

Carnets de karaBIM

Structure 2

# Modéliser le système porteur dans Revit

*Poutres, murs, poteaux, planchers et fondations*

nermin hadziomerovic

karabim.fr

09 2026

# Table des matières

**1. REGLES COMMUNES AUX ELEMENTS PORTEURS ..... 4**

**2. LES POUTRES ..... 5**

2.1 Condition prealable : des supports deja modelises ..... 5
2.2 Longueur, longueur de coupe, et retrait automatique ..... 6
2.3 Beton vs acier : deux comportements, une seule methode ..... 8
2.4 Comportement de decoupe et de calage : le « grugeage » ..... 8
2.5 Rattachement au niveau et positionnement vertical ..... 9
2.6 Vue de modelisation recommandee ..... 10
2.7 Poutres inclinees ..... 11

**3. FERMES ET SYSTEMES DE POUTRES ..... 13**

3.1 Fermes (poutres a treillis) ..... 13
3.2 Systeme de poutres ..... 18

**4. MURS PORTEURS ..... 22**

4.1 Principe de modelisation : de dalle a dalle, par contrainte de niveaux ..... 22
4.2 Ligne de justification : axe porteur ..... 23
4.3 Jonctions et intersections ..... 24
4.4 Distinction murs exterieurs / interieurs et cas particuliers ..... 25

**5. LES POTEAUX ..... 27**

5.1 Poteau porteur vs poteau architectural ..... 27
5.2 Materiau pour le comportement du modele ..... 27
5.3 Insertion axe a axe, rotation ..... 27
5.4 Poteau par niveau ou poteau multi-etages : une decision d'ingenierie ..... 28
5.5 Attache haut et bas ..... 29
5.6 Poteaux inclines ..... 29

**6. LES PLANCHERS ..... 30**

6.1 Sol porteur vs sol architectural ..... 30
6.2 Definition du contour de dalle au droit des appuis ..... 30
6.3 Rattachement altimetrique : dalle brute vs dalle finie ..... 33
6.4 Dalle en pente ..... 34

6.5 Sens de portee ..... 34
6.6 Modification de forme et epaisseur variable ..... 35

**7. LES FONDATIONS ..... 36**

7.1 Categories et outils associes ..... 36
7.2 Niveaux et references altimetriques ..... 37
7.3 Semelles isolees ..... 38
7.4 Semelles filantes ..... 38
7.5 Longrines ..... 39
7.6 Radier : Fondation ou Sol, un choix qui n'est pas cosmetique ..... 40
7.7 Pieux et fondations profondes ..... 41
7.8 Murs de soutenement ..... 42
7.9 Jonctions et interfaces ..... 42

**8. OUVERTURES ET RESERVATIONS ..... 43**

8.1 Ouverture, sa nature et son dimensionnement ..... 43
8.2 Ordre de modelisation et traçabilite ..... 44
8.3 Chevetres : renfort autour d'une grande ouverture ..... 44
8.4 Responsabilites et processus de validation ..... 45
8.5 Familles de reservation ..... 46
8.6 Parametres d'identification : suivi de statut et nomenclature dediee ..... 47
8.7 Choix de l'outil de decoupe ..... 48
8.8 Échanges entre maquettes ..... 49
8.9 Impact sur le modele analytique ..... 49

# 1. Règles communes aux éléments porteurs

Les éléments porteurs doivent partager des références communes et rester exploitables dans les plans, les nomenclatures et, lorsque le projet le prévoit, le modèle analytique. Les règles ci-dessous s'appliquent avant les particularités propres à chaque catégorie.

| Règle | Application pratique |
|---|---|
| **Catégorie** | Utiliser une catégorie native correspondant au rôle de l'élément : **Poteaux porteurs** pour un poteau, **Ossature** pour une poutre, **Murs** pour un voile et **Sols** pour une dalle. Éviter les modèles génériques lorsque la catégorie structurelle existe. |
| **Axes** | Tracer les poutres, poteaux et murs sur leurs **axes structurels**. Raccorder les poutres d'axe de support à axe de support et renseigner les excentricités avec les paramètres de justification ou de décalage, sans déplacer l'élément « à l'œil ». |
| **Niveaux** | Associer chaque élément au niveau de l'étage auquel il appartient. Utiliser les décalages pour ajuster son altitude réelle, plutôt que de le rattacher à un autre niveau avec une valeur compensatoire importante. |
| **Contraintes** | Verrouiller ou contraindre un élément uniquement lorsqu'il doit réellement suivre une trame, un niveau ou un autre élément porteur. Éviter les chaînes de contraintes susceptibles de bloquer ou de rendre instable la maquette. |
| **Découpage** | Créer les murs, voiles et poteaux **par niveau**, avec une base et un sommet correspondant aux niveaux de l'étage. Les éléments multi-étages sont réservés aux ouvrages réellement continus et doivent rester compatibles avec les plans, nomenclatures et métrés attendus. |
| **Jonctions** | Créer une jonction seulement lorsque les éléments sont réellement en contact. Vérifier ensuite son effet sur les retraits de poutres, les intersections, les volumes de béton et les longueurs utilisées dans les métrés. |
| **Détail** | Modéliser uniquement les formes nécessaires aux plans, à la coordination, au calcul ou au métré. Les platines, boulons, armatures et détails de fabrication ne sont ajoutés que s'ils font partie des usages prévus de la maquette. |

# 2. Les poutres

La poutre est probablement l'élément où les pièges de modélisation Structure sont les plus nombreux, parce qu'elle dépend simultanément de ses supports, de son type de bibliothèque (béton ou acier), et du niveau auquel elle est rattachée. **Ce chapitre reprend uniquement les points spécifiques au comportement d'une poutre dans un modèle structure — pas la commande Poutre elle-même.**

Dans Revit, une poutre doit être modélisée selon son fonctionnement structurel et ses conditions réelles d'appui. Son niveau, sa ligne de positionnement, ses justifications et ses jonctions déterminent sa représentation, son comportement paramétrique et les longueurs utilisées dans les nomenclatures.

## 2.1 Condition préalable : des supports déjà modélisés

Revit a besoin de déterminer un point de départ et un point d'arrivée pour chaque poutre. Il faut donc que les éléments porteurs sur lesquels elle s'appuie (poteaux, murs, ou d'autres poutres) soient déjà présents et positionnés sur le quadrillage avant de tracer la poutre — c'est la conséquence directe du principe "modéliser dans l'ordre de construction" vu au ***Carnet 1 — Principes de modélisation***. Une poutre tracée avant ses appuis ne bénéficiera pas des accrochages automatiques et devra être recalée manuellement.

Les poutres en béton sont généralement affectées au sous-projet Ossature ; les poutres métalliques ou en bois au sous-projet Charpente.

Avant de placer une poutre, vérifier :

- la présence des appuis ;
- le quadrillage ;
- le niveau de référence ;
- la famille et le type ;
- le matériau structurel ;
- l'utilisation structurelle ;
- le sous-projet actif.

**La poutre doit être associée au même niveau structurel que le plancher qu'elle supporte, conformément à la convention du projet. Son positionnement vertical est ensuite réglé à l'aide des paramètres de justification et de décalage.**

## 2.2 Longueur, longueur de coupe, et retrait automatique

C'est le point technique central de la modélisation de poutre. Une poutre modélisée axe à axe génère deux longueurs distinctes : la **Longueur système** (portée théorique, entre axes) et la **Longueur de coupe** (longueur réelle, une fois le retrait automatique appliqué à chaque extrémité).

Revit calcule ce retrait à partir des dimensions du support, à condition que la famille de poteau porte un **Matériau pour le comportement du modèle** correctement défini. L'absence de ce réglage dans la famille de poteau est la cause la plus fréquente d'un retrait de poutre qui ne se déclenche pas — sans qu'aucun message d'erreur ne le signale.

Sur les poutres acier de bibliothèque native (Autodesk), un retrait supplémentaire de 0,0127 m (0,5 pouce) est appliqué par défaut à chaque extrémité, censé représenter l'épaisseur d'un assemblage. Ce retrait :

- est réglable directement dans les propriétés de la poutre ;
- peut être affiné avec l'outil ***Modifier la référence*** (outils de jonction), pour un joint plus précis ;
- peut être supprimé, auquel cas *Longueur* système et *Longueur de coupe* deviennent strictement égales — ce qui doit être interprété comme un signal d'alerte plutôt que comme une simplification, car cela signifie qu'aucun retrait physique n'est plus pris en compte dans le métré.

Lorsque ce retrait est attendu mais supprimé, la Longueur et la Longueur de coupe peuvent devenir identiques. **Cette égalité constitue alors un point de contrôle, et non la preuve automatique que la géométrie est correcte.**

Accrocher les extrémités de la ligne de positionnement :

- au centre du poteau ;
- à l'axe du mur porteur ;
- à la ligne de positionnement de la poutre principale ;
- ou à l'intersection des quadrillages correspondants.

Pour ajuster une poutre existante, utiliser les commandes d'alignement ou **Ajuster/Prolonger jusqu'à l'axe**. La poignée d'emplacement doit rester sur l'axe de l'appui, même lorsque l'extrémité physique de la poutre est en retrait.

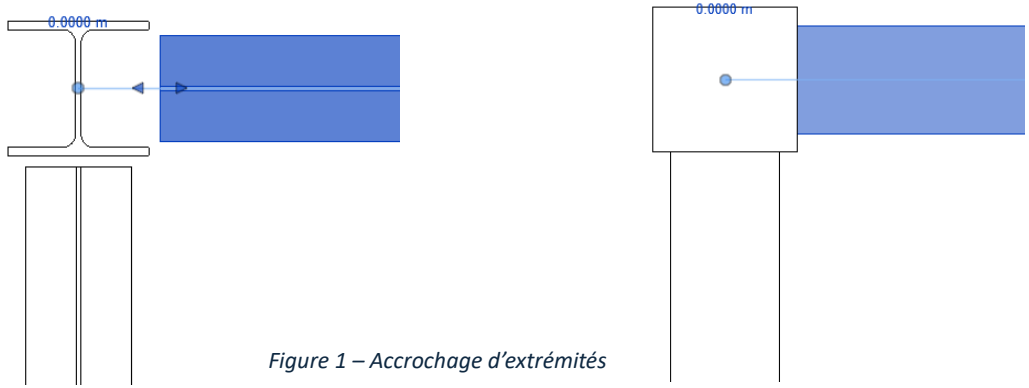



*Figure 1 – Accrochage d'extrémités*

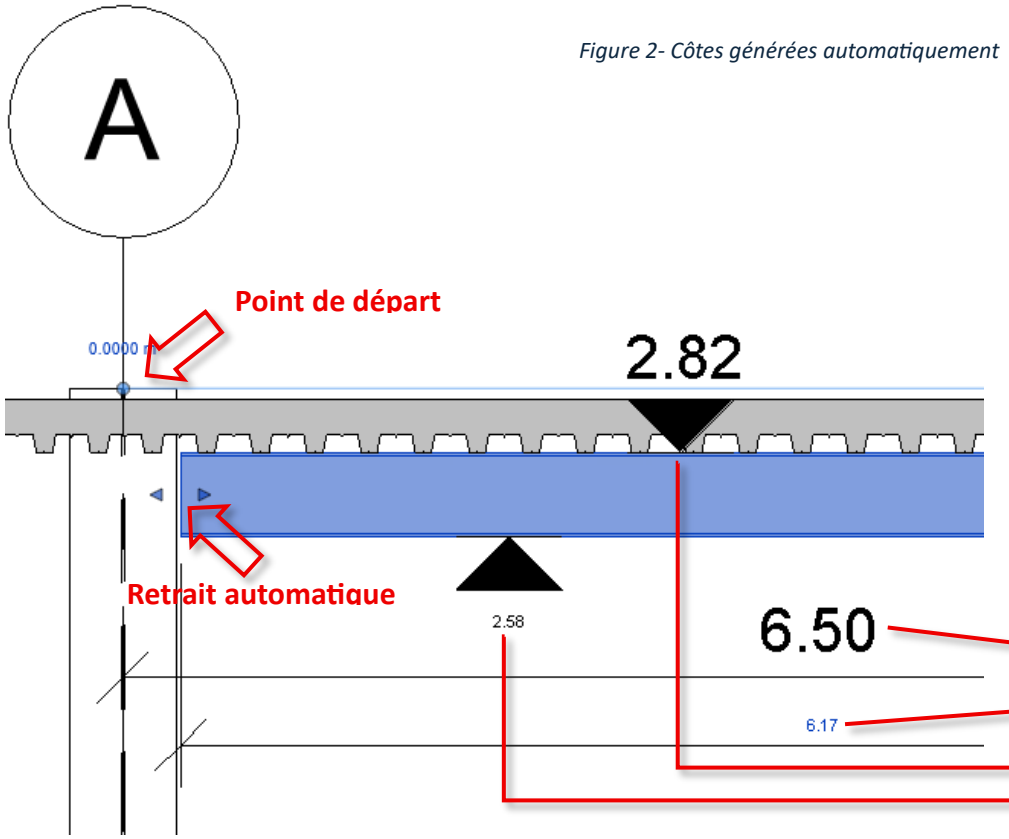



*Figure 2- Côtes générées automatiquement*

| | |
|---|---|
| Valeur de décalage Y | 0.0000 |
| Justification Z | Haut |
| Valeur de décalage Z | -0.1800 |
| **Matériaux et finitions** | |
| Matériau structurel | Acier structurel - S235 |
| **Structure** | |
| Emplacement du symbole filaire | Centre de la géométrie |
| Connexion de départ | Aucun(e) |
| Connexion d'arrivée | Aucun(e) |
| Utilisation structurelle | Longeron |
| Poids | 164.59 kg |
| Poids exact | 164.65 kg |
| Surface de peinture | 5.967 $m^2$ |
| Type d'attachement de début | Elévation d'arrivée |
| Type d'attachement de fin | Elévation d'arrivée |
| Valeur de la contre-flèche | |
| Nombre de montants | |
| **Cotes** | |
| Longueur système | 6.5000 |
| Longueur de coupe | 6.1746 |
| Volume | 0.021 $m^3$ |
| Elévation en haut | 2.8200 |
| Elévation à la base | 2.5830 |
| **Données d'identification** | |

**Exemple concret documenté par la communauté Revit :** un bureau d'études a comparé, sur un même bâtiment, les métrés obtenus avec le paramètre de retrait de jonction correctement renseigné et avec sa valeur laissée au défaut générique. L'écart mesuré atteignait jusqu'à **6 % du poids total de l'ossature acier** — largement suffisant pour fausser un bon de commande ou une estimation de charge. Le retrait est mesuré depuis la boîte englobante du support, pas depuis sa face réelle : si le poteau n'est pas parfaitement centré sur son axe, ou si sa famille a été copiée depuis un autre type de famille sans que le paramètre de comportement soit revérifié, le retrait calculé peut être silencieusement faux.

⚠ Erreur fréquente : ignorer une poutre dont Longueur = Longueur de coupe sur toute une nomenclature. Dans une bibliothèque correctement paramétrée, cette égalité est rare — elle indique presque toujours un retrait supprimé ou un support mal reconnu.

## 2.3 Béton vs acier : deux comportements, une seule méthode

| | **Poutres béton** | **Poutres acier** |
|---|---|---|
| Sous-projet | Ossature | Charpente |
| Retrait par défaut | Dépend du matériau de comportement du poteau | 0,0127 m, réglable |
| Étiquette | Paramètres partagés de type | Paramètres natifs |
| Outil de découpe | Couper la géométrie (plans de référence) | Grugeage (acier uniquement) |

Un point technique précis, documenté à plusieurs reprises sur les forums professionnels : l'outil ***grugeage*** (angl. Cope - découpe d'about pour assemblage boulonné ou soudé) ne fonctionne que si le matériau de comportement de la famille est réglé sur **Acier**, et seulement entre deux éléments structurels qui se croisent réellement. Sur une poutre béton, c'est l'outil ***Couper la géométrie*** (angl. Cut - via des plans de référence) qui doit être utilisé à la place — les deux outils ne sont pas interchangeables, malgré une finalité visuelle proche.

