

# Et si le **BIM** permettait de démolir de manière plus **circulaire** ?

Eléonore de Roissart, en collaboration avec Jeroen Vrijders & Michael Herremans, CSTC-WTCB, octobre 2022

Le secteur de la construction, responsable à la fois de la production d'un tiers des déchets en Europe, mais aussi de la consommation de la moitié des ressources, **s'oriente progressivement vers l'économie circulaire.**

Les bâtiments à démolir sont constitués de matériaux qui peuvent être réemployés ou recyclés. D'où le terme « **urban mining** », (ou mine urbaine), qui considère les bâtiments comme un gisement de ressources pouvant être exploité pour extraire des matériaux à l'avenir.

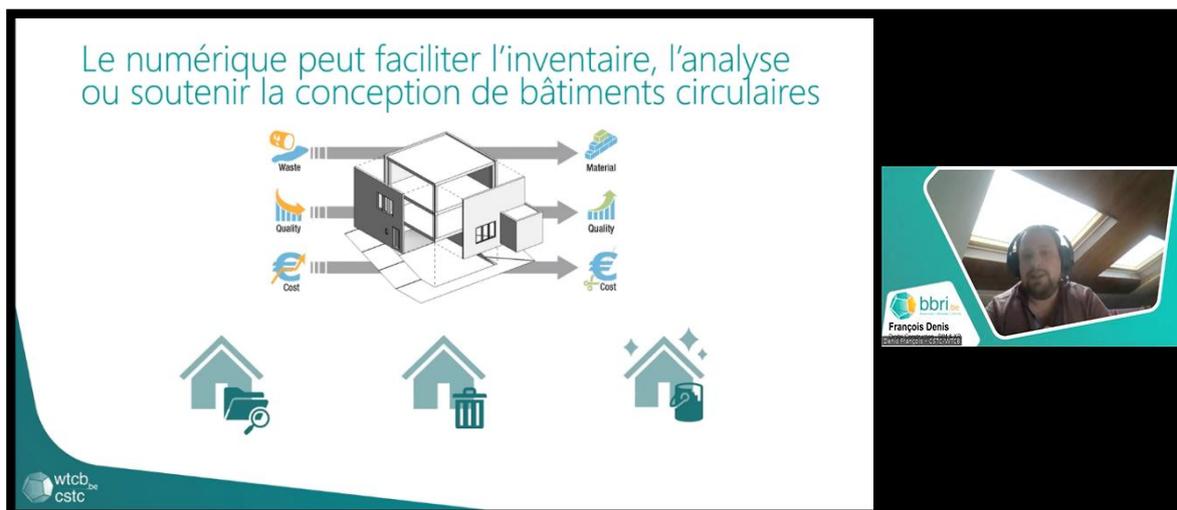
Pourtant, de nombreux défis se posent pour faire de l'urban mining une réalité. Le CSTC estime que les **outils numériques peuvent faciliter la transition circulaire du secteur de la construction.** Dans le cadre du projet Interreg [Digital Deconstruction](#), divers outils numériques sont développés, testés sur des chantiers pilotes et partagés avec le secteur au sein du réseau d'apprentissage « [Innovation hubs](#) ».

**Cet article explore les opportunités et défis du BIM pour l'urban mining dans les chantiers de démolition.** Le BIM (Building Information Model ou Modeling ou Management), de plus en plus utilisé en construction, offre également des possibilités pour déconstruire ou rénover les bâtiments de manière circulaire. Lors d'un webinaire organisé au printemps 2022, le CSTC a réuni quatre experts pour partager leurs expériences.

Pour en savoir plus, lisez le rapport de l'événement.

## Le BIM dans la démolition et la rénovation : une approche adaptée aux besoins - François Denis, CSTC

Le BIM, conçu pour gérer les données des projets de construction et des bâtiments, a également un intérêt pour la démolition et la rénovation. À l'aide d'exemples concrets et technologiquement simples, François Denis, du Centre Scientifique et Technique de la Construction, présente l'idée que l'approche BIM doit être adaptée aux besoins, et qu'il faut donc d'abord identifier les besoins.



**Le BIM est une manière de gérer et structurer les données sur le bâtiment, permettant d'en tirer une valeur ajoutée. En fonction du besoin, un modèle BIM avec un certain niveau de précision peut être développé.**

Le BIM n'a pas été conçu au départ pour des projets de démolition, mais pour optimiser le processus constructif et gérer l'information au long terme d'un bâtiment. Cependant, le BIM peut être utile pour gérer les données relatives à la démolition, ainsi que gérer l'incertitude, ce qui est utile pour l'urban mining.

Il convient d'adopter une approche pragmatique pour le BIM en fin de vie, en développant un modèle spécifique qui répond à un besoin. Le niveau de détail, la portée et les paramètres requis pour un modèle BIM peuvent varier d'un projet à l'autre. Par exemple, si l'objectif est uniquement de compter les objets en acceptant une certaine marge d'erreur, un modèle BIM simplifié suffira. Des paramètres supplémentaires, spécifiques à l'urban mining peuvent être rajoutés en fonction du but recherché. Par exemple, sur le type de connections entre objets pour évaluer les possibilités de démontage. Un autre exemple est le paramètre de la durée de vie moyenne de chaque couche du mur (structurel, isolant, etc.), permettant de déterminer les quantités de déchets générées suite au démontage.

