Les unités d'acquis de l'apprentissage peuvent être complétées et évaluées indépendamment des autres unités d'acquis de l'apprentissage.

- Ils sont structurés de manière à ce que les résultats d'apprentissage pertinents puissent être atteints dans un délai précis. Par conséquent, ils ne doivent pas être trop longs.
- Ils comprennent tous les résultats d'apprentissage nécessaires pour atteindre les objectifs des unités et sont conçus pour être évaluable.

La deuxième activité de la deuxième production intellectuelle du CONDAP consiste à définir les spécifications des unités d'enseignement. C'est-à-dire la portée et les exigences essentielles auxquelles le programme de formation correspondant doit répondre. Le matériel de formation sera élaboré sur la base de la définition des spécifications du cours.

Les spécifications des unités d'apprentissage sont basées sur les principes de l'ECVET, qui indiquent que chaque unité peut comprendre les éléments suivants, ce qui permettra aux unités d'être acceptées dans le cadre de l'ECVET.

- Niveau de qualification du CEC
- Connaissances de base recommandées
- Durée du processus d'apprentissage
- Pondération comparative des unités d'apprentissage
- Allocation des crédits
- Conditions préalables à la participation à chaque unité d'apprentissage
- Contenu de la formation
- Méthodes d'évaluation

La durée des cours est également précisée, en fonction des heures accumulées dans les catégories suivantes :

- **Heures d'enseignement:** heures de contact entre l'instructeur et l'étudiant dans le cadre du plan de cours, y compris les conférences, les travaux dirigés, les séminaires, les ateliers et les séances de travaux pratiques en laboratoire.
- **Heures d'auto-apprentissage:** l'étude de quelque chose par soi-même sans supervision directe ni présence en classe.
- **Horaires sur place:** visites d'étude qui peuvent être organisées ensemble ou effectuées individuellement.
- **Heures d'évaluation:** le temps nécessaire à la préparation d'un document, y compris le temps alloué pour l'examen (le cas échéant).

Les heures d'apprentissage de chaque unité d'enseignement ont été attribuées en fonction des résultats obtenus lors de l'analyse du premier résultat intellectuel (O1). Les sujets les plus demandés étaient "Efficacité énergétique et construction durable" et "BIM et autres méthodes de construction numérique". Par conséquent, chacun de ces sujets représente 40 % de la durée du cours, tandis que l'unité d'apprentissage 3 "Compétences en matière d'organisation, de gestion et de communication" représente 20 % du poids de l'ensemble du cours.

Par conséquent, le cours CONDAP comprend les heures suivantes pour chaque unité d'apprentissage :

- **UD 1:** 12 heures de cours, 3 heures sur place, 3 heures d'autoformation, 2 heures d'évaluation.
- **UD 2:** 10 heures d'enseignement, 5 heures sur place, 3 heures d'autoformation, 2 heures d'évaluation.
- **UD3:** 5 heures d'enseignement, 2 heures sur place, 2 heures d'autoformation, 1 heure d'évaluation.

Au total, le cours comprendra les heures d'apprentissage suivantes associées à chaque unité d'enseignement afin de définir la durée de l'ensemble du cours :

- 27 heures d'enseignement, plus 3 heures sur place dans l'unité d'enseignement 1 et 7 heures pratiques requises pour les sessions pratiques des unités 2 et 3.
- 8 heures d'auto-apprentissage pour les apprenants pour le matériel pédagogique.
- 5 heures d'évaluation.

Le cours aura une durée totale de 50 heures réparties dans chaque unité didactique. Il est vrai que la durée de chaque unité d'enseignement ne doit pas être considérée comme strictement définie, mais comme un indicateur recommandé afin que l'intégration aux cours de formation professionnelle existants puisse être flexible.

En ce qui concerne la pondération et l'attribution des crédits, comme mentionné ci-dessus, le cours CONDAP est basé sur le système ECVET. Les crédits ECVET sont une représentation numérique du poids global des acquis d'apprentissage dans une certification et du poids relatif des unités par rapport à la certification. Ils permettent ainsi l'encadrement des compétences évaluées entre les partenaires, en essayant de faciliter le transfert des acquis de l'apprentissage d'un système de certification à l'autre. Il n'a pas pour but de remplacer les systèmes nationaux de qualification, mais de parvenir à une meilleure comparabilité et compatibilité entre eux ; il facilite la reconnaissance des formations, des compétences et des connaissances parmi les

citoyens de l'Union européenne (UE).

La pondération et la répartition des crédits ECVET suggérées pour le cours CONDAP, en tenant compte du fait que 10 heures correspondent à 1 crédit, sont les suivantes :

- UD 1 : 40% correspond à 2 crédits.
- UD 2 : 40% correspond à 2 crédits.
- UD 3 : 20% correspond à 1 crédit.

La durée totale du cours est de 50 heures, ce qui signifie 5 crédits ECTS.

Enfin, pour l'évaluation des unités d'enseignement, différentes méthodes d'évaluation seront utilisées, telles que des questions à réponse ouverte, des questions à choix multiples ou l'analyse d'études de cas.

Vous trouverez ci-dessous une brève introduction à l'unité d'enseignement 1, qui sera développée plus avant en incluant tout le matériel nécessaire pour compléter l'étude et son évaluation.

1.2. INTRODUCTION À UD 2: NUMÉRISATION DE LA CONSTRUCTION

L'introduction des technologies numériques dans les différents secteurs de la société a permis un développement de plus en plus rapide, et cela est également vrai pour l'industrie de la construction, où l'utilisation de modèles virtuels est progressivement encouragée. Dans ce secteur, la numérisation se distingue, dont les bases conceptuelles au sein des systèmes de modélisation des informations sur les bâtiments (BIM) sont attribuées aux premiers ordinateurs. La technologie BIM permet à tous les professionnels impliqués dans le projet d'apporter des données et des informations à un modèle unique et partagé. En gérant toutes les informations et ressources nécessaires à un projet de construction, elle représente une base fiable pour prendre des décisions importantes lors de l'appel d'offres, de l'exécution ou de la maintenance du bâtiment.

L'objectif principal de cette unité d'apprentissage est d'initier l'étudiant à la numérisation de la construction, en particulier à la méthodologie de modélisation des informations du bâtiment (BIM) et à la gestion de projet à l'aide d'outils numériques. L'unité vise à fournir aux étudiants une compréhension des fondations et des bases du système BIM, y compris les logiciels et les outils numériques pertinents.

L'unité commence par une introduction à la modélisation des informations sur les bâtiments, décrivant le concept, donnant des définitions pertinentes ainsi que les avantages de l'utilisation du BIM dans l'industrie de la construction. Le matériel d'apprentissage décrit en détail le cycle de vie de la construction BIM et les niveaux de maturité.

Tout au long de l'unité, vous découvrirez son application et son utilisation dans la gestion de projets, y compris les perspectives d'avenir. La dernière leçon de cette unité traite des autres outils numériques utilisés dans l'industrie de la construction. L'unité d'apprentissage se compose de cinq leçons au contenu théorique et de prises de clés à la fin de chaque leçon pour renforcer les connaissances et les compétences.

Résultats de l'apprentissage

Unité d'apprentissage 2: Numérisation de la construction	
Résultat d'apprentissage 1	Interpréter et définir le système BIM, y compris le niveau de développement et le logiciel BIM
Résultat d'apprentissage 2	Approfondir en BIM, ses principales caractéristiques et les étapes pertinentes du cycle de vie.
Résultat d'apprentissage 3	Analyser les principes de la mise en œuvre de la BIM en se penchant sur la 3D, la 4D, la 5D, la 6D, etc. La leçon résume l'utilisation de la BIM dans le secteur de la construction.

Résultat d'apprentissage 4	Traiter de l'importance du FIP dans la gestion globale du projet, du plan de mise en œuvre aux perspectives futures de l'industrie de la construction.
Résultat d'apprentissage 5	La numérisation et l'utilisation d'autres outils pour amplifier l'utilisation du BIM.

Résumé des leçons de l'unité d'enseignement

Leçon 1. Introduction

Cette leçon donne des interprétations et des définitions du BIM, y compris son niveau de développement et les logiciels BIM.

Leçon 2. Méthodologie BIM (Building Information Modelling). Concept et définitions.

Cette leçon approfondit le BIM, ses principales caractéristiques et les étapes pertinentes du cycle de vie des bâtiments. La leçon couvre l'essentiel sur chaque niveau du BIM.

Leçon 3. Application du BIM dans un projet de construction

Cette leçon analyse les principes de la mise en œuvre du BIM en approfondissant le sujet du BIM 3D, 4D, 5D, 6D, etc. La leçon résume la manière dont le BIM est utilisé dans l'industrie de la construction.

Leçon 4. Gestion de projet en utilisant le BIM

Le contenu de cette leçon traite de l'importance du BIM dans la gestion globale d'un projet, du plan d'exécution aux perspectives d'avenir de l'industrie de la construction.

Leçon 5. Autres outils numériques utilisés dans la construction

Cette leçon donne un aperçu plus large de la numérisation, en particulier sur les autres outils permettant d'amplifier l'utilisation du BIM.

CHAPITRE II:
UNITÉ DIDACTIQUE - NUMÉRISATION DE LA
CONSTRUCTION



CONDAP

NUMÉRISATION DE LA CONSTRUCTION

CONDAP RESSOURCES ÉDUCATIVES OUVERTES

CE QUE VOUS APPRENDREZ DANS CETTE UNITÉ

Cette unité d'apprentissage introduit l'étudiant à la numérisation de la construction, plus précisément à la méthodologie de modélisation des données du bâtiment (BIM) et à la gestion de projet à l'aide d'outils numériques.

L'unité se compose de cinq leçons:

- ✓ Leçon 1. Introduction - Cette leçon présente à l'étudiant ce qu'est le BIM (*Building Information Modelling*) et son histoire.
- ✓ Leçon 2. Méthodologie BIM. Concept et définitions - Cette leçon présente à l'étudiant le fonctionnement du BIM et ses différents niveaux. À la fin, l'étudiant sera familiarisé avec les avantages du BIM.
- ✓ Leçon 3. Application du BIM dans un projet de construction - Cette leçon présente à l'étudiant le fonctionnement du BIM dans un projet de construction et les logiciels utilisés.
- ✓ Leçon 4. Gestion de projet en utilisant le BIM - Cette leçon présente la manière dont les technologies BIM peuvent être utilisées dans la gestion de projets.
- ✓ Leçon 5. Autres outils numériques utilisés dans la construction - Cette leçon permet à l'étudiant de savoir quels outils, utilisés quotidiennement dans la construction, peuvent être connectés à la technologie BIM.

INDEX

Leçon 1. Introduction

Leçon 2. Méthodologie BIM (*Building Information Modelling*).
Concept et définitions.

Leçon 3. Application du BIM dans un projet de construction

Leçon 4. Gestion de projet en utilisant le BIM

Leçon 5. Autres outils numériques utilisés dans la construction

3

LEÇON 1. Introduction

Le but de cette leçon est de vous introduire au monde du BIM et de vous permettre de mieux comprendre ce que c'est, d'en connaître un bref historique et les logiciels utilisés.

