

## Calcul du graphique de retour sur investissement (ROI)

L'un des principaux enjeux pour les utilisateurs de l'application est de savoir si oui ou non l'investissement dans la végétalisation de leur bâti peut être rentable. Pour cela, l'application génère automatiquement un graphique ROI (Return On Investment) afin de répondre à cette question. Dans un premier temps, tous les coups initiaux de la végétalisation sont quantifiés (coûts fixes et coûts d'entretien) et dans un second temps les gains générés par la végétalisation sont déterminés.

### Coûts initiaux de la végétalisation du bâti :

Le coût des végétalisations de façade et de toiture (Pfv et Ptv) est déterminé en fonction des surfaces concernées et du type de végétalisation choisie. Ces données sont demandées à l'utilisateur dans les **questions 11 et 12** de notre application (cf annexe questions). Ainsi ces questions permettent d'identifier précisément les coûts liés à chaque solution (grimpantes sur mur, grimpantes sur câbles, hydroponie, toitures intensives, etc.). Ils influencent non seulement le coût initial d'installation mais aussi les dépenses d'entretien annuels nécessaires à leur maintien dans le temps (Pe et Pe1).

Tableau comparatif des coûts des façades végétalisées

Type de façade végétalisée	Coût de mise en place (€ par m <sup>2</sup> )	Coût d'entretien annuel (€ par m <sup>2</sup> )
Grimpantes sur mur	20	10
Grimpantes sur câbles	150	10
Jardinières (€ par unité)	Variable	40
Hydroponie substrat	750	45
Hydroponie feutre	1000	75

Tableau comparatif des coûts des toitures végétalisées

Type de toiture végétalisée	Coût de mise en place (€ par m <sup>2</sup> )	Coût d'entretien annuel (€ par m <sup>2</sup> )
Intensive (€ par m <sup>2</sup> )	180	10
Semi-intensive (€ par m <sup>2</sup> )	150	10
Extensive (€ par m <sup>2</sup> )	70	10

En complément, certaines infrastructures spécifiques sont souvent requises pour assurer la viabilité de la végétalisation. Les coûts fixes liés à ces aménagements comprennent :

- L'installation d'un système de récupération des eaux pluviales (*PrEP*),
- La mise en place d'un compost collectif (*Pc*),
- L'ajout d'arrivées d'eau spécifiques (*Pae*),
- L'installation d'un système de récupération des eaux usées (*PrEU*).

Ces éléments sont renseignés par l'utilisateur dans les **questions 13 à 16**, qui permettent d'estimer précisément leur impact financier sur le projet.

### Gains générés par la végétalisation du bâti :

#### 1. Augmentation de la valorisation immobilière de l'immeuble.

L'un des bénéfices financiers de la végétalisation est l'augmentation de la valeur immobilière de l'immeuble. Cette valorisation est calculée en fonction du coût total de construction sans végétalisation et d'un pourcentage d'augmentation estimé par l'utilisateur.

- Calcul du coût de construction sans végétalisation : Avant de pouvoir évaluer l'impact financier de la végétalisation, nous devons d'abord estimer le coût total de construction de l'immeuble. Ce calcul repose sur plusieurs étapes :
  - Détermination de la surface construite totale : La **question 2** du questionnaire demande à l'utilisateur d'indiquer la surface moyenne (en m<sup>2</sup>) de chaque type de logement dans l'immeuble (T1, T2, T3, T4, T5). La **question 3** demande combien de logements de chaque type seront construits. À partir de ces informations, nous calculons la surface habitable totale en multipliant le nombre de logements de chaque type par leur surface moyenne respective. Puis la surface construite est estimée en appliquant un facteur multiplicatif de 1,2 à la surface habitable totale.
  - Application du coût de construction au m<sup>2</sup> : La **question 4** du questionnaire demande à l'utilisateur d'indiquer le coût moyen de construction au m<sup>2</sup> (Ccm). Le coût total de construction sans végétalisation (Cc) est obtenu en multipliant la surface construite par ce coût unitaire.

Ainsi, à partir **des questions 2, 3 et 4**, nous obtenons une estimation fiable du coût total de construction de l'immeuble sans végétalisation.