On retiendra finalement qu'il n'y a pas « un » BIM qui répondra à tous les cas, mais que chaque problématique doit être étudiée, pour définir un BIM adapté au besoin.

---

*« Le BIM permet de structurer l'info, de faire des calculs rapides et d'apporter plus d'automatisation dans vos projets » François Denis, CSTC*

---

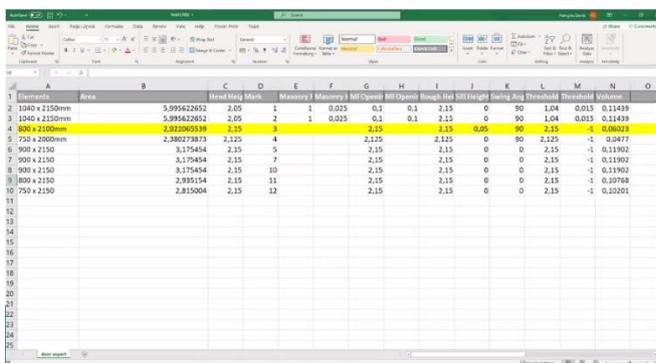
**Le BIM peut faciliter le processus d'inventaire et l'échange d'information car il permet de structurer, gérer et prioriser les données sur le bâtiment**

### Essais concrets et cas d'utilisation possible du BIM

 Utiliser un modèle 3D pour **simplifier la réalisation de l'inventaire** :

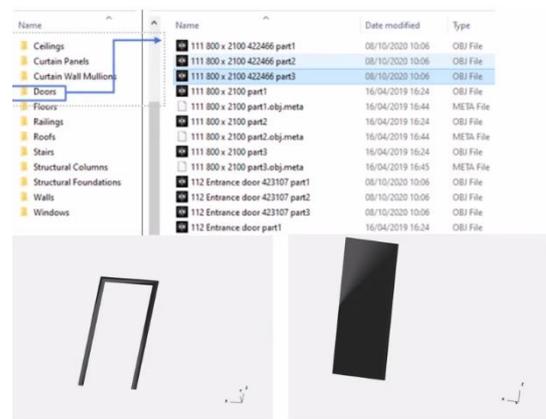
Un modèle BIM contient des informations qui sont reliées à des objets. On peut donc exporter de ce modèle des informations détaillées sur les structures existantes, utiles pour réfléchir au réemploi ou recyclage. On peut par exemple automatiquement extraire et filtrer les objets par type, les classer en fonction de leurs paramètre (la taille par exemple).

*Génération et extraction d'information sous forme d'une base de données (Excel) © CSTC*



	Area	Height	Width	Thickness	Material	Color	Weight	Volume	Surface	Volume	Surface			
1	1040 x 2150mm	5,995422652	2,05	1	0,025	0,1	0,1	2,15	0	90	1,04	0,015	0,11439	
2	1040 x 2150mm	5,995422652	2,05	2	1	0,025	0,1	0,1	2,15	0	90	1,04	0,015	0,11439
3	1040 x 2150mm	5,995422652	2,05	3	1	0,025	0,1	0,1	2,15	0	90	1,04	0,015	0,11439
4	900 x 2150mm	2,380279873	2,15	3	1	2,15	2,15	90	2,15	-1	0,09028			
5	750 x 2000mm	2,380279873	2,15	4	1	2,15	2,15	0	90	2,15	-1	0,0477		
6	900 x 2150	3,175454	2,15	5	1	2,15	2,15	0	0	2,15	-1	0,11902		
7	1000 x 2150	3,175454	2,15	7	1	2,15	2,15	0	0	2,15	-1	0,11902		
8	900 x 2150	3,175454	2,15	10	1	2,15	2,15	0	0	2,15	-1	0,11902		
9	800 x 2150	2,995154	2,15	11	1	2,15	2,15	0	0	2,15	-1	0,10768		
10	750 x 2150	2,815004	2,15	12	1	2,15	2,15	0	0	2,15	-1	0,10201		

*Librairie d'objets BIM comme outil de gestion des données pour les éléments réemployables © CSTC*



 Créez des objets BIM pour **simplifier le transfert d'éléments réemployables** vers de nouveaux projets de construction :

Bien que le modèle 3D n'ait plus de fonction après la démolition du bâtiment, certains de ses éléments peuvent encore être utilisés. On peut générer des feuilles Excel avec les données des objets, mais il est également possible d'extraire automatiquement un modèle 3D pour chaque objet, qui peut ensuite être utilisé par d'autres acteurs. On peut créer des dossiers (toiture, fenêtre, portes) contenant des objets 3D, qui peuvent être distingués en différentes parties (ex : porte = montant, panneau, poignée). Ces objets BIM peuvent également être partagés automatiquement dans une base de données, ou sur une plateforme de vente. L'élément constructif peut être directement intégré dans un nouveau projet en tant qu'objet BIM. En outre, il est possible d'automatiser un système de gestion des stocks (c'est-à-dire un système permettant de 'réserver' des éléments) en soustrayant de la quantité en stock un objet utilisé dans un autre modèle.