INTRODUCTION



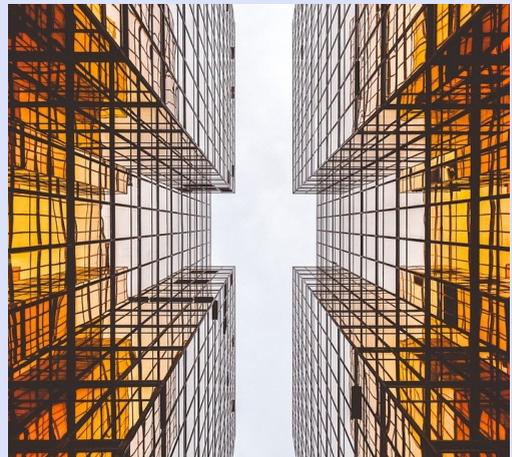
Le terme "*Building Information Modelling*" (BIM) a de nombreuses interprétations et définitions.

BIM est l'acronyme de "*Building Information Modelling*" ou "*Building Information Model*" devenu avec le temps "*Building Information Management*". En français, il peut être traduit par "Modélisation des données du bâtiment".

Les différentes significations du même acronyme sont dues au fait que les applications du BIM ont évolué avec le temps et que le potentiel du BIM était plus large que prévu initialement.

INTRODUCTION

- Le BIM est un processus soutenu par divers outils, technologies et contrats impliquant la génération et la gestion de représentations numériques des caractéristiques physiques et fonctionnelles des lieux.
- Les modèles BIM sont des fichiers (souvent mais pas toujours dans des formats propriétaires et contenant des données propriétaires) qui peuvent être extraits, échangés ou mis en réseau pour faciliter la prise de décision concernant un bien bâti.



INTRODUCTION

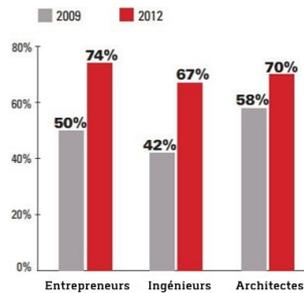
La valeur commerciale du BIM est importante. Les avantages d'un modèle de conception architecturale lié à une base de données relationnelle se sont avérés incroyablement précieux :

Le pourcentage d'entreprises utilisant le BIM est passé de 28 % en 2007, à 49 % en 2009 et à 71 % en 2012.

Pour la toute première fois, les entrepreneurs sont plus nombreux à utiliser le BIM que les architectes.

Source: The Business Value of BIM in North America: Multi-Year Trend Analysis and User Ratings SmartMarket Report, McGraw-Hill Construction, 2012.

Adoption du BIM par les acteurs (2009-2012)



7

INTRODUCTION

- Le logiciel BIM doit être capable de représenter les propriétés physiques et intrinsèques d'un bâtiment sous la forme d'un modèle orienté sur les objets tout en étant lié à une base de données . En outre, la plupart des logiciels BIM sont désormais dotés de moteurs de rendu, d'une taxonomie spécifique optimisée et d'un environnement de programmation permettant de créer des composants de modèle.
- Un modèle BIM pourrait être conçu dans un logiciel qui n'est pas, à proprement parler, "paramétrique" et où toutes les informations et la géométrie sont explicitement définies, mais ce serait trop onéreux.

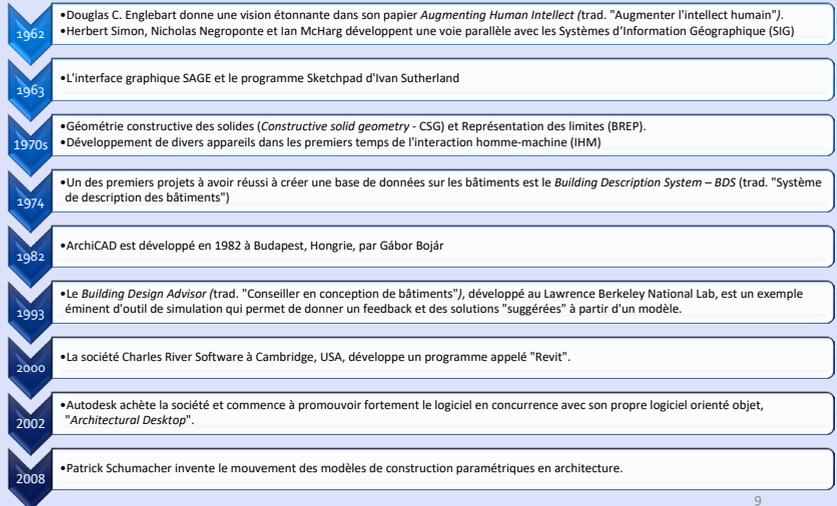
<https://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim#>



BRÈVE HISTOIRE DU BIM

Le secteur de la construction traverse une phase de numérisation depuis plusieurs décennies dans l'optique d'améliorer la livraison des biens bâtis :

<https://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim#>



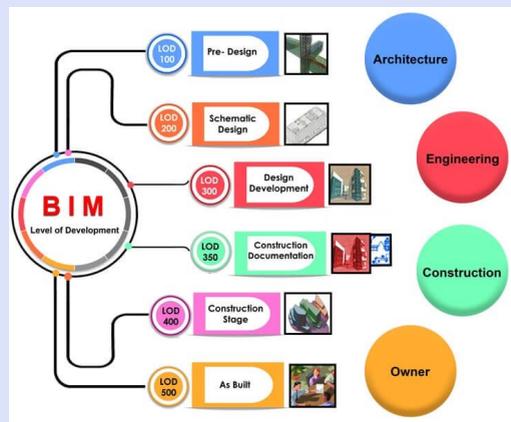
9

NIVEAU DE DÉVELOPPEMENT DU BIM (LOD)

Le niveau de développement (LOD - *Level of Development*) du BIM décrit comment la géométrie 3D du modèle de bâtiment peut atteindre différents niveaux de raffinement, et est utilisé comme mesure du niveau de service requis.

Les différentes LODs font référence aux différentes étapes de la conception, de la visualisation 3D, des quantités de construction, de l'ordonnancement, des estimations, du contrôle de la production sur site et de la fabrication.

<https://www.srinsofttech.com/>



POINTS CLÉS

- 1 Objectif du cours
- 2 Principales définitions du BIM
- 3 Origines historiques du BIM
- 4 Niveau de développement du BIM (LOD)
- 5 Logiciel BIM

LEÇON 2

Méthodologie BIM (Building Information Modelling). Concept et définitions.

Cette leçon vous présentera le fonctionnement et les avantages du BIM.
Vous serez également initiés aux différents niveaux du BIM.

DÉFINITION

La définition officielle du *Building Information Modeling* (BIM) :

Le BIM est une représentation numérique des caractéristiques physiques et fonctionnelles d'une structure. Le BIM crée une ressource de connaissances partagées au sujet de la structure et constitue une base fiable pour les décisions à prendre au cours de son cycle de vie, depuis sa conception jusqu'à sa démolition.

National Institute of Building Sciences,
National Building Information Modeling Standard TM (NBIMS), 2008

15

CONCEPT DU BIM

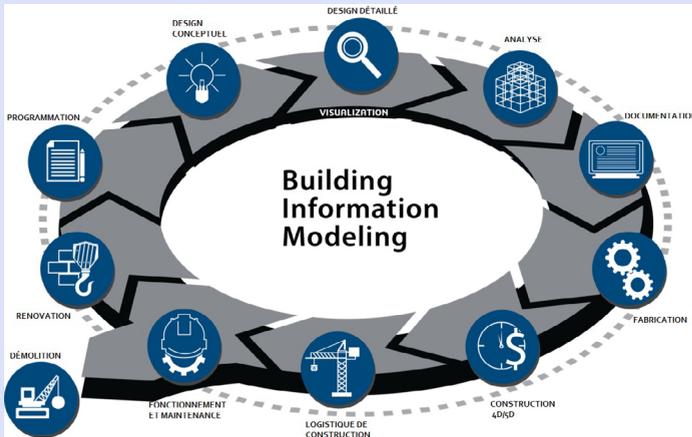
La gestion de toutes les informations, dans leur intégralité, concernant les différentes phases du cycle de vie d'un bâtiment, de la conception architecturale à la maintenance post-occupation, peut s'appuyer sur un unique environnement technologique commun.

Ce concept est à la base de la technologie BIM.

ALCI'NIA Z. SAMPAIO. *The Introduction of the BIM Concept in Civil Engineering Curriculum. International Journal of Engineering Education* Vol. 31, No. 1(B), pp. 302–315, 2015

16

BIM - CYCLE DE VIE DES BÂTIMENTS



Le BIM est un flux de travail intégré basé sur des informations coordonnées et fiables sur le projet, de la conception à la construction jusqu'à la mise en œuvre.

<https://www.cleanpng.com/free/bim.html>

17

BIM - CYCLE DE VIE DES BÂTIMENTS

Le BIM permet de suivre le cycle de vie des bâtiments:

- Programmation
- Design conceptuel
- Conception détaillée
- Analyse
- Documentation
- Fabrication
- Construction 4D/5D
- Logistique
- Fonctionnement et maintenance
- Rénovation ou démolition

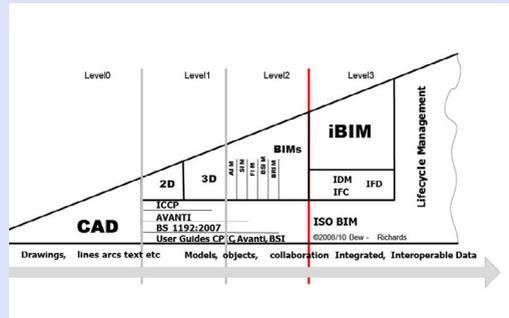


<https://www.cleanpng.com/free/bim.html>

18

NIVEAUX DE MATURITÉ DU BIM

Le modèle de maturité BIM du Royaume-Uni - également connu sous le nom de *modèle iBIM* (le nom de son plus haut niveau) ou de *BIM Wedge* (en raison de sa célèbre forme) - a été développé par Mark Bew et Mervyn Richards en 2008.

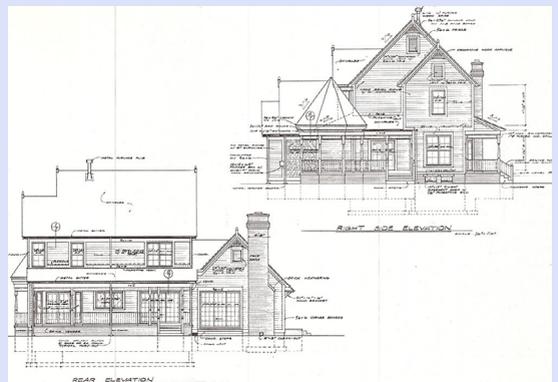


NIVEAU 0 DU BIM

La gamme des niveaux que cette forme de modélisation peut prendre est décrite comme "niveaux de maturité" et est décrite dans les prochaines diapositives :

Niveau 0 du BIM

Conception assistée par ordinateur (CAO), y compris dessins en 2D, texte sur papier ou échange électronique d'informations, mais sans normes et processus communs. Il s'agit essentiellement d'une planche à dessin numérique.



NIVEAU 1 DU BIM

■ Niveau 1 du BIM

Modèles 2D et 3D. Un environnement commun de données (CDE - Common Data Environment) est utilisé dans ce cas.

