

# Manuel d'utilisation

V17.02.2021

Lign2Toit est un outil d'aide à la décision, dédié au domaine de la surélévation de bâtiments existants. Une fois, votre profil utilisateur créé, vous pourrez renseigner les informations caractéristiques de votre projet en cliquant sur "démarrer votre projet".

Cet outil permet d'évaluer simplement et très en amont la faisabilité technique du projet de surélévation en estimant un poids acceptable pour la surélévation; **cela ne constitue en aucun cas une note de calcul et ne se substitue pas aux études préliminaires qu'il convient de confier à une équipe de maîtrise d'œuvre pour notamment réaliser un diagnostic précis de l'ouvrage et définir la descente de charges.**

Le présent document d'aide a pour but de présenter les étapes successives et la nature des renseignements à fournir pour l'utilisation de l'outil.

---

## 1. Données Générales

---



Données  
générales

Cette première partie permet de décrire le bâtiment existant sur lequel s'installera le projet de surélévation, notamment sa géométrie et sa composition structurelle.

### 1.1. Localisation

La localisation du bâtiment permet de déterminer la zone climatique dans laquelle se situe le projet et donc les données d'entrée pour l'estimation de la consommation énergétique de l'existant (rénovée ou non) dans le cadre de l'étape 3 - performances énergétiques.

### 1.2. Typologie de l'existant

Cette partie permet de déterminer rapidement les éléments caractéristiques du bâtiment existant en fonction des grandes époques de construction.

- Typologie de bâtiment

Ce menu déroulant permet de sélectionner, parmi une liste de neuf familles, la typologie de bâtiment, associée à une période de construction entre 1850 à 2000. Voici quelques descriptions de bâtiments.

## 1850 - 1914 : exemple de typologies de bâtiments du Second Empire à la Grande Guerre

### Le bâtiment Faubourien :



- Il se caractérise par quatre ou cinq étages au-dessus du rez-de-chaussée, surmonté d'un étage en comble. La façade sur rue est constituée de pierres de taille de 45 à 50 cm.
- La façade sur cour est constituée de briques de 22 cm.
- Les refends longitudinaux sont au rez-de-chaussée en pierre et en étage en brique de 22 cm.
- Les refends transversaux sont en blocs de 30 cm.



### Le bâtiment "ouvrier" :

- La façade sur rue est constituée de briques de 44 cm.
- La façade sur cour est constituée de briques de 22 cm.
- Les refends longitudinaux sont au rez-de-chaussée en pierre et en étage en brique de 22 cm.
- Les refends transversaux sont en blocs de 30 cm.



### Le bâtiment "Post-Haussmannien" :

- La façade sur rue est constituée de pierres de taille ou pierres et briques de 35 à 50 cm.
- La façade sur cour est constituée de briques de 22 cm à 44 cm.
- Les murs mitoyens sont en pierres de 50 cm.

## Les bâtiments “entre Deux Guerres” (1918 - 1939)



### les bâtiments “HBM”:

- La façade sur rue est constituée en rez-de-chaussée en Meulière (45 cm) et en étage en briques pleines de 22 à 33 cm.
- Les murs mitoyens sont en meulière de 45 cm.
- Les refends transversaux sont en briques pleines de 33 cm.



### Les bâtiments “Modernes” :

- Les bâtiments sont en ossature en béton armé avec un remplissage en briques de 20cm.
- Les murs mitoyens sont en maçonneries de 50 cm.

ou

- Les bâtiments sont en ossature en béton armé avec un remplissage en blocs alvéolaires de 20 cm.
- Les refends sont en briques de 15 cm.
- Les murs mitoyens sont en maçonneries de 50 cm.



### “L’Après-Guerre”: reconstruction, rationaliste et classicisme moderne (1944 - 1953) :

- Les façades sont en pierres de taille 33 cm ou en attique parpaings enduits 15 cm.
- Les planchers sont en dalle béton de 4cm sur solives béton armé de 15 cm.



## Les Grands ensembles et petits collectifs urbains (1954 - 1966) :

- La structure du bâtiment est en poteaux poutres.
- Les murs mitoyens, ont un remplissage en briques creuses 30 cm.
- Les façades sont portées en béton banché 22 cm.
- Les planchers sont des dalles béton de 16 cm avec des portiques transversaux porteurs de plancher épaisseur totale de plancher 21 cm.



## Grand-ensemble, Tour, Architecture nouvelle (1967 - 1974) :

- Les refends porteurs transversaux 25 et 15 cm.
- Les façades sont en panneaux préfabriqués avec parement extérieur en béton et 4 cm d'isolant.
- Les planchers sont constitués de dalles en béton armé de 15 cm d'épaisseur.



## Barres (1948 - 1974) :

- La structure du bâtiment est en panneaux sandwich béton (16 cm) avec 4 cm en PSE.
- Le plancher est constitué d'une dalle en béton armé de 13 cm d'épaisseur.



## **Barres (1975 – 1981) :**

- La structure du bâtiment est panneaux sandwich béton (16 cm) avec 4 cm PSE.
- Le plancher est constitué d'une dalle pleine béton de 15 cm d'épaisseur.



## **Immeubles (1982 - 1989) :**

- Les façades sont formées de parois en béton de 16 cm avec un doublage isolant de 8 cm de PSE et des plaques de plâtre BA13.
- Le plancher est une dalle pleine béton 15 cm.