*Schéma du flux d'information entre la base de données BIM, la plateforme de vente et le nouveau projet incorporant l'élément de réemploi © CSTC*

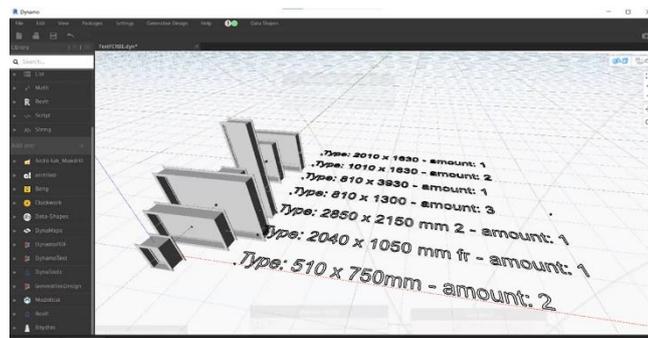
### **Filtrer et afficher des éléments** en fonction de paramètres :

Les éléments peuvent être filtrés et affichés en couleur dans le modèle 3D, en fonction de n'importe quel paramètre, notamment ceux ajoutés au 'modèle de base'. Filtrer selon le paramètre 'toxicité' par exemple, permet d'éliminer plus facilement les matériaux sans potentiel de réemploi, d'évaluer les mesures de sécurité à prendre lors de la démolition, d'identifier les éléments lors du démantèlement, etc.

### Faciliter la **gestion des déchets/éléments** sur chantier :

L'évaluation du nombre de containers nécessaire par type de déchet peut être automatisée. Il est également possible d'estimer l'espace nécessaire au stockage des éléments réemployables en filtrant les objets et en déterminant la surface au sol et le volume total requis (en déterminant la hauteur maximale d'empilage, l'espace maximal ou minimal entre chaque objet, l'espace occupé par l'emballage, etc.). Dans le cas du stockage des éléments dans le bâtiment, le choix du local de stockage peut être optimisé, en filtrant les pièces en fonction de certains critères à l'aide d'un script, par exemple, au rdc, au volume et à la surface au sol suffisante, à ouvertures (porte/fenêtres) assez large que pour faire passer l'élément le plus large, etc. La gestion des éléments démontés peut être facilitée, non seulement par cette automatisation, mais aussi grâce au feedback visuel du modèle BIM..

*Exemple d'utilisation du BIM pour prévoir l'encombrement lié au stockage de fenêtres © CSTC*



### **Estimation du nombre d'éléments** en créant un BIM

La modélisation d'un espace permet de réduire les incertitudes sur les quantités d'éléments. Ceci est important dans les cas où la géométrie de l'espace a un impact sur les quantités, par exemple dans le cas de carreaux coupés (donc non comptés) dans une pièce à géométrie complexe.

### **Un pas plus loin pour la rénovation**

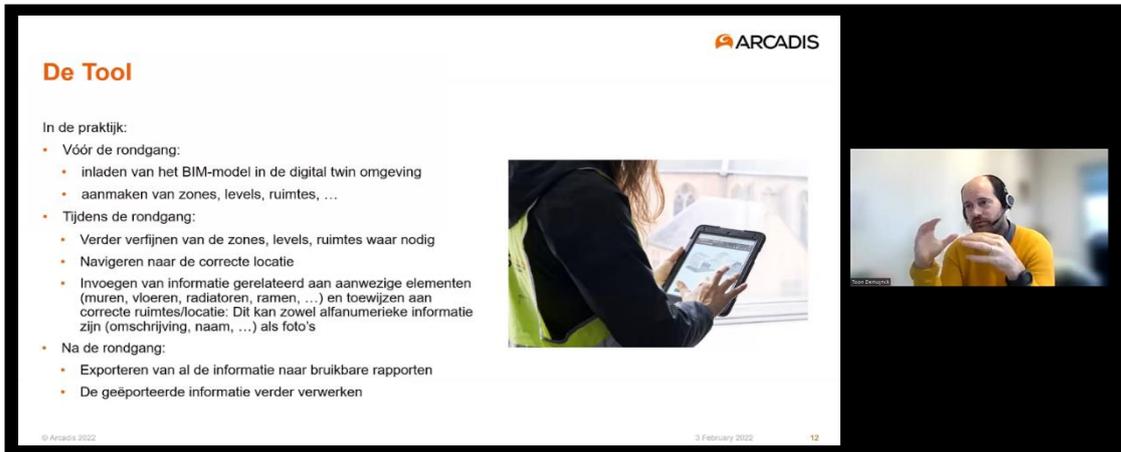
Contrairement à la démolition, dans la rénovation, le bâtiment est partiellement démolit et partiellement (re)construit. La modélisation d'un BIM « as-built » est donc plus pertinente en raison de son utilisation possible pour la deuxième vie du bâtiment. En outre, la modélisation de l'état existant sera utilisée pendant la phase de conception, afin d'intégrer de manière optimale le bâtiment existant dans le nouveau projet.

On peut notamment vérifier le respect des normes de salubrité ou de qualités spatiales. Par exemple, en se basant sur la taille et la position fenêtrées, on peut déterminer si une pièce est salubre (en fonction de la luminosité et/ou de la ventilation naturelle). Cela peut aider à identifier là où une rénovation plus lourde est nécessaire et là où elle peut être évitée.

Des synergies entre les pièces peuvent être observées grâce à la modélisation. En fonction de la manière dont les espaces sont reliés, on peut faciliter certains usages, optimiser le découpage des pièces, donc limiter le flux de matériaux de démolition, etc.