Un CDE est un référentiel partagé en ligne où toutes les données du projet sont collectées et gérées.

Le niveau 1 du BIM se concentre sur la transition entre les informations CAO et celles en 2D et 3D.

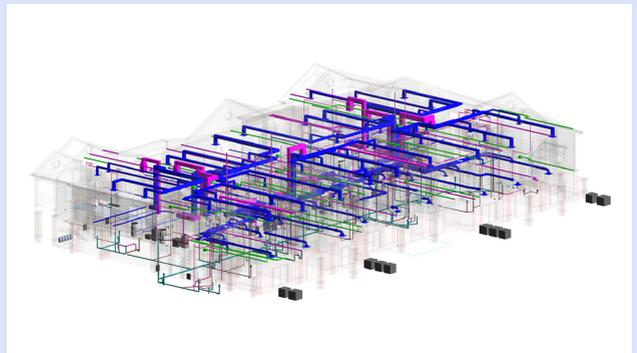


23

NIVEAU 2 DU BIM

■ Niveau 2 du BIM

Environnement 3D avec des données associées, créé avec des modèles distincts sur la base des différentes disciplines. Ces modèles séparés sont assemblés pour former un modèle fédéré mais ne perdent pas leur identité ou leur intégrité. Les données peuvent inclure des informations sur le séquençage de la construction (4D) et le coût (5D).



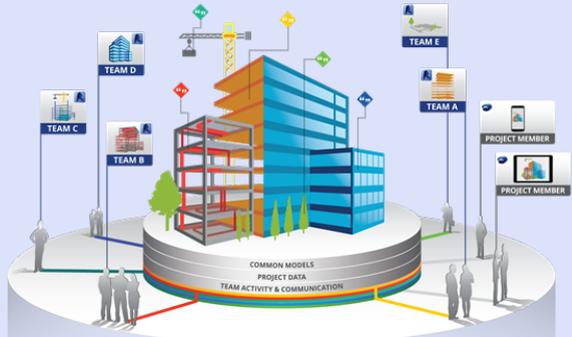
24

NIVEAU 3 DU BIM

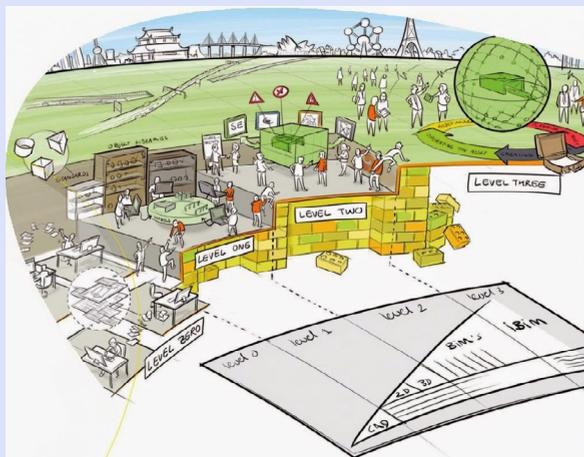
■ Niveau 3 du BIM

Un modèle de projet unique, collaboratif et en ligne, avec des informations sur le séquençage de la construction (4D), les coûts (5D) et le cycle de vie du projet (6D). Ce modèle est parfois appelé "iBIM" (*Integrated BIM* - BIM Intégré) et vise à obtenir de meilleurs résultats commerciaux.

<https://thebimhub.com/>



25

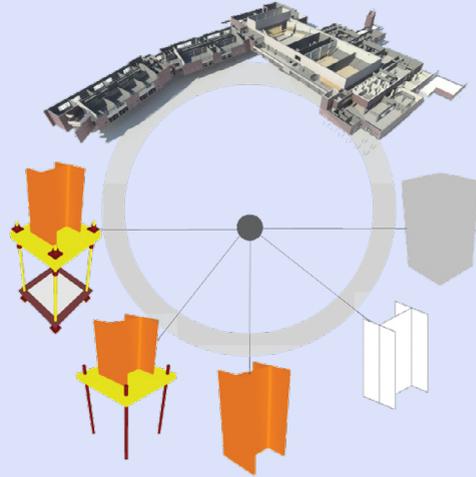


26

NIVEAUX DE DÉVELOPPEMENT (LOD)

La spécification du niveau de développement (LOD – *Level of Development*) est une référence qui permet aux opérateurs de l'industrie AIC (architecture-ingénierie-construction) de définir et d'articuler avec un haut niveau de clarté le contenu et la fiabilité des modèles BIM à différents stades du processus de conception et de construction.

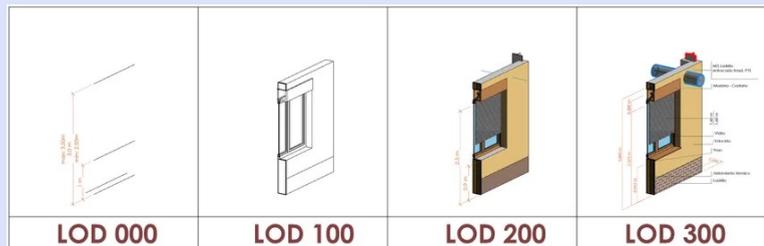
<https://bimforum.org/lof/>



27

NIVEAUX DE DÉVELOPPEMENT (LOD)

Dans quelle mesure les éléments du modèle auxquels vous vous connectez sont-ils précis ou définitifs ? Le concept appelé « **Niveau de détail (Level of Detail)** » a été développé. Il s'agit d'une mesure du degré de précision d'un élément en termes de coût.



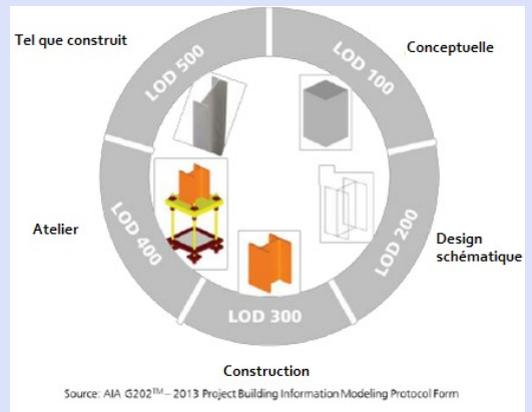
28

LOD OU LOD ?

L'AIA (American Institute of Architects) a décidé que ce système serait un bon moyen à appliquer à toutes les utilisations d'un modèle BIM, de l'analyse énergétique à la programmation 5D.

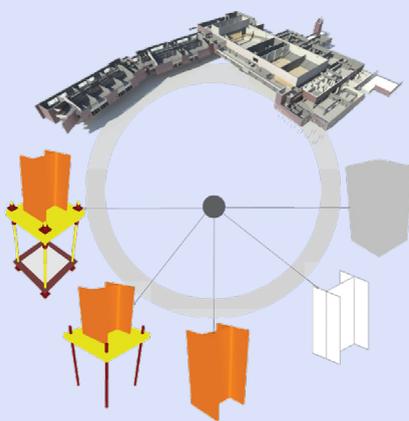
Ils l'ont judicieusement rebaptisé "**Niveau de développement**" (*Level of Development*), car le "**Niveau de détail**" (*Level of Detail*) pouvait être confondu avec la quantité d'informations, plutôt qu'avec le caractère décisif de ces informations.

Bien que les deux aient toujours l'**acronyme LOD**, ils continuent à se confondre (nous en discuterons dans les pages suivantes).



29

LOD



LOD, comme dans "Niveau de développement - *Level of Development*", est une indication de la mesure du développement de l'information représentée par un élément BIM. Il ne s'agit pas nécessairement d'une mesure de la quantité d'informations, bien qu'il soit évident qu'il doit y avoir suffisamment d'informations pour satisfaire le niveau de LOD auquel il se situe. Ce n'est pas non plus une mesure de la quantité ou de la précision des informations graphiques.

L'apparence d'un élément BIM n'est qu'un élément d'information sur cet objet, et généralement le moins important. Un entrepreneur n'a pas besoin de savoir à quoi ressemble un bureau pour le commander, ni pour le placer dans le bâtiment. Mais il doit connaître le fabricant et le numéro de modèle.

D'autres peuvent avoir besoin de connaître ses dimensions pour se coordonner avec les objets qui l'entourent, mais eux aussi n'ont pas nécessairement besoin de savoir à quoi il ressemble exactement.

LOD LEVELS

Par conséquent, les niveaux de LOD pour une chaise pourraient être :

LOD 100 = il y a une chaise
 LOD 200 = il y a une chaise dont l'espace nominal requis est de 500x500
 LOD 300 = il y a une chaise avec des accoudoirs et des roues
 LOD 400 = fabricant et numéro de modèle.
 LOD 500 = fabricant et numéro de modèle, fournisseur, date d'achat

ou en termes généraux :

LOD 100 = il y a une chose
 LOD 200 = il y a quelque chose de cette taille
 LOD 300 = il y a quelque chose avec ces fonctions et options
 LOD 400 = c'est cette chose en particulier.
 LOD 500 = c'est cette chose particulière fournie par cette personne à cette date.

LEVEL of DEVELOPMENT				
LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 400	LOD 500
				
Concept (Presentation)	Design Development	Documentation	Construction	Facilities Management
DESCRIPTION: Office Chair Arms, Wheels WIDTH: 700 DEPTH: 450 HEIGHT: 1100 MANUFACTURER: Herman Miller, Inc. MODEL: Mira LOD: 100	DESCRIPTION: Office Chair Arms, Wheels WIDTH: 700 DEPTH: 450 HEIGHT: 1100 MANUFACTURER: Herman Miller, Inc. MODEL: Mira LOD: 200	DESCRIPTION: Office Chair Arms, Wheels WIDTH: 700 DEPTH: 450 HEIGHT: 1100 MANUFACTURER: Herman Miller, Inc. MODEL: Mira LOD: 300	DESCRIPTION: Office Chair Arms, Wheels WIDTH: 685 DEPTH: 430 HEIGHT: 1085 MANUFACTURER: Herman Miller, Inc. MODEL: Mira LOD: 400	DESCRIPTION: Office Chair Arms, Wheels WIDTH: 685 DEPTH: 430 HEIGHT: 1085 MANUFACTURER: Herman Miller, Inc. MODEL: Mira PURCHASE DATE: 01/02/2013
(Only data in red is useable)			practicalBIM.net © 2013	

VALEUR AJOUTÉE DU BIM

- Apporte un soutien au processus de décision du projet
- Les parties ont une compréhension claire des objectifs du projet et des liens avec d'autres métiers connexes
- Visualisation des solutions en termes de design
- Aide à la conception et à la coordination des modèles
- Augmente et garantit la qualité du processus de construction et du produit final
- Rend le processus pendant la construction plus efficace et plus efficient
- Améliore la sécurité pendant la construction et tout au long du cycle de vie du bâtiment
- Soutient l'analyse des coûts et du cycle de vie du projet
- Soutient le transfert des données du projet dans le logiciel de gestion des données pendant les opérations

POINTS CLÉS

- 1 Définition du BIM
- 2 Concept du BIM
- 3 BIM – Cycle de vie des bâtiments
- 4 Niveaux de maturité du BIM
- 5 LOD et niveaux de LOD

LESSON 3

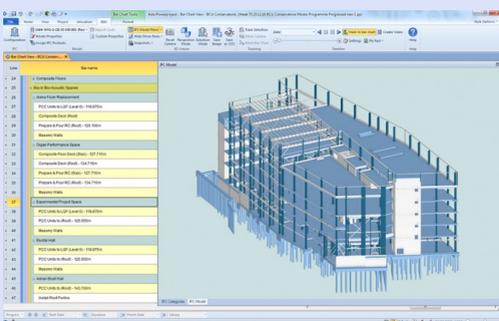
Application du BIM dans un projet de construction

Dans cette leçon, vous apprendrez comment les technologies BIM peuvent être utilisées dans la construction et vous découvrirez les logiciels les plus populaires.