- Intégration de la valorisation immobilière liée à la végétalisation : Une fois le coût de construction déterminé, nous pouvons estimer l'augmentation de la valeur de l'immeuble grâce à la végétalisation.
  - Calcul de la valorisation immobilière : **La question 24** du questionnaire demande à l'utilisateur à quel pourcentage il estime que la végétalisation augmentera la valeur de son immeuble (Pval). Cette question est volontairement placée à la fin du questionnaire pour que l'utilisateur ait déjà précisé quelles surfaces seront végétalisées et comment. Une fois le pourcentage de valorisation donné (Pval), nous appliquons cette augmentation au coût de construction initial (Cc).

$$\text{Gain de valorisation} = Cc \times Pval$$

Ainsi, la valorisation immobilière générée par la végétalisation est directement proportionnelle à l'estimation donnée par l'utilisateur et au coût de construction initial. Plus l'investissement dans la végétalisation est significatif, plus la valeur estimée de l'immeuble peut augmenter. Dans notre graphique, cette valorisation est répartie sur l'ensemble des 20 années selon une courbe pondérée : 10 % du gain est appliqué durant les 5 premières années, 80 % sur les 5 années suivantes, correspondant à la phase de plein développement de la végétalisation, puis 10 % sur les 10 dernières années.

Gain annuel grâce à la réduction de taux d'intérêt.

Un autre avantage financier de la végétalisation concerne la réduction du taux d'intérêt appliqué à l'emprunt immobilier. L'utilisateur renseigne à la **question 5** le taux d'intérêt appliqué sans végétalisation et à la **question 6** la réduction du taux d'intérêt obtenue grâce à la végétalisation. Une fois ces valeurs connues, nous recalculons les mensualités du prêt sur 20 ans avant et après végétalisation, en appliquant la formule d'amortissement d'un prêt. Le gain annuel est alors obtenu en faisant la différence entre ces deux mensualités et en la multipliant par 12 pour obtenir l'économie réalisée sur une année.

$$\text{Gain annuel} = \left( \frac{Cc \times \frac{Ti}{1200} \times (1 + \frac{Ti}{1200})^{240}}{(1 + \frac{Ti}{1200})^{240} - 1} - \frac{Cc \times \frac{Tiv}{1200} \times (1 + \frac{Tiv}{1200})^{240}}{(1 + \frac{Tiv}{1200})^{240} - 1} \right) \times 12$$

$$\text{Gain annuel} = (M_{\text{standard}} - M_{\text{réduit}}) \times 12$$

*Cc : Coût total de construction de l'immeuble (calculé précédemment).*

*Ti : Taux d'intérêt standard sans végétalisation (**Question 5**).*

*Tiv : Taux d'intérêt réduit après végétalisation (**Question 6**).*

*1200 : Conversion du taux d'intérêt en décimal et mensualisation (100 × 12 mois)*

*240 : Durée du prêt en mois (20 ans × 12 mois).*

*M<sub>standard</sub> et M<sub>réduit</sub> : Mensualités avant et après végétalisation.*

*La différence entre ces mensualités est multipliée par 12 pour obtenir l'économie annuelle.*

1. Gains par des subventions favorisant la végétalisation.

La végétalisation d'un immeuble ouvre également droit à des subventions publiques. Ces aides financières, mises en place par des collectivités ou des organismes environnementaux, visent à encourager les projets intégrant des infrastructures vertes. La **question 7** du questionnaire demande directement à l'utilisateur le montant estimé des subventions qu'il peut obtenir pour son projet. Ce choix permet d'adapter l'analyse aux différentes politiques locales en matière de financement de la végétalisation.