## Préparation pour l'Urban mining : cas d'étude de la rénovation de l'hôtel de ville de Roeselare - Toon Demuyck, ARCADIS

Le bureau de conseil en ingénierie durable, ARCADIS, a développé un outil numérique pour faciliter le recyclage et réemploi des matériaux issus de la démolition. En guise de démonstration, Toon Demuyck teste l'outil sur le chantier de rénovation de l'hôtel de ville de Roeselare, mettant en évidence les leçons apprises ainsi que les opportunités et les difficultés d'utilisation de l'outil.



**De Tool**

In de praktijk:

- Vóór de rondgang:
  - inladen van het BIM-model in de digital twin omgeving
  - aanmaken van zones, levels, ruimtes, ...
- Tijdens de rondgang:
  - Verder verfijnen van de zones, levels, ruimtes waar nodig
  - Navigeren naar de correcte locatie
  - Invoegen van informatie gerelateerd aan aanwezige elementen (muren, vloeren, radiatoren, ramen, ...) en toewijzen aan correcte ruimtes/locatie: Dit kan zowel alfanumerieke informatie zijn (omschrijving, naam, ...) als foto's
- Na de rondgang:
  - Exporteren van al de informatie naar bruikbare rapporten
  - De geëxporteerde informatie verder verwerken

© ArCADIS 2022

### Un « digital twin » (ou jumeau numérique) du bâtiment, basé sur le modèle BIM

L'outil numérique développé par ARCADIS vise à faciliter l'inventorisation des matériaux existants et la gestion des données, pour favoriser les choix de valorisation circulaire.

L'outil est basé sur un jumeau numérique d'un bâtiment, dans lequel il est possible de naviguer et d'ajouter des informations supplémentaires.

Pour le projet de Roeselare, le jumeau numérique a été exporté à partir d'un modèle BIM, déjà créé pour le projet. Les données sont stockées dans le jumeau numérique et organisées selon une structure arborescente : projet > bâtiment > étage > salle/pièce > élément. Certaines données proviennent directement du modèle BIM (ex. typologies et géométries d'objets, matériaux) et certaines données sont ajoutées manuellement, pendant l'inventorisation.

### Un outil pratique pour réaliser un inventaire et pour gérer et communiquer l'information

Avant la visite, le modèle BIM doit être chargé dans l'environnement numérique, afin d'en rendre disponible les données et le modèle 3D. Les bâtiments, niveaux et salles sont créés.

Pendant la visite, l'expert navigue dans le modèle 3D sur tablette en même temps qu'il bouge dans le bâtiment. Il peut y créer de nouvelles pièces, mais aussi créer de nouveaux objets ou rajouter des informations relatives aux éléments existants (murs, sols, radiateurs, fenêtres, ...). Les informations rajout sont de type alphanumériques (description, nom, type de l'objet, remarques ...) ou photographiques.

L'outil numérique facilite la gestion de l'information, permettant d'exporter automatiquement les données sous des formes partageables, par exemple, sous forme de listes de quantités de matériaux (**Excel**), pour prévoir le recyclage. Un autre exemple est les "fiches de réutilisation" (**PDF**) reprenant

des données d'un élément en vue de son réemploi (dimensions, photo(s), position dans le modèle 3D, etc.).



ARCADIS

En pratique, l'outil développé facilite l'inventorisation et la rédaction de rapports, donc permet au final de faciliter les prises de décisions et actions en faveur de l'Urban mining et de la démolition sélective

*Ci-contre, un exemple de rapport généré automatiquement par l'outil ; une fiche de réemploi pour la toiture. On y trouve une photo de la toiture, sa position relative indiquée dans le modèle 3D ainsi qu'une série de paramètres descriptifs, © ARCADIS*

### Un retour d'expérience positif, soulignant l'utilité du BIM (si déjà disponible)

Le modèle BIM développé à un haut niveau de détail est une réelle valeur ajoutée pour l'outil. En exportant le modèle BIM vers l'environnement de l'outil d'inventaire, on peut déjà obtenir des données avant de devoir se rendre sur place (ex. surface du toit, type de couverture de toit). De plus, il est possible d'effectuer l'inventaire en se déplaçant dans le bâtiment, aussi bien virtuellement que dans la réalité. Les données collectées peuvent être directement affectées à la bonne localisation. Les objets du bâtiment peuvent alors être visualisés, ainsi que leur position par rapport à d'autres éléments (utile pour réfléchir au réemploi). Cela réduit considérablement le temps nécessaire à l'inventaire et au traitement des données.

En l'absence d'un modèle BIM, les données peuvent être saisies directement dans l'arborescence de l'outil numérique. L'inconvénient est alors qu'on ne dispose pas à l'avance des données géométriques. ARCADIS estime que l'outil apporte une valeur ajoutée, mais principalement dans les situations où un modèle BIM existant est disponible.

### Ce premier test, bien que concluant, met en lumière des adaptations nécessaires à apporter à l'outil, ainsi que ses limites

Dans le chantier Roeselare, l'inventorisation sur site n'a pas été accélérée par l'utilisation de l'outil, et la prise de notes sur tablettes n'était pas optimale. La navigation dans le modèle 3D sur tablette pourrait être améliorée (ex : développement d'un système de navigation « first-person » ou navigation sur le plan d'étage plutôt que dans le modèle 3D). En outre, la mise en page du modèle BIM devrait être mieux adaptée à l'utilisation de l'outil (par exemple, sélection de fenêtres individuelles au lieu de toutes les fenêtres à la fois, un inconvénient remarqué dans les zones où le BIM était élaboré de manière moins détaillée). De plus, pour éviter les saisies répétées, des éléments « modèles » pourraient être créés.

