# Projet de cahier de charge TrnBIM

Sommaire

[Projet de cahier de charge TrnBIM 1](#_Toc428887775)

[Introduction 1](#_Toc428887776)

[Principes générales de TrnBIM 1](#_Toc428887777)

[Format d’origine de TrnBIM 2](#_Toc428887778)

[Informations à générer par TrnBIM 3](#_Toc428887779)

[Spécification des données de sorties de TrnBIM 4](#_Toc428887780)

[Cahier de charge détaillé des fonctionnalités de TrnBIM 6](#_Toc428887781)

[Importation de la géométrie 6](#_Toc428887782)

[Visualisation, vérification et manipulation de la géométrie 6](#_Toc428887783)

[Importation des espaces et définition des zones thermiques 7](#_Toc428887784)

[Définition des types de paroi et des types de baie 8](#_Toc428887785)

[Définition des ponts thermiques 8](#_Toc428887786)

[Métré des parois 9](#_Toc428887787)

[Masques 9](#_Toc428887788)

# Introduction

Dans le processus de modélisation d’un bâtiment, on peut définir grossièrement deux phases :

1. Construction d’un modèle géométrique (simplifié) à partir des fonds de plan et d’autres documents graphiques disponibles (plans de façade, coupes, carnets de détails)
2. Définition et saisie des paramètres thermiques :
   1. Données d’enveloppe (parois opaques et vitrées, ponts thermiques)
   2. Apports thermiques, plannings d’occupation et des systèmes, autres informations de fonctionnement
   3. Systèmes d’éclairage, de traitement d’air et d’émission dans les zones

On peut noter que, des deux étapes, c’est principalement l’étape 2 qui concerne directement l’activité du thermicien. Cependant, dans la pratique, c’est la première étape qui absorbe la plupart du temps de saisie et de vérification dans un projet et est source de nombreuses erreurs, alors qu’il s’agît principalement d’une étape de ressaisie des informations géométriques déjà définies dans d’autres supports.

Avec l’apparition des outils BIM, où, entre autres, les informations géométriques sont centralisées et structurées dans un seul support, il se présente une réel opportunité pour effectuer automatiquement une passerelle entre la définition géométrique d’un projet et l’outil de simulation thermique dynamique.

Cela passe par la définition d’un outil adapté. L’objet de ce document est d’esquisser un cahier des charges d’un outil de ce genre, adapté aux particularités et contraintes de l’outil de simulation TRNSYS. L’outil sera nommé par la suite TrnBIM.

## Principes générales de TrnBIM

De notre point de vue, un outil efficace d’importation automatique des informations géométriques, contenues dans une maquette numérique, doit tenir compte de deux exigences incontournables :

1. Nécessité de simplification de la géométrie et de réduction du nombre de surfaces d’échange : le modèle géométrique nécessaire pour la simulation thermique, qu’on appellera modèle analytique thermique[[1]](#footnote-1) n’a pas les mêmes exigences qu’un modèle géométrique “architecturale”, qu’on appellera simplement modèle géométrique. Cela permet, d’une part, de disposer d’un modèle plus maniable et contrôlable et, d’autre part, d’éviter de complexifier inutilement le modèle physique en rallongeant le temps de simulation.

En particulier :

* + Le modèle ne contient pas les éléments décoratifs qui n’ont pas une fonction de masquage de la radiation solaire, l’ameublement intérieur et toute autre élément n'ayant pas un rôle thermique.
  + Les surfaces curvilignes et/ou complexes doivent être approximées par une ou plusieurs surfaces planaires
  + Les imperfections du modèle géométrique doivent être corrigées (trou, volume non clos, décalage) selon un seuil de tolérance défini par l’utilisateur. Cette fonctionnalité est indispensable pour mener des études en début de projet.