APPLICATION DU BIM DANS UN PROJET DE CONSTRUCTION

- Les principaux avantages du BIM sont l'amélioration de la planification, de la coordination des dessins, du contrôle du temps et des coûts et la possibilité de disposer d'un modèle détaillé unique.
- Collaboration étendue, nécessité de dessins coordonnés, interopérabilité sont les principaux points problématiques du BIM.
- Les principaux obstacles qui pourraient conduire à un faible niveau d'implémentation du BIM sont le manque de personnel compétent pour opérer avec le logiciel, la méconnaissance de la technologie et la non disponibilité des bibliothèques paramétriques.
- 4d, 5d, 6d ...

4D BIM



Le **BIM 4D** se réfère à la liaison intelligente de composants CAO 3D individuels avec des informations liées au temps / à la planification. L'utilisation du terme 4D vise à faire référence à la quatrième dimension : le temps, c'est-à-dire que 4D est la 3D plus la programmation temporelle.

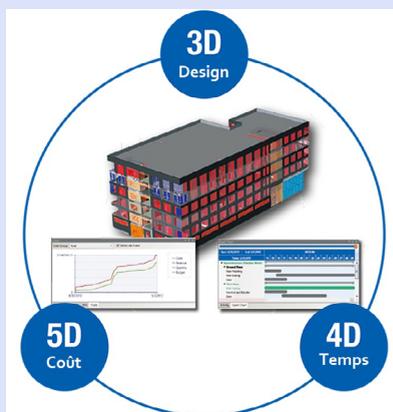
Le **BIM 4D** permet aux différents participants d'un projet de construction (des architectes, concepteurs, entrepreneurs aux clients), de planifier, de séquencer les activités physiques, de visualiser le chemin critique pendant toute la durée d'une série d'événements, d'atténuer les risques, de rendre compte et de suivre l'avancement des activités de construction pendant toute la durée du projet.

5D ET 6D BIM

Le **BIM 5D** se réfère à la liaison intelligente de composants CAO 3D individuels (ou assemblages) avec un planning temporel (BIM 4D) et ensuite avec des informations relatives aux coûts :

5D = 3D + TEMPS + COÛT

Le **BIM 6D**, acronyme de BIM en 6 dimensions, et terme largement utilisé dans l'industrie de la construction, fait référence à la liaison intelligente de composants CAO 3D individuels (ou assemblages) avec tous les aspects des informations de gestion du cycle de vie des projets.



PRODUITS LOGICIELS

- Le BIM nécessite des outils spécifiques qui permettent de produire de la géométrie mais aussi de gérer l'information.
- C'est notamment le cas des logiciels utilisés par les concepteurs, car leur travail sera au cœur du processus BIM pendant la construction.
- Ils modéliseront le bâtiment mais définiront également leurs besoins, permettant ainsi aux entrepreneurs d'utiliser les informations intégrées.
- Certains outils d'analyse n'ont pas besoin d'être entièrement compatibles avec le system BIM tant qu'ils sont capables d'importer les informations nécessaires dans le logiciel (par exemple : les outils qui calculent les ponts thermiques).
- Plus le logiciel est capable de communiquer facilement (sans importation/exportation ou opérations manuelles), plus le processus global sera rapide, moins le risque d'erreurs ou de perte de données sera élevé.

LOGICIELS CERTIFIÉS

- Quelques exemples de programmes pour la modélisation paramétrique BIM 3D - Autodesk Revit, Graphisoft ArchiCAD, Trimble Solutions Corporation Tekla Structures, et autres logiciels :

Vendor	Product	Schema	Exchange Requirement	Import / Export	Status	Started	Completed	Report (link)
Trimble Solutions Corporation	Tekla Structures: ImportSDK (import)	IFC4	Structural Reference Exchange	Export	Finished	2017-10-02	2019-09-22	
NOVA Building IT GmbH	NOVA AVA BIM	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	2018-01-27	2019-07-11	https://ifc2x3.b-cert.org/ords/ifc/certification/getCertificationReport/883
ACCA Software S.p.A	CerTus-HSBIM	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	2018-04-10	2019-06-25	https://ifc2x3.b-cert.org/ords/ifc/certification/getCertificationReport/865
ACCA Software S.p.A	Edificus MEP	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	2019-04-12	2019-06-25	https://ifc2x3.b-cert.org/ords/ifc/certification/getCertificationReport/867
ACCA Software S.p.A	Solarus-PV	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	2018-04-10	2019-06-25	https://ifc2x3.b-cert.org/ords/ifc/certification/getCertificationReport/866

<https://www.buildingsmart.org/compliance/software-certification/certified-software>

COMMENT LE BIM EST-IL UTILISÉ DANS LA CONSTRUCTION ?

- Le BIM pourrait introduire un tout nouveau niveau de transparence dans le secteur et transformer la façon dont les acteurs de la construction conçoivent, collaborent et construisent.
- Pour cela, il faut un plan de mise en œuvre et de gestion du BIM impeccable.

Voici les principales composantes d'un processus réussi de mise en œuvre et de gestion du BIM :

- Commencez par une formation sur le BIM
- Déploiement progressif
- Sortir du labyrinthe - Comment rester en contrôle de votre chaîne d'approvisionnement
- Focus sur l'adoption du numérique
- Insistez et réitérez
- Un changement de culture qui vient de la base

<https://www.letsbuild.com/blog/bim-implementation-and-management>

POINTS CLÉS

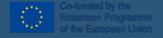
- 1 Application du BIM
- 2 4D BIM
- 3 5-6D BIM
- 4 Produits logiciels
- 5 Utilisation du BIM dans la construction

LEÇON 4

Gestion de projet en utilisant le BIM

Cette leçon vous initiera à une gestion de projet facile et réussie grâce à l'utilisation de technologies BIM.

POURQUOI LE BIM EST-IL IMPORTANT POUR LES GESTIONNAIRES DE PROJETS ?



- Les gestionnaires de projet ont été laissés en dehors de l'action générale sur le BIM - en partie à cause du manque d'engagement de leur part et en partie parce qu'une plus grande attention a été consacrée à l'utilisation frontale du BIM dans le design.
- Cette situation doit changer - une gestion de projet efficace est essentielle pour assurer la réussite de la mise en œuvre du BIM et la bonne exécution des projets.

"Les gestionnaires de projets occupent un rôle central dans le processus de développement, ce qui favorise la réussite des projets."

(RICS, 2015a)

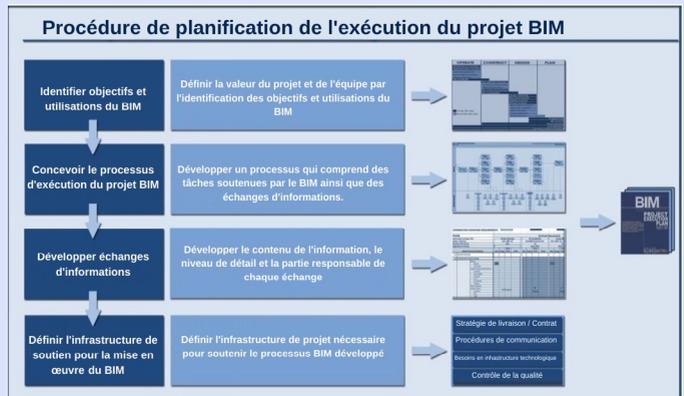
Responsable BIM, coordinateur

<https://www.rics.org/globalassets/rics-website/media/knowledge/research/insights/bim-for-project-managers-rics.pdf>

PLAN D'EXÉCUTION DU BIM (BEP)



Le plan d'exécution BIM (BEP - BIM Execution Plan) est un plan détaillé qui décrit comment le projet sera organisé, exécuté et contrôlé. L'objectif du plan d'exécution BIM est de fournir un plan qui garantira que toutes les parties impliquées soient clairement conscientes des opportunités et des responsabilités associées aux projets qui mettent en œuvre le BIM.



L'AVENIR DE LA GESTION DES PROJETS DE CONSTRUCTION

Le BIM est un outil puissant qui permet de réduire les problèmes les plus courants en matière de construction et de réalisation de projets. L'utilisation du BIM dans la gestion des projets de construction sera inévitable car il donnera l'avantage de livrer des projets de haute qualité dans les délais.



BIM 6D - 7D

Le **BIM 6D** couvre les objectifs de durabilité d'un bâtiment, permettant de comprendre des informations telles que l'utilisation de l'énergie, la composition des matériaux et la gestion, et permettant le suivi du *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED).

7D - gestion des installations, une partie importante d'un projet dans l'industrie AIC. Est mise en œuvre une fois la phase de construction terminée.



BIM8D – 9D. BIM 10D?

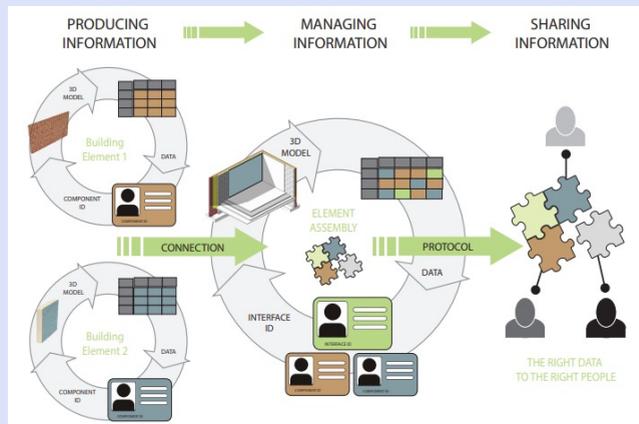
8D - Modélisation BIM pour la prévention des accidents par le design. Internet des choses et éléments installés.

9D - Réglementations en matière de construction et de marchés publics.

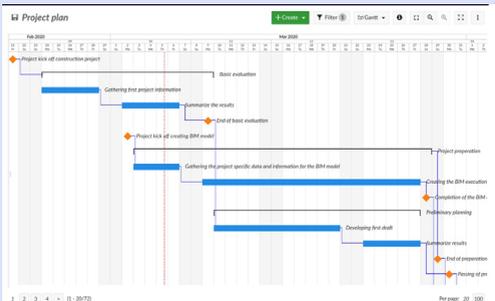
L'avenir de l'IA et du BIM - avec des progrès technologiques constants, le BIM 6D de nouvelle génération est l'un des aspects nécessaires pour produire une construction futuriste sans faille. Néanmoins, ce qui va révolutionner le secteur (et l'a déjà fait dans de nombreux cas), ce sont peut-être les technologies et les processus qui numérisent l'ensemble des éléments par visualisation en temps réel ?