⚠ Erreur fréquente : dupliquer une famille de poutre précontrainte ou un type acier existant pour créer rapidement un nouveau type, sans revérifier le paramètre de comportement structurel hérité. Le nouveau type garde le comportement de son origine même si son usage réel a changé.

## 2.4 Comportement de découpe et de calage : le « grugeage »

Pour les poutres acier, l'outil ***Grugeage*** (utilisé après ***Modifier la référence***) permet de générer une découpe d'about adaptée à l'assemblage réel. Ce traitement est sensible à l'environnement de l'élément : une poutre peut occasionnellement s'enfoncer légèrement dans l'objet rencontré, ou au contraire s'arrêter avant d'atteindre le poteau adjacent. Ce comportement n'est pas aléatoire : il découle presque toujours d'une famille de poteau ou de poutre mal construite (voir 5.2), pas d'un défaut du modèle en lui-même. La correction se fait :

- soit par les poignées "flèches" d'ajustement du retrait ;
- soit par les valeurs de retrait dans la fenêtre de propriétés ;
- en veillant à ce que la poignée d'attache (petit cercle plein) reste positionnée sur l'axe du support — la déplacer hors de l'axe revient à recréer, localement, l'erreur "face à face" du ***Carnet 1 — Principes de modélisation.***

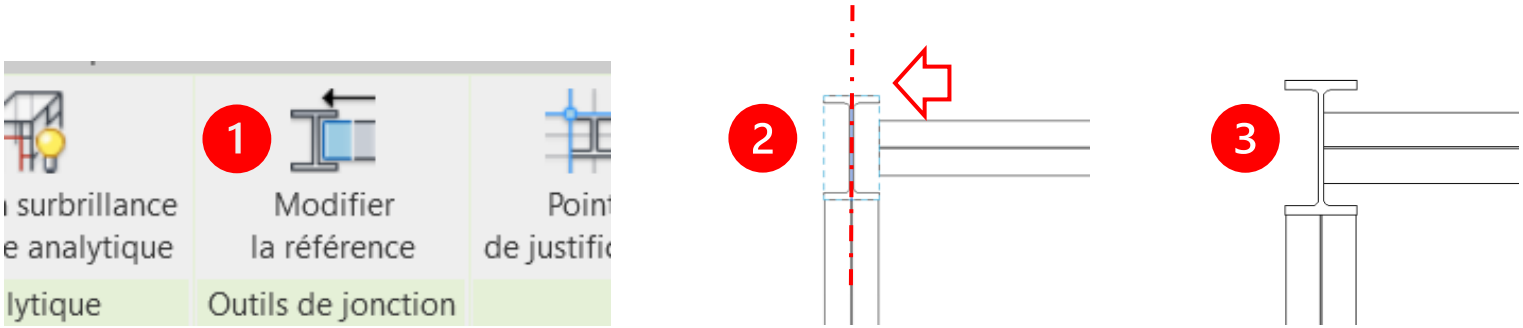



*Figure 3 - Modifier la référence*

Le retrait (*join cutback*) est mesuré depuis la boîte englobante du support, pas depuis sa face visible — un point souvent mal compris qui explique des comportements en apparence erratiques. Concrètement : si le poteau support est légèrement déplacé mais reste à l'intérieur de sa boîte englobante d'origine, la poignée de la poutre ne bouge pas ; si le poteau sort de cette boîte, la poignée se recale automatiquement au centre du nouveau poteau.

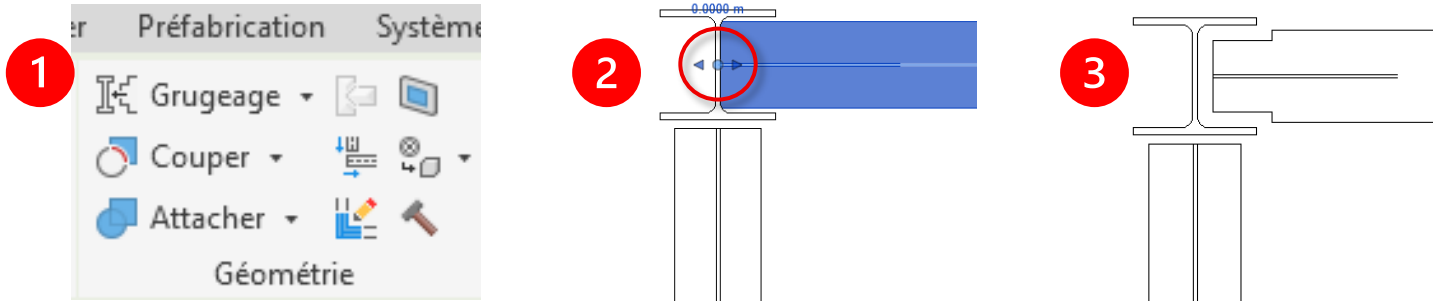



*Figure 4 - Grugeage*

## 2.5 Rattachement au niveau et positionnement vertical

Une poutre est contrainte par un niveau de référence ("niveau par défaut"). Deux règles de méthode évitent la plupart des erreurs de nomenclature liées à l'altimétrie :

- **la poutre doit être rattachée au même niveau que la dalle qu'elle supporte.** Un décalage de rattachement (poutre rattachée à un niveau différent de sa dalle) rend les nomenclatures de métré par niveau inexploitables, même si la géométrie affichée à l'écran paraît correcte.

- **pour un positionnement vertical horizontal, utiliser le paramètre de décalage global (Z) plutôt que les décalages de niveau de départ/d'arrivée séparés.** Régler ces deux décalages indépendamment est une source fréquente d'erreur d'horizontalité, difficile à repérer visuellement sur une vue en plan.

Ce décalage global dépend directement du réglage de **Justification Z** de la poutre (Origine, Haut, Centre, Bas), dans le même groupe de paramètres. Pour une ossature courante, la justification **Haut** doit rester le réglage par défaut : le dessus de la poutre s'aligne alors directement sur le niveau de référence (± décalage Z), ce qui correspond à la façon dont un chantier repère la structure — par le dessus (arase supérieure, ou TOS en charpente métallique), jamais par l'axe (*voir la Figure 2.*).

⚠ Erreur fréquente : laisser la Justification Z sur Origine. Ce réglage dépend du point d'insertion propre à chaque famille — pas nécessairement le même d'une bibliothèque à l'autre (voir 2.3, béton vs acier). Deux poutres en Justification Origine peuvent se caler différemment sans que rien ne le signale visuellement.

## 2.6 Vue de modélisation recommandée

Il est recommandé de modéliser les poutres sur des vues en plan structure dont la ***Direction de vue*** est orientée **vers le haut**, et non vers le bas comme une vue en plan standard. Ce réglage évite que la poutre soit masquée par les éléments situés au-dessus (dalles, équipements) pendant la modélisation, et correspond à la configuration des plans livrables de construction béton (voir gabarits de vue, ***Carnet 1 — Niveaux et quadrillages***). Concrètement, l'ossature portée par la dalle du niveau N+1 se modélise en général sur le plan de structure du niveau N, avec cette direction de vue inversée.

### 2.6.1 Tableau de configuration — types de vues en plan Structure

*Les valeurs de coupe horizontale et de plage de vue sont indicatives : elles dépendent de la hauteur réelle des niveaux du projet et doivent être ajustées au cas par cas (Propriétés de la vue > Plage de vue > Modifier).*

| Type de vue | Objectif | Sous-projet(s) prioritaire(s) | Niveau de détail | Coupe horizontale (Plan de coupe) | Plage de vue (View Range) | Éléments exclus / masqués |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Plan de coffrage (Plancher Haut) [Regard vers le haut] | Représenter la structure béton/acier du niveau supérieur **N+1** vue depuis le niveau **N** (poutres, voiles, dalles du haut). | Structure, Éléments porteurs | Moyen / Élevé | Vers le HAUT (Look Up)<br><br>Positionné à **N** + 1.20 m (ou **N** + 1.50 m) | • Haut : Niveau **N+1** (+ offset)<br>• Plan de coupe : **N** + 1.20 m<br>• Bas / Profondeur : Niveau **N** | Éléments au sol du niveau N, cloisons architecturales, portes/fenêtres, réseaux CVC/Plomberie. |

| Type de vue | Objectif | Sous-projet(s) prioritaire(s) | Niveau de détail | Coupe horizontale (Plan de coupe) | Plage de vue (View Range) | Éléments exclus / masqués |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Plan de coffrage (Plancher Bas / Dallage) [Regard vers le bas] | Représenter les éléments porteurs posés sur le plancher du niveau **N** ou les décaissés de dalles. | Structure, Éléments porteurs | Moyen | Vers le BAS (Look Down)<br><br>Positionné à **N** + 1.20 m | • Haut : **N** + 2.00 m<br>• Plan de coupe : **N** + 1.20 m<br>• Bas : Niveau **N**<br>• Profondeur : **N** - 0.50 m (ou niveau **N-1**) | Cloisons non porteuses, mobilier, équipements d'architecture. |
| Plan d'armatures / Ferraillage [Direction variable] | Détailler les aciers et treillis d'une dalle ou poutre spécifique au niveau **N** ou **N+1**. | Structure, Armatures / Treillis | Élevé (Fine) | Variable selon l'élément :<br>• Vers le haut pour la dalle **N+1**<br>• Vers le bas pour le radier / plancher **N** | Ajustée strictement au volume de l'élément (entre **N** et **N+1**) pour isoler le ferraillage. | Second œuvre, lots fluides, structures non concernées. |
| Plan de fondations / Infrastructure [Regard vers le bas] | Représenter les semelles, pieux, longrines et voiles sous le niveau le plus bas (**N** = Niveau fondation / Sous-sol). | Fondations, Infrastructure, Terrassement | Moyen | Vers le BAS (Look Down)<br><br>Positionné à **N** + 0.50 m | • Haut : **N** + 0.50 m<br>• Plan de coupe : **N** + 0.50 m<br>• Bas / Profondeur : Niveau **N-1** (ou bas des pieux / bon sol) | Éléments de superstructure (niveaux **N+1** et supérieurs), équipements hors infrastructure. |
| Vue 3D de synthèse structure | Contrôle géométrique et détection de clashs par niveau ou étage. | Tous sous-projets structure | Moyen / Élevé | N/A<br>(Boîte de coupe / Section Box) | Boîte de coupe ajustée entre le niveau **N** et le niveau **N+1**. | Sous-projets non structurels, lignes de détail non nécessaires. |

## 2.7 Poutres inclinées

Trois méthodes de modélisation coexistent pour une poutre en pente, chacune adaptée à une situation différente — le choix se fait selon le nombre de poutres concernées, la stabilité de l'angle dans le temps, et le fait de connaître ou non la hauteur définitive des poteaux support.

**Méthode 1 — Plan de référence incliné nommé.** Créer un plan de référence dédié en coupe, le nommer, puis l'activer dans la vue en plan avant de tracer la poutre : celle-ci se positionne alors automatiquement sur ce plan incliné. Cette méthode convient bien lorsque de nombreuses poutres partagent le même angle, appelé à rester fixe. Point de vigilance : si l'angle du plan est modifié après coup, les poutres qui y sont rattachées glissent latéralement — la correction consiste alors à repositionner manuellement, en plan, chaque extrémité de poutre au centre de son poteau support.

**Méthode 2 — Décalages de niveau indépendants.** Piloter chaque extrémité de la poutre par ses propres paramètres de décalage de niveau (départ et fin), calculés une fois pour obtenir la pente voulue, sans dépendre d'aucun plan de référence. Méthode totalement fiable — aucune modification ultérieure ne peut faire glisser la poutre puisqu'aucun plan n'intervient — mais plus chronophage, le décalage devant être calculé pour chaque poutre.

**Méthode 3 — Plan de référence approximatif et attachement par Distance.** Tracer un plan de référence aussi proche que possible de l'altitude réelle des poteaux déjà modélisés, dessiner les poutres sur ce plan, puis corriger deux paramètres d'instance de chaque poutre : remplacer le **Type d'attachement de début** et le **Type d'attachement de fin** — réglés par défaut sur **Élévation d'arrivée** — par **Distance**. Ce changement crée un lien paramétrique réel entre la poutre et le poteau référencé (Début/Fin de l'attachement au poteau de référence : Haut ou Bas). Si la hauteur du poteau change ensuite, la poutre suit précisément, sans intervention manuelle. Cette méthode est la plus adaptée lorsque la hauteur des poteaux est encore susceptible d'évoluer : c'est précisément sa force — la poutre suit automatiquement tout changement ultérieur, sans reprise manuelle.

| Méthode | Fiabilité dans le temps | Cas d'usage |
|---|---|---|
| 1. Plan de référence nommé | Glissement latéral si l'angle change après coup (correction manuelle) | Angle fixe, hauteur encore susceptible d'évoluer, nombreuses poutres identiques |
| 2. Décalages de niveau indépendants | Totale, aucune dépendance à un plan | Peu de poutres, fiabilité maximale exigée |
| 3. Attachement par Distance | Totale tant que le poteau reste la référence | Hauteur des poteaux encore susceptible d'évoluer |

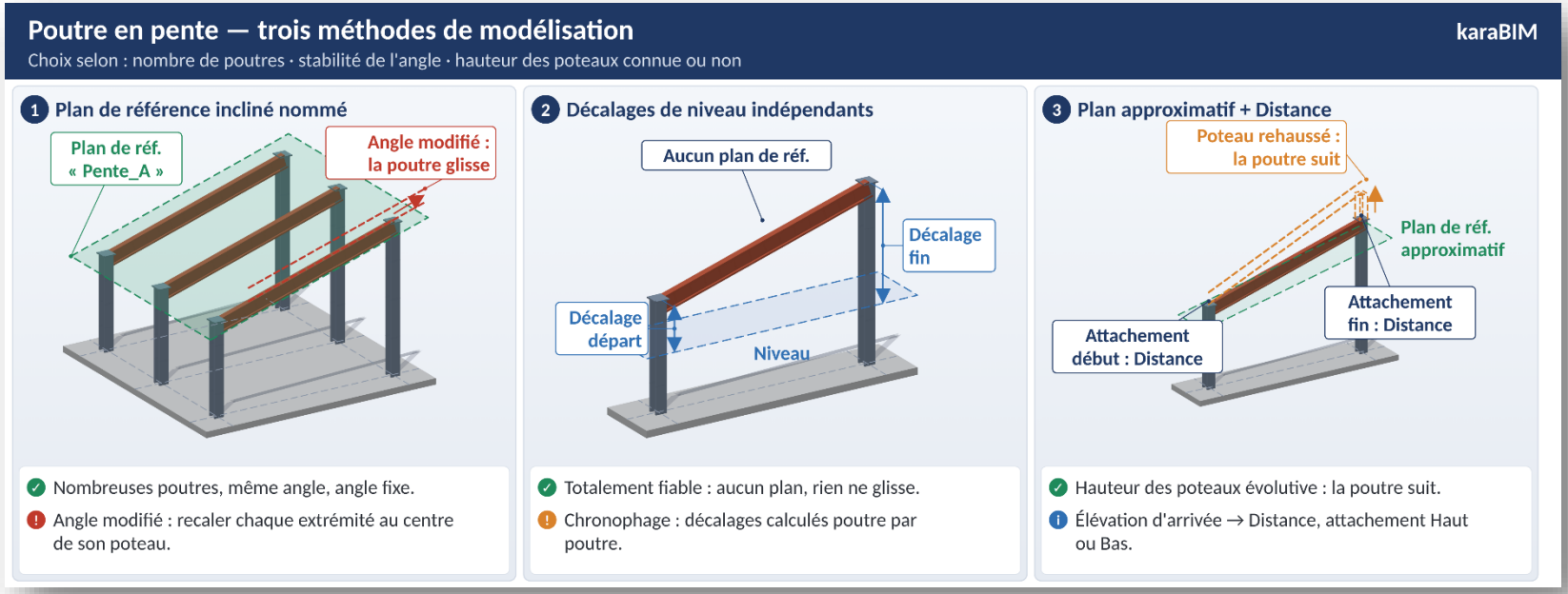



*Figure 5 - Méthodes de modélisation de poutre en pente*

*📌 À retenir : le choix de méthode dépend de la situation, pas d'une préférence de modélisation : plan nommé pour de nombreuses poutres à angle fixe, décalages indépendants pour une fiabilité maximale sur peu d'éléments, attachement par Distance dès que la hauteur des poteaux support est encore susceptible d'évoluer, pour que les poutres suivent automatiquement.*

*📌 À retenir du chapitre : presque toutes les erreurs de poutre viennent de la même source — un support mal préparé en amont. La commande Poutre elle-même est rarement en cause.*

# 3. Fermes et systèmes de poutres

## 3.1 Fermes (poutres à treillis)

L'outil ***Ferme*** place une poutre à treillis complète selon un profil de famille et les paramètres du type sélectionné. Sa logique de construction est spécifique et mérite d'être comprise avant toute modification en projet.

