



# Comment utiliser Scage ?

---

## Comment utiliser Scage ?

1. Introduction
2. Projet de type pieux
  - 2.1. Étude de prédimensionnement
    - 2.1.1. Projet
    - 2.1.2. Matériaux
    - 2.1.3. Prédimensionnement
  - 2.2. Étude détaillée
    - 2.2.1. Projet
    - 2.2.2. Matériaux
    - 2.2.3. Phases/Enveloppes
    - 2.2.4. Sections d'acier
      - 2.2.4.1. Phases/Enveloppes
      - 2.2.4.2. Éléments de cage
    - 2.2.5. Listing
3. Projet de type paroi moulée
  - 3.1. Projet
  - 3.2. Matériaux
  - 3.3. Phases/Enveloppes de calcul
  - 3.4. Sections d'aciers nécessaires
  - 3.5. Calculs détaillées
4. Calculette béton armé
5. Impression du rapport des calculs
6. Documentation

## 1. Introduction

---

**Scage** est un logiciel dédié à l'analyse structurale des fondations et des écrans de soutènement.

Il permet notamment de statuer sur l'équilibre interne des pieux et des parois moulées en paroi moulée conformément à l'**Eurocode 2** (annexes nationales française et belge) et à la norme d'application nationale française de l'Eurocode 7 (**NF P 94-262** et **NF P 94-282**).

Dans les cas d'un **projet de type pieux**, deux types d'études sont proposés :

- **Étude de prédimensionnement** : il permet de statuer sur le diamètre des pieux nécessaire à reprendre un ou plusieurs torseurs ainsi que le taux de ferrailage nécessaire à prévoir, et cela pour un nombre infini de pieux. Il permet d'estimer les efforts maximaux en fonction des efforts appliqués en tête pour chaque combinaison/situation considérée.

- **Étude détaillée** : il permet de vérifier une ou plusieurs cage d'armatures pour un ensemble de diagrammes d'efforts internes à reprendre issus d'un calcul d'équilibre de fondations ou de soutènement. Le calcul se déroule phase par phase en flexion simple, composée ou déviée, aussi bien à l'ELU qu'à l'ELS. Les phases sont regroupées par enveloppe pour faciliter la manipulation des calculs à réaliser.

Dans le cas des écrans de soutènement en paroi moulée, il permet de calculer les sections nécessaires d'**aciers longitudinaux à l'ELU et à l'ELS** ainsi que les sections d'**aciers nécessaires transversaux à l'ELU** à partir des résultats du calcul d'équilibre. Les sollicitations internes de la paroi moulée sont considérées comme une donnée d'entrée provenant d'un calcul d'interaction sols-structure (calcul ISS, par exemple obtenus à partir de **K-Réa**) tenant compte du phasage de réalisation de l'ouvrage. Le calcul se déroule phase par phase en flexion simple ou composée, aussi bien à l'ELU qu'à l'ELS. Les phases sont regroupées par Enveloppe pour faciliter la manipulation des calculs à réaliser.

## 2. Projet de type pieux

---

### 2.1. Étude de prédimensionnement

#### 2.1.1. Projet

- **Informations générales**

Il est possible de définir le nom du projet et de la coupe de calcul. Ces informations seront reprises lors de l'impression du rapport des calculs.

Il est possible de travailler avec le système d'unités métrique et impérial.

- **Définition d'un cas de calcul**

Au sein d'un projet Scage, il est possible de stocker plusieurs calculs indépendants sous forme de "Cas". L'idée étant de pouvoir de définir et comparer plusieurs calculs réalisés, ce qui permet de basculer entre eux rapidement. L'interface propose également un système de cas favoris pour faciliter le repérage visuel.