Dans le cas particulier de TRNSYS, à cause des particularités du type 56 et pour des raisons pratiques, une simplification ultérieure s’impose :

* + Les surfaces opaques et vitrées ayant la même adjacence ou orientation et un masque similaire doivent être regroupées, afin de réduire au minimum le nombre de surfaces d’échange. En effet, le nombre de surfaces affecte directement le temps de calcul et la maniabilité du type 56 créé. On reviendra dans un chapitre suivant dans la notion de “masque similaire”

1. Possibilité de mise à jour automatique du modèle analytique : dans le cas d’une saisie “classique”, à chaque fois que l’architecture est modifiée, il est nécessaire d’effectuer un travail ultérieur d’identification des modifications et de mise à jour du modèle thermique, source de coût et de possibilité d’erreurs.

Afin de pouvoir réduire le temps et les risques d’erreur liés à cette étape, l'idéal serait de répercuter toutes les mises à jour d’un modèle géométrique, issu d’une maquette numérique, directement dans le modèle analytique, avec très peu de saisie supplémentaire de la part de l’utilisateur.

Sur la base de ces deux principes, TrnBIM pourrait réduire considérablement le temps de saisie géométrique d’un projet en TRNSYS, en augmentant la productivité et en améliorant la fiabilité du modèle énergétique. TrnBIM permettrait aussi d’assurer la cohérence entre le modèle géométrique architectural et le modèle analytique thermique tout au long du processus d’étude et de réalisation, afin de pouvoir vérifier régulièrement la performance énergétiques du projet.

## Format d’origine de TrnBIM

Il est envisageable d’importer les informations géométriques à partir de deux formats :

* Format IFC : il s’agît d’un format d’échange standardisé entre logiciels BIM. La sémantique de ce format est très riche et contient beaucoup d’informations, géométriques et non géométriques, du projet originel. Le format n’a pas été développé spécifiquement pour une utilisation thermique : il est donc nécessaire de vérifier, pour un modèle donné, que les objets nécessaires pour une simulation thermique soient bien été définis dans la maquette et exportés en IFC.

L’avantage principale de ce format est la relative indépendance par rapport à l’outil de création du IFC (si la création du modèle et le paramétrage IFC sont bien effectués dans l’outil BIM).

* Format gbXML : il s’agît d’un format d’échange, principalement “unidirectionnel”, développé spécifiquement pour le transfert d’une géométrie 3D, définie dans un modèle BIM, vers des logiciels de modélisation thermique. Ce format, développé par AutoDesk, Bentley et Graphisoft, a l’avantage d’être déjà défini sur la base d’un modèle analytique thermique, qui a donc déjà été simplifié par rapport au modèle géométrique originel. Dans la plupart des logiciels BIM, ce modèle analytique est aujourd’hui créé automatiquement à partir du modèle géométrique, même si l’utilisateur peut apporter des modifications. La simplification de la géométrie et le zoning est donc opéré à l’intérieure du logiciel BIM.

Par rapport au format IFC, le format gbXML contient donc uniquement les informations géométriques nécessaires pour une modélisation thermique, ce qui rend plus facile la lecture par TrnBIM. Par ailleurs, la possibilité de créer un modèle incompatible avec la simulation thermique est réduite, étant donné qu’il s’agit directement d’un modèle analytique thermique.

L'inconvénient est que toute manipulation du modèle analytique doit être effectuée dans le logiciel BIM originel, étant donné que le modèle géométrique sur la base duquel il a été établi n’est pas exporté.

## Informations à générer par TrnBIM

Qu’il s’agisse du format IFC ou gbXML, les informations géométriques qui peuvent être extraites ou déduites du contenu d’un modèle BIM, et réécrites dans le fichier b17, sont les suivantes :

* Nomenclature, surface et volume des pièces composant le bâtiment
* Si disponible, nomenclature des types de paroi. Dans la plupart des cas, spécialement dans les phases préliminaires, le type de paroi n’est pas spécifié dans le fichier IFC ou gbXML. Dans ce cas, TrnBIM doit permettre de saisir le type de paroi de chaque paroi du modèle
* Métré, pour chaque zone thermique, des surfaces d'échanges entre zones et entre chaque zone et l'extérieur
* Orientation et inclinaison des parois composant l'enveloppe
* Masques induits par le bâtiment et par son environnement

Dans le cas d’un fichier gbXML, il y a aussi la possibilité d’extraire le zoning thermique, si renseigné en phase de création.