De plus amples possibilités d'exportation devraient être développées (ex. Sloopinventaris Tracimat, autre inventaire pré-démolition, inventaire réemploi). En outre, l'exportation pourrait être optimisée en permettant de grouper les éléments ou les filtrer en fonction de certains paramètres.

## Évaluation du potentiel de réversibilité avec l'outil Reversible BIM

– Elma Durmisevic, GTB Lab

GTB Lab considère que le manque de connaissance sur la « réversibilité » des bâtiments (la capacité de démontage) et le manque de numérisation freinent l'économie circulaire dans la construction. C'est pourquoi GTB Lab a développé le Reversible BIM, un outil BIM combiné à une méthode d'évaluation de la réversibilité d'un bâtiment et de ses composants. Elma Durmisevic de GTB Lab présente les développements en cours dans le projet Interreg Digital Deconstruction.



### Le Reversible BIM, un outil pour calculer le *potentiel de réversibilité*<sup>1</sup> des éléments dans un bâtiment

Le Reversible BIM est un outil d'analyse qui indique le potentiel de réversibilité, c'est-à-dire, la facilité avec laquelle les éléments peuvent être démontés d'un bâtiment. Pour chaque élément constructif pour lequel l'analyse est effectuée on obtient un potentiel de réversibilité affiché sur une échelle de couleurs allant de rouge (0,1 ou « irréversible ») à vert (0,9 ou « presque complètement réversible »).

En pratique, le potentiel de réversibilité est calculé et visualisé en 3D, les éléments de construction étant chacun dotés d'une couleur. Dans le cadre du projet Digital Deconstruction, la méthode a déjà été testée dans un immeuble de bureaux, une gare et un musée.

On peut utiliser cet outil lors de la démolition d'un bâtiment, comme aide à la décision pour le réemploi, mais aussi en phase de conception, pour évaluer à priori le potentiel de réversibilité du bâtiment et de ses composants.

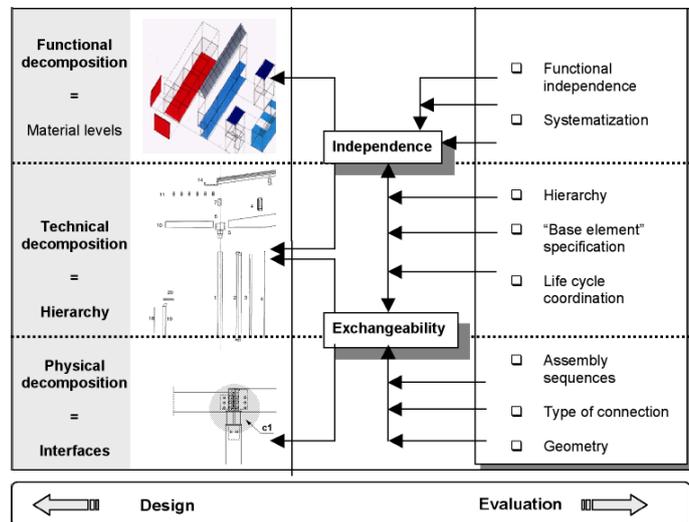
<sup>1</sup> Il s'agit bien d'un potentiel de *réversibilité* et non de *réemploi*, contrairement à ce qui a été indiqué dans le webinaire et dans les figures. En effet, le potentiel de réemploi d'un élément dépend de sa capacité à être démonté, mais nécessite également que cet élément soit en bon état, exempt de pollution, présent en quantité suffisante, pour lequel il existe un marché, etc. Ces derniers points ne sont pas pris en compte dans le Reversible BIM.

## Quelle est la méthodologie derrière l'outil Reversible BIM ?

Le Reversible BIM concerne la réversibilité technique des bâtiments et détermine la facilité de démonter un bâtiment sans l'endommager, en vue d'en réemployer les éléments.

Cette facilité est évaluée sur la base de trois « dépendances » : fonctionnelle, technique et physique (ci-contre). La méthodologie distingue 8 indicateurs et 14 sous-indicateurs (tels que les types de connexions).

*Ci-contre, la réversibilité technique, évaluée sur base de 3 « dépendances » © GTB Lab - 4D architects*



L'évaluation de chaque indicateur est basée sur un modèle BIM, qui doit contenir les données nécessaires. Dans les études de cas, des modèles BIM ont été construits et des scans 3D ont été utilisés pour faciliter la création du modèle BIM.