#### 2.1.2. Matériaux

- **Définition des matériaux**

Le **béton** est caractérisé en termes de contraintes admissibles pour chaque combinaison (les limitations exigées par la norme NF P94-282 sont également proposées). L'inclinaison de bielles doit être également définie. Le détail de calculs réalisés est fourni sous le bouton *Détails*, avec les indications quant au chapitre et le paragraphe source de la norme NF P94-282. Les valeurs calculées automatiquement sont également personnalisables si l'utilisateur le souhaite.

L'**acier** est caractérisé par sa résistance caractéristique, la branche de sa loi de comportement (horizontale ou inclinée), son module d'élasticité ou module de Young et ses déformations limites accessibles depuis *Détails*.

- **Lois de comportement**

Les lois de comportement sont représentées à l'échelle pour les états limites ultimes.  
Les graphiques acceptent le zoom et peuvent être exportées vers le presse-papier.

- **Coefficients partiels**

Les coefficients partiels sur les résistances du béton et de l'acier sont à définir pour chaque combinaison de calcul. Le coefficient d'équivalence (rapport entre le module d'élasticité de l'acier et du béton) est également paramétrable pour les combinaisons à l'ELS.

### 2.1.3. Prédimensionnement

Cet onglet permet de dérouler deux types de calcul :

- Calcul de prédimensionnement de pieux
- Génération de diagrammes d'interaction

Le calcul de prédimensionnement des pieux permet de statuer sur des quantités minimales à prévoir par pieux (diamètre et ratio d'acier minimal) pour reprendre un ensemble de torseurs (5 composantes : N, Mx, My, Vx et Vy) sans nécessité de définir une cage d'armatures.

L'utilisateur peut définir :

- la liste de diamètres à examiner ;
- la plage de ratios d'acier longitudinaux et transversaux à examiner ;
- la position du centre de gravité des aciers par rapport au bord de la section béton ;
- et la contrainte de travail de l'acier à l'ELS.

Les sollicitations internes peuvent provenir d'un calcul d'équilibre (par exemple avec Foxta ou K-Réa) ou être générées automatiquement à partir des efforts en tête à l'aide d'un assistant.

En complément, Scage propose un générateur de diagrammes d'interaction pour un ensemble de diamètres et de ratio d'aciers longitudinaux prédéfinis à l'ELU et à l'ELS.

## 2.2. Étude détaillée

### 2.2.1. Projet

- **Informations générales**

Il est possible de définir le nom du projet et de la coupe de calcul. Ces informations seront reprises lors de l'impression du rapport des calculs.

Il est possible de travailler avec le système d'unités métrique et impérial.

- **Définition d'un cas de calcul (scénario)**

Au sein d'un projet Scage, il est possible de stocker plusieurs calculs indépendants sous forme de "Cas". L'idée étant de pouvoir de définir et comparer plusieurs calculs réalisés, ce qui permet de basculer entre eux rapidement. L'interface propose également un système de cas favoris pour faciliter le repérage visuel.

- **Définition de la géométrie**

La section est considérée circulaire, définie à partir d'un diamètre de pieux.

## 2.2.2. Matériaux

Cet onglet est identique à celui décrit dans [Matériaux](#).

## 2.2.3. Phases/Enveloppes

- **Sollicitations internes**

Cet onglet sert à définir les sollicitations internes à considérer dans la vérification de la cage d'armatures.

Les efforts internes de l'écran doivent provenir d'un calcul d'interaction sol-structure (ISS), par exemple d'un projet Foxta, K-Réa ou à partir d'un fichier Excel (retrouver le modèle dans le dossier d'installation).

Dans le cas d'un import depuis Foxta, un assistant d'import permet de choisir le fichier source des sollicitations à l'ELS et à l'ELU ainsi que le choix de la variante à considérer pour chaque direction de calcul (X, Y, Z). En général, le module Taspie peut être utilisé pour générer l'effort normal en Z et le module Piecoef pour générer les sollicitations en X et Y. Il est possible d'utiliser les sollicitations d'un calcul à l'ELS pour générer l'ELU via la définition du facteur partiel, usuellement égale à 1.35 (toutes les sollicitations seront alors multipliées par 1.35).

