

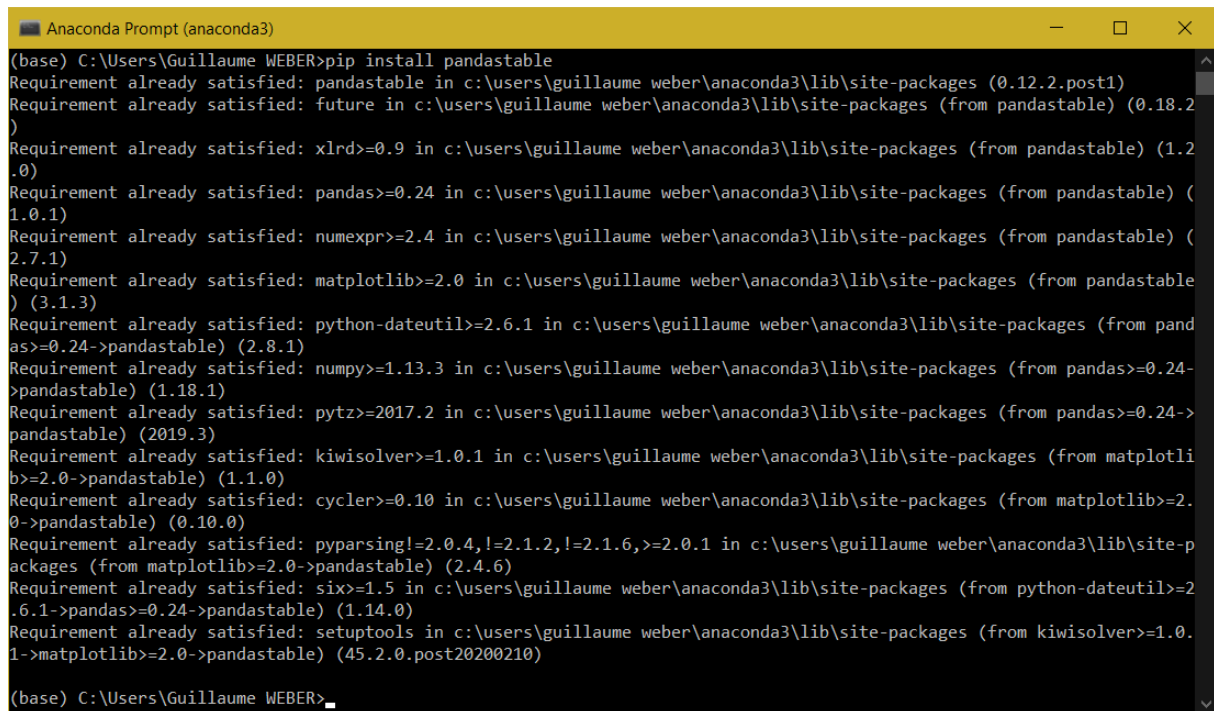
Guide d'utilisation / Partie Eléments Finis

1. Objectif du logiciel

Ce logiciel permet, à partir d'une structure et des contraintes qui lui sont appliquées, de calculer ses déformations et de vérifier sa tenue aux contraintes. Il peut permettre de façon concrète à valider le choix d'un matériau, la forme d'une structure, la section d'une poutre, etc.