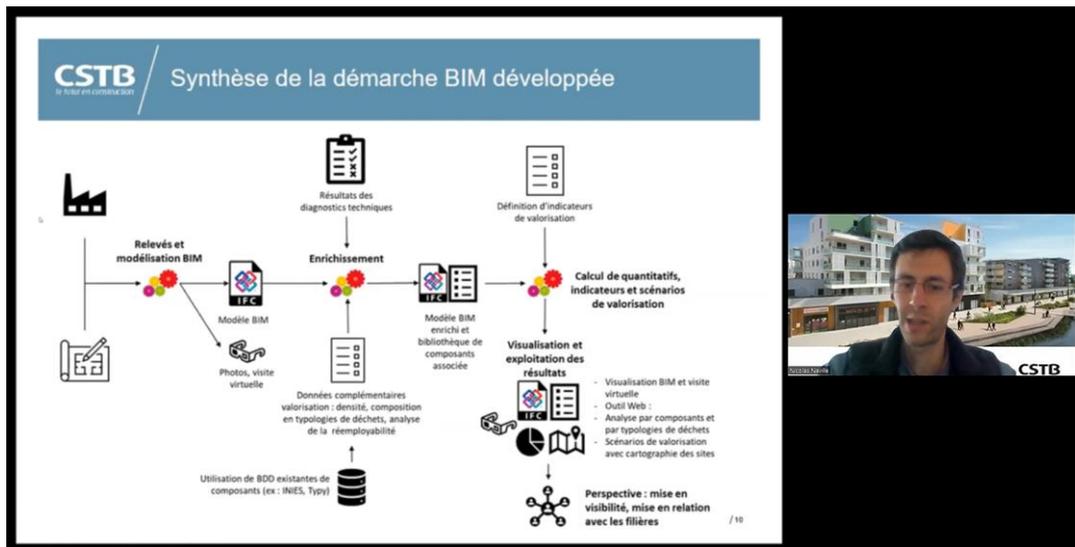
Les données à ajouter au BIM sont collectées depuis divers bases de données ; listes de matériaux dangereux, fiches techniques, base de données de CO<sub>2</sub> incorporé, etc. En outre, il est nécessaire d'obtenir des données sur la relation entre les différents éléments de construction. Il est avantageux de travailler avec des éléments standardisés car ces données sont généralement connues. Un certain nombre de composants ont évidemment des connexions multiples. Pour ces éléments, il faut évaluer le nombre et le type de connexions par élément. On peut utiliser des scans infrarouge pour collecter ces données. L'objectif est d'obtenir des informations sur les éléments qui composent le bâtiment, la manière dont ils sont reliés et le nombre de séquences d'assemblage. La complexité des bâtiments entraîne un diagramme de relations très étendu.

Les éléments peuvent être exportés en tant qu'objets BIM et partagés avec les concepteurs de nouveaux projets. Ces objets BIM peuvent être intégrés virtuellement dans de nouveaux projets, ce qui représente une facilité pour l'intégration d'éléments réemployables.

## Employer le BIM de manière intégrée dans un processus de déconstruction

- Nicolas Naville, CSTB

Nicolas Naville du CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, FR) a présenté le cas d'étude de deux établissements dont le processus de démolition était basé sur le BIM. L'objectif était d'étudier le potentiel du BIM et de la numérisation de la situation existante afin d'améliorer les processus de démolition en termes d'organisation, d'économie et d'environnement. En outre, il y avait un désir de développer des outils opérationnels qui permettraient aux propriétaires d'exploiter ce potentiel. Les enseignements tirés de cette recherche sont présentés, mettant en évidence les opportunités et les limites de cette approche, ainsi que des pistes pour la mettre en pratique sur d'autres chantiers.



**La démarche expérimentée consiste à développer un BIM en vue de son utilisation pour organiser et faciliter le processus de déconstruction**

La démarche en 6 étapes a été réalisée pour deux bâtiments pilotes :

1. Création du modèle BIM (en l'absence de plans) sur base de relevés du bâtiment
2. Enrichissement du modèle BIM avec les données nécessaires au réemploi, issues de base de données existantes et inventaires : densité, composition, typologies<sup>2</sup>, analyse des possibilités de valorisation des déchets<sup>3</sup> et résultat des diagnostics techniques (présence d'amiante, plomb et autres contaminants)
3. Visualisation des données : déchets par typologies, indicateurs, etc.
4. Calcul de scénarios de valorisation sur base d'objectifs prédéfinis
5. Visualisation et exportation des résultats (BIM, visite virtuelle, outil web, scénario de valorisation avec cartographie des sites)
6. Communication des éléments et matériaux disponibles vers les filières de valorisation

La visite virtuelle (relevé laser, nuage de points) s'est avérée être utile, tandis que les photos accessibles depuis le BIM (via un objet matérialisant le point de vue) étaient moins faciles à utiliser.

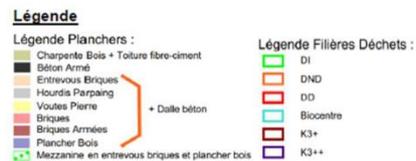
<sup>2</sup> Ici suivant les 41 typologies de déchets de la nomenclature Française

<sup>3</sup> Potentiel de réemploi, condition, état, recommandations pour la dépose (sur base d'un inventaire réemploi)

## L'enrichissement du modèle BIM pendant l'inventaire : possibilités et limites

Le modèle BIM a été enrichi avec de nombreuses données afin de développer une réflexion pour la valorisation. Pour ce faire, la bibliothèque des composants (Excel, exporté depuis le BIM) a servi de support pour répertorier les données, qui ont été ensuite importées dans le BIM. Le développement d'une association BIM - Base de données serait pertinent pour faciliter l'enrichissement du BIM.