L'AVENIR DE LA GESTION DES PROJETS DE CONSTRUCTION

- Comme le cœur du BIM n'est pas la géométrie elle-même mais plutôt les informations qui y sont attachées, la clé d'un processus BIM réussi réside dans la façon dont nous traitons les informations.



LOGICIELS DE GESTION DE PROJETS



Aujourd'hui, vous pouvez profiter d'une multitude de logiciels de gestion de projets spécialement conçus pour le secteur de la construction afin de rationaliser les flux de travail.

Cela signifie que vous pouvez facilement effectuer des révisions, ce qui vous permet d'économiser du temps et de l'argent et de réduire les risques d'erreurs.

Les solutions basées sur le cloud vous fournissent les outils nécessaires pour gérer votre projet de la prévente à la finalisation, et comprennent des outils financiers pour vous permettre de respecter le budget, tout en vous offrant la possibilité de collaborer avec les clients et les consommateurs tout au long du projet.

POINTS CLÉS

- 1 Le BIM est important pour les gestionnaires de projets
- 2 Plan d'exécution du BIM (BEP)
- 3 L'avenir de la gestion des projets de construction
- 4 BIM et information
- 5 L'avenir du BIM

LEÇON 5

Autres outils numériques utilisés dans la construction

Dans cette leçon, vous serez introduit à d'autres outils numériques qui peuvent être utilisés dans la construction et connectés au BIM.

OUTILS NUMÉRIQUES UTILISÉS DANS LA CONSTRUCTION



- BIM
- Logiciels de gestion de projets
- Bâtiments intelligents (Smart Buildings)
- Relevé et géolocalisation HD
- Impression 3D
- Technologies portables
- Dispositifs de suivi des instruments
- Nouveaux matériaux
- Internet des objets
- Collaboration et mobilité numériques
- Réalité virtuelle, RV, RA, réalité mixte

OUTILS POUR LE BIM

Impression 3D

Il est possible d'imprimer des matériaux tels que le béton, l'acier et le verre, et si cela ouvre de nombreuses possibilités passionnantes, un défi majeur pour l'avenir sera leur réglementation.

Technologies portables

Les technologies portables sont un élément que tout gestionnaire de projet devrait prendre en considération. Des casques et lunettes intelligents aux vêtements intelligents avec GPS, en passant par les scaphandres bioniques qui permettent une super-force.



53

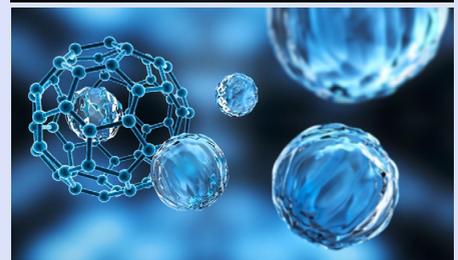
OUTILS POUR LE BIM

Dispositifs de suivi des instruments

Les dispositifs de suivi consistent en un petit accessoire qui peut être collé, vissé ou attaché à vos instruments, et qui vous permet de localiser vos outils à l'aide d'une application sur votre smartphone.

Nouveaux matériaux

Parmi les exemples, citons le béton auto-cicatrisant qui utilise des bactéries pour réparer ses propres fissures, les nanomatériaux super résistants et ultralégers, une alternative au ciment perméable topmix et l'aérogel, un matériau isolant super transparent.



54

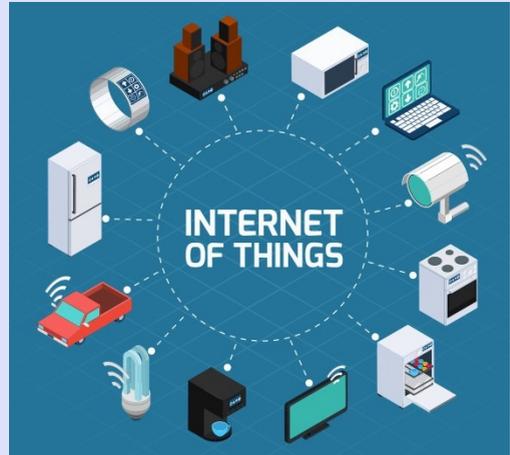
OUTILS POUR LE BIM

Internet des objets (Internet of Things)

Fonctionnant à l'aide de capteurs et de dispositifs sans fil, l'Internet des objets permet aux équipements, machines, matériaux et structures de communiquer des données à une plateforme centrale.

Collaboration et mobilité numériques

Grâce aux plateformes mobiles basées sur le cloud, vous pouvez passer du papier à la collaboration et à la gestion numérique de vos projets.



OUTILS POUR LE BIM

La clé pour les gestionnaires de projets est de se tenir au courant des derniers développements et de reconnaître quels nouveaux outils et technologies peuvent améliorer la façon de travailler, tant sur le chantier que dans les coulisses.



[Cette photo](#) d'auteur inconnu est sous licence [CC BY](#).

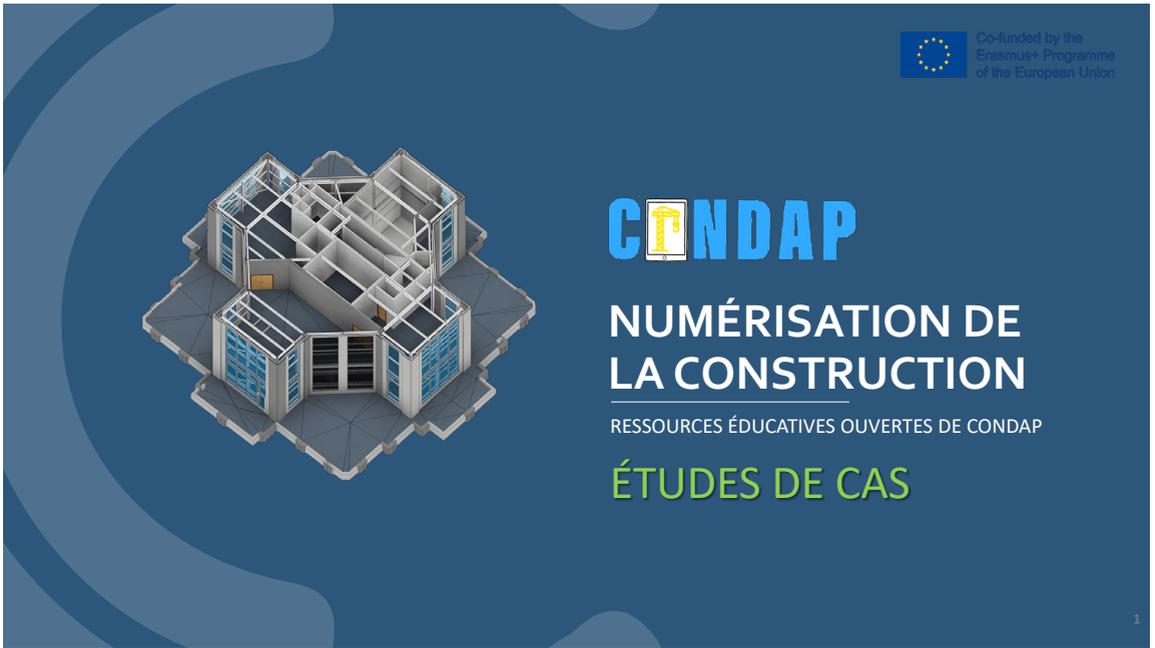
OUTILS POUR LE BIM

"Lorsque les gens commencent à croire aux données, cela constitue un grand changement : ils commencent à modifier leurs comportements, sur la base d'une nouvelle compréhension de toute la richesse emprisonnée sous la surface de nos systèmes et processus," déclare Ted Colbert, CIO de Boeing.



**MERCI !
VOS QUESTIONS SONT
LES BIENVENUES**

CHAPITRE III: ÉTUDES DE CAS



ÉTUDES DE CAS

Nous allons passer en revue quelques projets BIM en tenant compte des informations expliquées dans les notes de cours.

L'Europe a été très active dans la mise en œuvre du BIM pour les projets publics. De plus en plus de bâtiments utilisent cette méthodologie pour réduire le temps et les coûts et prévoir les problèmes futurs tout au long du projet.

Le TOP 10 des études de cas en Europe qui mettent en évidence la puissance du BIM ont été présentées dans www.bimcommunity.com

Vous trouverez deux projets dans ce matériel.

- **Sites:**
 - Paris (France)
 - Helsinki (Finlande)

ÉTUDE DE CAS 1

Clichy-Batignolles, un quartier de Paris durable et à émissions zéro de carbone

ÉTUDE DE CAS 1. CLICHY-BATIGNOLLES, PARIS

Publié par: [BIMCommunity](#)

Entreprise: The Fifth Estate

Localisation: Paris, France

Publié : 31/05/2018

Budget: 505.7 millions d'euros

Source:

<https://www.thefifthestate.com.au/urbanism/planning/new-paris-district-shows-how-to-create-truly-sustainable-cities/99115>



ÉTUDE DE CAS 1. CLICHY-BATIGNOLLES, PARIS

- Un quartier régénéré de Paris est en train de devenir un exemple de premier plan au niveau mondial sur la manière de **construire une ville durable, sans émissions de carbone**, grâce à la conception de la maison passive, aux énergies renouvelables, à l'amélioration de la biodiversité, à une conception urbaine sensible à l'eau et à des pratiques intelligentes en matière de déchets..
- Comme il sied à la ville qui a donné au monde l'accord de Paris sur le changement climatique, l'aménagement de Clichy-Batignolles est construit en accord avec l'ambitieuse politique de développement durable de la ville, en particulier ses plans sur le climat et la biodiversité.
- Situé sur le site d'une ancienne gare ferroviaire dans le 17^e arrondissement, au nord-ouest de la ville, ce projet de rénovation urbaine de 54 hectares accueillera à terme 7 500 habitants et fournira au moins 12 000 emplois. Un parc de 40 000 mètres carrés se trouve en son cœur.



ÉTUDE DE CAS 1. CLICHY-BATIGNOLLES, PARIS

- D'un coût total de 505,7 millions d'euros, il comprendra à terme un centre judiciaire, un théâtre, un cinéma, 495 000 m² de biens immobiliers dont 200 000 m² de logements (dont la moitié de logements sociaux, 30 % de logements en propriété et 20 % de logements intermédiaires), 105 210 m² de bureaux, 25 000 m² de commerces et 28 000 m² d'équipements publics.
- Le secteur de l'avenue de Clichy, qui compte 1400 logements, est désormais complet. La construction est en cours sur l'autre côté du parc et à la Porte de Clichy, et sera terminée d'ici 2020.
- Le quartier a reçu le label EcoQuartier du ministère du logement et de l'habitat durable en 2016, a remporté le Grand Prix de la ville durable dans le cadre des prix internationaux Green City Solutions, et a reçu un financement européen pour la création du premier réseau intelligent à Paris.