2. Premier démarrage du logiciel

Après avoir ouvert le fichier « interface graphique 2.0 » avec un logiciel capable d'interpréter python. Il faut importer la bibliothèque pandastable qui n'est pas comprise dans Anaconda à l'installation. Pour cela il faut entrer ceci « pip install pandastable » dans la console python pour télécharger la bibliothèque.



```
Anaconda Prompt (anaconda3)
(base) C:\Users\Guillaume WEBER>pip install pandastable
Requirement already satisfied: pandastable in c:\users\guillaume weber\anaconda3\lib\site-packages (0.12.2.post1)
Requirement already satisfied: future in c:\users\guillaume weber\anaconda3\lib\site-packages (from pandastable) (0.18.2)
Requirement already satisfied: xlrd>=0.9 in c:\users\guillaume weber\anaconda3\lib\site-packages (from pandastable) (1.2.0)
Requirement already satisfied: pandas>=0.24 in c:\users\guillaume weber\anaconda3\lib\site-packages (from pandastable) (1.0.1)
Requirement already satisfied: numexpr>=2.4 in c:\users\guillaume weber\anaconda3\lib\site-packages (from pandastable) (2.7.1)
Requirement already satisfied: matplotlib>=2.0 in c:\users\guillaume weber\anaconda3\lib\site-packages (from pandastable) (3.1.3)
Requirement already satisfied: python-dateutil>=2.6.1 in c:\users\guillaume weber\anaconda3\lib\site-packages (from pandas>=0.24->pandastable) (2.8.1)
Requirement already satisfied: numpy>=1.13.3 in c:\users\guillaume weber\anaconda3\lib\site-packages (from pandas>=0.24->pandastable) (1.18.1)
Requirement already satisfied: pytz>=2017.2 in c:\users\guillaume weber\anaconda3\lib\site-packages (from pandas>=0.24->pandastable) (2019.3)
Requirement already satisfied: kiwisolver>=1.0.1 in c:\users\guillaume weber\anaconda3\lib\site-packages (from matplotlib>=2.0->pandastable) (1.1.0)
Requirement already satisfied: cycler>=0.10 in c:\users\guillaume weber\anaconda3\lib\site-packages (from matplotlib>=2.0->pandastable) (0.10.0)
Requirement already satisfied: pyparsing!=2.0.4,!=2.1.2,!=2.1.6,>=2.0.1 in c:\users\guillaume weber\anaconda3\lib\site-packages (from matplotlib>=2.0->pandastable) (2.4.6)
Requirement already satisfied: six>=1.5 in c:\users\guillaume weber\anaconda3\lib\site-packages (from python-dateutil>=2.6.1->pandas>=0.24->pandastable) (1.14.0)
Requirement already satisfied: setuptools in c:\users\guillaume weber\anaconda3\lib\site-packages (from kiwisolver>=1.0.1->matplotlib>=2.0->pandastable) (45.2.0.post20200210)
(base) C:\Users\Guillaume WEBER>
```

Après quelques secondes de téléchargement et d'installation, la console affiche que l'installation a bien été effectuée et vous redonne la main. Il faut alors relancer l'interpréteur python pour que les changements soient pris en compte.

Cette manipulation n'est heureusement pas à effectuer à chaque démarrage mais simplement une seule fois sur chaque ordinateur sur lequel vous souhaitez utiliser *SolveStructure*.

3. Utilisation du logiciel

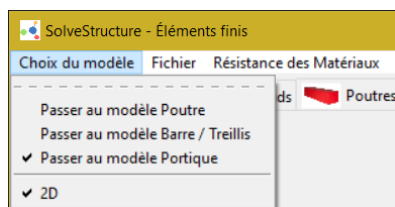
Lors de l'ouverture du logiciel, une fenêtre s'ouvre. On peut y distinguer différentes parties :



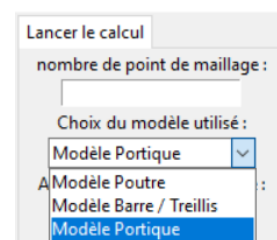
a. Les données d'entrée

Maintenant que l'on est prêt à utiliser le logiciel, nous allons passer à la partie renseignement des données. Elles sont séparées en trois parties : La partie Nœuds, la partie Propriétés des nœuds et la partie Poutres.

Mais avant de commencer à saisir des données, il est conseillé de choisir le modèle de calcul à utiliser. Cela va griser les cases qui ne sont pas nécessaires au calcul pour faciliter la saisie. Pour choisir le modèle, deux possibilités s'offrent à vous :



- Soit utiliser le menu de choix du modèle et sélectionner le modèle choisi.
- Soit utiliser le menu déroulant dans la partie « Lancer le calcul » et sélectionner le modèle choisi.



Nœuds **Propriétés des nœuds** **Poutres**

Ajouter des nœuds :

Position selon X (m) :

0

Position selon Y (m) :

0

Position selon Z (m) :

0

Ajouter nœud

Attaquons maintenant le vif du sujet : entrer les données dans le logiciel.

Dans cette partie Nœuds, l'objectif est de donner les coordonnées de tous les nœuds. Un nœud désigne un endroit où il y a une singularité sur la poutre comme par exemple un changement de direction de la poutre ou une force appliquée.

Il faut donc remplir chacune des cases non grisées avec la position du nœud dans la coordonnée correspondante. Puis on peut cliquer sur le bouton « Ajouter nœud » pour voir apparaître le nouveau nœud dans la liste (carré blanc) au-dessous de celui-ci.