### 3.1.1 Anatomie d'une famille de ferme

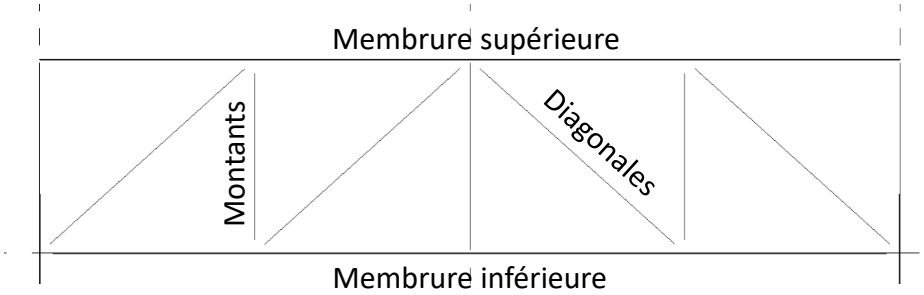
Une famille de ferme est construite à partir de lignes de référence définissant ses membres :

- les **membrures** (supérieure et inférieure) — les deux cordons porteurs principaux ;
- les **âmes** — montants (verticaux) et diagonales, dont les lignes d'axe sont positionnées le long des axes des membrures dans la famille.

Au sein d'une même famille, tous les types partagent la **même présentation de profil** (la géométrie triangulée reste identique) ; ce qui change d'un type à l'autre, ce sont les paramètres associés — notamment les familles d'ossature utilisées pour modéliser membrures, montants et diagonales.

Définir dans le type de ferme les familles d'ossature utilisées pour :

| Composant | Paramètre à contrôler |
|---|---|
| **Membrure supérieure** | Famille et type de poutre |
| **Membrure inférieure** | Famille et type de poutre |
| **Montants** | Famille et type d'ossature |
| **Diagonales** | Famille et type d'ossature |



**Une catégorie figée à vie.** Ferme et Ossature sont deux catégories Revit distinctes, au même titre que Poteaux ou Murs. Une famille créée depuis le gabarit Ferme a sa catégorie figée sur Ferme dès sa création — ce réglage, visible dans Catégorie et paramètres de la famille, n'est modifiable dans aucun sens après coup : ni conversion vers Ossature, ni l'inverse. Nuance à connaître : à l'intérieur même d'une famille de Ferme, chaque membre (membrure, diagonale, montant) est généralement construit à partir de profils Ossature utilisés comme composants internes — la Ferme contient de l'Ossature en son sein. Mais une fois l'objet placé dans le projet, c'est l'enveloppe globale, catégorisée Ferme, qui gouverne nomenclatures, filtres et contrôles de visibilité — pas ses composants internes. Ce choix de catégorie doit donc être fait en connaissance de cause dès le départ, pas corrigé après coup.

⚠ Erreur fréquente : modifier une ferme en déplaçant ou redimensionnant une membrure individuellement plutôt que par les paramètres de type. Cela casse le lien paramétrique de la famille.

**Une géométrie pensée pour le générique et le symétrique.** Le gabarit de famille Ferme est conçu pour des géométries génériques, le plus souvent symétriques. Sur une géométrie asymétrique, le système de contraintes internes devient fragile : des erreurs « Les contraintes ne sont pas satisfaites » apparaissent fréquemment dès qu'on étire la longueur, notamment au niveau des sommets de diagonales. Retour d'expérience partagé sur les forums professionnels : plutôt que d'insister sur le gabarit Ferme pour une géométrie non standard, il est souvent plus rapide et plus robuste de construire la ferme directement à partir d'éléments Ossature individuels — membrures et âmes modélisées comme des poutres, assemblées et groupées — ce qui sort de la catégorie Ferme, mais évite l'instabilité paramétrique.

**Métal ou bois : une distinction qui compte.** La catégorie Ferme convient bien à une charpente métallique, où un retrait d'about visible aux extrémités des membres reste acceptable — l'assemblage réel (platines, boulons) n'a pas besoin d'être représenté à ce niveau de détail. Pour une ferme bois apparente, où les abouts doivent être coupés ou embrevés proprement pour rester crédibles visuellement, la catégorie Ferme est souvent insuffisante : plusieurs bureaux modélisent alors leurs fermes bois avec des familles de membrures dédiées, profil d'about déjà découpé dans la famille, plutôt qu'avec l'outil Ferme natif.

⚠ Erreur fréquente : persister à forcer une géométrie de ferme complexe ou asymétrique dans le gabarit Ferme natif, au prix d'erreurs de contraintes répétées, plutôt que de basculer vers une modélisation par éléments Ossature dès que la géométrie s'écarte du cas générique symétrique.

### 3.1.2 Comportement en projet

Lorsqu'une ferme est placée entre deux supports, la famille entière est transformée automatiquement : la distance entre les deux plans de référence d'about est ajustée à la position réelle de la ferme dans le projet. **La longueur totale n'est donc jamais saisie manuellement** — elle résulte de la position des supports.

La construction d'une ferme suit toujours deux étapes distinctes :

1. dessin de la géométrie 2D de la ferme dans l'éditeur de famille (implantation des membrures et de la maille d'âmes) ;
2. adaptation de la famille en projet — longueur, hauteur, et définition des profils réels de membrures, diagonales et montants (souvent différents des profils par défaut de la famille).

Point mineur mais régulièrement signalé : contrairement à l'Ossature, l'étiquette d'une Ferme ne se recentre pas automatiquement et n'offre pas le même décalage par défaut — un réglage manuel reste souvent nécessaire.

### 3.1.3 Adaptation et attachement des fermes

La forme d'une ferme doit être pilotée par ses références principales. Les corrections locales des composants ne doivent intervenir qu'après stabilisation de cette géométrie.

Pour une ferme plane courante :

1. positionner les extrémités sur les axes des appuis ;
2. régler son niveau et son décalage ;
3. vérifier ses dimensions en élévation ;
4. contrôler les profils des membrures et des âmes ;
5. inspecter les intersections en vue 3D.

Lorsque la membrure doit suivre une toiture ou un plancher incliné, utiliser les fonctions d'attachement prévues pour la ferme. Contrôler ensuite les nœuds, car l'adaptation de la membrure ne garantit pas automatiquement la justesse de chaque assemblage.
**Les composants d'une ferme restent pilotés par l'ensemble tant qu'ils ne sont pas déverrouillés. Leur modification individuelle doit rester exceptionnelle : elle réduit la capacité de la ferme à s'adapter aux changements.**

**Dupliquer le type avant de modifier les profils. Une modification appliquée directement au type existant affecte toutes les fermes qui l'utilisent. Le matériau, les dimensions et la masse linéique sont portés par les familles d'ossature générées, et non uniquement par la famille de ferme.**

### 3.1.3.1 Grugeages et assemblages

La grugeage détaillée n'est nécessaire que lorsque la maquette doit représenter la géométrie de fabrication ou produire des quantités précises. En phase de conception, les retraits et jonctions automatiques des barres sont généralement suffisants. L'application d'une coupe paramétrique, d'un modificateur ou d'un assemblage acier transforme la géométrie courante de l'élément en forme de fabrication ; il convient donc de réserver cette opération aux barres dont la position et la section sont suffisamment stabilisées.

Toutefois, si une présentation plus réaliste de la ferme est demandée, la méthode suivante s'applique — et l'ordre dans lequel on la mène n'est pas indifférent.

**Nettoyer la jonction : Détacher, Retrait, Grugeage**

Dans une famille de ferme, les âmes (montants et diagonales) sont **épinglées** par défaut à leur position géométrique d'origine — un héritage direct du fait que la ferme reste, en tant qu'objet placé, pilotée par les deux plans de référence d'about (voir plus haut, *Anatomie d'une ferme*). Tant qu'un membre reste épinglé, ses extrémités ne peuvent pas être retravaillées individuellement.

La méthode qui fonctionne, dans l'ordre :

1. ***Détacher*** (Unpin) **le membre** dont la jonction doit être retouchée — geste préalable obligatoire, sans quoi les étapes suivantes n'ont aucune prise sur le membre.
2. ***Modifier la référence,*** pour préparer la jonction avant grugeage**.**
3. **Appliquer le *Grugeage***, exactement comme sur une jonction d'Ossature classique — la ferme n'a pas d'outil de découpe qui lui soit propre, c'est le même Grugeage que partout ailleurs dans la maquette.

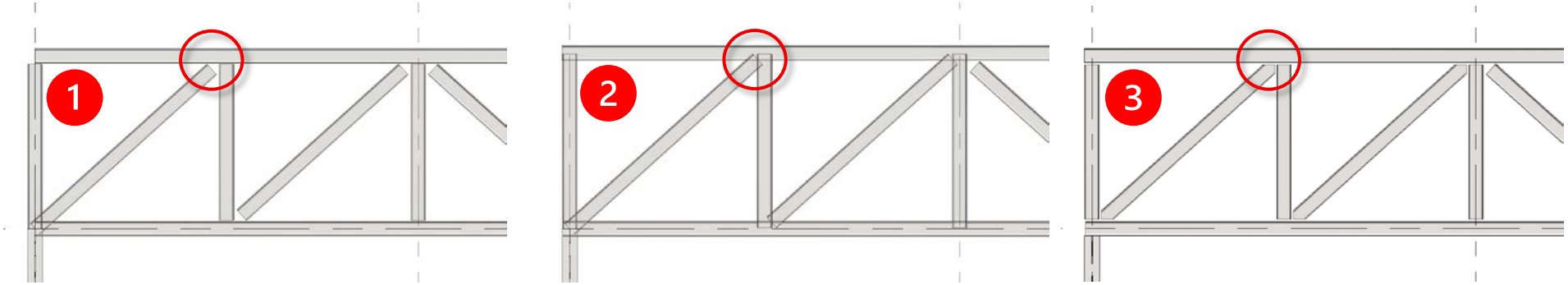



*Figure 6 - Grugeage de poutre à treillis*

⚠ Erreur fréquente — tenter d'appliquer directement le Grugeage sur un membre encore épinglé : l'outil reste inactif ou produit un résultat incohérent, sans message d'erreur explicite renvoyant à l'épinglage comme cause.

**Assemblages : au niveau du membre, pas de la ferme**

Revit ne propose aucun assemblage « spécial ferme ». Les assemblages acier standards (130 assemblages paramétriques natifs, répartis-en 8 groupes — platines d'about, goussets, connexions moment, etc.) s'appliquent sur les **jonctions entre membres individuels** à l'intérieur de la ferme — membrure/diagonale, membrure/montant — exactement comme sur n'importe quel croisement d'Ossature (toutefois, les nœuds avec 3 bars restent problématiques) . La Ferme, en tant que catégorie englobante, n'est jamais elle-même l'objet d'un assemblage.

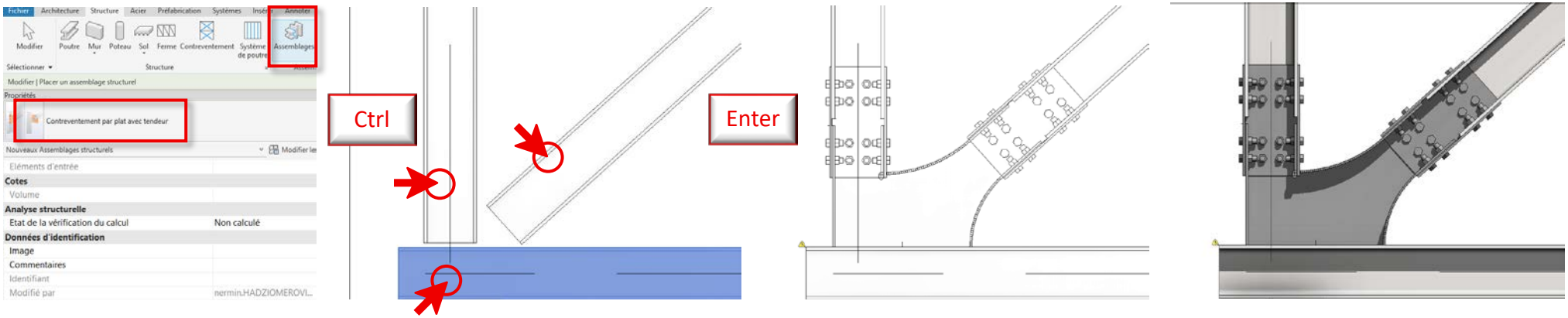



*Figure 7 -Ajout d'assemblage*

⚠ Erreur fréquente — vouloir assembler des membres à profil composé (cornières doublées, section reconstituée type double UPN). Les assemblages acier n'acceptent que des profils simples, en extrusion ou balayage pur : un profil composé est systématiquement refusé comme entrée d'assemblage, quelle que soit la jonction concernée. Dans ce cas, seul un modèle métier dédié (Tekla ou équivalent) permet de représenter l'assemblage réel.

**Ce que ça implique en amont**

Le choix du profil de membre — simple ou composé — décidé au moment de construire la famille de ferme, détermine donc bien plus tard si les assemblages natifs resteront utilisables ou si un passage par un modèle métier sera nécessaire. C'est une décision à anticiper, pas à découvrir en phase d'exécution.

### 3.1.4 Ferme native ou import Tekla/IFC ?

Pour une charpente métallique simple ou en phase de conception/coordination, l'outil ***Ferme*** natif suffit généralement. Pour une charpente complexe nécessitant un niveau de détail d'exécution (assemblages, boulonnerie), le flux de production passe souvent par un modèle métier dédié (Tekla ou équivalent), exporté en IFC et intégré comme lien dans la maquette Structure (voir ***Carnet 1 — Organisation de la maquette***) — l'outil ***Ferme*** n'est alors utilisé que pour les études préliminaires, pas pour la documentation d'exécution.

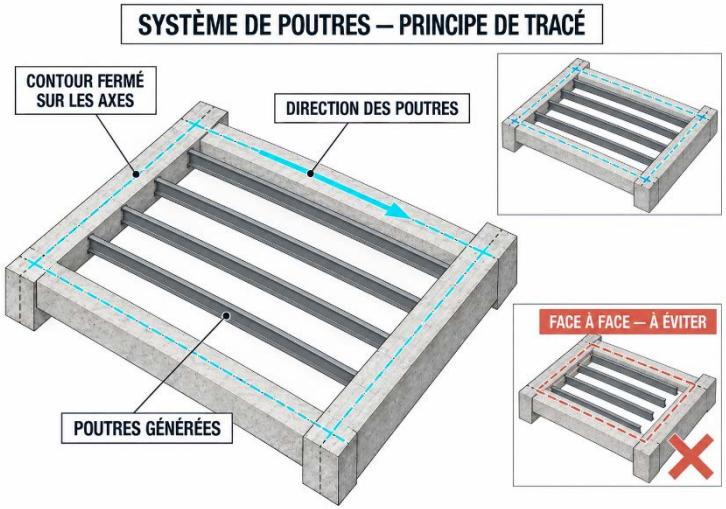
## 3.2 Système de poutres

Cet outil sert à générer rapidement un ensemble répétitif de poutres secondaires (solives) sur une trame, typiquement pour une ossature de toiture ou de plancher comportant de nombreuses poutres parallèles.