## **Immeubles (1990 - 2000) :**

- Les façades sont en béton de 18 cm d'épaisseur avec 10 cm de PSE en ITI et BA13.
- La dalle de plancher est constituée d'un complexe béton de 15 cm et d'une chape isophonique de 5 cm

- Précision sur le type d'immeuble

Cette précision apporte une information complémentaire afin d'estimer le comportement énergétique du bâtiment existant. Les appellations de ces sous-catégories sont propres à l'outil Lign2Toit : haussmannien, faubourien, petit collectif, collectif moyen, barres.

- Hauteur moyenne par niveau

Elle correspond, en mètres, à la hauteur moyenne constatée d'un niveau, de plancher à plancher, du bâtiment existant. Pour chaque typologie, une valeur numérique est indiquée par défaut ; elle peut être modifiée par l'utilisateur.

- Energie pour la production de chaleur

Ce menu déroulant permet de sélectionner la source d'énergie de chauffage du bâtiment, entre l'électricité et le gaz. Cette donnée est utile pour l'étape 3 de l'outil 3 "**performances énergétiques**".

### 1.3. Géométrie

- Longueur et largeur

La longueur de façade et la largeur du bâtiment sont deux valeurs numériques, en mètres, qui permettent de déterminer la surface construite, hors tout, d'un niveau. Si le bâtiment n'est pas de forme rectangulaire, approchez-vous au mieux de la surface au sol d'un niveau.

- % d'ouverture sur les façades rue et cour

Cette valeur numérique, en pourcentage, représente le pourcentage de surface constituée de fenêtres et de portes sur les façades du bâtiment. Cette valeur est seulement utilisée pour le calcul du poids propre du bâtiment.

- Nombre de niveaux constatés

Cette valeur numérique indique le nombre de niveaux, à partir du rez-de chaussée, du bâtiment existant. Le rez-de-chaussée correspond à 1 niveau.

Par exemple, un immeuble R +3 est, ici, considéré comme un bâtiment à 4 niveaux.

- Nombre de refends longitudinaux

Cette valeur numérique indique le nombre de murs porteurs intérieurs parallèles aux façades. Cette information est nécessaire pour prendre en compte le poids des refends dans le calcul du poids total du bâtiment existant. Elle ne sert cependant pas estimer une descente de charges ou à prendre en compte automatiquement les points d'appuis dans le choix des solutions techniques.

- Nombre de refends transversaux

Cette valeur numérique indique le nombre de murs porteurs intérieurs parallèles aux pignons. Cette information est nécessaire pour le calcul du poids total du bâtiment existant. Elle n'est pas employée pour un calcul des descentes de charges.

*Informations sur le nombre de refends: cette information contribue au calcul de la capacité portante de l'existant. En l'absence de refends (cas du poteau-poutre par exemple), il faudra s'assurer d'avoir suffisamment de points d'appuis pour le projet de surélévation.*

## 2. Capacité portante



Une fois la partie « Données Générales » renseignée et validée en appuyant sur le bouton « Etape Suivante », vous passez à l'étape de la détermination de la capacité portante du bâtiment existant.

### 2.1. Composition des parois existantes

Pour chaque paroi, un menu déroulant vous propose un choix de compositions pré-remplies en fonction de la typologie de bâtiment renseignée précédemment. Une épaisseur de paroi est donnée par défaut. Cette valeur peut être modifiée par l'utilisateur, pour s'adapter à la spécificité du bâtiment.

Le choix de la constitution de la paroi et de son épaisseur, en plus des informations précédentes (comme la longueur du bâtiment, le nombre de niveau, la hauteur de niveau...) permettent le calcul estimatif du poids de l'existant :

- Façade sur rue et sur cour
- Pignons
- Refend longitudinal et transversal (le cas échéant)
- Plancher

Pour les planchers en béton, une épaisseur est donnée par défaut. Elle peut être modifiée par l'utilisateur.

Pour les planchers en bois ou métalliques, le poids est calculé en fonction de la surface sans prendre en compte son épaisseur.

- Dernier niveau

Pour cette paroi, on a le choix entre toiture terrasse et charpente avec combles.

Dans le cas d'un toit terrasse, deux valeurs numériques sont à renseigner, à savoir :

- l'épaisseur de la dalle, toujours considérée en béton, en mètre (*la valeur par défaut de 14cm est modifiable*) ;
- le poids surfacique d'un éventuel revêtement complémentaire à déposer en kN /m<sup>2</sup>.

Dans le cas d'une toiture traditionnelle, nous avons deux possibilités, à savoir :

- soit la toiture est entièrement retirée,
- soit la toiture possède des combles aménagés. Dans ce cas, il faut indiquer si le plancher des combles est conservé ou déposé.

Dans les deux cas, il faut indiquer la composition de la couverture. Il est à noter que la pente du toit est pré-renseignée. Cette valeur numérique en pourcentage peut être modifiée.

Après renseignement des caractéristiques du bâtiment étudié, l'outil additionne les poids des murs de façades, murs pignons, murs de refends, planchers et de la couverture pour obtenir le poids propre du bâtiment existant.