Dans tous les cas, le regroupement de pièces en zones thermiquement homogènes doit pouvoir être effectué ou modifié dans TrnBIM.

Les informations éventuelles relatives aux systèmes techniques de CVC (format IFC) ne sont pas importées, car non souhaitées.

## Spécification des données de sorties de TrnBIM

TrnBIM doit fournit en sortie un fichier B17 et un fichier de définition des masques (TrnSHD).

De notre point de vue, la création par TrnBIM d’un bâtiment en 3D (TrnSys 3D, mode détaillé) n’est pas nécessaire. En effet, dans la plupart des cas, travailler avec des métrés 2D permet de simplifier le modèle, augmenter la lisibilité et la manipulabilité du fichier b17, identifier les éventuelles erreurs et anomalies, éviter de devoir définir des zones uniquement convexes et réduire le temps de calcul, sans pour autant perdre sensiblement en précision.

Au contraire, la saisie des masques doit être basé sur une géométrie 3D simplifiée (voir chapitre dédié).

Idéalement, TrnBIM devrait permettre d’exporter, en option, un fichier dans un format à définir (format texte ou csv, facilement modifiable par un tableur ou un éditeur de texte), contenant les caractéristiques géométriques exportées. Ce fichier pourrait avoir plusieurs utilisations, comme :

* Disposer d’un fichier structuré pour détecter des erreurs ou anomalies
* Permettre de créer des reporting à imprimer
* Permettre la création séparée d’un fichier b17, par un utilitaire de type Excel, enrichi avec des informations structurées sur les systèmes, en alternative à la manipulation directe dans TRNBUILD
* Utiliser les informations exportées pour comparer les métrés générés avec d’autres outils similaires
* Utiliser les informations exportées dans un autre logiciel (exemples : logiciels RT, logiciels de dimensionnement)

Pour cela, le fichier devrait contenir les informations suivantes :

* La liste de toutes les zones thermiques, avec indication de :
  + Surface
  + Volume
  + Éventuelles autres caractéristiques synthétique des zones ou du bâtiment, calculées directement par TrnBIM (ex. compacité, taux de surface vitrée, surface totale de l’enveloppe extérieure, …)
  + Liste des locaux composant la zone
* Énumération de tous les types de parois opaques définies, différenciés selon 7 catégories :
  + Parois opaque verticales extérieures (ME\_\*)
  + Menuiseries (MN\_\*)
  + Parois verticales intérieures (MI\_\*)
  + Planchers intermédiaires (PI\_\*)
  + Planchers bas (PB\_\*)
  + Toitures (TT\_\*)
  + Ponts thermiques (CBR\_\*)

Les préfixes sont proposés car ils peuvent être utiles pour le repérage des ponts thermiques. La pertinence et l’utilité d’ajouter ces préfixes est à évaluer ultérieurement.

Si définies à l’intérieur de TrnBIM, les caractéristiques thermiques des types de parois peuvent aussi être exportées.

* Le métré, pour chaque zone thermique, des parois opaques, vitrées et des ponts thermiques, agrégé par catégorie, orientation et, pour les parois internes, par condition limite (adjacence, température imposée, température identique, paroi interne). Ce métré devrait correspondre exactement à celui utilisé pour le paramétrage du fichier b17.