Nœuds **Propriétés des nœuds** **Poutres** **Lancer le calcul**

Ajouter des nœuds :

Position selon X (m) :

0

Position selon Y (m) :

0

Position selon Z (m) :

0

Ajouter nœud

Nœud 1 [1.0, 0.0, 0.0]
Nœud 2 [4.0, 0.0, 0.0]
Nœud 3 [7.0, 0.0, 0.0]

Infos du nœud
Renommer nœud
Supprimer nœud

Informations sur le nœud : Nœud 1

Nom : Nœud 1

Coordonnées du nœud (x, y, z):
[1.0, 0.0, 0.0]

Degrés de liberté du nœud (X, Y, Z, L, M, N):
[0, 0, 0, 0, 0, 0]

Chargements au nœud (Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz):
[0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]

Ressorts au nœud (Kx, Ky, Kz):
[]

Liste des poutres auxquelles ce nœud appartient :
Poutre 1

OK

Dès le deuxième nœud ajouté, l'icône de nœud à gauche du nom de l'onglet passe du rouge au vert pour signifier que les conditions minimales pour effectuer un calcul sont remplies. Ce même mécanisme existe pour les deux autres onglets.

Après avoir ajouté un nœud, il est possible de le sélectionner dans la liste pour pouvoir utiliser les boutons « Infos du nœud » et « Supprimer nœud ». Le premier affiche la fenêtre ci-contre (accompagnée d'un bruit désagréable) qui permet de visualiser les informations entrées pour ce nœud. Le second bouton retire le nœud des données ainsi que

toutes les poutres dans lesquelles ce nœud est impliqué.

Nœuds Propriétés des nœuds Poutres

Définir les propriétés des nœuds :

Choix du nœud :

Degrés de liberté du nœud

☐ Bloquage selon X ☐ Bloquage en rotation selon X

☐ Bloquage selon Y ☐ Bloquage en rotation selon Y

☐ Bloquage selon Z ☐ Bloquage en rotation selon Z

liaisons standard :

Chargements du nœud

Force selon X (N) :

Force selon Y (N) :

Force selon Z (N) :

Moment selon X (N.m) :

Moment selon Y (N.m) :

Moment selon Z (N.m) :

Ressort du nœud

Ressort selon X (N/m) :

Ressort selon Y (N/m) :

Ressort selon Z (N/m) :

Appliquer les propriétés au nœud

On passe maintenant aux propriétés des nœuds. Pour définir les propriétés d'un nœud, il faut le sélectionner dans la liste.

On peut ensuite choisir les degrés de liberté du nœud. Là encore, deux possibilités : cocher les cases des degrés de libertés que l'on souhaite bloquer ou choisir un type de liaison dans la liste déroulante des liaisons standards.

Dans les deux cas, cela va griser les cases des chargements correspondant aux degrés bloqués car ceux-ci ne peuvent pas impacter la structure.

On peut ensuite entrer les valeurs des chargements dans les cases restées blanches. Les propriétés des ressorts fonctionnent de la même manière mais n'ont pas pu être implantées dans cette version de *SolveStructure*.

Il ne reste alors plus qu'à cliquer sur le bouton « Appliquer les propriétés au nœud » pour que les données soient prises en compte.

Nœuds **Propriétés des nœuds** **Poutres**

Définir les liaisons entre les nœuds et leurs propriétés :

Liste des poutres :

Infos poutre

Supprimer poutre

Choix des nœuds à lier :

Nœud 1 [1.0, 0.0, 0.0]
Nœud 2 [4.0, 0.0, 0.0]
Nœud 3 [7.0, 0.0, 0.0]

Sélectionner géométrie

Aire de la section (m^2) :
0.02799999999999997

Inertie de la poutre (m^4) :
0.0005716666666666665

Module de Young (Pa) :
203000000000

Acier inox 18-10

Charge répartie sur la poutre

Charge normale répartie (N/m) : 0

Ajouter poutre

Pour ce qui est du module de Young, il est également possible d'entrer la valeur ou de choisir parmi une base de données le matériau souhaité.

Pour ajouter la poutre, il ne manque alors plus qu'à renseigner la charge répartie avant de cliquer sur le bouton « Ajouter poutre », vous commencez à comprendre.

La dernière étape des entrées concerne les poutres qui permettent de relier les nœuds.

La première liste contiendra les poutres que nous allons créer. Elle permet les mêmes options que pour la liste des nœuds vue précédemment. A savoir, obtenir les informations d'une poutre ou la supprimer.