## 2.2. Taux de surcharge acceptable

Cette valeur numérique en pourcentage permet d'octroyer une surcharge de l'ordre de quelques pourcents au bâtiment existant. Il est généralement admis un taux de surcharge acceptable de 5%. Au-delà, un renforcement de la structure existante sera probablement nécessaire. **Dans tous les cas, une vérification structurelle de l'existant doit être réalisée.**

L'utilisateur peut aussi prendre en compte les bâtiments mitoyens pour conforter les résultats obtenus. Par ailleurs, en comparant le nombre de niveaux constaté et le nombre maximal de niveaux possible pour la typologie de bâtiment, l'outil détermine le poids admissible supplémentaire à système constructif constant. Cette information est donnée à titre indicatif dans la conclusion.

*Rappel :*

	Poids
1 N	0.102 kg
1 daN	1.02 kg
1kN	102 kg

## 2.3. Note d'alerte sur les fondations

Dans un premier temps, en étude de faisabilité, on peut observer les immeubles mitoyens et leur nombre de niveaux et les comparer avec la surélévation projetée, on peut ainsi en déduire la capacité portante du tréfonds.

On peut aussi observer les surépaisseurs des murs et des points d'appui en sous-sol. Dans les sols compressibles, on peut constater des empattements des semelles de fondations. Ce sont des indicateurs de la capacité portante du sol qui devra reprendre les descentes de charge de la surélévation.

Par la suite, la reconnaissance des couches de terrains doit se faire sur l'emprise du bâtiment à surélever et, plus le bâtiment est **lourd**, plus la reconnaissance doit être **profonde** : il est nécessaire de faire appel à un **spécialiste géotechnicien**. En effet, plus le bâtiment est lourd et le terrain médiocre, plus la profondeur de sol affectée est importante.

### 3. Définition du projet



Dans cette étape, vous allez entrer les données du projet de surélévation. Ces données sont regroupées en deux parties :

- La surélévation souhaitée ;  
le choix des composants de la surélévation ;

#### 3.1. Surélévation souhaitée

Il faut indiquer la surface totale de plancher souhaitée pour le projet de surélévation, le nombre de niveaux envisagé (de 1 à 3 niveaux) ainsi que la hauteur de niveau de plancher à plancher. En fonction de la surface au sol calculée dans la partie "Données générales", l'outil répartie la surface au sol de chaque niveau, en remplissant d'abord complètement le 1er niveau de surélévation, puis le 2ème, et enfin le 3ème.

Par exemple, pour un bâtiment existant de 25 x 10 m, soit une surface au sol de 250 m<sup>2</sup>, et une surélévation désirée de 360 m<sup>2</sup>, le 1er niveau de surélévation considéré sera de 250 m<sup>2</sup> au sol et le second niveau de 110 m<sup>2</sup>.

#### 3.2. Choix des solutions de surélévation

Il s'agit dans cette étape de définir les systèmes constructifs de votre projet de surélévation. Dans l'outil "Lign2toit", la surélévation est formée de cinq parties, correspondant aux fonctions essentielles et dénommées comme suit :

- Structure verticale;
- Structure horizontale;
- Charpente / structure du toit;
- Façade / revêtement extérieur;
- Toiture / couverture ;

Chaque partie possède sa propre bibliothèque de systèmes constructifs. Certains systèmes peuvent répondre à deux fonctions à la fois. Par exemple, si on choisit comme structure verticale, un système "poteaux-poutres", ce système sera automatiquement utilisé pour la structure

horizontale. Dans ce cas, les choix de remplissage de la structure verticale et horizontale apparaissent avec une bibliothèque dédiée au remplissage de chacune de ces parties.

Au fur et à mesure de la sélection des systèmes constructifs, une « jauge de chargement » se remplit indiquant l'estimation de la charge calculée en fonction des données remplies. Il est également précisé, la capacité portante calculée précédemment à ne pas dépasser pour que le projet soit viable.

Enfin, il est à noter que **notre estimation ne s'appuie que sur le poids propre des composants et ne prend pas en compte les charges d'exploitation.**



ACIER			
Dénomination solution constructive	Composition de la solution constructive	Poids de référence	Commentaires
Structure poteaux / poutres acier (I, H et U)	Structure horizontale (inclus solives / support de toit plan) Structure verticale (hors remplissage plancher)	40 kg/m <sup>2</sup> de plancher	Ajouter une "charpente de toit" si besoin Ajouter le remplissage pour le plancher et pour les parois verticales
Charpente de toit en poutrelles acier (I, H et U)	Charpente / structure de toit		
Tubes creux en acier de section carrée, ronde ou rectangulaire			
Structure en profils à froid	Structure verticale et charpente de toit		
Plancher collaborant (bac acier + béton)	Remplissage structure horizontale	370 kg/m <sup>2</sup> de plancher	
Panneau sandwich de couverture acier	Toiture / couverture	16 kg/m <sup>2</sup> de façade	
Complexe d'étanchéité sur bac acier	Toiture / couverture	392 kg/m <sup>2</sup> de couverture	
Panneau sandwich de bardage acier	Façade / revêtement extérieur	16 kg/m <sup>2</sup> de façade	
Panneau acier pour bardage	Façade / revêtement extérieur	8 kg/m <sup>2</sup> de façade	Ajuster l'isolation
Plateau en acier pour bardage double peau	Façade / revêtement extérieur	10 kg/m <sup>2</sup> de façade	Ajuster l'isolation
Module tridimensionnel à ossature acier - structure métal seule	Structure horizontale basse et haute (inclus solives) et structure verticale	50 kg/m <sup>2</sup> de plancher	Complément plancher et remplissage façades et couverture : à effectuer
Module tridimensionnel à ossature acier - structure & enveloppe	Structure horizontale basse et haute (inclus solive et plancher béton sur bac acier) et structure verticale (avec remplissage)	450 kg/m <sup>2</sup> de plancher	