# Cahier de charge détaillé des fonctionnalités de TrnBIM

## Importation de la géométrie

Dans le cas d’un import IFC ou gbXML, et afin de répondre au contexte d’un début de conception, où des imperfections sont inévitables dans la définition de la maquette (espaces non fermés complètement, paroi vitrée non alignées sur la parois opaque, …), TrnBIM doit idéalement pouvoir fonctionner même en présence de ces imperfections, sur la base de seuils de tolérance prédéfinis ou définies par l’utilisateur. En alternative, il serait souhaitable d’avoir une façon manuelle de corriger ces petites imperfections.

Dans tous les cas, TrnBIM doit analyser le contenu du fichier et communiquer à l’utilisateur toute incohérence repérée.

## Visualisation, vérification et manipulation de la géométrie

TrnBIM doit permettre de visualiser efficacement, en 3D, la maquette numérique, en permettant un contrôle visuel de son intégrité et en permettant une navigation aisée entre différents mode de vue. Exemples :

* Identification (coloriage, masquage, …) par zone
* Identification par condition limite (paroi extérieure, adjacente, intérieure, condition de température)
* Identification par type de parois
* Identification visuelle des ponts thermiques

TrnBIM doit permettre de générer des vues en plan, mettant en évidence le zoning thermique, et des vues de façade. Ces vues doivent pouvoir être exportées comme pdf et/ou comme images pour une intégration dans les rapports d’étude.

TrnBIM doit permettre de calculer des ratios représentatifs, afin d’identifier d’éventuelles anomalies. Exemples :

* Calculer, pour chaque espace, le ratio surface de parois / volume, afin de mettre en évidence des espace avec des ratios anormaux
* Vérifier la cohérence entre surface des parois extérieures et vitrage et calcul du ratio surface vitrée / surface totale de paroi
* Calculer la surface globale des parois extérieures, et la comparer à la surface calculée sur la base de périmètre \* hauteur moyenne bâtiment
* Dans le cas d’une mise à jour de la maquette, comparer ces grandeurs entre les deux versions, afin de détecter d’éventuelles anomalies et comprendre l’évolution du bâtiment

Il n’est pas prévu de permettre de modifier la géométrie sauf pour les besoins de correction des imperfections du modèle. En effet, cela créerait des problèmes pour gérer les conflits en cas de modification de la maquette originale.

Par contre, on pourrait prévoir la possibilité d’ajouter des parois supplémentaires, qui n'apparaîtrait pas dans la visualisation géométrique et qui serait conservées en cas de mis à jours de la maquette. Leur fonction serait de séparer un local en deux zones thermiques distinctes (cas d’un bureau paysager orienté sur plusieurs façades ou définition de salles de réunion dans le cas de plateaux fournis nus). L’utilité et la pertinence d’une telle fonctionnalité sont à évaluer.

## Importation des espaces et définition des zones thermiques

Fonctionnalités souhaitées :

* L’identification des espaces entre le modèle IFC ou gbXML et TrnBIM se fait par leurs identifiant (ID).
* A la première lecture d’un fichier, les espaces ne sont initialement associés à aucune zone thermique, sauf dans le cas d’importation à partir d’un fichier gbXML, où les espaces sont associés par défaut à la zone indiquée
* TrnBIM doit permettre de définir et visualiser les zones thermiques, définies comme regroupement d’espaces Un menu de type « arbre » (style TRNBUILD), associé à la visualisation géométrique, pourrait s’avérer utile pour la gestion de ces regroupements.
* Il est nécessaire de réfléchir à la nécessité, qui peut parfois se présenter, de décomposer un espace en plusieurs zones thermiques (par exemple, dans le cas de bureaux paysagés). La solution envisagé doit permettre de ne pas devoir répéter l’opération de décomposition à chaque mise à jours de la maquette.
* TrnBIM doit permettre de visualiser une synthèse des caractéristiques de chaque zone thermique (surface, volume, ratios tels que taux de surface vitrée et compacité, …)
* Certains locaux peuvent être exclus de l’analyse en définissant des zones thermiques qui ne sont pas à modéliser. Les parois donnant sur ces locaux doivent pouvoir être définies avec une condition limite de température ou adiabatique, au choix de l’utilisateur.
* Dans le cas d’une mise à jour de la maquette, le regroupement des locaux en zones thermiques doit être conservé, sur la base des libellés des locaux. Dans le cas d’un local dont le libellé n’est plus présent dans la nouvelle version, TrnBIM doit donner le choix entre 3 options :
* Effacer la référence au local
* Affecter la référence à un nouveau libellé. Le nouveau libellé ne doit pas avoir déjà été utilisé dans la version originelle de la maquette. Cette option est utilisable dans le cas d’un changement de libellé d’un local entre deux versions
* Conserver une référence à un libellé invalide. Cette option peut être utile si le local en question est censé réapparaître dans une version successive de la maquette, mais qu’on veut quand même faire tourner le modèle sans ce local.