Contrairement à une série de poutres individuelles, l'ensemble généré par un système de poutres répond aux modifications de paramètres (espacement, direction, décalage) sans qu'il soit nécessaire de retoucher chaque poutre une à une, ni de rééditer une famille. C'est ce qui en fait l'outil de référence pour toute ossature secondaire répétitive.

### 3.2.1 Principe de tracé

La limite du système de poutres se dessine **axe à axe**, avec une *direction de poutre* indiquée explicitement — cette direction détermine l'orientation de toutes les poutres générées à l'intérieur du contour. Le respect de l'axe à axe est ici encore plus critique que pour une poutre isolée (***Carnet 2 — Poutres***) : une limite mal tracée (face à face) ne fausse pas une seule poutre, mais **toutes les poutres du système simultanément**. **Créer le système après les poutres principales et les murs porteurs qui définissent ses appuis.**




Deux méthodes sont possibles :

- **création automatique**, lorsque Revit peut identifier une zone fermée par des supports ;
- **création par esquisse**, lorsque la limite doit être définie ou maîtrisée précisément.

Pour une esquisse :

1. activer le niveau ou le plan de construction ;
2. dessiner ou sélectionner les limites sur les axes des appuis ;

3. fermer entièrement le contour ;
4. définir la direction des poutres ;
5. sélectionner leur famille et leur type ;
6. choisir la règle de disposition ;
7. contrôler le résultat en plan et en 3D.

Les poutres et murs porteurs peuvent être sélectionnés comme limites afin de conserver une relation avec les supports. ( Autodesk — Picking Supports as the Beam System Boundary )

---

⚠ Erreur fréquente : tracer la limite du système de poutres face à face plutôt qu'axe à axe. L'erreur se répercute immédiatement sur l'ensemble des poutres générées.

---

### 3.2.2 Trois modes de répartition

| Mode | Valeur imposée | Valeur ajustée automatiquement |
|---|---|---|
| **Espacement fixe** | L'espacement entre poutres | Le nombre de poutres, pour couvrir la portée |
| **Nombre fixe** | Le nombre de poutres | L'espacement, réparti uniformément |
| **Espacement maximum** | Un espacement plafond à ne pas dépasser | Nombre et espacement, ajustés ensemble pour rester uniformes |

Le choix du mode dépend de la contrainte réelle du projet, pas d'une préférence de modélisation : une contrainte de calcul (espacement maximal admissible entre solives pour un type de plancher) appelle logiquement l'***Espacement maximum*** ; une contrainte de calepinage architectural (un nombre de travées imposé) appelle le ***Nombre fixe***.

**Un ensemble épinglé, pas des poutres indépendantes.** Un système de poutres se comporte par défaut comme un groupe épinglé : sélectionner ou étiqueter une poutre à l'intérieur sélectionne ou étiquette le système entier, pas la poutre individuelle. Pour cibler une poutre précise, il faut désactiver la sélection des éléments épinglés avant de cliquer. Piège documenté à plusieurs reprises sur les forums Autodesk : dans une vue en plan dont la plage de vue est mal réglée — notamment quand la limite haute de la plage principale est à 0 — le système de poutres peut devenir invisible et impossible à sélectionner dans cette vue précise, sans aucun message expliquant pourquoi. Un contrôle en vue 3D reste le moyen le plus sûr de vérifier sa présence réelle.

**Le piège de la jonction lors d'une modification de limite.** Point technique précis, documenté sur les forums professionnels : dès qu'une poutre du système a été jointe structurellement à un autre élément (une poutre perpendiculaire, par exemple), cette jonction l'empêche de s'étirer si la limite du système est modifiée par la suite — elle reste bloquée à son ancienne longueur, même si les autres poutres du système s'ajustent correctement à la nouvelle limite ; seules les nouvelles poutres générées par la modification atteignent la nouvelle limite. Le contournement rapporté par les utilisateurs : basculer temporairement le mode de répartition en Nombre fixe avec la valeur 1, puis revenir au réglage d'origine — cela force Revit à régénérer l'ensemble des poutres, ce qui permet ensuite de désolidariser manuellement la poutre restée bloquée.

---

⚠ Erreur fréquente : modifier la limite d'un système de poutres sans vérifier ensuite, en 3D, que toutes les poutres — notamment celles déjà jointes à un autre élément — ont bien suivi la nouvelle géométrie.

---

**Dissocier le système une fois le calepinage validé.** Une fois satisfait de la répartition, l'outil qui supprime le système de poutres tout en laissant les poutres générées en place permet de dissoudre le système en éléments indépendants. Chaque poutre redevient alors pilotable individuellement — retrait, justification, décalage — selon les règles déjà vues pour une poutre isolée.

---

*📌 À retenir : le mode de répartition n'est pas cosmétique — il doit traduire la contrainte réelle (structurelle ou architecturale) du projet, pas être choisi par habitude.*

---

### 3.2.3 Systèmes inclinés et limites complexes

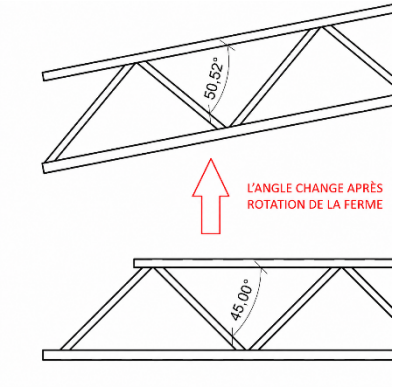
Un système de poutres peut être associé à un plan incliné, mais toutes ses poutres doivent rester cohérentes avec une même logique de portée.

Pour un système incliné :

1. créer et nommer le plan de référence dans une coupe ou une élévation ;
2. définir ce plan comme plan de construction ;
3. dessiner la limite dans une vue adaptée ;
4. définir la direction de portée ;
5. contrôler les niveaux et décalages des poutres générées.

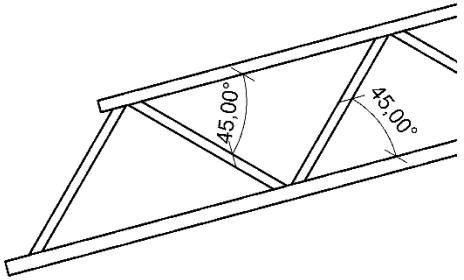
**Lors de la création d'un treillis structurel incliné dans Revit, les angles entre les membres de l'âme ne sont pas conservés.**

Pour appliquer la pente tout en conservant les angles entre les barres, procédez comme suit :




1. Sélectionnez tous les membres individuels du treillis structurel.
2. ***Détachez*** les éléments.
3. Faites pivoter les éléments selon l'angle d'inclinaison souhaité.

Même si elles ne sont pas épinglées, les barres conservent leur association avec la ferme. Par conséquent, une opération telle que le déplacement de la ferme déplacera tous les éléments. Ils peuvent également être épinglés à nouveau pour les restaurer dans leur position d'origine.




Diviser la surface en plusieurs systèmes lorsque :

- la direction de portée change ;
- les pentes sont différentes ;
- les types ou espacements varient ;
- les appuis ne sont pas continus ;
- la zone comporte de nombreuses interruptions.

Les trémies et chevêtres doivent être modélisés selon leur fonctionnement réel. La simple interruption graphique de quelques poutres ne constitue pas un dispositif structurel complet.

# 4. Murs porteurs

## 4.1 Principe de modélisation : de dalle à dalle, par contrainte de niveaux

Un mur porteur doit avoir sa **Contrainte de base** et sa **Contrainte de sommet** rattachées aux niveaux réels du projet (jamais "Non connecté" avec une hauteur saisie à la main) — c'est ce qui garantit qu'il suit automatiquement toute évolution d'altimétrie.

La géométrie d'arase à arase (arase supérieure de la dalle du dessous → arase inférieure de la dalle du dessus) s'obtient en complétant ces contraintes par des **décalages** précis :

- décalage de base = 0 (ou épaisseur utile) au niveau inférieur ;
- décalage de sommet = −épaisseur de la dalle au niveau supérieur.

⚠ Erreur fréquente : remplacer un réglage correct de décalage de sommet par la commande Attacher la géométrie sur la dalle. Cette commande reste réservée aux cas où la géométrie ne peut pas être atteinte par un simple décalage (dalle en pente).

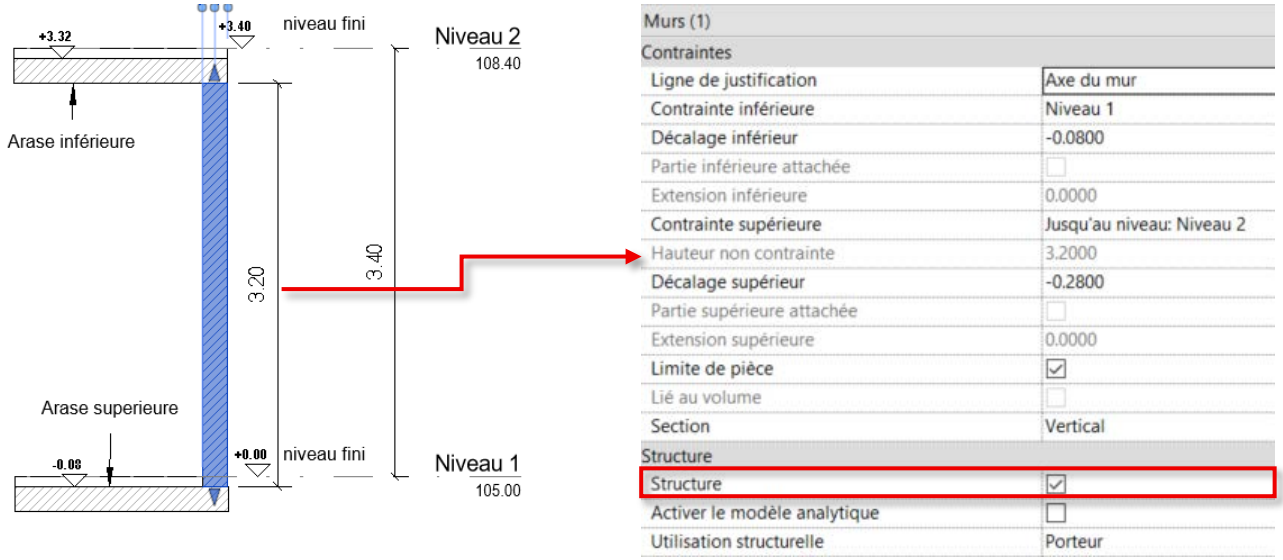



*Figure 8 - Rattachement de hauteur d'un mur porteur*

Le décalage inférieur et supérieur doit exprimer la réalité d'ouvrage, c'est le seul moyen d'avoir la hauteur calculée correcte et par conséquent les nomenclatures justes (évitez les décalages de 1.5m ou supérieurs).

À la même occasion, vérifiez que la case **Structure** est cochée et l'**Utilisation structurelle** appropriée.

*📌 À retenir : "contraint par niveau" et "d'arase à arase" sont deux exigences complémentaires, pas contradictoires — un mur bien modélisé est toujours contraint par deux niveaux, avec des décalages qui traduisent la géométrie réelle.*

## 4.2 Ligne de justification : axe porteur

Point technique souvent négligé mais déterminant : pour garantir un **export correct vers un logiciel de calcul de structure**, tous les murs de la maquette Structure doivent utiliser la **Ligne de justification : Axe porteur**.

Ce réglage est la transposition, pour les murs, du principe axe-à-axe déjà vu pour les poteaux et les poutres (***Carnet 1 — Principes de modélisation***) : un mur calculé doit être positionné et interprété par son axe porteur, pas par une face. Une ligne de justification incohérente (nu extérieur ou nu intérieur au lieu de l'axe) ne casse rien visuellement dans Revit, mais décale la géométrie interprétée par le logiciel de calcul — une erreur invisible tant qu'aucun export n'est tenté.

Choisir la ligne de justification avant le tracé :

| Ligne de justification | Usage |
|---|---|
| **Axe du noyau** | Implantation courante d'un voile sur son axe structurel |
| **Face extérieure du noyau** | Alignement sur une limite structurelle imposée |
| **Face intérieure du noyau** | Alignement intérieur ou continuité d'une cage |
| **Axe du mur** | Mur homogène dont l'axe du mur correspond à l'axe porteur |
| **Faces de finition** | À éviter pour un mur structurel |

Tracer les murs à partir des quadrillages, plans de référence ou axes validés. Utiliser **Aligner** et les contraintes uniquement lorsque la relation doit être conservée pendant les modifications.

Après le tracé, vérifier :

- l'orientation intérieur/extérieur ;
- la position du noyau ;
- l'alignement avec les poteaux et poutres ;
- la continuité verticale avec les murs des autres niveaux.

Le retournement d'un mur inverse ses faces sans déplacer sa ligne de justification. Il doit être contrôlé avant la création des ouvertures et des détails.

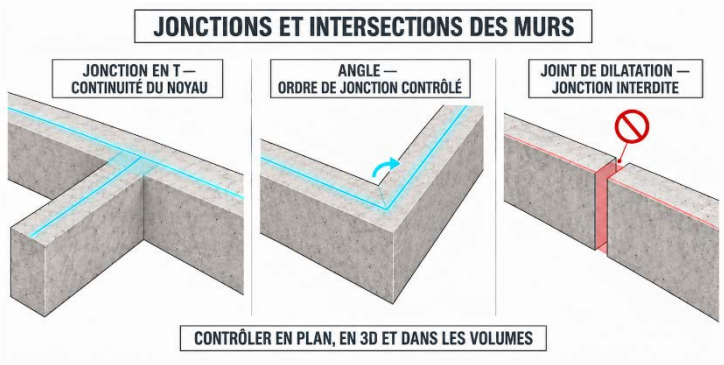
## 4.3 Jonctions et intersections

Les intersections entre murs doivent représenter la continuité réelle du matériau et du système porteur. L'apparence correcte en plan ne suffit pas : la géométrie 3D et les volumes doivent également être contrôlés.

Revit crée automatiquement des jonctions aux extrémités des murs. Ces jonctions peuvent être modifiées, interdites ou complétées par une jonction géométrique.

Pour chaque intersection en angle, en té ou en croix :

1. aligner les axes ou les faces structurelles ;
2. vérifier la continuité du noyau ;
3. contrôler l'ordre de jonction ;
4. inspecter le raccord en plan et en 3D ;
5. vérifier les volumes après jonction.




Utiliser **Interdire la jonction** lorsque l'extrémité doit rester indépendante, notamment :

- au droit d'un joint de dilatation ;
- entre deux phases ;
- lorsque les murs ne sont pas physiquement liés ;
- lorsque la jonction automatique produit une coupe incorrecte.

L'outil **Attacher la géométrie** peut être utilisé entre murs, dalles, poutres et fondations lorsque la continuité du matériau doit être représentée. L'ordre de jonction doit être vérifié, car il détermine quel élément coupe l'autre.

### 4.3.1 Jonctions mur-poteau : un piège très documenté

Un problème régulièrement remonté par les utilisateurs Revit structure : un mur et un poteau béton, aux mêmes altitudes, ne forment pas toujours une jonction propre. En creusant les retours d'expérience, la cause n'est cependant ni unique ni systématique — les témoignages se contredisent parfois d'un cas à l'autre. Plusieurs pistes de réglage reviennent, à tester dans l'ordre plutôt qu'à appliquer par principe :

- l'**usage structurel du mur** (Porteur / Non porteur / Cisaillement) : certains utilisateurs rapportent une amélioration en le réglant sur **Porteur**, d'autres au contraire en le basculant sur **Cisaillement** — le résultat semble dépendre de la configuration du projet, pas d'une règle unique ;

- le **motif de coupe** du matériau, qui doit être défini pour que la jonction s'affiche proprement même quand la géométrie 3D est déjà correcte ;
- la **contrainte de sommet** du mur, qui doit être rattachée à un niveau réel plutôt que laissée sur Non connecté (voir plus haut).