TERRE CUITE			
Dénomination solution constructive	Composition de la solution constructive	Poids de référence	Commentaires
Mur structure Briques terre cuite	Structure verticale	170 kg /m <sup>2</sup> de façade	
Couverture en tuile terre cuite	Toiture - Couverture	45 kg /m <sup>2</sup> de couverture	
Bardage en tuiles de terre cuite	Façade - revêtement extérieure	45 kg /m <sup>2</sup> de façade	
Bardeaux de terre cuite	Façade - revêtement extérieure	32 kg /m <sup>2</sup> de façade	
Vêtire Terre cuite sur ETICS	Façade - revêtement extérieure	25 kg /m <sup>2</sup> de façade	
Mur Brique terre cuite préfabriquée	Structure verticale	140 kg /m <sup>2</sup> de façade	
Vêtire Terre cuite	Façade - revêtement extérieure	24 kg /m <sup>2</sup> de façade	
PIERRE NATURELLE			
Dénomination solution constructive	Composition de la solution constructive	Poids de référence	Commentaires
Vêtire Pierre naturelle	Façade - revêtement extérieure	50 kg /m <sup>2</sup> de façade	
Bardage en pierre naturelle	Façade - revêtement extérieure	16 kg /m <sup>2</sup> de façade	
Pierre attachée	Façade - revêtement extérieure	75 kg /m <sup>2</sup> de façade	
Mur double en pierre naturelle	Façade - revêtement extérieure	215 kg /m <sup>2</sup> de façade	

BOIS			
Dénomination solution constructive	Composition de la solution constructive	Poids de référence	Commentaires
Bardage bois brut résineux traité	Lames de bardages en bois résineux traité et tasseaux supports	11 kg/m <sup>2</sup> de revêtement	
Bardage bois brut feuillus	Lames de bardages en bois feuillu et tasseaux supports	15 kg/m <sup>2</sup> de revêtement	
Bardage bois peint résineux	Lames de bardages en bois résineux et tasseaux supports	12 kg/m <sup>2</sup> de revêtement	
Charpente bois industrielle combles perdus	Charpente / structure de toit	105 kg/m <sup>2</sup> de couverture	
Charpente bois industrielle combles habitables à entrants porteurs	Charpente / structure de toit	192 kg/m <sup>2</sup> de couverture	
Charpente bois traditionnelle feuillus	Charpente / structure de toit	232 kg/m <sup>2</sup> de couverture	
Charpente bois traditionnelle résineux	Charpente / structure de toit	152 kg/m <sup>2</sup> de couverture	
Structure Poteaux / Poutre Bois	Structure horizontale (inclus solives / support de toit plan) Structure verticale (hors remplissage plancher)	12 kg/m <sup>2</sup> de plancher	
Complexe d'étanchéité sur panneau bois (non accessible)	Remplissage horizontale	445 kg/m <sup>2</sup> de paroi	
Mur Ossature Bois (MOB)	Structure verticale	199 kg/m <sup>2</sup> de paroi	
Plancher Bois	Structure horizontale	427 kg/m <sup>2</sup> de plancher	
Panneau bois mur CLT	Structure verticale	680 kg/m <sup>2</sup> de paroi	
Panneau bois plancher CLT	Structure verticale	430 kg/m <sup>2</sup> de plancher	
Panneau bois CLT toiture	Charpente / structure de toit	530 kg/m <sup>2</sup> de toiture	

BETON			
Dénomination solution constructive	Composition de la solution constructive	Poids de référence	Commentaires
Couverture tuiles béton	Toiture - Couverture	43 kg/m <sup>2</sup> de toiture	
Mur blocs béton pose à joint mince	Structure verticale	255 kg/m <sup>2</sup> de façade	
Murs coffrages et isolation intégrée	Structure verticale	306 kg/m <sup>2</sup>	
Plancher poutrelles entrevous	Structure horizontale	231 kg/m <sup>2</sup> de plancher	
Mur coffrage intégré	Structure verticale	270 kg/m <sup>2</sup>	
Bardage béton	Façade - revêtement extérieure	15 kg/m <sup>2</sup> de façade	

#### Sources :

- Pour les composants en acier, les données proviennent de "carnets de l'acier n°5 - Economie et solutions acier" (2003)
- Pour les composants en terre cuite, les données proviennent des fiches FDES des produits de la base INIES ([www.inies.fr](http://www.inies.fr))
- Pour les composants béton, les données proviennent des fiches FDES, rapport CERIB

Nous avons tenté de dresser une liste la plus exhaustive possible des systèmes constructifs actuellement sur le marché. Si des solutions vous manquent, écrivez-nous à l'adresse [contact@lign2toit.fr](mailto:contact@lign2toit.fr).