2. Gains par la diminution du taux de rotation des logements avec la végétalisation.

La végétalisation du bâti améliore le bien-être des occupants, favorisant leur attachement au logement et réduisant ainsi la fréquence des départs. La **question 8** demande la durée moyenne d'occupation des logements T2 à T5 (*les T1 ne sont pas concernés du fait de leur durée moyenne d'occupation très courte*), tandis que la **question 9** estime l'augmentation de cette durée grâce à la végétalisation. La **question 10** permet de renseigner le coût de rénovation par m<sup>2</sup> entre chaque rotation. En réduisant la fréquence des changements de locataires, la végétalisation diminue les frais de rénovation et optimise la rentabilité du projet. Le gain financier annuel lié à cette diminution des rotations est calculé ainsi :

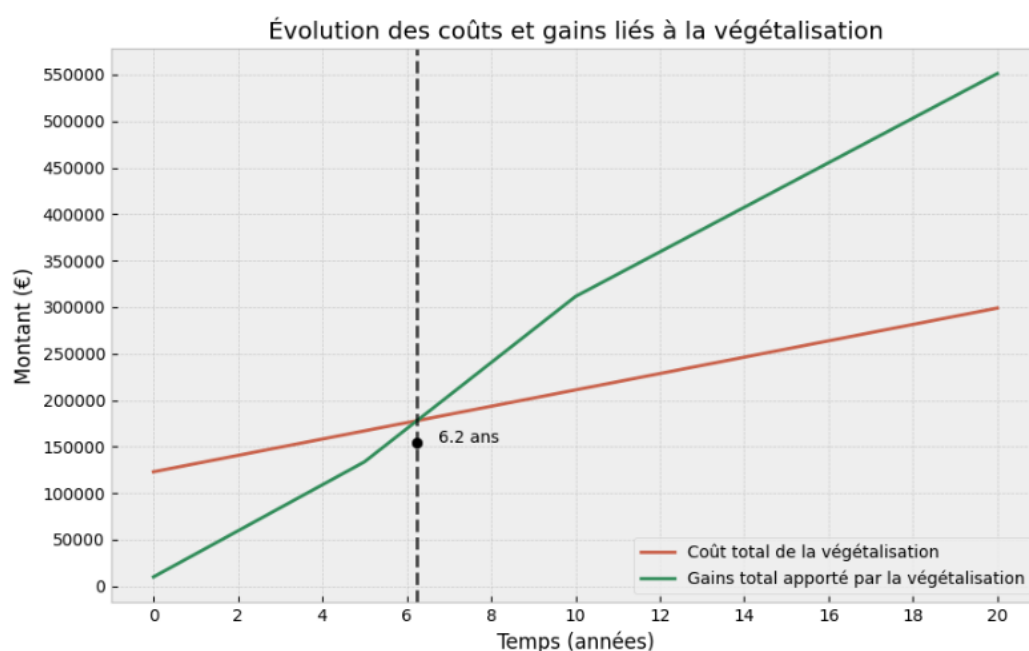
$$\text{Gain annuel} = \sum \left( \frac{N \times S \times C_r}{D_{\text{init}}} - \frac{N \times S \times C_r}{D_{\text{veg}}} \right)$$

Où N est le nombre de logements concernés, S la surface moyenne des logements (m<sup>2</sup>), C<sub>r</sub> le coût de rénovation par m<sup>2</sup>, et D la durée d'occupation avant et après végétalisation.

## Mise en place du graphique ROI

Le graphique ROI illustre l'évolution, sur 20 ans, des coûts et des gains associés à la végétalisation d'un immeuble. Les coûts comprennent l'installation des façades et toitures végétalisées, les infrastructures techniques (récupération des eaux pluviales ou usées, compost, arrivées d'eau), ainsi que les frais d'entretien annuels, qui s'additionnent au fil des années. En parallèle, les gains intègrent plusieurs leviers financiers : les économies liées à la réduction du taux de rotation des logements (moins de rénovations entre locataires), la diminution des charges d'emprunt grâce à des taux d'intérêt bonifiés, les subventions publiques perçues dès le lancement du projet, et enfin la valorisation immobilière du bien, répartie progressivement dans le temps (10 % entre les années 0 et 5, 80 % entre les années 5 et 10, et 10 % entre les années 10 et 20), pour refléter la montée en puissance de l'effet paysager. Le seuil de rentabilité est atteint lorsque les gains cumulés dépassent les coûts cumulés ; ce point est calculé automatiquement par l'application en résolvant l'intersection des deux courbes, indiquant l'année à partir de laquelle l'investissement devient rentable.

### Comparaison des coûts et gains de la végétalisation



Ce graphique compare l'évolution des coûts et des gains liés à la végétalisation sur une période de 20 ans. L'intersection des courbes indique le moment où l'investissement devient rentable.