⚠ Erreur fréquente : appliquer un correctif trouvé en ligne sans le tester sur le cas réel : ce qui fonctionne pour une jonction mur/poteau ne fonctionne pas nécessairement pour une autre, même en apparence similaire. Un contrôle en coupe après chaque tentative reste indispensable.

## 4.4 Distinction murs extérieurs / intérieurs et cas particuliers

Les murs porteurs doivent être différenciés en murs extérieurs et intérieurs via la propriété de type **Fonction**. Pour les murs de cage, la répartition automatique des volumes entre mur et dalle ne correspond généralement pas à la réalité constructive — la solution consiste à arrêter ces murs en arase supérieure de dalle, plutôt que de les laisser traverser la dalle sur toute son épaisseur.

### 4.4.1 Cas particulier des murs extérieurs

Dans la maquette Structure, un mur extérieur doit représenter uniquement sa partie porteuse : voile en béton, maçonnerie porteuse ou panneau structurel. Les couches d'isolation, bardages, parements, doublages et murs-rideaux restent sous la responsabilité de la maquette Architecture.

Lors d'un ***Copier/Contrôler*** depuis l'Architecture, Revit permet précisément de remplacer un mur extérieur composé par un type limité à son noyau porteur et de l'aligner sur l'axe ou sur une face du porteur.

### 4.4.2 Ligne de justification

La référence doit être définie selon la convention du projet :

- **Axe porteur** lorsque le voile est implanté sur la trame structurelle ;
- **Nu porteur extérieur** lorsque la face extérieure du béton doit rester fixe pour coordonner le bord de dalle ou la façade ;
- **Nu porteur intérieur** lorsque la cote intérieure constitue la référence constructive.

Les options « Nu fini » ne doivent pas servir à implanter le mur structurel. La ligne de justification reste stable si le type ou l'épaisseur du mur change ; les faces du mur se déplacent autour de cette référence.

### 4.4.3 Rattachement vertical

**Pour une dalle horizontale d'épaisseur constante, le mur extérieur porteur suit la règle générale : contrainte supérieure au niveau suivant et décalage négatif jusqu'à la sous-face de la dalle.**

L'attachement supérieur est réservé aux sous-faces inclinées, aux dalles à épaisseur variable et aux murs devant réellement suivre une toiture ou une géométrie évolutive. La continuité verticale de l'isolation ou du parement est traitée dans la maquette Architecture et ne doit pas conduire à prolonger artificiellement le voile structurel.

### 4.4.4 Raccordement au bord de dalle

Le bord de la dalle doit être coordonné avec le **nu du porteur**, et non avec le nu fini de la façade. Une jonction géométrique entre la dalle et le mur n'est créée que si elle correspond réellement à leur interface constructive. Lorsqu'ils sont joints, le plancher coupe normalement le mur ; l'ordre de jonction et son effet sur les volumes doivent néanmoins être vérifiés.

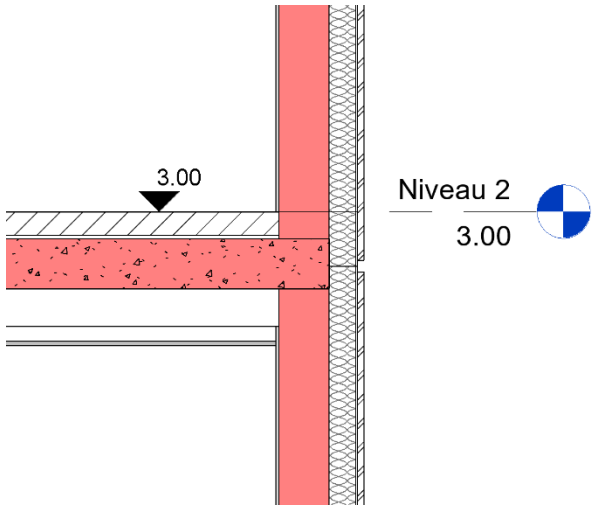



*Figure 9 -Façade : Rattachement vertical et raccordement au bord de dalle*

### 4.4.5 Éléments à traiter séparément

Les éléments suivants ne doivent pas être intégrés au mur porteur principal :

- acrotères et relevés, modélisés comme éléments distincts à partir du niveau de toiture ;
- consoles, inserts ou ossatures secondaires de façade, uniquement lorsqu'ils appartiennent au périmètre Structure ;
- réservations et ouvertures structurelles, coordonnées avec les baies de la maquette Architecture ;
- joints de dilatation, qui doivent interrompre réellement le mur et ses jonctions.

**Règle :** modéliser le noyau porteur par niveau, le positionner par son axe ou son nu porteur, et laisser la continuité de l'enveloppe extérieure à la maquette Architecture.

### 4.4.6 Scission d'un mur sur toute sa hauteur

⚠ Erreur fréquente : diviser un mur puis oublier de corriger le niveau de référence des tronçons issus de la scission.

# 5. Les poteaux

Les poteaux assurent la transmission des charges verticales entre les poutres, les planchers et les fondations. Leur position, leur orientation et leurs contraintes doivent correspondre à leur axe structurel et à leur hauteur physique réelle. Dans Revit, ils doivent être modélisés avec la catégorie **Poteaux porteurs**, distincte des poteaux architecturaux.

## 5.1 Poteau porteur vs poteau architectural

Seule la catégorie **Poteau structurel (porteur)** génère un modèle analytique et doit être utilisée pour tout élément de contreventement vertical. Un poteau architectural (catégorie Poteau, non porteur) ne participe à aucun calcul et ne doit jamais être utilisé pour un élément réellement porteur — même s'il est visuellement identique dans une vue.

## 5.2 Matériau pour le comportement du modèle

Rappel du **Chapitre 2 — Les Poutres** : c'est ce paramètre de type, renseigné sur la famille de poteau, qui déclenche le retrait automatique des poutres qui s'y appuient. Il doit être vérifié en priorité à chaque nouvelle famille de poteau intégrée au projet — son absence est la cause la plus fréquente d'un retrait de poutre qui ne se déclenche pas.

Un point précis, documenté à de nombreuses reprises sur les forums Autodesk : une famille de poteau copiée depuis un autre gabarit de famille conserve le comportement structurel d'origine tant que le paramètre n'est pas explicitement revérifié et corrigé.

---

⚠ Erreur fréquente : dupliquer une famille de poteau existante « qui marche » pour en créer une nouvelle, sans rouvrir l'éditeur de famille pour vérifier le paramètre de comportement structurel hérité.

---

## 5.3 Insertion axe à axe, rotation

Un poteau s'insère par défaut à l'intersection de deux axes de quadrillage, ce qui respecte nativement le principe axe-à-axe (**Carnet 1 — Principes de modélisation**). Deux points de vigilance :

- si le poteau n'est pas positionné exactement sur une intersection de quadrillage, son **décalage** doit être renseigné explicitement (valeur numérique), jamais ajusté "à l'œil" au pixel près ;

- l'**angle de rotation** du poteau doit correspondre à l'orientation réelle de l'ouvrage (trame oblique, poteau non aligné sur le quadrillage global) — un poteau mal orienté fausse silencieusement la lecture de ses faces dans les nomenclatures de type "Largeur/Hauteur".

## 5.4 Poteau par niveau ou poteau multi-étages : une décision d'ingénierie

Ce choix n'appartient pas au modeleur : il reflète une décision réelle de conception structurelle — où se trouvent les reprises de bétonnage (ou les éclisses, en charpente métallique) — qui revient à l'ingénieur structure, parfois en concertation avec l'architecte (continuité visuelle d'un poteau apparent sur plusieurs niveaux, par exemple). Le rôle du modeleur est de représenter fidèlement cette décision, pas de choisir par défaut ou par habitude logicielle.

**Ce qui doit guider le choix :**

- **Poteau par niveau** — pertinent quand une reprise de bétonnage (ou un assemblage/éclissage acier) existe réellement à chaque étage. C'est aussi la seule option directement compatible avec une nomenclature de métré ventilée par niveau.
- **Poteau multi-étages** — pertinent quand le poteau est réellement coulé, ou fabriqué, en une seule pièce continue sur plusieurs niveaux : un choix de conception fréquent pour des poteaux préfabriqués, ou pour des raisons de continuité structurelle ou esthétique décidées par l'ingénieur.

Modéliser par défaut en poteau par niveau, sans vérifier la réalité de conception, revient à représenter une reprise de bétonnage qui n'existe pas — une information fausse transmise aux entreprises, pas seulement un choix de confort BIM.

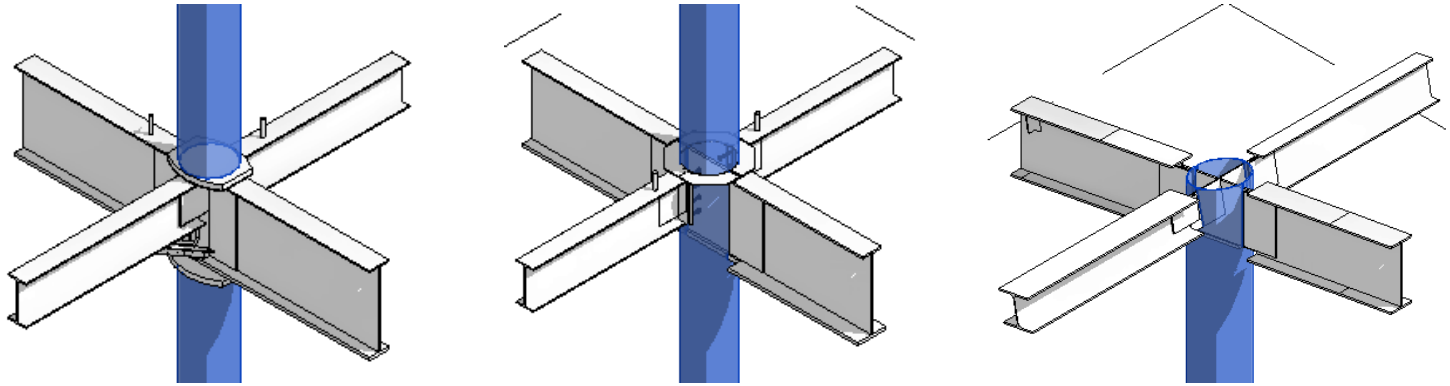


*Figure 10 - Exemple de différents assemblages par niveau **sur un poteau***

⚠ Erreur fréquente — modéliser systématiquement en poteau par niveau par habitude logicielle ou pour simplifier les nomenclatures, sans vérifier auprès de l'ingénieur structure où se trouvent réellement les reprises de bétonnage. Si le choix retenu est le poteau multi-étage, la ventilation du métré par niveau doit être traitée autrement — ce n'est pas une raison pour imposer un découpage qui ne correspond pas à la réalité de l'ouvrage.

## 5.5 Attache haut et bas

Contrairement au mur porteur (***Carnet 2 — Murs porteurs***, où l'attache à la dalle est déconseillée en usage courant), **l'attache est la méthode recommandée pour le poteau** : ***Attacher le sommet/la base*** à la poutre ou à la dalle qui le limite est un usage normal et attendu de la commande, qui ajuste automatiquement la hauteur du poteau à la sous-face réelle de son support, sans qu'il soit nécessaire de calculer un décalage manuel. La différence de comportement entre mur et poteau tient à la géométrie de l'élément : un poteau ponctuel n'a pas de risque de distorsion de métré surfacique lié à l'attache, contrairement à un mur linéaire.

## 5.6 Poteaux inclinés

Un poteau incliné doit être utilisé lorsque l'élément conserve une fonction de poteau tout en reliant deux points non superposés verticalement.

**Un élément diagonal appartenant à un système de contreventement doit généralement être modélisé comme une ossature avec usage de contreventement.**

Choisir le mode de définition adapté :

| Mode | Usage |
|---|---|
| **Piloté par les extrémités** | Les points inférieur et supérieur sont définis directement |
| **Piloté par l'angle** | La pente est imposée à partir d'un point de référence |
| **Poteau vertical** | Les extrémités restent alignées verticalement |

# 6. Les planchers

Les planchers structurels assurent la transmission des charges vers les poutres, murs et poteaux. Leur modélisation doit représenter la géométrie porteuse réelle : contour, épaisseur, altitude, direction de portée, pentes et ouvertures.

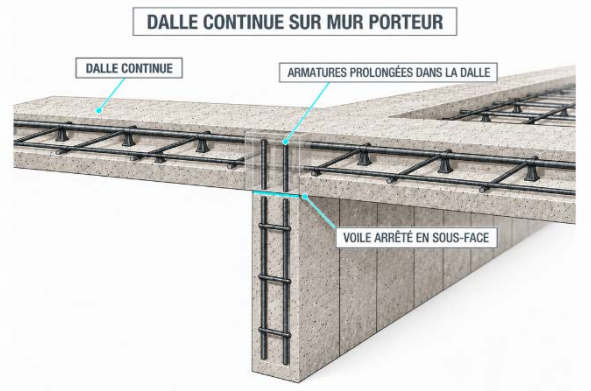
Dans Revit, ils sont modélisés avec la catégorie **Sols**, en activant leur fonction structurelle.

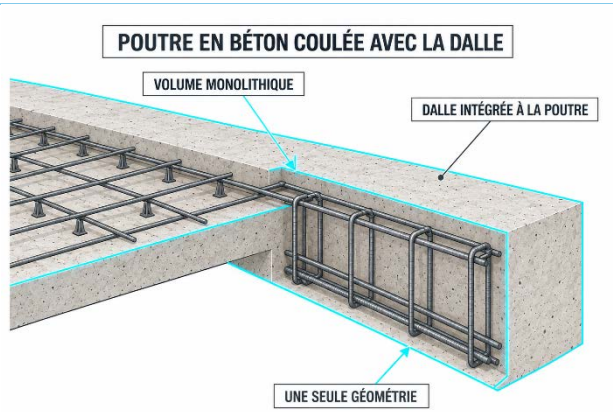
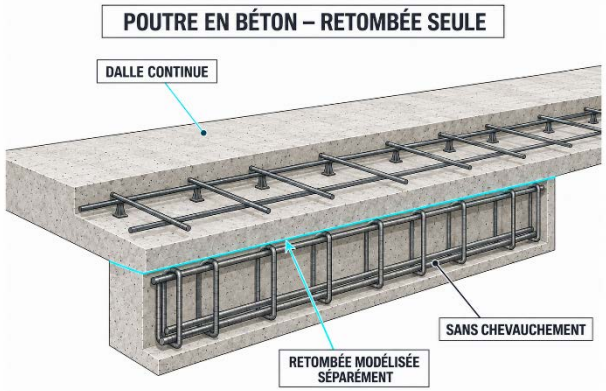
## 6.1 Sol porteur vs sol architectural

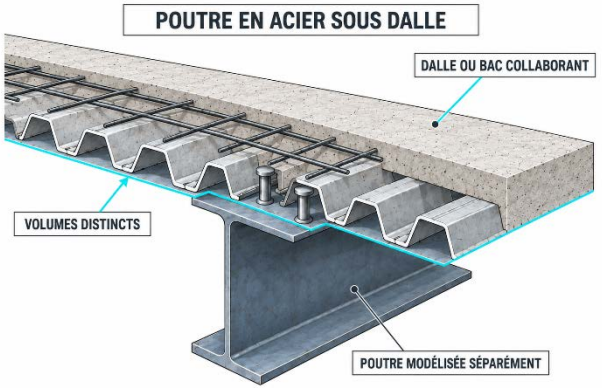
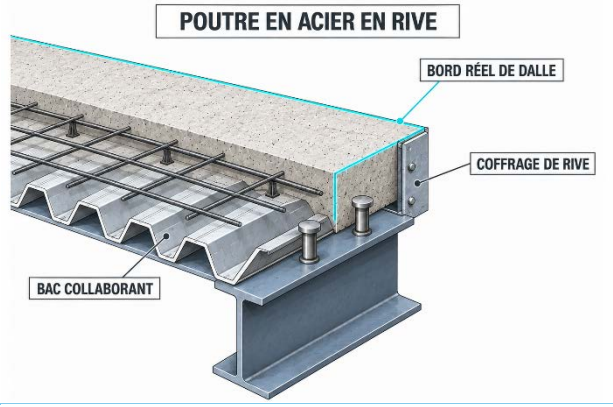
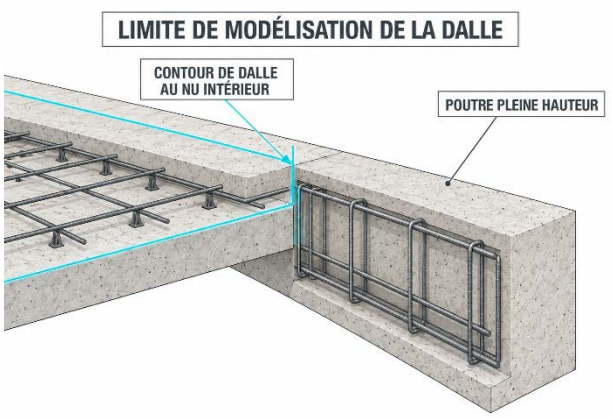
Même logique qu'au chapitre *5.1 Poteau porteur vs poteau architectural*: seule la catégorie **Sol structurel (porteur)** génère un modèle analytique et doit être utilisée pour toute dalle participant à la descente de charges. Un sol architectural (finitions, chape non structurelle) reste une catégorie séparée, même lorsqu'il est superposé à la dalle porteuse. La maquette Structure représente uniquement les couches participant au fonctionnement porteur du plancher. Les chapes, revêtements, isolants et faux planchers restent généralement dans la maquette Architecture.