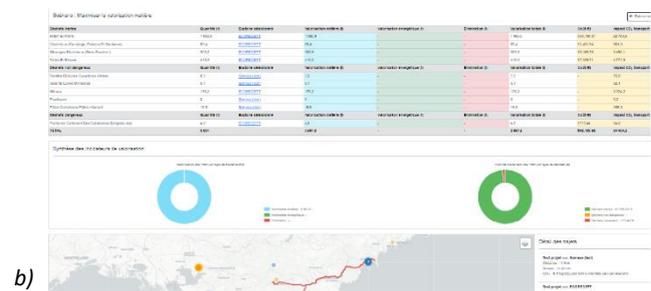
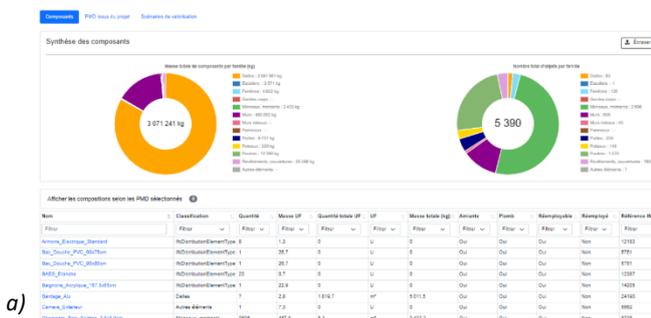
Le modèle BIM permet de prendre en compte les espaces pendant l'inventaire. Cependant, les différences de découpage entre le modèle BIM et l'inventaire ont été source de difficulté. Il est en effet facile de lier une donnée à un espace ou un composant BIM ; il suffit d'aligner la numérotation des espaces entre le BIM et les inventaires, et diviser les macro composants (dalles, murs multicouches) en éléments individuels. Il est en revanche moins aisé de lier une donnée à une « zone » ou « partie d'objet » (ex. pollution dans une dalle de béton, section de la toiture contenant de l'amiante). L'outil BIM devait donc être plus flexible (redécoupage, dessin de périmètres).



Exemple : différence de découpages entre les éléments du modèle BIM et les zones polluées dans les planchers © CSTB

## Extraire les données du BIM pour les analyser/visualiser au-travers d'un outil web

Un plug-in pour le calcul de quantités de matière a été développé, pour visualiser les données de l'inventaire dans un outil web. En outre, on a pu calculer et visualiser des scénarios de traitement, qui servent ensuite d'aide à la décision.



Capture d'écran de l'outil web développé pour visualiser les données (a) et (b) créer des scénarios © CSTB

- a) Visualisation par types de composant : en unités fonctionnelle, masse totale et masse par typologie de matériau
  - b) Scénarios de valorisation basé sur des valeurs fixes ou basée sur des données de filières territoriales.
- Optimisations : maximiser la valorisation matière, maximiser la valorisation totale, minimiser les coûts de gestion, minimiser l'impact transport

## Quels sont les bénéfices, prérequis et coûts pour utiliser le BIM pour la démolition ?

### Bénéfices :

- Modélisation des espaces utile pour enrichir le BIM (inventaire)
- Améliorer la continuité de l'information entre les experts qui réalisent les inventaires et les autres acteurs (MOE, entreprises)
- Prendre en compte les espaces pendant l'inventaire
- Fiabilité, traçabilité, précision dans le calcul des quantitatifs
- Utilisation pour la phase chantier

### Prérequis pour que l'approche BIM collaborative soit possible :

- Anticiper la phase de modélisation pour la faire avant l'inventorisation
- Appropriation par les différents acteurs pour permettre une collaboration autour du modèle, en particulier les experts qui font les inventaires, dont l'expertise est nécessaire pour enrichir le modèle BIM avec les données
- Adaptation des outils BIM pour avoir la souplesse nécessaire à l'intégration des résultats de diagnostics, et plus généralement de l'expertise métier, tout au long du processus

### Coût de la modélisation BIM :

- Evaluation du coût de la modélisation BIM par rapport aux coûts des autres prestations de projet : 2% (sites pilotes des Tanneries) à 6% (site pilote EHPAD).

	Coût modélisation BIM (€ HT)					Coût de l'opération (€ HT)			Ratio	
	Relevés	Modélisation	Total	Surface (m2)	Coût (€/m2)	Diagnostics, AMO, MOE, CSPS	Travaux déconstruction	Total	Coût modélisation BIM en % du total des autres prestations	Coût modélisation BIM en % du total des autres prestations (hors travaux)
Tanneries	7712	17288	25000	13000	1,92	255461	1300000	1555461	2%	10%
%	31%	69%	100%			16%	84%	100%		
EHPAD	5720	6150	11870	3500	3,39	24000	183552	207552	6%	49%
%	48%	52%	100%			12%	88%	100%		

- Perspectives de diminution du coût de modélisation :
  - o Évolutions technologiques de relevé : appareils multi-relevés, outils mobiles courants, capteurs sur drones autonomes...
  - o Évolutions technologiques de modélisation : vers la modélisation automatique à partir de relevés et de plans

## Quel est le niveau d'information requis dans le modèle BIM pour que l'approche BIM soit utile ? A partir de quelle taille de projet l'approche BIM est-elle pertinente ?

Le coût est un obstacle, mais ce n'est pas le plus important, notamment sur les grandes opérations. En effet, le coût de la modélisation BIM diminue rapidement.

