

Chapitre 5 : Analyse statique des portiques transversaux et dimensionnement des éléments principaux

Introduction :

La conception d'une structure métallique constitue une étape importante qui permet de bien maîtriser le dimensionnement.

1- Conception générale

Le plus répandu, les portiques sont conçu comme étant constitués d'une **traverse** et deux **poteaux**, les liaisons traverse-poteau et au faîtage sont réalisées par des assemblages de Continuité boulonnés.

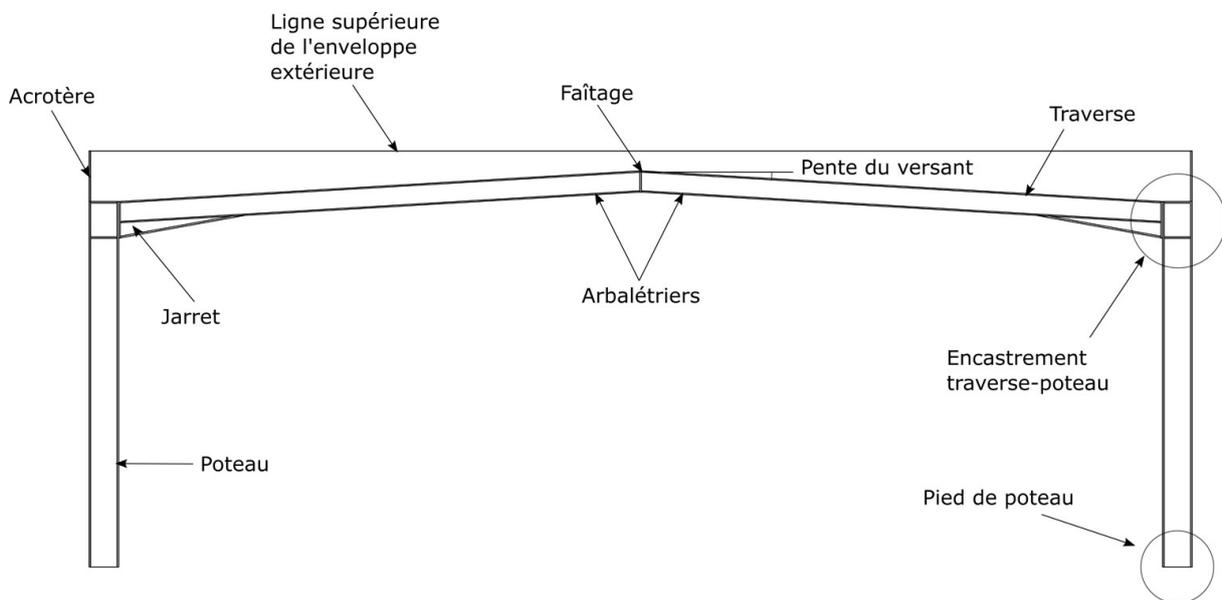


Figure 1 : Conception usuelle de portiques de bâtiment industriel.

les portiques multiples sont également très courants, comme celui représenté à la Figure 2.

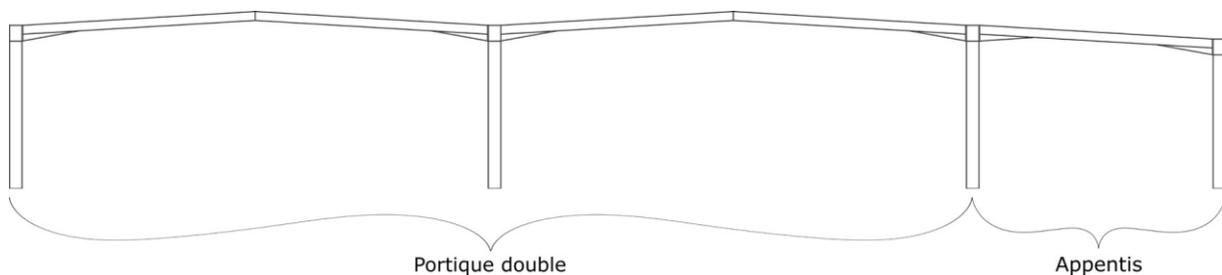


Figure 2 : portique double avec appentis

2- Principaux rôles des portiques :

- Transmission des efforts dus aux charges verticales, appliquées sur la toiture par l'intermédiaire des pannes (poids de la couverture, neige) et ceux dus aux actions horizontales (vent) par l'intermédiaire des lisses de bardage, jusqu'aux fondations.
- Assurer une rigidité suffisante de l'ossature dans le plan du portique. Le transfert des charges appliquées à un portique se traduit essentiellement par des efforts axiaux, des efforts tranchants et des moments fléchissant dans les barres (voir la Figure 3).