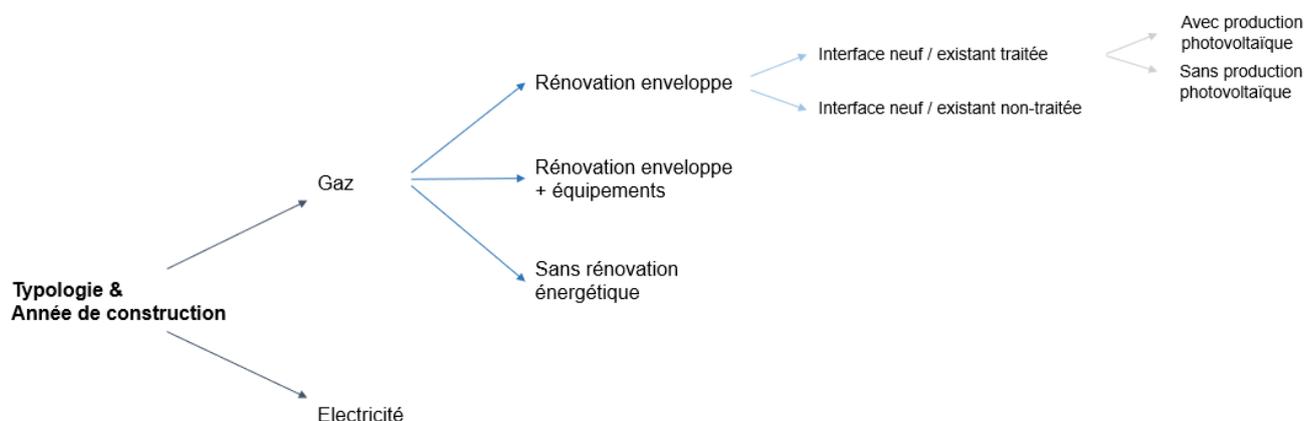
## 4. Performances énergétiques



Dans le contexte d'engouement grandissant autour de la surélévation, « Lign2Toit » se propose d'aider les utilisateurs à évaluer le potentiel de densification verticale des bâtiments existants. Le volet performance énergétique de l'outil en ligne a pour objectif de faire état des scénarios de rénovation et de surélévation s'offrant aux utilisateurs, et des gains énergétiques pouvant être générés.

Zoom sur la méthodologie

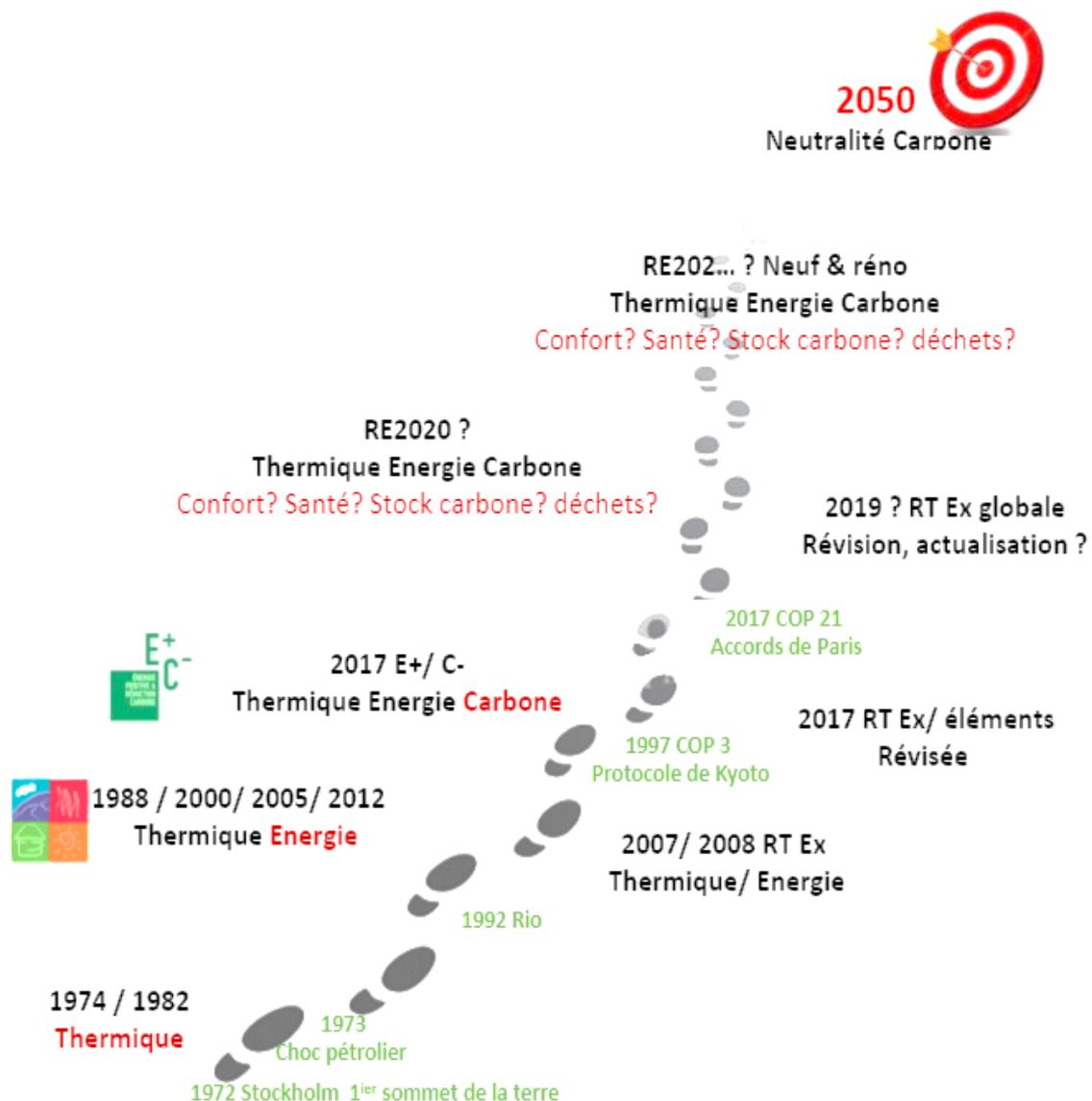
La saisie des données d'entrée et la modélisation d'un projet sur l'outil Lign2Toit répond à l'arborescence suivante :