## 6.2 Définition du contour de dalle au droit des appuis

Le contour d'une dalle représente son **bord physique réel**. Un mur ou une poutre ne constitue donc pas automatiquement une limite de dalle : celle-ci peut passer au-dessus du support, s'arrêter sur celui-ci ou reposer entre ses faces selon le mode constructif.

| Type d'appui | Modélisation de la dalle | |
|---|---|---|
| **Mur porteur intérieur** | Lorsque la dalle est continue, elle passe au-dessus du mur sans découpe de son contour. Si deux dalles distinctes se rencontrent sur le mur, leurs contours couvrent ensemble son arase selon la position réelle du joint constructif.<br><br>La composition est donc :<br>1. voile inférieur arrêté à la sous-face de la dalle ;<br>2. dalle continue dans toute son épaisseur ;<br>3. voile supérieur démarrant sur la face supérieure de la dalle ;<br>4. armatures verticales assurant la continuité entre les deux tronçons de voile. |  |

| | | |
|---|---|---|
| **Mur porteur périphérique** | La dalle s'étend jusqu'à son bord extérieur réel, généralement le nu extérieur du mur porteur. Le mur s'arrête à la sous-face de la dalle (*voir le Chapitre 4.4.4 : Raccordement au bord de dalle, **figure 8***) | |
| **Poutre en béton coulée avec la dalle** | La dalle reste continue au-dessus de la poutre. Elle ne doit pas être arrêtée aux faces de celle-ci. Si la poutre est modélisée avec sa hauteur totale, le recouvrement géométrique avec la dalle est traité par commande ***Attacher la géométrie*** (voir le chapitre suivant). |  |
| **Poutre en béton limitée à la retombée** | La poutre commence à la sous-face de la dalle et la dalle passe au-dessus sans chevauchement. Cette méthode doit rester compatible avec la section utilisée pour le calcul et le métré. |  |
| **Poutre ou plancher préfabriqué** | Le contour suit la longueur d'appui réelle : nu de la poutre, feuillure, corbeau ou largeur de repos. Le chaînage ou la dalle de compression est modélisé selon sa géométrie propre. | |

| | | |
|---|---|---|
| **Poutre en acier sous une dalle ou un bac collaborant** | La dalle ou le bac passe généralement au-dessus de la poutre. La sous-face du plancher est positionnée par rapport à l'aile supérieure, sans intersection artificielle entre le béton et l'acier. |  |
| **Poutre en acier en rive** | La dalle s'arrête à son bord constructif réel : axe de la poutre, bord d'aile, rive du bac ou débord défini par le détail. La face ou l'axe de la poutre ne constitue pas une règle automatique. |  |
| **Plancher posé entre des poutres** | La dalle ou les éléments préfabriqués s'arrêtent aux limites réelles d'appui entre les poutres. Dans ce cas seulement, un contour au nu des poutres peut être justifié. |  |

### 6.2.1 Jonctions et métrés

Pour une poutre en béton coulée avec la dalle, le chevauchement peut être volontaire. La commande ***Attacher la géométrie*** transforme alors les deux volumes en une géométrie cohérente. Dans Revit, les éléments structurels coupent normalement les éléments hôtes, tandis que les planchers coupent les murs.

L'ordre de jonction détermine à quel élément est attribué le volume commun. Il doit donc être défini selon la convention de métré du projet et contrôlé avec ***Basculer l'ordre des jonctions.***

Les éléments de matériaux différents, notamment une dalle en béton et une poutre en acier, ne doivent pas partager artificiellement le même volume. Leur position verticale doit supprimer l'intersection tout en conservant le contact constructif.

---

*📌 À retenir : l'axe gouverne les éléments linéaires et ponctuels (poteau, poutre, mur) ; le nu gouverne les éléments surfaciques (dalle). Les deux règles coexistent dans un même modèle et ne s'appliquent jamais au même type d'élément.*

---

## 6.3 Rattachement altimétrique : dalle brute vs dalle finie

Le niveau de référence d'une dalle porte en général l'altimétrie du **niveau fini** (sol terminé), alors que la dalle porteuse elle-même se situe en dessous, une fois déduite l'épaisseur des couches de finition. Le décalage entre la face supérieure de la dalle structurelle et le niveau de référence doit donc être renseigné explicitement, cohérent avec l'épaisseur de finition prévue par l'Architecture — faute de quoi l'altimétrie structurelle et l'altimétrie architecturale divergent silencieusement.

**La convention altimétrique doit être identique pour tous les planchers du projet.**

Définir clairement si le niveau correspond :

- à la face supérieure de la dalle porteuse ;
- au niveau fini architectural ;
- à une autre référence explicitement définie.

Dans une maquette Structure, la référence la plus lisible est généralement la **face supérieure de la dalle porteuse**. Lorsque les niveaux communs correspondent aux sols finis, appliquer un décalage contrôlé correspondant aux couches non structurelles.

*📌 À retenir : Lorsque les niveaux communs correspondent aux sols finis, la face supérieure des dalles structurelles est positionnée par un décalage négatif égal à l'épaisseur des couches non structurelles. Ce décalage est renseigné en masse et contrôlé par nomenclature. Sur les projets comportant plusieurs valeurs ou un grand nombre de dalles, son application est automatisée par Dynamo.*

## 6.4 Dalle en pente

La pente se définit par des points ou lignes de pente dans le sketch de la dalle, et non par un décalage global — un décalage uniforme ne produit qu'une translation verticale, pas une inclinaison. Une pente générale et régulière doit être modélisée avec une définition plane. Les outils de modification de forme sont réservés aux surfaces présentant plusieurs pentes ou des points d'altitude différents.

Les pentes architecturales réalisées uniquement dans les chapes ne doivent pas déformer la dalle structurelle.

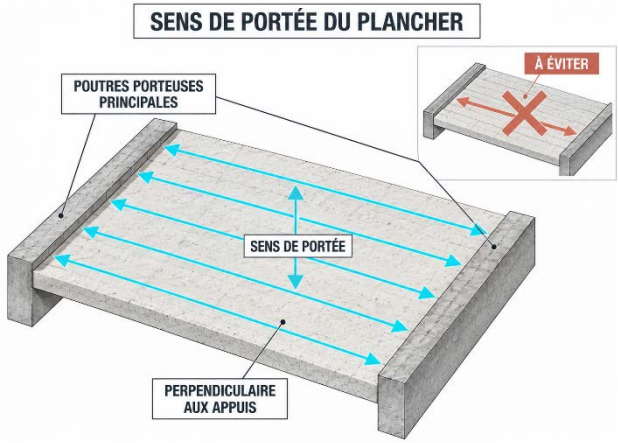
## 6.5 Sens de portée

Le paramètre *Sens de portée* (Span Direction) d'une dalle porte une information utilisée en aval pour le ferraillage et pour certains exports de calcul. Il doit être orienté selon la portée structurelle réelle (perpendiculaire aux poutres porteuses principales), pas selon une préférence graphique — un sens de portée incohérent avec la géométrie des appuis n'est pas détecté par Revit mais fausse l'interprétation en aval.

Dans l'esquisse, Revit identifie cette direction par un symbole spécifique associé à une ligne de contour ou à une ligne dédiée. Autodesk — Create structural floors in Revit

Pendant la création ou la modification du contour :

1. activer l'outil **Direction de portée** ;
2. sélectionner une ligne de contour ou dessiner une ligne de direction ;
3. orienter la portée conformément aux appuis ;
4. valider l'esquisse ;
5. contrôler le symbole obtenu dans le plan de structure.



La direction doit correspondre :

- au sens des nervures ;
- au sens du bac métallique ;
- au sens des poutrelles ;
- au sens principal de portée ;
- à la convention du modèle analytique.

Pour un plancher bidirectionnel, la direction renseignée reste une information de référence et de représentation. Elle ne remplace pas la définition du comportement analytique.

## 6.6 Modification de forme et épaisseur variable

La modification de forme permet d'ajouter des points et des lignes de division afin de créer des surfaces non planes. Elle doit être utilisée avec précaution, car elle rend la géométrie, les quantités et le modèle analytique plus complexes. Autodesk prévoit ces outils notamment pour définir des points hauts et bas sur un plancher initialement plat. Autodesk — Shape Editing for Floors and Roofs

Avant toute modification:

1. vérifier que la pente concerne réellement la structure ;
2. simplifier le contour du plancher ;
3. définir les altitudes de référence ;
4. ajouter uniquement les points et lignes nécessaires ;
5. contrôler les facettes créées ;
6. vérifier les sous-faces et l'épaisseur.

Lorsqu'une couche du type est définie comme variable, contrôler quelle partie de la composition absorbe la différence d'épaisseur.

Diviser le plancher en plusieurs objets lorsque la forme obtenue :

- ne correspond plus à une géométrie constructible ;
- génère trop de facettes ;
- associe plusieurs systèmes porteurs ;

- rend les quantités difficiles à vérifier ;
- compromet la lisibilité du modèle analytique.

**Les pentes multiples et les points singuliers peuvent être représentés sans créer une famille spécifique. Les volumes calculés tiennent compte de la géométrie déformée.**

# 7. Les fondations

Les fondations transmettent les charges de la structure au sol. Elles sont modélisées après stabilisation des poteaux, murs et systèmes porteurs dont elles dépendent. Leur géométrie doit représenter les dimensions, les altitudes et les excentrements définis par l'étude structurelle et géotechnique. Elle ne doit pas être ajustée directement sur la topographie ou sur une représentation approximative du terrain.

## 7.1 Catégories et outils associés

Chaque type d'ouvrage de fondation correspond à un outil Revit dédié, et ce choix conditionne directement l'interprétation du modèle analytique — pas seulement l'apparence graphique :

| Ouvrage | Outil Revit | Catégorie analytique générée |
|---|---|---|
| **Semelle isolée** | Fondation isolée | Appui ponctuel |
| **Semelle filante** | Fondation linéaire (semelle filante) | Appui linéaire |
| **Longrine** | Poutre (au niveau fondation) | Élément linéaire porteur |
| **Radier plat** | Fondation (radier) | Appui surfacique |
| **Radier en pente** | Sol | **Dalle**, pas un appui |
| **Massif sous poteau** | Fondation isolée ou famille dédiée | Appui ponctuel |
| **Tête de pieux** | Fondation isolée ou dalle de fondation | Appui ponctuel |
| **Pieu** | Poteau structurel (orienté verticalement) ou famille dédiée | Appui ponctuel profond |
| **Mur de soutènement** | Mur porteur | Élément linéaire porteur |
| **Béton de propreté** | Sol ou famille distincte selon le niveau de détail | |

**Les objets en place et les modèles génériques doivent rester exceptionnels.** Une famille dédiée de catégorie **Fondations** conserve de meilleurs comportements de visibilité, d'étiquetage et de quantification.

## 7.2 Niveaux et références altimétriques

Les fondations doivent être associées à des niveaux structurels. Leur altitude résulte des données du projet et de l'étude géotechnique, et non de la surface graphique du terrain.

Les références principales sont généralement :

- niveau supérieur de la fondation ;
- niveau inférieur ou niveau d'assise ;
- niveau de recépage des pieux ;
- niveau supérieur du béton de propreté ;
- niveau du dallage ou du radier.

Créer uniquement les niveaux nécessaires à la modélisation et à la documentation. Des plans de référence peuvent compléter les niveaux pour des altitudes locales qui ne justifient pas la création d'un étage.

Pour chaque fondation, vérifier :

- le niveau associé ;
- le décalage ;
- la position du plan de référence de la famille ;
- l'altitude de la face supérieure ;
- l'altitude de la sous-face ;
- la relation avec l'élément porté.

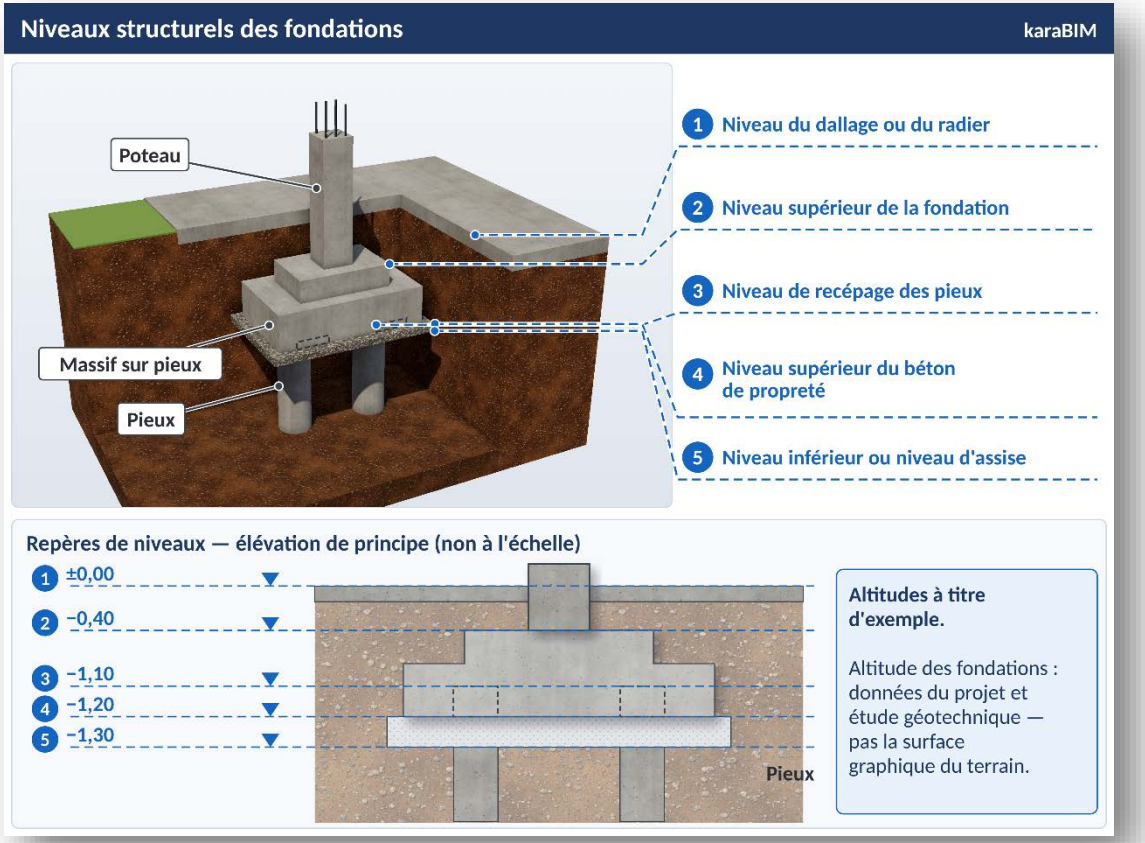



*Figure 11 - Niveaux structurels des fondations*

L'origine d'une famille de fondation doit être connue. Selon sa construction, le plan de référence peut correspondre à la face supérieure, à la face inférieure ou à un axe intermédiaire. La topographie et les données géotechniques servent au contrôle. Elles ne doivent pas piloter directement les altitudes des fondations.