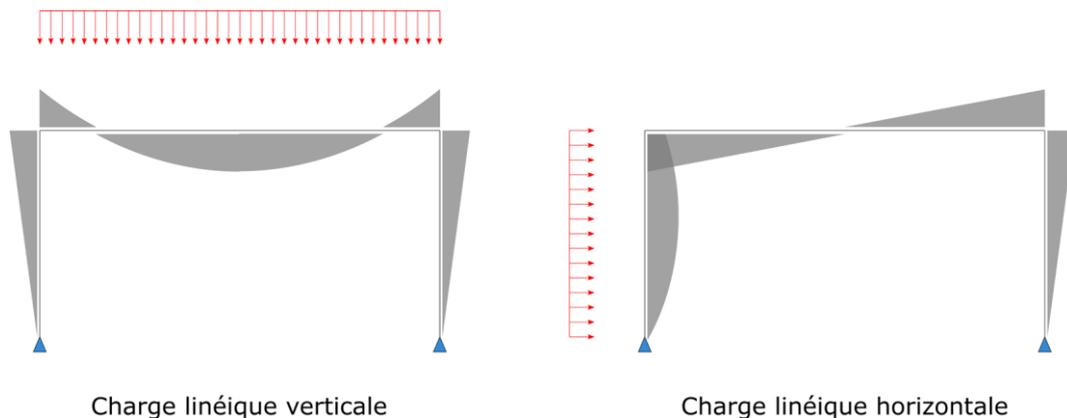


Figure 3 : Moment fléchissant résultant d'un cas de charge élémentaire

3- Choix des sections utilisées pour les portiques

Les éléments constitutifs des portiques sont généralement très sollicités en flexion. Les profilés laminés à chaud, principalement les IPE, représentent souvent le meilleur choix de section à adopter pour des portées comprises entre 10 et 30 m.

Pour des portées plus importantes, entre 20 et 50 m, l'utilisation de profilés reconstitués soudés (PRS) à section transversale doublement symétrique et à hauteur d'âme variable est courante pour les bâtiments à simple rez-de-chaussée, afin d'optimiser le poids d'acier.

- Notons par ailleurs que l'utilisation de profilés en I mono-symétriques, avec une épaisseur de la semelle comprimée plus importante que celle de la semelle tendue, peut également permettre d'optimiser le dimensionnement. Voir la Figure 4.

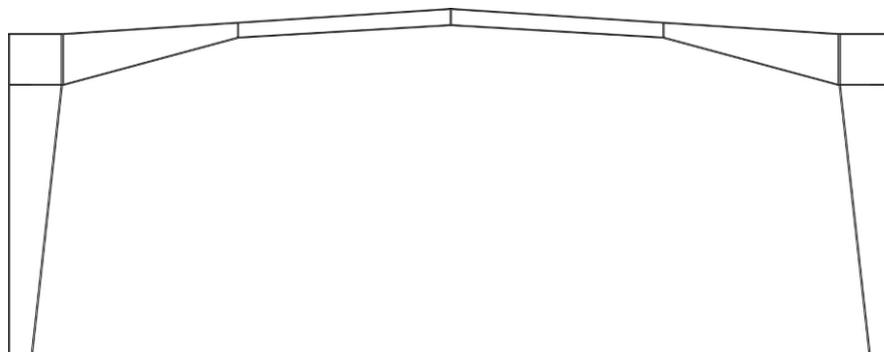


Figure 4 : Portique simple constitué de sections à hauteur variable

L'utilisation d'un treillis pour la traverse est également une alternative intéressante pour les portées importantes. Cette conception est particulièrement adaptée lorsqu'il s'agit de limiter

la flèche verticale. Voir la Figure 5.

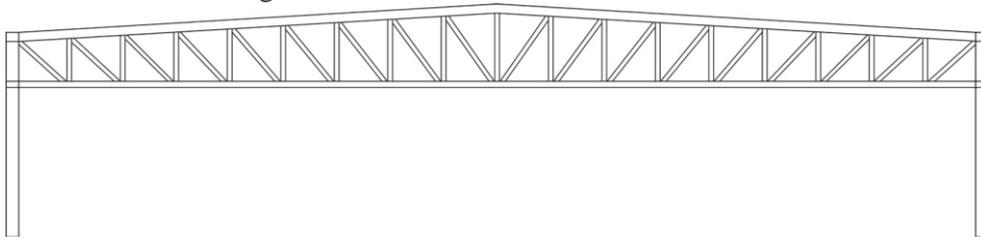


Figure 5 : Portique avec traverse en treillis

Outre la portée de la structure, le choix d'une traverse en PRS ou en treillis peut être motivée par des raisons propres à l'entreprise.