A l’inverse, si des nouveaux locaux sont détectés, TrnBIM doit demander à quelle zone thermique affecter ces locaux.

## Définition des types de paroi et des types de baie

* L’identification des parois entre le modèle IFC ou gbXML et TrnBIM se fait par son identifiant (ID).
* A la première lecture d’un fichier, à chaque paroi est assigné un libellé indiquant le type de paroi. Celui-là correspond par défaut au nom du type de paroi dans le fichier originel :
  + Pour le format IFC, cela correspond au champs ifcWallType.Name du type de paroi referé par ifcWall.isDefinedBy
  + Pour le format gbXML : construction.Name du type de construction référé par surface.ConstructionIdRef in gbXML.
* L’utilisateur peut modifier le libellé du type de paroi de chaque paroi, en ajoutant des nouveaux types de paroi si nécessaire. En cas de mise à jours, pour chaque paroi :
  + Si le type de paroi correspondant a été modifié manuellement dans TrnBIM et il a été changé dans la maquette originelle, TrnBIM demande quel type de paroi conserver
  + Si le type de paroi correspondant à la paroi n’a pas été modifié manuellement dans TrnBIM mais il a changé dans la maquette originelle, le type de paroi dans TrnBIM est mis à jours automatiquement.
* Toute information sur la composition et la résistance thermique des parois et des types de paroi dans le fichier IFC ou gbXML doit être ignorée. En effet, pour l’instant, ces champs sont rarement renseignés.

Pour ce qui est des types de paroi dans le b17, deux implémentations sont possibles :

* Implémentation de base : pour l’écriture du B17, tous les types de paroi sont définis avec une composition par défaut. C’est à l’utilisateur de modifier ultérieurement les types de parois.
* Option avancée : système de bibliothèques (même principe que TRNBUILD) ou saisie manuelle, afin de saisir directement la composition des parois dans TrnBIM.

Pour les menuiseries, vue la complexité de la saisie des menuiseries, il est plutôt préconisé d’exporter toutes les menuiseries avec un type par défaut, et laisser à l’utilisateur la charge de modifier la menuiserie dans TrnBUILD.

## Définition des ponts thermiques

Les informations concernant les ponts thermiques ne sont disponibles ni dans le format IFC ni dans celui gbXML.

Cependant, sur la base des informations géométriques, TrnBIM doit détecter automatiquement les types suivants de ponts thermiques :

* Intersection d’une paroi extérieure verticale et d’une paroi horizontale (pont thermique de liaison plancher - paroi)
* Intersection de deux parois extérieures (pont thermique d’angle)
* Interface entre une paroi extérieure et une baie (ponts thermiques d’appui, de linteau et de tableau)
* Intersection d’une paroi extérieure et une paroi intérieure (mur refend), en excluant les cloisons non structurelles (par exemple sur la base d’une épaisseur limite).

Par ailleurs, TrnBIM peut prévoir la possibilité de définir d’autres type de ponts thermiques.

Une fois les ponts thermiques relevés, TrnBIM assigne un type à chacun d’entre eux sur la base d’un système de règles basé sur le nom des parois qui forment l’intersection.