S'en suit la partie création de poutre : On sélectionne dans la liste les 2 nœuds à relier par une poutre. Ensuite, deux options sont possibles : Soit utiliser l'option de sélection de géométrie (voir ci-dessous) qui permet de calculer en fonction de la section choisie et de ses dimensions, l'aire et l'inertie de ce profil de poutre.

Choix de la section et calcul de l'inertie

Choix du type de section :
Losange

D2
0.08
D1
0.7
0
0
0

Appliquer section

Sélectionner géométrie

Aire de la section (m^2) :
0.02799999999999997

Inertie de la poutre (m^4) :
0.0005716666666666665

On peut aussi entrer les valeurs directement dans les champs.

Module de Young (Pa) :
203000000000

Acier inox 18-10

Charge répartie

Charge normale

Acier de construction
Acier inox 18-10
Aluminium (Al)
Argent (Ag)
Bronze
Chrome (Cr)
Cobalt (Co)
Cuivre (Cu)
Etain (Sn)
Fer (Fe)

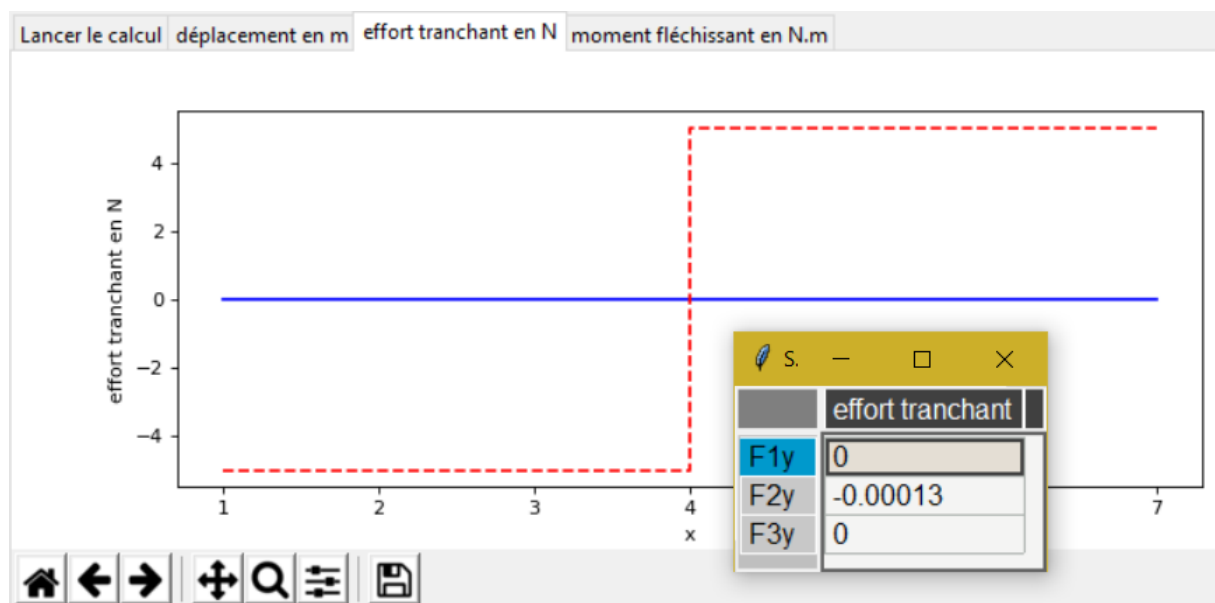
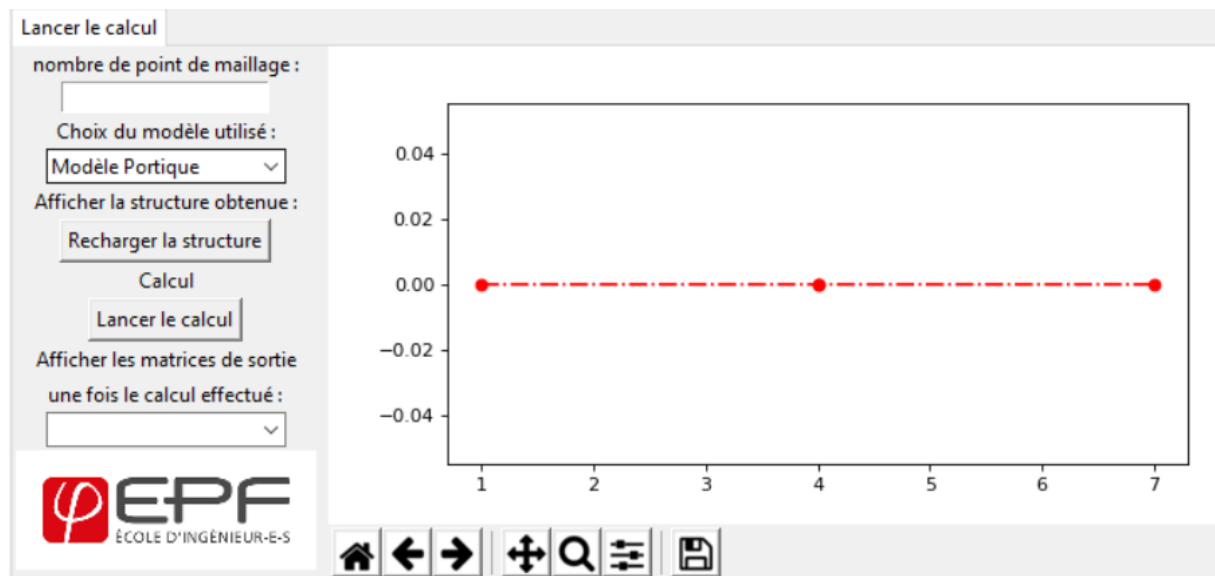
b. Lancer le calcul