## 7.3 Semelles isolées

Une semelle isolée reprend généralement les charges d'un poteau ou d'un appui ponctuel.

L'outil ***Fondation isolée*** s'accroche automatiquement au poteau lorsque celui-ci est déjà modélisé. C'est une exception du principe "modéliser dans l'ordre de construction" (***Carnet 1 — Principes de modélisation***) : la semelle doit toujours être posée après le poteau, jamais avant.

Pour une semelle excentrée :

- positionner la fondation à sa position physique réelle ;
- conserver l'axe réel du poteau ;
- coter l'excentrement ;
- modéliser la longrine de redressement lorsqu'elle est prévue.

Un point documenté à plusieurs reprises par les utilisateurs : l'accrochage automatique d'une semelle à son poteau doit être vérifié après tout déplacement de poteau, en particulier après un déplacement par ***Aligner***. Plusieurs retours d'expérience signalent des cas où la semelle ne suit pas le poteau déplacé malgré un accrochage initial correct.

---

⚠ Erreur fréquente : faire confiance à l'accrochage automatique sans contrôle après un repositionnement de poteaux en masse. Une semelle qui ne suit pas produit une fondation documentée au mauvais endroit.

---

## 7.4 Semelles filantes

Une fondation de mur est un élément hébergé par un mur porteur. Elle suit son tracé et sa base.

Une semelle filante se trace sous un mur porteur déjà modélisé, sur son **axe porteur** — cohérent avec la ligne de justification définie au Carnet 2 — Murs porteurs. Une semelle décalée par rapport à l'axe porteur du mur introduit la même désynchronisation potentielle avec un export calcul qu'une ligne de justification de mur incohérente.

Revit distingue notamment les fondations de mur porteuses et les fondations de murs de soutènement. Ces dernières peuvent comporter un talon et un patin de dimensions différentes. Autodesk — Wall Foundation Properties

Avant la création, vérifier :

- le mur hôte ;
- son niveau inférieur ;
- sa ligne de justification ;
- le type de fondation ;
- la largeur ;
- l'épaisseur ;
- l'excentrement ;
- l'orientation du talon et du patin.

Pour une semelle filante courante :

1. stabiliser le mur porteur ;
2. sélectionner l'outil **Fondation de mur** ;
3. choisir le type ;
4. sélectionner le mur hôte ;
5. contrôler le résultat en plan et en coupe ;
6. vérifier les extrémités et intersections.

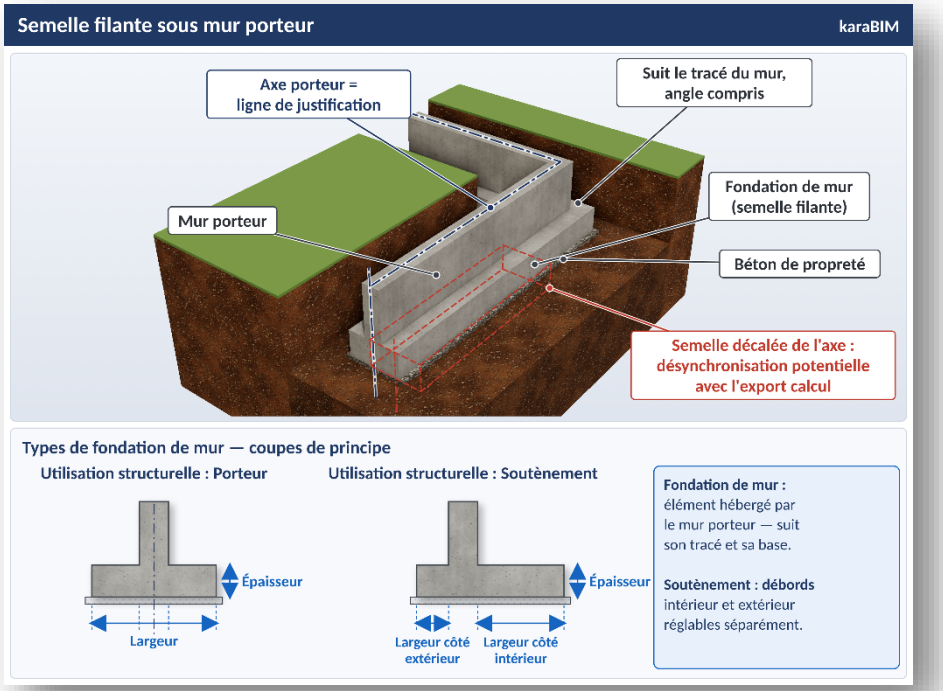



*Figure 12 - Semelle filante*

Pour un mur de soutènement, l'orientation du mur hôte détermine le côté intérieur et extérieur. Elle doit être contrôlée avant le placement de la fondation. Si la semelle ne suit qu'une partie du mur ou possède une géométrie très différente, une dalle de fondation ou une famille dédiée peut être plus appropriée.

## 7.5 Longrines

Une longrine (poutre de redressement ou de liaison entre semelles isolées) se modélise avec l'outil ***Poutre***, au niveau fondation — elle suit donc exactement les mêmes règles que les poutres de superstructure (***2.2 Longueur, longueur de coupe, et retrait automatique***) : tracé axe à axe entre semelles, retrait automatique dépendant du matériau de comportement des semelles support, rattachement au niveau fondation.

Les formes particulières doivent être créées avec une famille paramétrique lorsque plusieurs occurrences ou variantes sont prévues. Les composants en place doivent rester limités aux géométries uniques qui ne peuvent pas être représentées autrement.

## 7.6 Radier : Fondation ou Sol, un choix qui n'est pas cosmétique

Rappel critique du ***Carnet 1 — Principes de modélisation***, reformulé ici avec sa conséquence directe : un radier **plat** peut être modélisé avec l'outil ***Fondation***, qui l'interprète en modèle analytique comme un **appui surfacique rigide**. Un radier **en pente** doit être modélisé avec l'outil ***Sol*** (le seul à gérer les formes inclinées) — mais celui-ci est alors interprété comme une **dalle** dans le modèle analytique, pas comme un appui.

Créer plusieurs radiers lorsque changent :

- l'altitude ;
- l'épaisseur ;
- le matériau ;
- la phase ;
- le comportement structurel ;
- la géométrie générale.

Pour les fosses et différences de niveau, privilégier plusieurs dalles de fondation reliées par des voiles ou des éléments adaptés. La modification de forme doit rester réservée aux surfaces réellement non planes.

Les surépaisseurs, chapiteaux et massifs intégrés peuvent être modélisés par :

- une dalle de fondation distincte ;
- une fondation isolée ;
- une famille structurelle dédiée.

---

📌 À retenir : un radier plat est interprété comme un appui surfacique rigide ; un radier en pente, modélisé avec l'outil Sol, est interprété comme une dalle, pas comme un appui.

---

## 7.7 Pieux et fondations profondes

Un pieu se modélise verticalement, le plus souvent via la catégorie ***Poteau structurel*** (orientation verticale) ou une famille dédiée selon la bibliothèque du bureau. Sa profondeur réelle, portée par la hauteur de l'élément, n'est généralement pas visible sur un plan de fondation standard : une vue en coupe ou une vue 3D dédiée est nécessaire pour contrôler visuellement l'ancrage de chaque pieu, la vue en plan ne suffisant pas.

La tête de pieux et les longrines constituent des objets distincts.

Une famille de pieu doit comporter les paramètres nécessaires :

- diamètre ou dimensions de section ;
- longueur ;
- matériau ;
- niveau de tête ;
- niveau de pointe ;
- inclinaison éventuelle ;
- identifiant ;
- groupe ou massif associé.

**Le plan de référence de la famille doit correspondre à une altitude clairement définie, généralement le niveau de recépage ou la tête du pieu.**

Pour un groupe de pieux :

1. positionner le massif ou la tête de pieux ;
2. implanter les pieux par rapport à ses axes ;
3. contrôler les entraxes ;
4. vérifier les débords ;
5. renseigner les identifiants ;
6. contrôler les longueurs et niveaux de pointe.

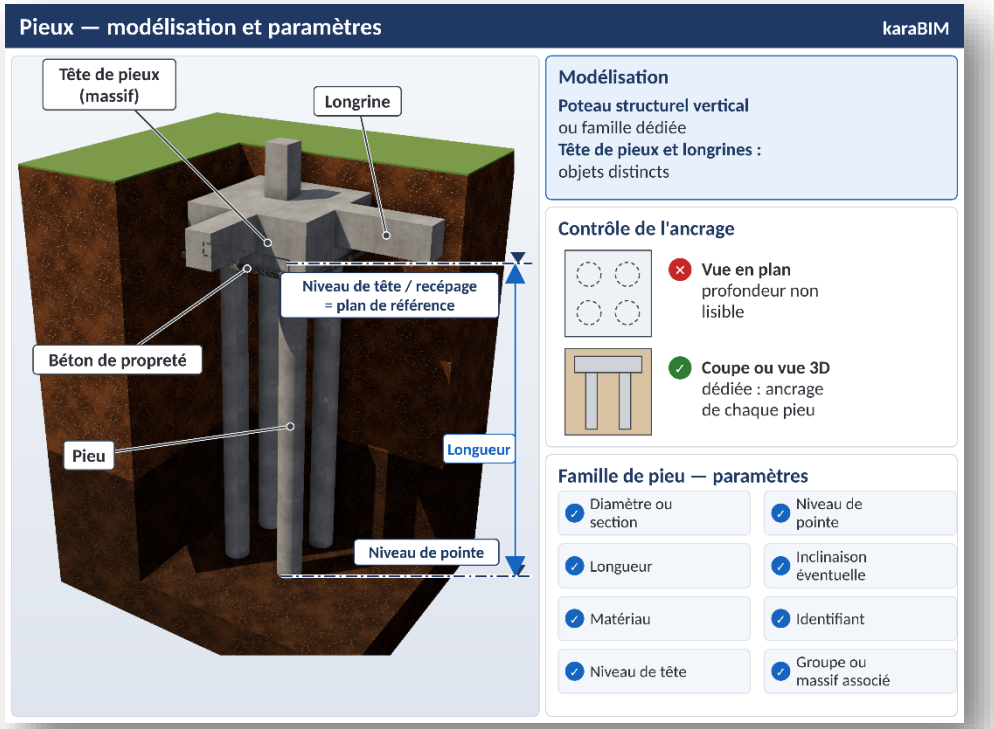



*Figure 13 - Modélisation de pieux*

Les réseaux ou groupes peuvent accélérer la création, mais chaque pieu doit rester quantifiable. Les pieux de longueurs différentes ne doivent pas être regroupés sous un type ou une valeur commune incorrecte.

## 7.8 Murs de soutènement

Un mur de soutènement se modélise avec l'outil ***Mur porteur*** (mêmes règles qu'au Carnet 2 — Murs porteurs : contrainte de niveaux + décalages), à une différence près : sa contrainte de sommet ou de base se rattache souvent à un niveau représentant le terrain naturel plutôt qu'à une dalle — ce niveau doit exister explicitement dans la structure de niveaux du projet (***Carnet 1 — Organisation de la maquette***), pas être approximé par un décalage arbitraire depuis le niveau fondation.

## 7.9 Jonctions et interfaces

Les fondations doivent être raccordées aux éléments porteurs et entre elles selon leur continuité constructive. Le simple chevauchement des volumes n'assure ni une géométrie correcte ni un métré fiable.

Contrôler les interfaces entre :

- poteau et semelle ;
- mur et semelle filante ;
- poteau et radier ;
- voile et radier ;
- pieu et massif ;
- longrine et semelle ;
- béton structurel et béton de propreté.

Utiliser ***Attacher la géométrie*** lorsque les éléments sont réellement continus. Vérifier ensuite l'ordre de jonction, car il détermine l'élément qui coupe l'autre.

Dans une structure en béton, contrôler :

- la disparition des lignes de séparation inutiles ;
- l'absence de doubles volumes ;
- les limites de coulage définies pour le projet ;
- les volumes après jonction.

Les joints de dilatation et reprises structurelles doivent rester visibles et ne pas être supprimés par une jonction automatique.

# 8. Ouvertures et réservations

Les ouvertures affectent directement la continuité des éléments porteurs. Leur création doit résulter d'un processus formalisé associant la discipline demandeuse, le concepteur Structure et le BIM Management.

Une demande de réservation ne doit pas découper automatiquement la structure. La découpe définitive est créée dans la maquette Structure uniquement après validation.

## 8.1 Ouverture, sa nature et son dimensionnement

### 8.1.1 Trémie vs réservation : une distinction d'échelle et d'outil

Deux notions à ne pas confondre, parce qu'elles n'appellent ni le même outil ni le même traitement structurel :

- une **trémie** est une ouverture d'ampleur (cage d'escalier, gaine d'ascenseur), souvent traversante sur plusieurs niveaux ;
- une **réservation** est une ouverture ponctuelle, généralement demandée par une autre discipline (passage de gaine, canalisation) pour traverser un élément porteur.

Outils associés :

| Besoin | Outil |
|---|---|
| **Trémie traversant plusieurs niveaux** | Ouverture verticale (par volume, sur plusieurs niveaux à la fois) |
| **Ouverture ponctuelle dans une dalle** | Ouverture par sol (modifie le contour de la dalle) |
| **Réservation dans un mur ou une poutre** | Famille d'ouverture hébergée, dédiée à la catégorie porteuse concernée |

### 8.1.2 Volumes : Ouverture, réservation et élément traversant

Trois volumes doivent être distingués :

| Volume | Fonction |
|---|---|
| **Élément traversant** | Gaine, canalisation, chemin de câbles ou équipement nécessitant un passage |
| **Réservation** | Volume nécessaire au passage, incluant les jeux de pose |
| **Ouverture** | Découpe effectivement réalisée dans l'élément structurel |

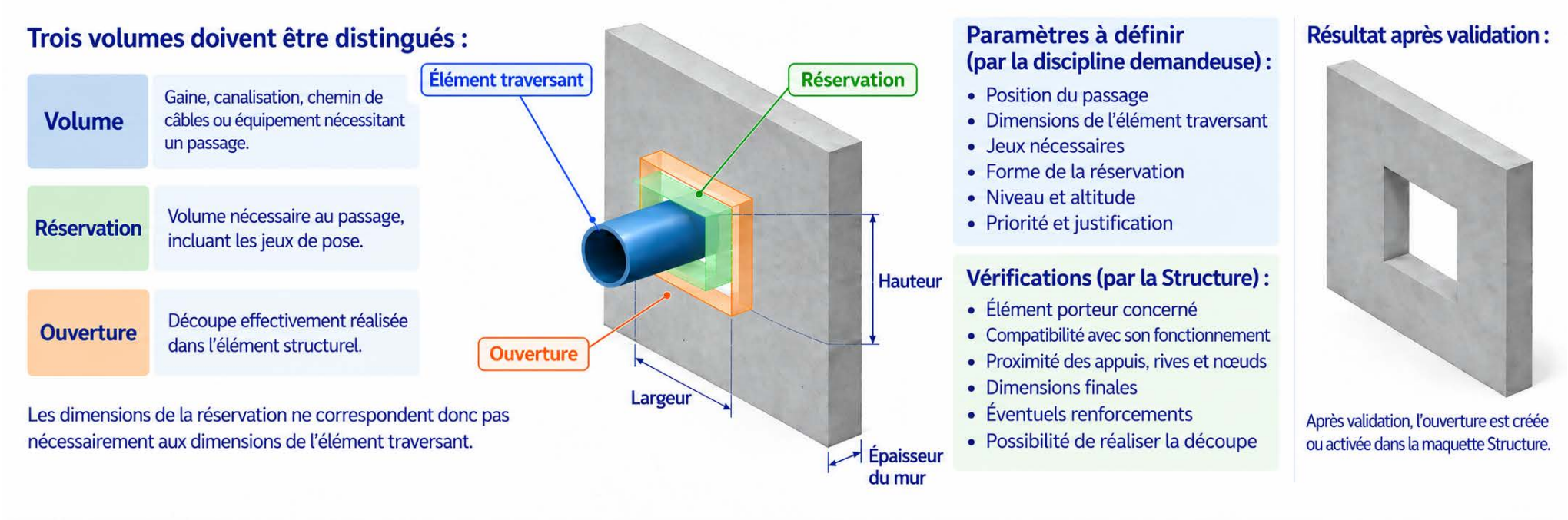



*Figure 14 - Volumes d'ouvertures*

## 8.2 Ordre de modélisation et traçabilité

L'élément porteur doit toujours être modélisé plein d'abord, l'ouverture étant ajoutée ensuite comme un objet distinct plutôt qu'intégrée directement dans le contour initial de l'élément. Cette dissociation a un intérêt pratique direct : elle permet de suivre, nomenclaturer et faire évoluer chaque réservation indépendamment de la géométrie porteuse, sans avoir à retoucher le sketch de l'élément à chaque ajustement de coordination.