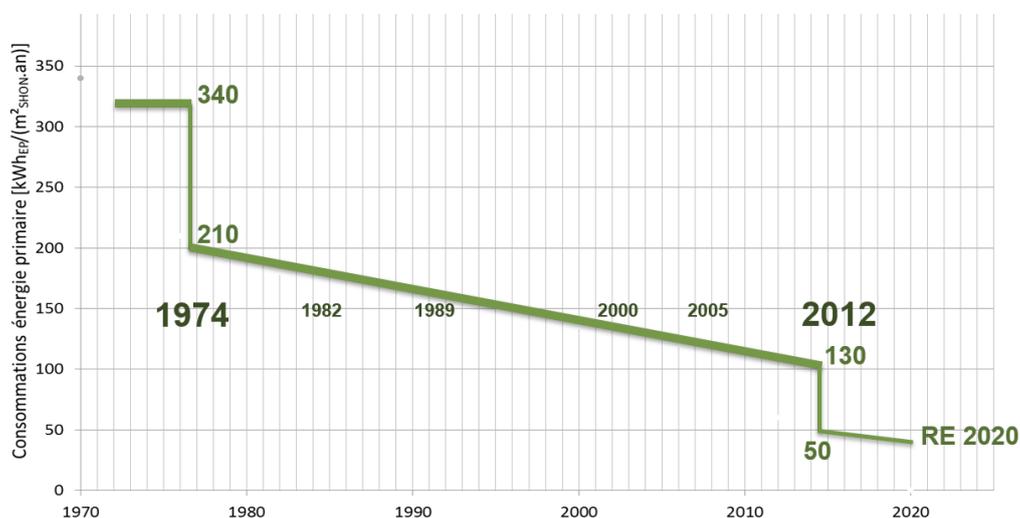
## 4.1. Préambule

Les cibles de neutralité carbone visées à l'horizon 2050, qu'il s'agisse de la construction neuve ou encore de la rénovation, mettent en lumière l'opportunité qu'est la surélévation pour la rénovation énergétique du parc existant. En effet, au-delà de la proposition de réponse aux enjeux urbains actuels, la surélévation permet une création de valeur favorable au financement d'un projet de rénovation globale.

Zoom sur le contexte des réglementations thermiques



Le graphique ci-dessous indique - à titre d'exemple - l'évolution des exigences dans la région de Nantes (H2b), pour des bâtiments résidentiels dont la production de chaleur est assurée par du gaz naturel :



Les réglementations thermiques sur lesquelles s'appuie l'outil Lign2Toit sont les suivantes :

- La RT Existant : pour les bâtiments existants, méthode « globale » ;
- La RT 2012 : pour les bâtiments neufs ;

Remarque : la réglementation à laquelle est soumise la surélévation est précisée dans le tableau ci-dessous, issu de la fiche d'application « Extension nouvelle d'un bâtiment existant » en date du 18 décembre 2015 :

Taille de l'extension	≤ 50m <sup>2</sup>	≤ 150m <sup>2</sup>	>150m <sup>2</sup>
≤ 30% de la S <sub>RT</sub> des locaux existants	RT ex par élément	RT ex par élément	RT 2012
> 30% de la S <sub>RT</sub> des locaux existants	RT ex par élément	RT 2012	RT 2012

**Important** : La nouvelle réglementation environnementale RE 2020 est actuellement en cours d'élaboration et devrait entrer en vigueur à l'été 2021 pour les bâtiments neufs.

Outre les évolutions sur les besoins bioclimatiques, les consommations énergétiques et le confort estival, celle-ci intégrera notamment des exigences sur les émissions de gaz à effet de serre du bâtiment sur son cycle de vie (construction – exploitation – déconstruction).

## 4.2. Données générales

### Localisation

Le code postal saisi dans cette fenêtre permet d'identifier la zone climatique dans laquelle se situe le projet.

La zone climatique détermine les données météorologiques qui seront prises en compte dans la modélisation :



### Typologie de l'existant

Les typologies de bâtiments modélisées dans l'outil énergétique sont les suivantes :

	Haussmannien	Faubourien	Petit collectif (<30 logts)	Barre	Collectif moyen (>30 logts)
Visualisation du bâtiment					

Remarque : Nous ferons varier les prestations énergétiques de l'état initial afin de représenter plusieurs périodes constructives sur une même typologie de bâtiment.