Dans le cas d'un import depuis K-Réa, il est nécessaire de choisir un projet pour lequel on a activé le calcul à l'ELU. Les pieux sont supposés espacés d'un certain entraxe qu'il convient de définir dans Scage afin de pouvoir multiplier les sollicitations source. Dans le cas d'un projet double écran de K-Réa, il est possible de définir quel écran (1 ou 2) doit-il importé.

Dans le cas d'un import depuis Excel, il est nécessaire de fournir les sollicitations à l'ELS et à l'ELU. En effet, elles sont nécessaires au bon déroulement du calcul. Voir le détail du format du fichier Excel à fournir dans le document dédié du manuel.

Lors de l'import, toutes les phases sont affichées dans la liste *Phases non assignées*. L'utilisateur peut ensuite basculer chaque phase dans une enveloppe. Il est possible également de ne pas attribuer une phase à une enveloppe, ce qui permet la liberté de ne pas considérer une phase dans le calcul.

- **Enveloppes**

Il est possible de créer autant d'enveloppes que souhaité.

Une enveloppe peut contenir une ou plusieurs phases de calcul.

Scage permet de simplifier et réduire le nombre de niveaux de calcul afin de simplifier le calcul à réaliser. Cela se matérialise par un choix sur le pas de calcul maximal. Cette simplification conserve les valeurs extrêmes des diagrammes d'efforts internes pour garder une continuité avec les diagrammes sources.

Conformément à l'Eurocode 2, il est nécessaire d'appliquer un décalage sur les diagrammes de moment fléchissant afin de garantir la mise en charge des barres longitudinales sur leur longueur d'ancrage. La valeur du décalage peut être saisie par l'utilisateur ou bien être calculée automatiquement par l'interface.

Si le fichier source est modifié pendant le calcul Scage, il est également possible soit d'importer l'ensemble des phase à nouveau ou bien uniquement les valeurs des sollicitations tout en gardant la même répartition des phases au sein des enveloppes.

- **Efforts internes**

Les efforts internes sont présentés sous forme de deux onglets: ELU (état limite ultime) ou ELS (état limite de service). Les résultats peuvent être affichées sous forme de graphiques ou de tableaux.

Les graphiques sont tous intitulés et précisent l'unité des valeurs affichées, ainsi que les valeurs minimales et maximales. Ils permettent les zoom, aussi bien sur la région interne que sur les axes, ainsi que l'export vers le presse-papiers.

## 2.2.4. Sections d'acier

### 2.2.4.1. Phases/Enveloppes

Cet onglet permet de définir la cage d'armatures à vérifier.

Chaque enveloppe est caractérisée par une situation à l'ELU et à l'ELS.

Le mode de flexion à considérer peut être défini pour chaque phase de calcul :

- Flexion simple autour de X
- Flexion simple autour de Y
- Flexion composée autour de X
- Flexion composée autour de Y
- Flexion déviée
- Flexion composée déviée

La contrainte de travail de l'acier et l'ouverture de fissures à l'ELS peuvent être définis sur la hauteur du pieux par enveloppe.

### 2.2.4.2. Éléments de cage

Cet onglet permet de définir la cage d'armatures sur la base de plusieurs éléments de cage.

Le premier sous-onglet permet de définir :

- L'enrobage à respecter sur l'ensemble de la cage.
- La longueur maximale des barres longitudinales : cela correspond à la limite annoncée par le ferrailleur, ce qui permet de garantir que les barres saisies dans les éléments seront acceptables.
- La distance minimale entre les zones transversales : cela permet de gérer l'espacement à prévoir entre le dernier cadre d'un élément et le premier de l'élément suivant.