## 8.3 Chevêtres : renfort autour d'une grande ouverture

Au-delà d'une certaine dimension, une ouverture dans un plancher nécessite un renfort structurel en périphérie — un **chevêtre**, composé de petites poutres entourant l'ouverture. Ces poutres de chevêtre suivent exactement les mêmes règles que toute poutre (***2.2 Longueur, longueur de coupe, et retrait automatique***) : tracé axe à axe entre les appuis qu'elles créent pour la dalle, retrait automatique dépendant du matériau de comportement des supports.

*📌 À retenir : un chevêtre n'est pas un objet Revit à part — c'est un usage particulier de l'outil Poutre, appliqué en périphérie d'une ouverture plutôt qu'entre deux poteaux.*

## 8.4 Responsabilités et processus de validation

La responsabilité de la demande appartient à la discipline émettrice. La responsabilité de l'acceptation et de la découpe d'un élément porteur appartient à la Structure. **La convention BIM doit préciser qui crée, valide, modifie et ferme chaque réservation.**

Le processus recommandé est le suivant :

1. la discipline émettrice crée la demande ;
2. la demande est transmise dans la maquette liée ou dans le modèle de réservations ;
3. la Structure analyse sa position et ses dimensions ;
4. la demande est acceptée, refusée ou retournée pour modification ;
5. l'ouverture validée est créée dans la maquette Structure ;
6. les renforcements éventuels sont modélisés ;
7. la réalisation est contrôlée avant livraison.

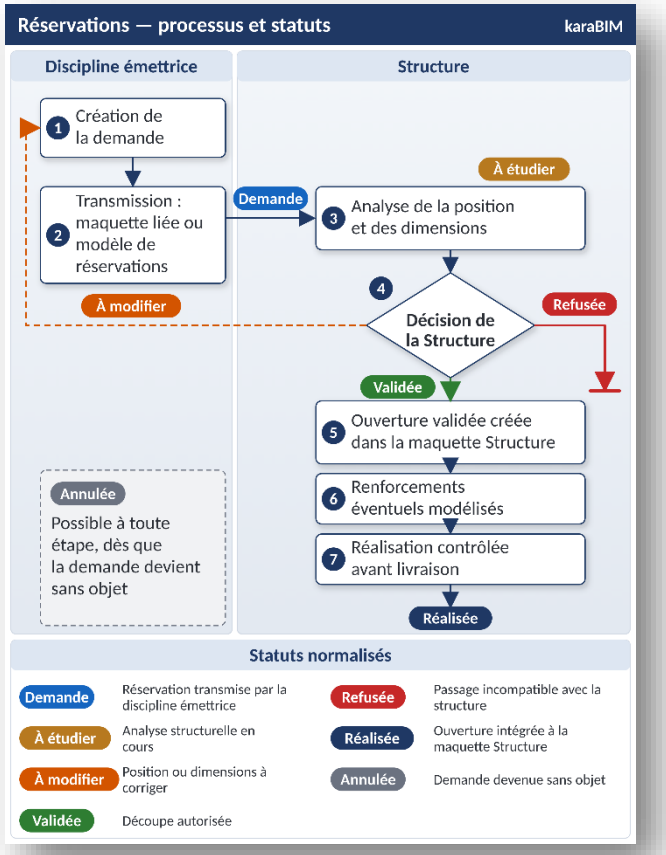



*Figure 15 - Processus de création de réservations*

Les statuts doivent être normalisés :

| Statut | Signification |
|---|---|
| **Demande** | Réservation transmise par la discipline émettrice |
| **À étudier** | Analyse structurelle en cours |
| **À modifier** | Position ou dimensions à corriger |
| **Validée** | Découpe autorisée |
| **Refusée** | Passage incompatible avec la structure |
| **Réalisée** | Ouverture intégrée à la maquette Structure |
| **Annulée** | Demande devenue sans objet |

Une demande déplacée conserve son identifiant et reçoit une nouvelle révision.
Une demande remplacée par une autre doit être annulée sans être supprimée avant la clôture du cycle de coordination.

## 8.5 Familles de réservation

Une famille de réservation doit représenter un volume identifiable, paramétrique et orientable. Elle doit pouvoir être affichée, filtrée, étiquetée et intégrée à une nomenclature. La géométrie de réservation et le vide de découpe peuvent être intégrés dans une même famille, mais leur activation doit rester contrôlée. Prévoir au minimum les formes suivantes :

- rectangulaire ;
- circulaire ;
- oblongue lorsque nécessaire.

Les dimensions doivent être pilotées par des paramètres explicites :

- largeur ;
- hauteur ;
- diamètre ;
- profondeur ;
- jeu horizontal ;
- jeu vertical.

La famille peut comporter :

- un solide représentant le volume demandé ;
- un vide permettant la découpe ;
- des lignes symboliques en plan et en coupe ;
- un point d'insertion central ;
- des plans de référence ;
- les paramètres de suivi.

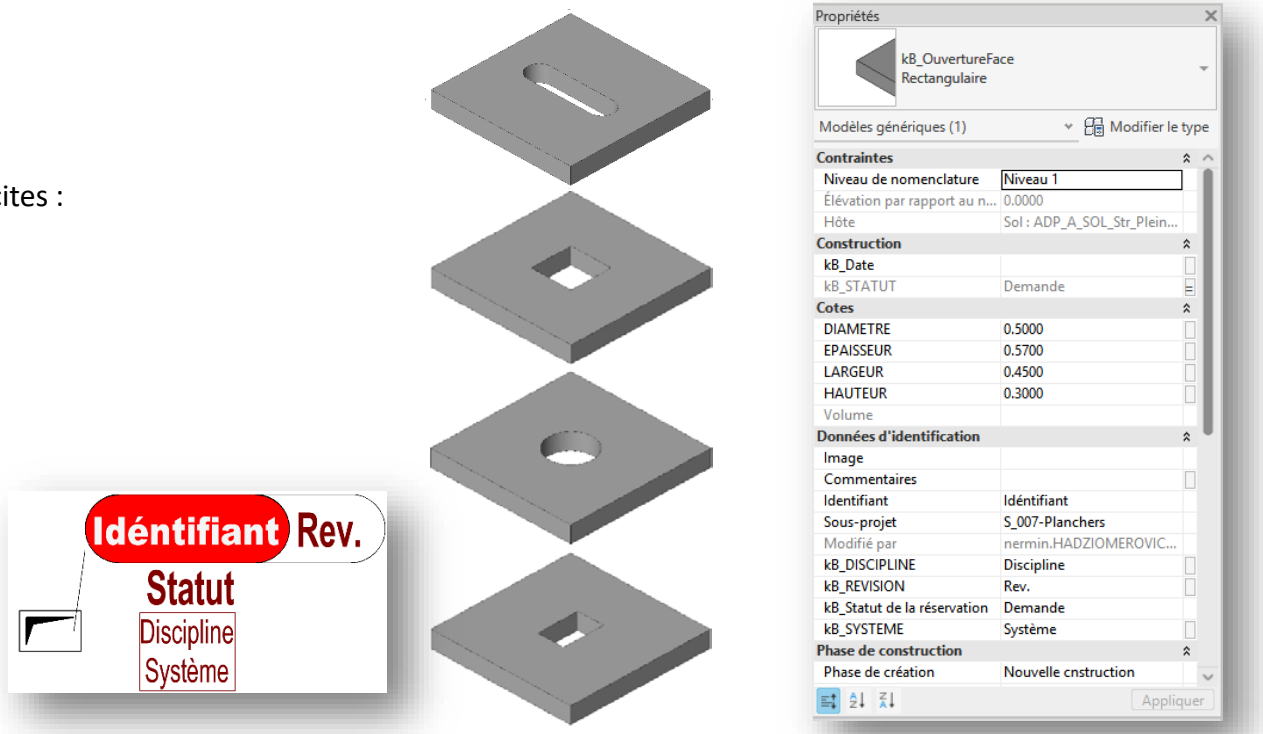



*Figure 16 - Exemple de famille d'ouverture par face avec 4 formes intégrées*

Pour découper différentes catégories, une famille de modèle générique peut utiliser un vide avec l'option **Couper avec des vides une fois chargée**, puis l'outil **Couper la géométrie** selon les catégories concernées. Autodesk — création d'une famille d'ouverture par vide

La profondeur du vide doit traverser entièrement l'élément hôte, sans couper des éléments voisins non concernés.

⚠ Ouvertures natives et phases

Les ouvertures natives de Revit (ouverture par face, ouverture de mur, ouverture verticale) n'ont pas de phase propre : elles prennent celle de l'élément qu'elles traversent, et cette condition ne peut pas être modifiée. Une ouverture pratiquée dans un mur existant est donc elle-même existante.

Seule exception : l'ouverture de cage. Elle n'est pas hébergée par un élément unique et dispose de ses propres paramètres de phase.

Pour un projet sur l'existant, cette limitation pose un problème évident. Elle empêche de représenter correctement une ouverture créée dans un ouvrage existant, ou une ouverture existante rebouchée dans la phase du projet.

*📌 À retenir : sur les projets de réhabilitation, prévoir des familles d'ouverture spécifiques à base de vide, par exemple Ouverture_Face, Ouverture_Mur, Ouverture_Sol. Comme toute famille chargeable, chaque occurrence insérée dispose nativement des paramètres Phase de création et Phase de démolition, réglables indépendamment de l'élément percé.*

## 8.6 Paramètres d'identification : suivi de statut et nomenclature dédiée

Chaque réservation doit posséder un identifiant unique et des informations suffisantes pour être localisée, vérifiée et validée. Les informations principales doivent être disponibles dans les propriétés, les étiquettes et les nomenclatures.

Une réservation traverse en général plusieurs états au cours du projet (demandée, validée, réalisée) avant sa mise en œuvre effective. Un paramètre de statut, porté par l'élément d'ouverture, permet de piloter cette progression et d'alimenter une **nomenclature de réservations dédiée** (position, dimension, niveau, statut, discipline demandeuse) — distincte des nomenclatures de métré structure, et destinée au suivi de coordination plutôt qu'au chiffrage.

Prévoir au minimum :

| Paramètre | Fonction | Type de paramètre Revit |
|---|---|---|
| **Identifiant** | Référence unique de la demande | Paramètre natif (***Identifiant***) |
| **Discipline émettrice** | Origine de la réservation | Paramètre partagé de projet |
| **Système** | Réseau ou équipement concerné | Paramètre partagé de projet |
| **Forme** | Rectangulaire, circulaire ou particulière | Paramètre partagé de famille (Type) |
| **Largeur / Hauteur / Diamètre** | Dimensions de la réservation | Paramètre partagé de famille (Occurrence) |

| | | |
|---|---|---|
| **Niveau** | Localisation verticale | Paramètre natif (***Niveau***, ***Niveau de nomenclature***) |
| **Altitude de l'axe** | Position principale | Paramètre natif (***Élévation par rapport au niveau***) |
| **Arase supérieure et inférieure** | Contrôle des limites | Paramètre calculé dans l'étiquette |
| **Élément porteur concerné** | Mur, dalle, poutre ou fondation | Propriété système (***Hôte***) |
| **Statut** | État de validation | Paramètre partagé famille piloté par clé de Nomenclature de styles |
| **Révision** | Suivi des modifications | Paramètre partagé de projet (Occurrence) |
| **Commentaire Structure** | Décision ou condition d'acceptation | Paramètre de projet Texte (Occurrence) > seulement nomenclature |
| **Date de validation** | Traçabilité | Paramètre de projet Texte (Occurrence), format AAAA-MM-JJ |
| **Responsable** | Auteur de la décision | Paramètre de projet Texte (occurrence) |

L'identifiant doit rester stable pendant tout le cycle de vie de la demande. Pour les réservations rectangulaires, la largeur et la hauteur doivent être associées à une orientation définie. Une rotation de la famille ne doit pas inverser silencieusement leur signification.

## 8.7 Choix de l'outil de découpe

L'outil utilisé dépend de l'élément hôte, de la géométrie et du niveau de traçabilité attendu. Les outils natifs sont adaptés aux ouvertures simples. Les familles paramétriques sont préférables lorsque la réservation doit être identifiée et suivie.

| Situation | Outil privilégié |
|---|---|
| **Ouverture rectangulaire simple dans un mur** | **Ouverture de mur** |
| **Découpe verticale dans un plancher** | **Ouverture verticale** |
| **Découpe perpendiculaire à une face inclinée** | **Ouverture par face** |
| **Trémie traversant plusieurs niveaux** | **Cage** |
| **Réservation technique paramétrique** | Famille avec vide |
| **Ouverture dans une poutre** | Famille de réservation validée |
| **Ouverture dans une fondation** | Famille avec vide ou contour selon le cas |

Une cage permet de créer une ouverture unique traversant plusieurs planchers, plafonds ou toitures entre deux niveaux définis. Autodesk — Create openings in building elements. Une boucle intérieure dans l'esquisse d'un plancher peut être utilisée pour une trémie permanente appartenant à sa géométrie générale. Elle convient moins à une réservation technique devant conserver un identifiant et un statut propres.

## 8.8 Échanges entre maquettes

Un vide contenu dans une maquette liée ne découpe pas automatiquement les éléments de la maquette Structure. La demande doit être transmise comme un objet visible et renseigné, puis traduite en découpe dans le modèle propriétaire de l'élément porteur.

Trois organisations sont possibles :

| Organisation | Principe |
|---|---|
| **Demandes dans les maquettes métiers** | Chaque discipline publie ses réservations |
| **Modèle de réservations dédié** | Les demandes sont centralisées dans une maquette commune |
| **Plateforme de coordination** | Les demandes sont suivies par problèmes ou visas associés aux objets |

Dans tous les cas :

1. utiliser les coordonnées communes du projet ;
2. publier les demandes avec leurs identifiants ;
3. lier les modèles dans la maquette Structure ;
4. contrôler les nouvelles demandes et les modifications ;
5. créer ou mettre à jour les ouvertures validées ;
6. synchroniser les statuts ;
7. conserver une trace de l'échange.

Une famille provenant d'une maquette liée ne doit pas être copiée manuellement sans méthode de suivi. Le lien entre la demande et l'ouverture réalisée doit rester identifiable.

## 8.9 Impact sur le modèle analytique

Une ouverture dans une dalle doit être répercutée dans le modèle analytique (vide traversant actif sur l'élément d'ouverture), sans quoi le modèle de calcul continue de considérer la dalle comme pleine à l'endroit de la réservation, même si elle apparaît correctement ajourée dans les vues et les plans.

⚠ Erreur fréquente : découper directement le contour d'une dalle ou d'un mur pour créer une réservation, plutôt que d'utiliser un objet d'ouverture dédié.