Afin de pouvoir couvrir l'ensemble des typologies de bâtiments existants à partir d'un échantillon de bâtiments restreint, une analogie a été établie, sur la base des comportements structurels et énergétiques, entre les bâtiments modélisés et les grandes typologies de bâtiments collectifs de 1850 à nos jours. Le schéma suivant fait état des similitudes de comportement identifiées :

Période	Typologie	Avant 1948		Avant 1974			Après 1974		
		Hausmannien	Faubourien	Petit collectif	Collectif moyen	Barre	Petit collectif	Collectif moyen	Barre
1850-1914	Hausmannien, Post-Hausmannien	X							
1850-1914	Faubourien		X						
1920-1940	HBM, Moderne			X	X				
1944-1953	Reconstruction, Rationaliste, Classicisme moderne			X	X				
1954-1966	Grand-ensemble, Petit collectif urbain			X	X	X			
1967-1974	Grand-ensemble, Tour, Architecture Nouvelle			X	X	X			
1948-1974	Barres					X			
1975-1981	Barres								X
1982-1989	Immeubles						X	X	
1990-2000	Immeubles						X	X	

Pour chaque typologie sélectionnée, les performances de l'enveloppe permettant d'établir les consommations de l'état initial sont les suivantes :

	Etat initial Avant 1948	Etat initial Avant 1974	Etat initial Après 1974
Murs - $R_{\text{isolant}}$ [ $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ ]	0,0	0,0	2,38
Plancher - bas $R_{\text{isolant}}$ [ $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ ]	0,0	0,0	1,1
Combles - $R_{\text{isolant}}$ [ $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ ]	0,0	0,0	3,3
Terrasse - $R_{\text{isolant}}$ [ $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ ]	0,0	0,0	1,6
Menuiseries extérieures – $U_w$ [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ]	4,8	4,0	2,8

Remarque : L'outil ne prend pas en compte la possibilité qu'une rénovation globale ait été effectuée depuis la construction du bâtiment. Si une rénovation globale a déjà été effectuée on se positionnera dans la catégorie « Après 1974 ».

L'utilisateur renseigne ensuite le choix du vecteur énergétique utilisé pour la production de chauffage et d'ECS : gaz ou électricité.

Le choix de la typologie, de la période constructive et du vecteur énergétique déterminera les équipements techniques pris en compte pour la modélisation de l'état initial :

Chauffage électrique	Convecteurs
Chauffage gaz individuel (Faubourien, Haussmannien, petit collectif, ...)	Chaudières « par défaut »
Chauffage collectif (Autres typologies)	Chaufferie « par défaut »
Ventilation naturelle (Avant 1974)	Naturelle
Ventilation mécanique (Après 1974)	VMC Autoréglable

## Géométrie

La géométrie et le nombre de niveaux constatés nous permet de déduire la surface de référence utilisée pour les calculs thermiques.

Dans le cas de la réglementation thermique sur l'existant, la surface de référence est la SHON.

Remarque : le % d'ouverture des façades sur rue et cour n'a pas d'influence sur les résultats de la modélisation qui est présentée. Cependant, ce critère est une donnée d'entrée importante pour l'étude thermique qui devra être réalisée en aval de cette pré-faisabilité.

### 4.3. Définition du projet

#### Surélévation souhaitée

La surface de plancher souhaitée permet d'estimer la surface de référence utilisée dans les calculs thermiques. En construction neuve, cette surface est nommée  $S_{RT}$ .

#### Choix des solutions de surélévation

La surélévation devra répondre aux exigences de la réglementation thermique en vigueur pour les bâtiments neufs. Actuellement, la surélévation doit à minima être conforme à la réglementation thermique 2012.

Dans l'outil proposé, les consommations annoncées pour la surélévation sont issues des travaux réalisés pour le premier volet de l'étude *Lign2Toit* et des retours d'expérience de *POUGET Consultants*. Le choix du procédé constructif de la surélévation n'aura, de ce fait, pas d'impact sur les résultats de la modélisation.

Cependant, les complexes suivants sont réputés pouvoir satisfaire aux exigences de la future RE2020 (et donc à celles de la RT2012), sous réserve des préconisations du thermicien :

Type de paroi	Performance énergétique cible *
Mur extérieur	$U_p < 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$
Toiture	$U_p < 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$
Menuiseries extérieures	$U_w < 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
Perméabilité à l'air mesurée	$Q_4 < 0,8 \text{ m}^3/\text{h/m}^2$
Ponts thermiques de planchers intermédiaires	$\Psi < 0,6 \text{ W/mK}$
Dépense par les ponts thermiques	Ratio $\Psi_{\text{moy}} < 0,28 \text{ W/m}^2_{\text{SRTK}}$

\* Intégrant ponts thermiques structurels (ossatures, fixations, ...)

## 4.4. Performance énergétique

### Rénovation/isolation du bâtiment existant

L'utilisateur décrit ici son projet de rénovation énergétique.