Ensuite, chaque élément de cage est défini par :

- Une altimétrie : un niveau supérieur et un niveau inférieur de l'élément.
- Un ensemble de barres longitudinales positionnées sur la section du pieu et sur hauteur de l'élément de cage définies par un niveau supérieur et inférieur. Un assistant est proposée pour calculer aisément la position polaire de chaque barre, définie par une distance au centre de la section ( $r$ ) et un angle ( $\alpha$ ) par rapport à la verticale.
- Un ensemble de zones transversales positionnées sur la hauteur de l'élément de cage définies par un espacement, un nombre (1 ou 2) et diamètre de cerce.

Toutes les barres longitudinales ou zones transversales peuvent être dupliquées pour faciliter ses manipulations.

Tout au long de la saisie, tous les aciers se positionnent sur la hauteur de l'élément dans la carte Elévation.

Une fois la cage est définie, le calcul peut être lancé à l'aide du bouton "Epsilon" dans la carte Résultats.

## 2.2.5. Listing

Cet onglet permet d'accéder à une synthèse de toutes les barres d'acier disposés dans l'onglet [Sections d'acier](#).

Il permet de connaître le nombre de barres par diamètre, sa longueur totale et la masse totale.

Il permet également d'obtenir le **ratio d'acier/béton** (kg/m<sup>3</sup>).

# 3. Projet de type paroi moulée

---

## 3.1. Projet

- **Informations générales**

Il est possible de définir le nom du projet et de la coupe de calcul. Ces informations seront reprises lors de l'impression du rapport des calculs.

Il est possible de travailler avec le système d'unités métrique et impérial.

- **Définition d'un cas de calcul (scénario)**

Au sein d'un projet Scage, il est possible de stocker plusieurs calculs indépendants sous forme de "Cas". L'idée étant de pouvoir de définir et comparer plusieurs calculs réalisés, ce qui permet de basculer entre eux rapidement. L'interface propose également un système de cas favoris pour faciliter le repérage visuel.

- **Définition de la géométrie**

La section est considérée rectangulaire, définie à partir d'une largeur de calcul et d'une épaisseur de paroi.

Les sollicitations importées par unité de longueur seront multipliées par la largeur de calcul saisie.

## 3.2. Matériaux

Cet onglet est identique à celui décrit dans [Matériaux](#).

## 3.3. Phases/Enveloppes de calcul

- **Sollicitations internes**

Les efforts internes de l'écran doivent provenir d'un calcul d'interaction sol-structure (ISS), par exemple d'un projet K-Réa ou à partir d'un fichier Excel (retrouver le modèle dans le dossier d'installation).

Dans le cas d'un projet double écran de K-Réa, il est possible de définir quel écran (1 ou 2) doit-il importé.

Dans le cas d'un import depuis Excel, il conviendra de fournir les sollicitations à l'ELS et à l'ELU. En effet, elles sont nécessaires au bon déroulement du calcul.

Lors de l'import, toutes les phases sont affichées dans la liste *Phases non assignées*. L'utilisateur peut ensuite basculer chaque phase dans une enveloppe. Il est possible également de ne pas attribuer une phase à une enveloppe, ce qui permet la liberté de ne pas considérer une phase dans le calcul.

- **Enveloppes**

Il est possible de créer autant d'enveloppes que souhaité.

Une enveloppe peut contenir une ou plusieurs phases de calcul.

Scage permet de simplifier et réduire le nombre de niveaux de calcul afin de simplifier le calcul à réaliser. Cela se matérialise par un choix sur le pas de calcul maximal. Cette simplification conserve les valeurs extrêmes des diagrammes d'efforts internes pour garder une continuité avec les diagrammes sources.

Conformément à l'Eurocode 2, il est nécessaire d'appliquer un décalage sur les diagrammes de moment fléchissant afin de garantir la mise en charge des barres longitudinales sur leur longueur d'ancrage. La valeur du décalage peut être saisie par l'utilisateur ou bien être calculée automatiquement par l'interface.