Dans la partie « Lancer le calcul », il reste quelques paramètres à entrer avant de voir les belles courbes s'afficher.

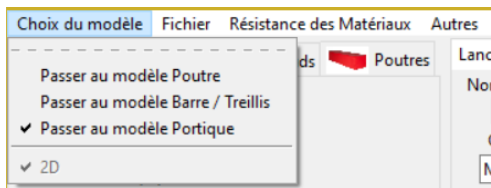
Le nombre de points de maillage est requis pour les modèles poutre et portique. Il est possible, comme vu plus haut, de modifier ici le modèle utilisé.

Puis le bouton « Recharger la structure permet d'afficher dans le graphique à droite la géométrie de la structure étudiée. Cela permet une dernière vérification avant l'appui sur le bouton « Lancer le calcul ».

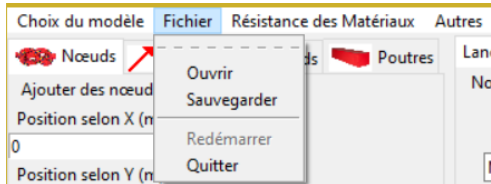
Suite à l'appui, des onglets contenant les courbes s'ajoutent à droite de celui intitulé « Lancer le calcul ». Ces courbes sont les résultats du calcul et permettent d'obtenir différentes informations sur la résistance et les efforts subis par la structure. Elles peuvent être manipulées avec la barre de menu située en dessous du graphe. Enfin, la liste défilante se peuple pour permettre l'affichage des matrices de déplacement aux nœuds et de forces aux nœuds.



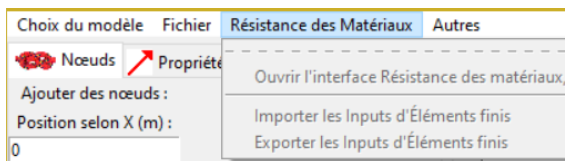
c. Les fonctionnalités du menu



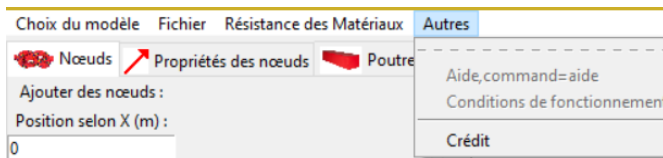
Ce menu permet de changer de modèle de calcul. Il permettra dans une prochaine version de passer à la modélisation en 3D.



Ce menu permet l'export des données d'entrée et l'import des données préalablement enregistrées. ! Attention à choisir le modèle approprié ainsi que le maillage souhaité avant de lancer le calcul.



Ce menu a été conçu pour permettre de changer de logiciel et sera implémenté dans une prochaine version.



Ce menu permet d'obtenir des informations sur la création du logiciel et permettra dans une prochaine version d'obtenir de l'aide en menant par exemple à ce document ou à la vidéo de présentation du logiciel.

4. La vidéo exemple d'utilisation

Lien de la vidéo exemple d'utilisation :

<https://www.youtube.com/watch?v=ouVOWkYoUP0&feature=youtu.be&fbclid=IwAR2Aj1kWeIEBNN7s4l-M0VdSmCxxvIOBliLwEflkvVh6K5OB0Kjv2y9tNx94>