La rénovation énergétique modélisée est globale, et intègre le bouquet de prestations sur le bâti suivantes :

<b>Murs - Isolation thermique Intérieure</b> $R_{\text{isolant}} [\text{m}^2\text{K/W}]$	3,7
<b>Murs - Isolation thermique Extérieure</b> $R_{\text{isolant}} [\text{m}^2\text{K/W}]$	4,4
<b>Plancher - bas</b> $R_{\text{isolant}} [\text{m}^2\text{K/W}]$	-
<b>Combles</b> $R_{\text{isolant}} [\text{m}^2\text{K/W}]$	7,0
<b>Terrasse</b> $R_{\text{isolant}} [\text{m}^2\text{K/W}]$	5,0
<b>Menuiseries extérieures</b> $U_w [\text{W}/\text{m}^2\text{K}]$	1,3

#### Remarques :

- L'utilisateur a le choix entre une isolation thermique intérieure ou extérieure. Cette dernière présente l'avantage de pouvoir être associée à un ravalement, de ne pas intervenir dans les parties privatives, et présente souvent des performances thermiques supérieures.
- L'isolation thermique extérieure dans le cas de l'immeuble Haussmannien est écartée sur les façades principales. Elle reste envisageable pour les cours et courettes.

L'utilisateur peut choisir de ne rénover que l'enveloppe isolante du bâtiment, ou d'y ajouter la rénovation des équipements techniques.

Dans ce second cas, les prestations suivantes seront intégrées à la modélisation :

<b>Chauffage électrique</b>	Radiateurs connectés*
<b>Chauffage gaz individuel (Faubourien, Haussmannien, petit collectif,...)</b>	Chaudières gaz à condensation
<b>Chauffage collectif (Autres typologies)</b>	Chaufferie gaz à condensation
<b>Ventilation (Avant 1974)</b>	VMR (Autoréglable)
<b>Ventilation (Après 1974)</b>	VMC hygro B

\* Pour information, les solutions électriques directes (convecteurs, panneaux rayonnants, chauffe-eaux électriques, ...) ne permettent pas de respecter les exigences du label Bâtiment Basse Consommation Rénovation.

## Surélévation

Lors de la modélisation de la surélévation, les déperditions par le plancher haut de l'existant seront supprimées. Elles seront naturellement reportées sur la surélévation.

Deux configurations sont envisagées pour la jonction (pont thermique de liaison) entre le plancher haut du bâtiment existant et le plancher bas de la surélévation.

- Interface traitée thermiquement :  $\psi = 0,15 \text{ W/m.K}$  (rupteur de pont thermique, isolation thermique extérieure, ...)
- Interface non traitée :  $\psi = 0,85 \text{ W/m.K}$  (correspondant à une façade en maçonnerie isolée par l'intérieur et associée à un plancher en béton) ;

Remarque : dans tous les cas, on considérera que :

- L'interface est associée à un plancher « lourd » (béton / hourdis) sans vide technique « froid » entre les deux volumes.
- Le porteur de la surélévation est à l'aplomb de celui de l'existant.

Il est proposé d'équiper la toiture de la surélévation de panneaux solaires photovoltaïques. Ainsi, le ratio de la surface de toiture équipée doit être renseigné par l'utilisateur. Un ratio de 33% est proposé par défaut, ce ratio doit nécessairement être inférieur à 100%. L'utilisateur devra prendre en compte les contraintes techniques liées à l'intégration d'une telle technologie (absence d'ombrage, distance avec les émergences techniques, édicules et acrotères, ...).

Le potentiel de production des panneaux est estimé à l'aide de la méthode Th-B-C-E de la RT2012. Les panneaux sont orientés au sud et inclinés à 30° (type de cellules : panneaux monocristallins, puissance crête à 170Wc/m<sup>2</sup>).

Remarque : La production d'électricité peut être auto-consommée pour les services généraux de l'immeuble, pour les usages domestiques des résidents, revendue totalement ou partiellement au réseau de distribution.

#### 4.5. Conclusion

Les résultats sur la performance énergétique donnent une estimation des consommations conventionnelles, suivant le scénario sélectionné par l'utilisateur et les différentes hypothèses énoncées dans le présent document.

Concernant la performance globale « existant + surélévation » et en l'absence de réglementation thermique commune à ces deux typologies, les données sont assemblées au prorata de la surface de référence de chaque partie du bâtiment.

Afin d'orienter les utilisateurs vers les scénarios de rénovation les plus performants, le scénario choisi est mis en comparaison avec l'état initial, et les deux autres scénarios les plus performants.

On obtient ainsi les scénarios de référence suivants :

- Etat initial : bâtiment existant non rénové
- Rénovation énergétique, sans surélévation
- Rénovation énergétique, surélévation et toiture photovoltaïque

#### 4.6. Limites de l'étude

Les résultats proposés par l'outil Lign2toit sont issus de modélisations réalisées sur un échantillon limité de bâtiments « types » et de prestations d'amélioration énergétique.

Le bilan énergétique est très dépendant de la morphologie réelle du bâtiment (orientation, forme, compacité, ...), des matériaux, des équipements techniques en place et d'éventuels travaux de rénovation ayant déjà été effectués.

Les modélisations effectuées sont basées sur les méthodes conventionnelles définies par les réglementations thermiques en vigueur en décembre 2020. Elles ne tiennent pas compte du comportement réel des usagers ni des données météorologiques en temps réel.

**Important** : Les résultats de l'outil Lign2Toit ne peuvent en aucun cas se substituer à un audit énergétique ou à une étude thermique réglementaire. Le maître d'ouvrage doit impérativement se faire accompagner par un bureau d'études thermiques compétent.