ÉTUDE DE CAS 1. CLICHY-BATIGNOLLES, PARIS

- Une gamme de plantes se trouve également le long des routes, des noyaux d'îles aménagés, 6500 mètres carrés de jardins privés pour que les résidents puissent cultiver des aliments et 16 000 mètres carrés de toits verts. Deux autres jardins communautaires permettent de cultiver des aliments et de composter les déchets alimentaires.
- Le parc fait partie d'une chaîne d'espaces verts qui traverse Paris, dont le parc Monceau, le bois de Boulogne, plusieurs places (dont celles des Batignolles et des Épinettes) et les cimetières de Montmartre et de Clichy.
- Les déchets (à l'exception du verre) sont collectés par un réseau pneumatique souterrain et aspirés dans un terminal de collecte situé sur un boulevard adjacent, d'où ils sont distribués à des centres de traitement et de recyclage. La suppression de la collecte par camion permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre de 42 %, les émissions de monoxyde de carbone de 98 %, les émissions d'oxyde d'azote de 86 % et les émissions de particules de 90 %.



© Paris Batignolles Aménagement / DIGNO

ÉTUDE DE CAS 1. CLICHY-BATIGNOLLES, PARIS

Gestion de projet

- Le projet est géré par une société publique de développement local, Paris Batignolles Aménagement. Il s'agit d'une société anonyme au capital de 6 millions d'euros, détenue à 60 % par la ville de Paris et à 40 % par le département de Paris.
- Elle a été créée en 2010 pour conduire le développement de Clichy-Batignolles, et a ensuite été chargée de l'ensemble du territoire parisien. Depuis décembre 2016, Paris Batignolles Aménagement est en charge de quatre autres opérations : Saint-Vincent-de-Paul ; Porte Pouchet ; secteur Paul Meurice, quartier de la Porte des Lilas ; et Chapelle-Charbon.
- Une équipe de 26 experts est dirigée par Jean-François Danon, qui travaille en étroite collaboration avec le maire adjoint Jean-Louis Missika, responsable de l'urbanisme, de l'architecture, du projet du Grand Paris, du développement économique et de l'attractivité.



ÉTUDE DE CAS 1. CLICHY-BATIGNOLLES, PARIS



Le défi de la réduction de la consommation d'énergie

- Malgré tous ces efforts, la consommation d'énergie des premiers habitants est supérieure à ce que l'équipe de conception avait prévu, **donc les bâtiments n'ont pas tout à fait atteint le niveau zéro d'émissions nettes de carbone.**
- Une équipe (appelée CoRDEES - Co-responsabilité en matière d'efficacité énergétique et de durabilité des quartiers) s'efforce de réduire cet écart en utilisant une subvention de 4,3 millions d'euros de l'Initiative d'actions innovatrices urbaines de l'Union européenne pour développer la technologie de réseau intelligent. Il s'agira d'un système communautaire destiné à aider les habitants à surveiller et à gérer leur consommation d'énergie.
- La plateforme communautaire de gestion de l'énergie traitera en temps réel les données énergétiques des bâtiments et des installations publiques afin de définir des scénarios d'optimisation. Elle vise à atteindre les objectifs du plan de lutte contre le changement climatique, à savoir émettre 0 % de CO₂ en moins et satisfaire aux exigences des maisons passives.

ÉTUDE DE CAS 1. CLICHY-BATIGNOLLES, PARIS

Cela devrait créer un nouveau modèle économique basé sur les économies d'énergie et la création et la perpétuation de nouveaux services.

"Les réseaux intelligents au niveau local sont essentiels pour construire une ville zéro carbone", a déclaré Jean-Louis Missika.

"Avec le projet CoRDEES, nous expérimentons des solutions de réseaux intelligents et une gouvernance efficace pour atteindre des objectifs ambitieux en matière de performance énergétique. Nous espérons que l'éco-quartier de Clichy-Batignolles servira de modèle pour d'autres villes".

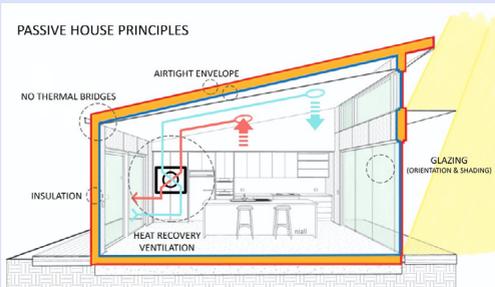
Tout cela permettra à Paris de faire preuve d'excellence en matière de durabilité, en montrant comment les villes peuvent devenir neutres en carbone et offrir un foyer à la fois pour la nature et pour les gens.



ÉTUDE DE CAS 1. CLICHY-BATIGNOLLES, PARIS

CNDAP

Co-funded by the
Greenium+ Programme
of the European Union



Construction de maisons passives

- Tous les bâtiments sont construits selon les normes exigeantes de la maison passive, ce qui signifie que la consommation d'énergie nécessaire pour le chauffage n'est que de 15 kilowattheures par mètre carré de surface au sol par an, et que la consommation d'énergie globale est inférieure à 50 kWh par mètre carré de surface au sol par an.
- Les bâtiments sont orientés vers le sud et super isolés, captant et retenant la chaleur du soleil et la chaleur dégagée par leurs occupants et la technologie. Les bâtiments sont composés de matériaux renouvelables alors que d'autres matériaux comme le PVC sont interdits.

ÉTUDE DE CAS 1. CLICHY-BATIGNOLLES, PARIS

CNDAP

Co-funded by the
Greenium+ Programme
of the European Union

- La zone comprendra 40 000 mètres carrés de toits solaires photovoltaïques qui produiront à terme environ 4 500 mégawatts-heure par an pour couvrir 85 % des besoins énergétiques restants, tandis que la géothermie profonde fournira 83 % du chauffage et de l'eau chaude sanitaire, de sorte que l'ensemble du site aura une empreinte carbone neutre.
- Conformément aux lignes directrices du plan sur la biodiversité, le parc Martin Luther King contient plus de 500 espèces plantées autour d'un fossé humide et d'un bassin de biotope, qui fait partie de la conception du drainage urbain durable. Combiné à des surfaces perméables reliées à des réservoirs souterrains, le ruissellement des eaux de pluie est environ deux fois moins important que dans les projets classiques, afin de minimiser la pollution et d'irriguer le parc.



ÉTUDE DE CAS 2

Centre commercial Easton, Helsinki

ÉTUDE DE CAS 2. CENTRE COMMERCIAL EASTON, HELSINKI



PUBLIÉ PAR:

[Lahdelma & Mahlamäki Architects](#)

Entreprise: Lahdelma & Mahlamäki Architects

Localisation: Helsinki, Finlande

Année du projet: 2017

Publié: 04/01/2019

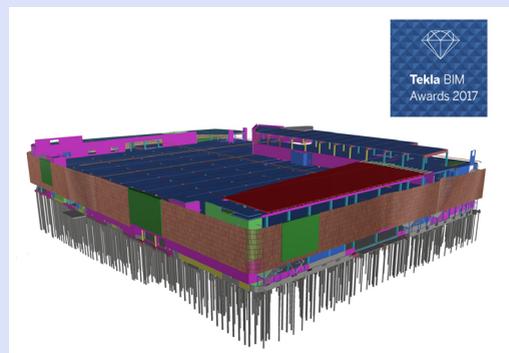
ÉTUDE DE CAS 2. CENTRE COMMERCIAL EASTON, HELSINKI

- Easton Helsinki, un centre commercial de 66 000 m² de Lahdelma & Mahlamäki, est la première phase d'un plan d'urbanisme plus vaste et vise à célébrer **l'identité et la culture des quartiers orientaux d'Helsinki**. Dans ses concepts architecturaux et commerciaux, le projet s'articule idéalement et physiquement autour de la nourriture, en réunissant les vendeurs et les entreprises locales au cœur du centre commercial. Toutefois, le projet est également riche en termes de production - il s'agit autant d'une affaire de processus que de résultat final



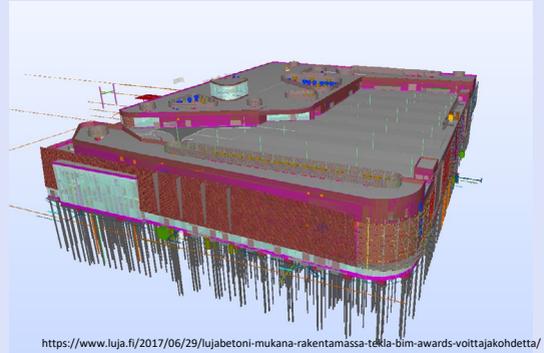
ÉTUDE DE CAS 2. CENTRE COMMERCIAL EASTON, HELSINKI

- Les modèles BIM centralisés sont au cœur du processus de conception et de gestion du travail depuis le premier jour, à la demande du client Kesko.
- Alors que les centres commerciaux sont des projets complexes par nature, le flux de travail à tous les niveaux, des bureaux de conception des utilisateurs finaux individuels aux entrepreneurs sur place, a été géré par un modèle centralisé, qu'il s'agisse du système de façade ou des conditions environnementales des magasins individuels.
- Easton offre 30 000 m² de surface commerciale louable qui devrait accueillir 40 entreprises, l'accent étant mis sur les aliments sains et la création d'une atmosphère sociale quotidienne autour de ces derniers.



ÉTUDE DE CAS 2. CENTRE COMMERCIAL EASTON, HELSINKI

- La taille et la complexité de ces programmes et des parties concernées ont imposé un calendrier ambitieux à tous les niveaux de la construction et de la conception. Pour y faire face, des flux de travail basés sur des modèles ont été utilisés, **ce qui a permis des cycles de conception rapides et un transfert efficace des données de sortie**. Cette organisation du travail a permis de réaliser plusieurs processus simultanément, ce qui a considérablement amélioré l'efficacité du projet.
- Pendant les travaux de construction, **Kesko a pu utiliser le modèle BIM complet pour négocier et planifier les futurs espaces commerciaux avec des locataires potentiels** qui étaient en mesure de présenter avec précision les futurs environnements d'exploitation. L'une de ses principales utilisations était en effet d'être un outil de décision pour les parties prenantes, les clients et les partenaires actuels et futurs. Kesko même utilise le BIM pour modéliser ses magasins, qui peuvent être ajoutés au modèle central de conception et de construction du centre commercial.



17

ÉTUDE DE CAS 2. CENTRE COMMERCIAL EASTON, HELSINKI



- The creation and management of the model was an impressive feat. The model was under the central control of Haahtela-rakennuttaminen Oy, but each separate contractor would be required to update it as changes were made.
- Le modèle a été utilisé pour coordonner les services de construction, les structures et l'architecture pendant le processus de conception.
- Ensuite, pendant la construction, divers sous-traitants ont pu inspecter le modèle et prendre des décisions sur la base de celui-ci, avant que les installations ne commencent réellement.