Une modélisation simplifiée (volumétries, parois, ouverture) répond à une grande partie des besoins, qui sont :

- Le travail sur une base partagée, meilleure continuité de l'information
- Une meilleure précision des quantitatifs
- Une plus grande souplesse pour intégrer les résultats de l'inventaire

Le BIM sera plus pertinent en présence de plans (information sur les éléments non visibles), et à terme en présence d'une maquette BIM préexistante. Il est moins adapté pour les bâtiments dégradés, irréguliers, en l'absence de plans

## Le BIM pour la déconstruction circulaire : Conclusions et perspectives

En tant qu'outil de gestion des données, le BIM a une importance avérée pour la construction. Pour la démolition ou la rénovation, le constat est plus nuancé. Le modèle BIM d'un bâtiment permet de gérer et structurer les données, et in fine d'obtenir une valeur ajoutée. Le BIM aide également à plus de transparence et d'échange d'information entre les acteurs, ce qui améliore la collaboration. En outre, l'automatisation des tâches à l'aide du BIM permet de calculer des scénarios et réduit les erreurs.

Au cours de ce webinaire, **plusieurs possibilités de la technologie BIM pour la déconstruction circulaire ont été présentées**, notamment :

- La collecte collaborative de données basée sur un support géométrique (directement sur BIM, ce qui nécessite une grande flexibilité du BIM, ou par l'exportation vers un jumeau numérique)
- Les estimations des quantités d'éléments, matériaux ou déchets
- La réalisation de calculs poussés rapidement, grâce à la combinaison de la géométrie avec l'information. Cela permet de calculer et comparer différents scénarios en vue de l'amélioration de la circularité du projet
- L'organisation, la collaboration et la réflexion sur le processus de déconstruction, aidé par le support géométrique visuel, permettant d'identifier des pistes pratiques
- L'extraction automatique de données sur les éléments de construction (ex. en utilisant des scripts dans Dynamo pour Revit), et la possibilité d'en générer des rapports à la volée.
- La possibilité de relier le BIM et ses objets à une base de données et à des plateformes de vente.



Toutefois, **pour être utile, le BIM doit contenir les données nécessaires pour stimuler la réflexion sur la fin de vie du bâtiment** (ex : état des éléments, présence de contamination, prix du marché, facilité de démontage, etc.). Il est possible d'employer le BIM comme support géométrique pour faciliter la collecte de ces données. **Pour les bâtiments anciens, la pertinence de créer un BIM pour la déconstruction est remise en question**, impliquant des efforts et des coûts de modélisation considérables. On retiendra que disposer d'un modèle BIM n'est jamais suffisant pour résoudre un problème, il s'agit plutôt de savoir ce qu'il contient, à quel niveau de détail, comment il est structuré et comment en extraire des informations. Il existe plusieurs types d'utilisations et d'exigences, mais aussi de logiciels. **L'approche BIM doit être adaptée aux besoins.**



Le BIM est un des engrenages possibles pour une déconstruction réussie. L'analyse de cet écosystème et les relations entre outils numériques pour l'urban mining soulèvent d'autres questions. En effet, **l'absence de standardisation** des outils BIM est souvent considérée comme une menace pour sa diffusion. Particulièrement pour la déconstruction, le BIM manque d'une classification standardisée, afin de permettre l'échange de données et une collaboration facilitée entre les acteurs et outils. Une réflexion est également nécessaire concernant **l'interopérabilité entre outils numériques**, notamment la correspondance des informations d'un fichier à l'autre.

En résumé, le BIM est un outil puissant et potentiellement intéressant pour faciliter la prise de décision et l'organisation de la démolition, pour plus de circularité. Cependant, on soulèvera le besoin d'une flexibilité et adaptabilité du BIM pour son utilisation efficace pour la déconstruction. En outre, il est efficace d'utiliser et donc de créer un BIM adapté aux besoins, d'où la nécessité de définir les besoins de l'utilisateur à priori. Enfin, pour une utilisation généralisée du BIM, la nécessité de standardisation de l'information et d'interopérabilité avec d'autres outils numériques pose question.

## Comment implémenter le BIM pour la déconstruction circulaire ?

### Approche projet :

#### Le BIM pour un projet

- Qui fait quoi ?
- Quels prérequis pour la coopération ?
- Quelles informations dans le BIM ?
- Niveau de détail minimum ?
- Adapter le BIM au besoin



### Approche systémique :

#### Le BIM comme chaînon de l'écosystème de l'urban mining

- Interopérabilité avec d'autres outils  
plateformes de revente, plateforme DDC,  
'open access', ...
- Standardisation de l'information



**Vous souhaitez aussi tester ou implémenter des solutions innovantes et durables sur vos chantiers ? Le projet Digital Deconstruction et le service C-tech du CSTC sont vos alliés !**

Aux CSTC, les chercheurs développent des solutions numériques et accompagnent les entreprises dans leurs projets innovants et durables ([C-Tech](#)).

Le projet Interreg [Digital Deconstruction](#), qui regroupe 14 partenaires d'Europe du Nord-Ouest développe des outils numériques pour faciliter l'urban mining. Les [Innovation hubs](#) du projet Digital Deconstruction réunissent les pionniers et les entrepreneurs intéressés par la déconstruction numérique. Ce réseau d'apprentissage et de partage d'expérience, mené par le CSTC, permet aux participants d'approfondir leurs connaissances et expérience en la matière.



Pour en apprendre plus sur le BIM (ainsi que d'autres outils numériques) pour la déconstruction et le réemploi, rendez vous sur le site du projet Interreg [FCRBE](#) pour lire le rapport extensif écrit par le CSTC : [Digital tools for Reuse : Linking reuse and contemporary trends in the construction industry](#).