Si le fichier source est modifié pendant le calcul Scage, il est également possible soit d'importer l'ensemble des phase à nouveau ou bien uniquement les valeurs des sollicitations tout en gardant la même répartition des phases au sein des enveloppes.

- **Efforts internes**

Les efforts internes sont présentés sous forme de deux onglets: ELU (état limite ultime) ou ELS (état limite de service). Les résultats peuvent être affichées sous forme de graphiques ou de tableaux.

Les graphiques sont tous intitulés et précisent l'unité des valeurs affichées, ainsi que les valeurs minimales et maximales. Ils permettent les zoom, aussi bien sur la région interne que sur les axes, ainsi que l'export vers le presse-papiers.

### 3.4. Sections d'aciers nécessaires

Cette section permet de fournir les sections longitudinales et transversales nécessaires d'acier pour chaque enveloppe définie précédemment.

- **Enveloppes**

Le calcul béton armé nécessite la définition de la position du centre de gravité des barres longitudinales par rapport à la fibre de béton correspondante. A ce stade, cette valeur est considérée constante sur toute la hauteur de l'écran.

La valeur du décalage des courbes de moment fléchissant est rappelée est modifiable à nouveau. Il est également possible de recharger les sollicitations internes si jamais le fichier sources a évolué entretemps.

Il est nécessaire de définir la situation à considérer à l'ELU et à l'ELS pour chaque enveloppe, ainsi que la contrainte d'acier admissible à l'ELS pour chaque côté de l'écran et en fonction de la profondeur. Cette contrainte peut être défini en fonction de l'ouverture de fissures limite exigée (le coefficient est réglable dans l'onglet *Paramètres*).

L'utilisateur est libre de demander soit un calcul en flexion simple ou flexion composée pour chaque phase de calcul, ce qui aura un impact sur les sections d'acier nécessaires et les contraintes engendrées à l'ELS.

- **Sections nécessaires d'acier**

Les diagrammes de section nécessaire d'acier sont représentés en fonction des choix précédents. Ils sont présentés sous forme de graphique ou de tableaux, tous les deux exportables vers le presse-papiers.

Conformément à l'Eurocode 2, les aciers transversaux sont uniquement à dimensionner à l'ELU.

### 3.5. Calculs détaillées

Cette section permet d'accéder aux détails des calculs à n'importe quel niveau de calcul.

- **Dimensionnement des aciers**

L'utilisateur peut choisir le diagramme cible ainsi que l'enveloppe et la combinaison. Un simple click sur une courbe permet de repérer et afficher une nouvelle ligne dans le tableau *Résultats*.

- **Résultats**

Le tableau *Résultats* est rempli avec toutes les données disponibles.

Si la combinaison ELS est Quasi-Permanent, il convient de rentrer le diamètre équivalent pour que le calcul d'ouverture de fissures puisse se dérouler (méthode exacte).

Les détails des paramètres intermédiaires de calcul est affiché sous les graphiques de déformations/contraintes et de la section géométrique.

## 4. Calcuette béton armé

---

Ce outil de calcul est proposé de manière indépendante au projet réalisé.

L'objectif est de permettre à l'utilisateur la vérification de calculs béton armé pour un ensemble de données d'entrée indépendantes.

Le calcul peut être fait pour une section circulaire (pieux) ou pour une section rectangulaire (paroi moulée).

## 5. Impression du rapport des calculs

---

Scage permet l'impression du rapport des calculs réalisés tout en laissant la possibilité de choisir le contenu à inclure. Un aperçu dynamique de l'impression est proposé sur l'interface.

Le rapport peut être également imprimé en PDF, à condition de disposer d'une imprimante dédiée disponible dans le système d'exploitation.

## 6. Documentation

---

Toute la documentation Scage est disponible dans cette catégorie sous forme de fichiers .html qui peuvent être ouverts en parallèle de l'interface via le navigateur par défaut.