ÉTUDE DE CAS 2. CENTRE COMMERCIAL EASTON, HELSINKI

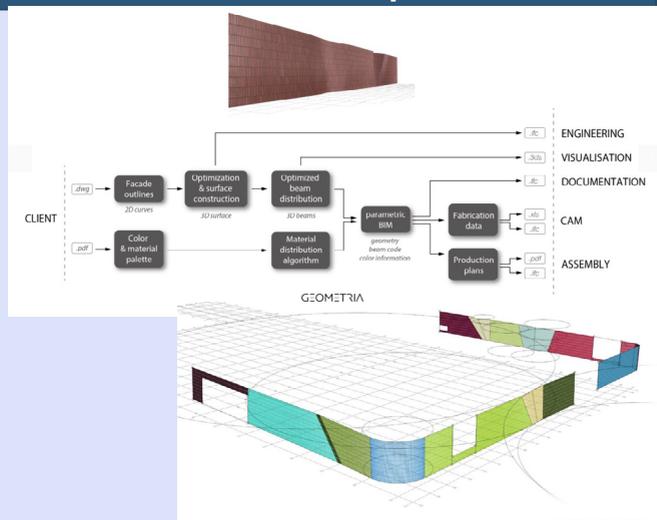
- La rigueur du modèle leur a permis de s'engager dans la conception de manière plus progressive. Par exemple, les concepteurs du système de chauffage, de ventilation et de climatisation ont pu inspecter de près les installations de tuyaux et de conduits, avant leur construction, en réalité virtuelle. Si des modifications étaient apportées sur place, le modèle BIM serait également mis à jour en conséquence. Ainsi, le modèle final est une représentation directe du bâtiment sur le site et est techniquement correct.
- Le client a fait de cette exigence une condition essentielle pour que le modèle puisse être utilisé à l'avenir à des fins de maintenance et de développement.



ÉTUDE DE CAS 2. CENTRE COMMERCIAL EASTON, HELSINKI

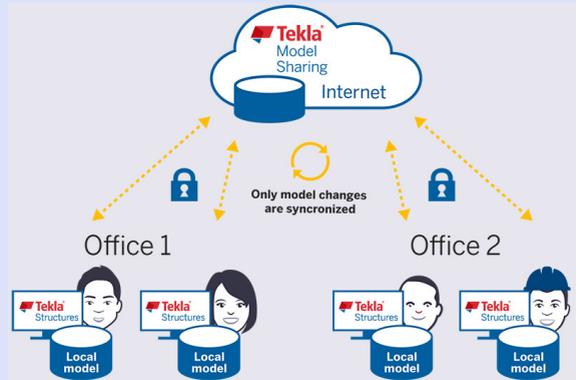
- À première vue, la caractéristique la plus frappante et le résultat le plus évident de la modélisation informatique est la façade légèrement ondulée qui fait évoluer l'esthétique locale en brique rouge vers un ensemble de 100 000 tiges en céramique et en aluminium soutenues par une structure en acier.
- Les spécialistes en géométrie de *Geometria* ont modélisé et ont pu cartographier avec précision chaque élément de la façade, son angle, sa longueur et sa couleur, à travers l'immense façade ondulante, en utilisant initialement des algorithmes basés sur rhinocéros et sauterelles mais qui ont ensuite alimenté le modèle centralisé. Les données des modèles structurels sont entrées dans un processus de va-et-vient entre le studio de conception et l'atelier de modélisme - en étant toujours réinjectées dans le modèle central - pour finalement être réalisées sous forme d'unités pré-assemblées prêtes à être utilisées sur le site.

<http://www.geometria.fi/project/easton-commercial-center/>



ÉTUDE DE CAS 2. CENTRE COMMERCIAL EASTON, HELSINKI

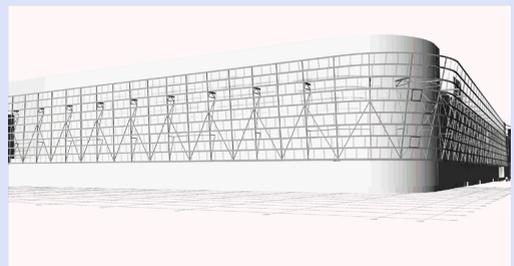
- L'adoption et l'intégration des technologies ont été largement appréciées par tous les contractants. **Les données de sortie des modifications apportées aux éléments de conception étaient pratiquement en temps réel car les concepteurs de structures et d'éléments travaillaient dans le même environnement de modèle avec Tekla Model Sharing.** Les options de structure ont été comparées avec Tekla Structures et Vico Schedule Planner, et les concepteurs de chaque élément ont pu tirer du modèle des informations telles que les poids et les emplacements des éléments.
- Le résultat direct a été que la structure de la façade a été optimisée pour obtenir le calendrier le plus efficace et les meilleurs coûts, et a permis d'installer la structure en toute sécurité. Des modifications ont également pu être apportées sans interrompre le reste du projet.



21

ÉTUDE DE CAS 2. CENTRE COMMERCIAL EASTON, HELSINKI

L'opinion de tous les partenaires, à l'achèvement du projet, était que la **transparence et l'intégration du processus de conception ont été un grand succès et ont permis à chacun d'aborder tous les défis** et d'y répondre d'une manière nettement plus claire et plus organisée qu'un environnement de construction plus traditionnel. La preuve évidente en est que le projet complexe a été achevé selon le calendrier convenu - ce qui est vital pour un projet commercial de cette taille - non seulement cela, mais le projet a reçu le prix Tekla BIM 2017.



CHAPITRE IV: EXERCICES

4.1. QUESTIONS À CHOIX MULTIPLES

[1] Que signifie BEP?

- a. Plan d'exécution du BIM
- b. Plan d'extraction BIM
- c. Plan exécutifs du BIM

[2] La modélisation des informations sur les bâtiments (BIM) est un/e:

- a. organisation en Europe
- b. résultat du projet de construction
- c. processus

[3] Les modèles BIM sont:

- a. des bâtiments
- b. des dessins
- c. des fichiers

[4] Les IFC ont été développées par _____ comme un standard neutre, non propriétaire ou ouvert pour le partage des données BIM entre différentes applications logicielles

- a. Département ISO
- b. Entreprise de construction
- c. buildingSMART

[5] Le BIM est un/e _____ des caractéristiques physiques et fonctionnelles d'une structure. Le BIM crée une ressource de connaissances partagées au sujet d'une structure et constitue une base fiable pour les décisions à prendre au cours de son cycle de vie, depuis sa conception jusqu'à sa démolition:

- a. présentation
- b. protocole
- c. représentation numérique

[6] Selon le tableau de Mark Bew et Mervyn Richards, le nombre de niveaux en tant que "niveaux de maturité" s'élève à:

- a. 7

b. 3

c. 4

[7] La phrase "Conception assistée par ordinateur (CAO), y compris dessins en 2D, texte sur papier ou échange électronique d'informations" fait partie de la description du niveau de maturité:

a. 1

b. 4

c. 0

[8] LOD _____ = "Il y a une chaise":

a. 150

b. 400

c. 100

[9] Le 4D BIM fait référence à un/e _____:

a. projet

b. santé

c. liaison intelligente de 3 dimensions individuelles

[10] Le 4D BIM est un:

a. Objet géométrique 4D

b. Nom de logiciel

c. Programme temporel

[11] Logiciel pour le BIM:

a. Corel Draw

b. Solitaire

c. Autodesk Revit

[12] Le plan d'exécution BIM (BEP - BIM Execution Plan) est un _____ détaillé qui décrit comment le projet sera organisé, exécuté et contrôlé.

a. Dessin

b. Tableau

c. Plan

[13] Le modèle de bâtiment virtuel d'un projet BIM, appelé modèle BIM, sert de base au projet:

- a. Faux
- b. Vrai

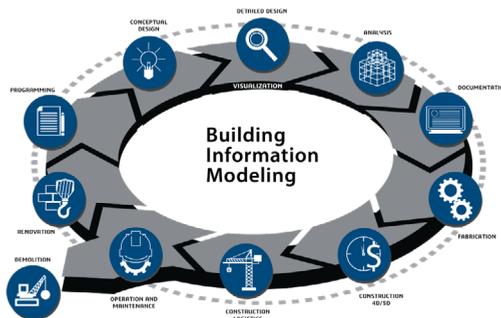
[14] Dans un flux de travail CDAO typique, des dessins _____ sont créés pour représenter le bâtiment:

- a. isometrical
- b. 4D
- c. 2D

[15] Outil numérique utilisé dans la construction:

- a. Crayon numérique
- b. Papier virtuel
- c. Impression 3D

[16] Quelle partie du cycle de vie du bâtiment est manquante:



- a. Carte
- b. Programme
- c. Analyse

[17] Le concept BIM est défini comme suit : le BIM est un modèle _____ de bâtiment, prenant en compte l'ensemble du cycle de vie du bâtiment : conception, construction, gestion

- a. 2D
- b. économique
- c. tridimensionnel

[18] Le BIM assure une gestion intégrée des flux de données graphiques et d'information par la coordination d'un espace de travail graphique virtuel (CAO) avec les bases de données (DB) et les moyens de gestion des documents (PDM).

a. Faux

b. Vrai

[19] Base BIM - modélisation paramétrique:

a. Faux

b. Vrai

[20] Dans l'application Autodesk REVIT Architecture, vous ne travaillez qu'avec les informations graphiques du modèle de bâtiment, et les dessins (plans, façades, sections, vues 3D, etc.) alors que les fiches de matériaux et de produits sont générés automatiquement à partir du modèle:

a. Faux

b. Vrai

4.2. QUESTIONS À RÉPONSE COURTE

[1] Veuillez identifier des motivations pour la mise en œuvre du BIM dans le secteur de la construction.

Efficacité- collaboration- coût réduit

[2] Que signifie BEP?

Plan d'exécution du BIM

[3] Que sont les outils BIM ?

Logiciel de création BIM

[4] Citez certains logiciels utilisés pour le BIM:

Revit, Navisworks, ArchiCAD

[5] Nom abrégé des "Employer's Information Requirements"

EIR

[6] Dans un flux de travail CDAO typique, des dessins _____ sont créés pour représenter le bâtiment

3D

4.3. QUESTIONS FRÉQUEMMENT POSÉES

[1] Que signifie le terme "numérisation"?

La numérisation, la digitalisation ou la transformation numérique (DT ou DX) est l'utilisation d'une nouvelle technologie numérique, rapide et en constante évolution, pour résoudre des problèmes.

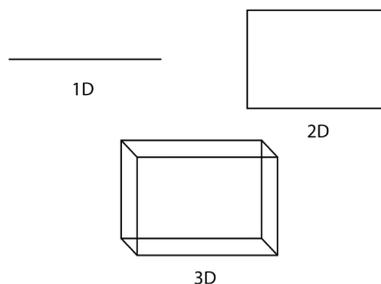
La transformation numérique est utilisée dans la conception assistée par ordinateur, le BIM, le cloud computing, etc.

[2] Qu'est-ce que le CAO ?

Le concept de graphisme assisté par ordinateur a été défini en 1962, lorsque le scientifique du MIT Ivan Sutherland (USA) a développé le premier éditeur graphique Sketchpad. Depuis lors, le développement rapide des logiciels de dessin et de modélisation spatiale a commencé et le concept de CAO (conception assistée par ordinateur) a enfin été établi. La conception assistée par ordinateur (CAO) est l'utilisation d'ordinateurs (ou de postes de travail) pour aider à la création, la modification, l'analyse ou l'optimisation d'une conception. Les logiciels de CAO sont utilisés pour augmenter la productivité du concepteur, améliorer la qualité de la conception, améliorer la communication par le biais de la documentation et créer une base de données pour la fabrication. Les résultats de la CAO se présentent souvent sous forme de fichiers électroniques pour l'impression, l'usinage ou d'autres opérations de fabrication. Le terme CDAO (pour conception et dessin assistés par ordinateur) est également utilisé.