## Métré des parois

Afin de générer les métrés, les côtes à considérer sont les côtes au nu intérieur des murs. L’épaisseur des murs extérieurs et des planchers est donc exclu du métré. Cependant, l’épaisseur des murs intérieurs n’est pas à déduire, la séparation entre zone doit être définie à au milieu de la parois séparatrice : en effet, il est plus facile de considérer tous les murs intérieurs comme des cloisons, et saisir éventuellement les ponts thermiques des parois structurelles (mur refend).

Les faux planchers et faux plafond sont considérés comme faisant partie de la zone : la surface extérieure correspondante est donc considérée pour le métré des parois de la zone. En alternative, il doit être possible de définir l’espace de faux plancher et faux plafond comme une zone thermique à part.

Pour les menuiseries, il n’est pas utile d’essayer de retrouver la surface de cadre d’une menuiserie a partir du dessin : les dimensions à considérer sont les dimensions du « trou » dans le mur qui représente l’objet baie.

Pour les parois internes à une zone, la méthode de définition indiquée par Transsolar doit être respectée :

* Si la paroi est symétrique dans sa composition et dans la définition des ses coefficients (absorption, émissivité et coefficients convectifs) le wall type INTERNAL peut être utilisé et la surface de la paroi est doublée
* A contrario, la paroi doit être définie comme wall type BOUNDARY avec une définition par sens de transfert thermique.

## Masques

Dans le cas d’un fichier gbXML, des surfaces définies comme masque peuvent être définies. TrnBIM doit pouvoir importer ces masques.

Cependant, la maquette numérique ne contient généralement pas d’informations sur les bâtiments adjacents. Afin de pouvoir considérer l’effet des masques, TrnBIM doit idéalement permettre d’importer, à partir d’un outil comme SketchUp, la géométrie des bâtiments adjacents.

Les masques liées à l’horizon doivent également pouvoir être pris en compte.

TrnBIM doit permettre à l’utilisateur de visualiser les surfaces masquantes et sélectionner les surfaces qu’il souhaite maintenir dans le calcul des masques, afin de réduire au mieux le nombre de surface à calculer.

Le calcul des masques ne doit pas être fait singulièrement pour chaque baie. En effet, il est souhaitable de regrouper les baies ayant des masques similaires dans une seule baie de référence.

Le regroupement de baie peut être défini manuellement, par l’utilisateur. Si possible, une option pour le regroupement automatique des baie devrait être défini, sur la base d’un système de règles. Par exemple : regrouper toutes les baies d’une même zone, avec la même orientation et ayant une distance verticale de moins de 20 m et horizontale de moins de 3 m (1 étage). Les paramètres des règles devrait pouvoir être modifiés.

Sur la base des masques importées à partir de la maquette, celles des bâtiments adjacents et celles du profil d’horizon, et en considérant les baies de référence, TrnBIM devrait créer un fichier au format SHM de Trnsys 17.

**Protections solaires**

TRnBIM doit permettre de définir un Solar Factor intérieur ou extérieur pour chaque baie du modèle. Une définition par défaut doit être proposée à l’échelle du bâtiment puis de la zone pour l’ensemble des baies.

1. L’expression “model analitique” est utilisée dans beaucoup de logiciels BIM (REVIT, en particulier) pour désigner le modèle obtenu automatiquement à partir du modèle géométrique et adapté à des analyses numériques. REVIT, par exemple, est capable de générer un modèle analytique d’analyse de structure et un modèle analytique énergétique. La possibilité d’utiliser directement un modèle analytique généré par le logiciel BIM doit faire l’objet d’une réflexion particulière, qui doit prendre en compte, entre autres, de la façon dans laquelle les différents outils BIM génèrent des modèles analytiques. Par exemple, le modèle analytique générée par REVIT est spécifiquement développé pour exporter au format gbXML, très orienté pour une représentation 3D de la géométrie et des masques. [↑](#footnote-ref-1)