[3] Quelle est la différence entre 2D et 3D ?

2D et 3D se réfèrent aux dimensions réelles dans un espace de travail informatique. Le 2D est "plat", utilisant les dimensions horizontale et verticale (X et Y), l'image n'a que deux dimensions et si on la tourne sur le côté, elle devient une ligne. Le 3D ajoute la dimension de profondeur (Z). Cette troisième dimension permet la rotation et la visualisation à partir de plusieurs perspectives.



[4] Les logiciels de CAO les plus populaires

Les logiciels de CAO 3D avec abonnement annuel et plus de revues en 2020 sont Roomle, PlusSpec, SketchUp, BricsCAD, AutoCAD, etc. Toute la liste se trouve sur la page www.capterra.com.

[5] Les logiciels les plus populaires pour le BIM

Meilleur logiciel BIM en 2020: Autodesk BIM 360, Tekla BIMsight, Revit, Navisworks, Archicad, Trimble Connect etc. Toute la liste se trouve sur la page www.financesonline.com.

[6] Que sont les niveaux de maturité ?

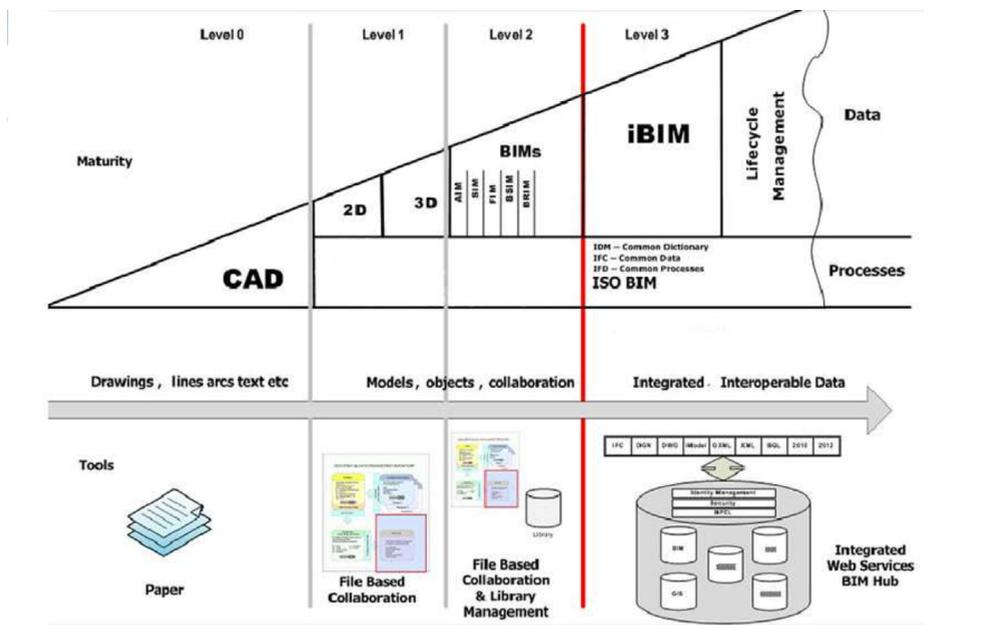
Niveau 0 : CAO non gérée (conception assistée par ordinateur).

Niveau 1 : CAO gérée en 2D ou 3D.

Niveau 2 : Environnement 3D géré avec des données jointes mais créées dans des modèles de discipline distincts.

Niveau 3 : Modèle de projet unique, en ligne, avec des informations sur le séquençage de la construction, les coûts et la gestion du cycle de vie.

Le modèle des niveaux de maturité BIM de Bew et Richards (Bew et Richards, 2008):



[7] Combien y a-t-il de niveaux de maturité dans le BIM ?

Dans le modèle de Bew-Richards (1988), on peut voir quatre niveaux. Il y a maintenant des niveaux supplémentaires dans le monde BIM. La gamme des niveaux que cette forme de modélisation peut prendre est décrite comme "niveaux de maturité" et est décrite ci-dessous.

Niveau 0 BIM. Conception assistée par ordinateur (CAO) non gérée, comprenant des dessins en 2D et du texte avec échange d'informations sur papier ou par voie électronique, mais sans normes et processus communs. Il s'agit essentiellement d'une planche à dessin numérique.

Niveau 1 BIM. CAO gérée, avec l'introduction croissante de la coordination spatiale, de structures et de formats standardisés, à mesure que l'on se rapproche du niveau 2 BIM. Il peut s'agir d'informations en 2D et en 3D, telles que des visualisations ou des modèles de développement de concepts. Le niveau 1 peut être décrit comme une "BIM isolée" car les modèles ne sont pas partagés entre les membres de l'équipe de projet.

BIM de niveau 2. Environnement 3D géré avec des données jointes mais créées dans des modèles distincts basés sur la discipline. Ces modèles séparés sont assemblés pour former un modèle fédéré, mais ne perdent pas leur identité ou leur intégrité. Les données peuvent inclure des informations sur le séquençage de la construction (4D) et le coût (5D). C'est ce qu'on appelle parfois le "pBIM" (BIM propriétaire).

BIM de niveau 3. Un modèle de projet unique, collaboratif et en ligne, avec des informations sur le séquençage de la construction (4D), les coûts (5D) et le cycle de vie du projet (6D). Ce modèle est parfois appelé "iBIM" (BIM intégré) et vise à obtenir de meilleurs résultats commerciaux.

BIM de niveau 4. Le niveau 4 introduit les concepts d'amélioration des résultats sociaux et du bien-être.

[8] Que signifie IFC?

Le modèle de données IFC (Industry Foundation Classes) est destiné à décrire les données de l'industrie de l'architecture, du bâtiment et de la construction. Il s'agit d'une spécification de format de fichier ouvert, neutre par rapport à la plateforme, qui n'est pas contrôlée par un seul fournisseur ou un groupe de fournisseurs. C'est un format de fichier basé sur des objets avec un modèle de données développé par buildingSMART (anciennement l'Alliance internationale pour l'interopérabilité, IAI) pour faciliter l'interopérabilité dans l'industrie de l'architecture, de l'ingénierie et de la construction (AEC), et c'est un format de collaboration couramment utilisé dans les

Numérisation de la construction: formation aux outils numériques pour les formateurs dans le secteur de la construction (PROJECT CONDAP)

projets basés sur la modélisation des informations du bâtiment (BIM). La spécification du modèle IFC est ouverte et disponible. Elle est enregistrée par l'ISO et est une norme internationale officielle ISO 16739-1:2018.

[9] Qu'est-ce que buildingSMART ?

BuildingSMART est l'organisme industriel mondial qui pilote la transformation numérique de l'industrie du bâtiment. buildingSMART s'engage à apporter des améliorations par la création et l'adoption de normes et de solutions ouvertes et internationales pour les infrastructures et les bâtiments. buildingSMART est la communauté des visionnaires qui travaillent à transformer la conception, la construction, l'exploitation et la maintenance des actifs bâtis. buildingSMART est une organisation ouverte, neutre et internationale à but non lucratif.

[10] Comment et qui travaille en coopération avec le BIM ?

Le développement de la technologie du cloud et de la collaboration BIM permet aux équipes d'être plus connectées et d'avoir accès à l'information à tout moment et en tout lieu.

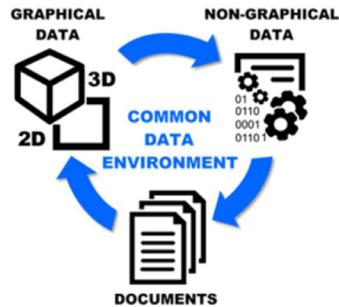
Le cloud relie les données, les systèmes, les projets et les équipes, de sorte que tout et tous puissent être en communication constante, avec un accès instantané aux fichiers, aux conceptions et aux activités de projet mis à jour.



[11] Qu'est-ce que le CDE?

L'environnement commun de données (CDE) est la source unique d'information utilisée pour collecter, gérer et diffuser la documentation, le modèle graphique et les données non graphiques pour toute l'équipe du projet (c'est-à-dire toutes les informations du projet, qu'elles soient créées dans un environnement BIM ou dans un format de données conventionnel). La création de cette source d'information unique facilite la collaboration entre les membres de l'équipe de projet et permet

d'éviter les doubles emplois et les erreurs. PAS1192-2 définit le modèle d'information de projet (PIM) et le modèle d'information sur les actifs (AIM) comme la combinaison de données graphiques, de données non graphiques et de documents relatifs à un bâtiment ou à un projet de construction, tous stockés et gérés dans un environnement de données commun (CDE).



<https://www.thenbs.com/knowledge/building-information-modelling-what-information-is-in-the-model>

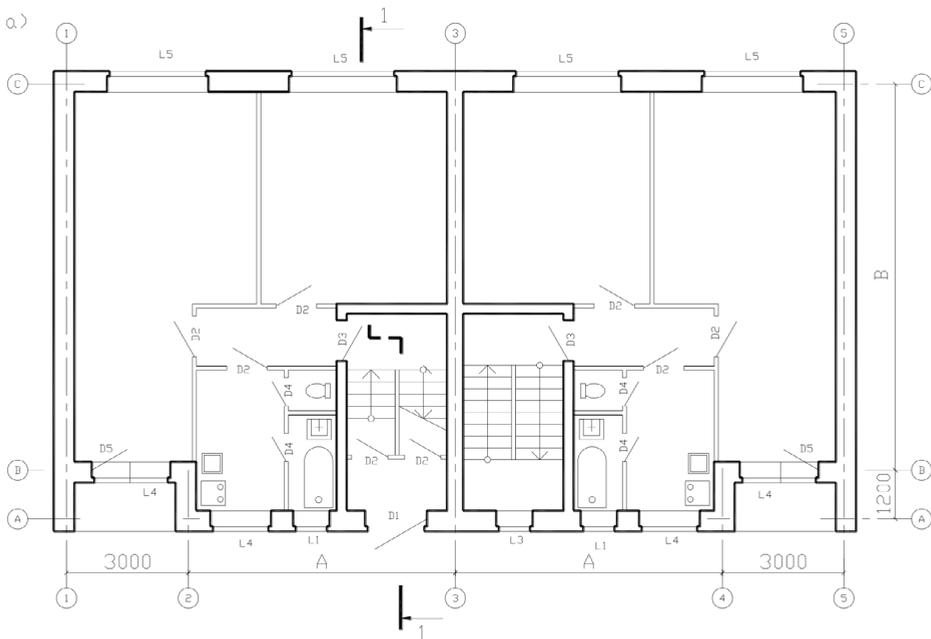
4.4. EXERCICE DE CATÉGORISATION

Concept et dessin d'un petit immeuble d'habitation

Petit projet de construction:

Votre tâche consiste à réaliser un modèle 3D d'une maison.

Dimensions pour le plan : A - 6000 mm, B - 9200. Placez la grille des axes selon les dimensions données. Le modèle d'une maison peut être réalisé avec n'importe quel logiciel BIM (Revit, ArchiCAD, etc.). La façade et la section 1-1 doivent également être réalisées. Sélectionnez des dimensions quelconques pour l'élévation de la maison et les chambres.



Temps de préparation de la tâche - 10-15 heures.

Ingeniería y Tecnología