Notons enfin que les éléments formés à froid sont également utilisables pour la réalisation des portiques, généralement de faible portée.

4- Assemblage des différents éléments d'un portique

A- Assemblage Poteau-traverse :

Le mode de fonctionnement du portique impose de concevoir une liaison traverse-poteau capable de transmettre un moment de flexion important. Il est courant de devoir ajouter des raidisseurs (transversaux et/ou extérieurs avec une file de boulon extérieure) et/ou un jarret afin que l'assemblage offre une résistance et une rigidité à la flexion suffisantes. Voir la Figure 7.

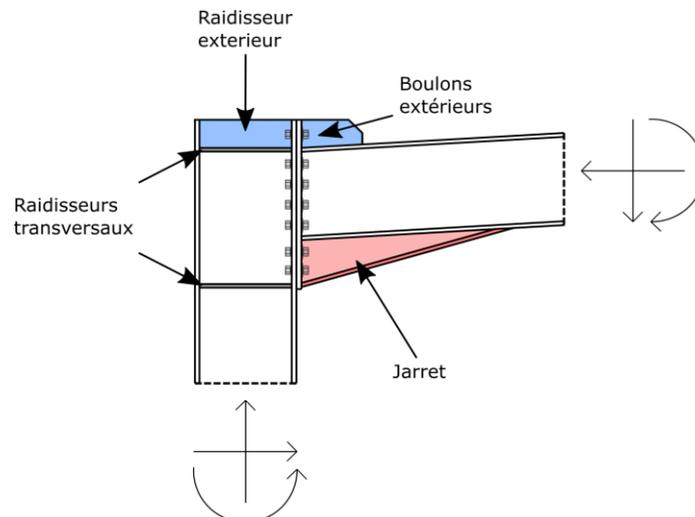


Figure 7 : Assemblage de continuité traverse-poteau

B- Assemblage de faitage :

Au droit du faitage, un assemblage de continuité est habituellement réalisé. Souvent placé à mi- portée, le faitage est également le siège d'une flexion importante. Il peut donc être nécessaire de devoir ajouter un raidisseur ou un renfort inférieur pour que l'assemblage ait une résistance et une rigidité à la flexion suffisantes. Voir Figure 8.

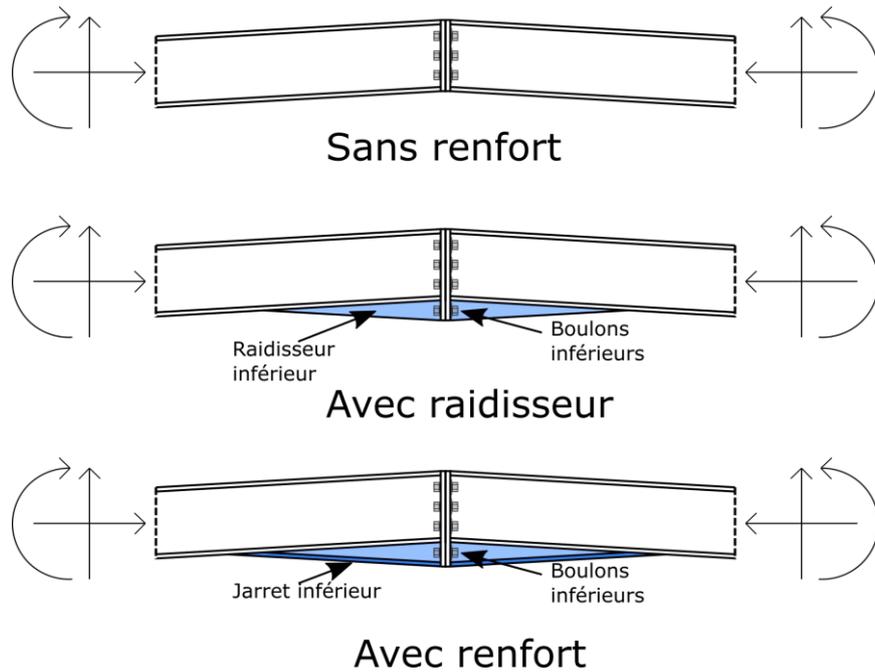


Figure 8 : Assemblage de continuité au faîtage

C- Assemblage de pied de poteau :

Les assemblages de pied de poteau sont le plus souvent articulés, ce qui permet de ne pas Transmettre de moment significatif et ainsi de réduire les dimensions et le coût des fondations. Voir Figure 9

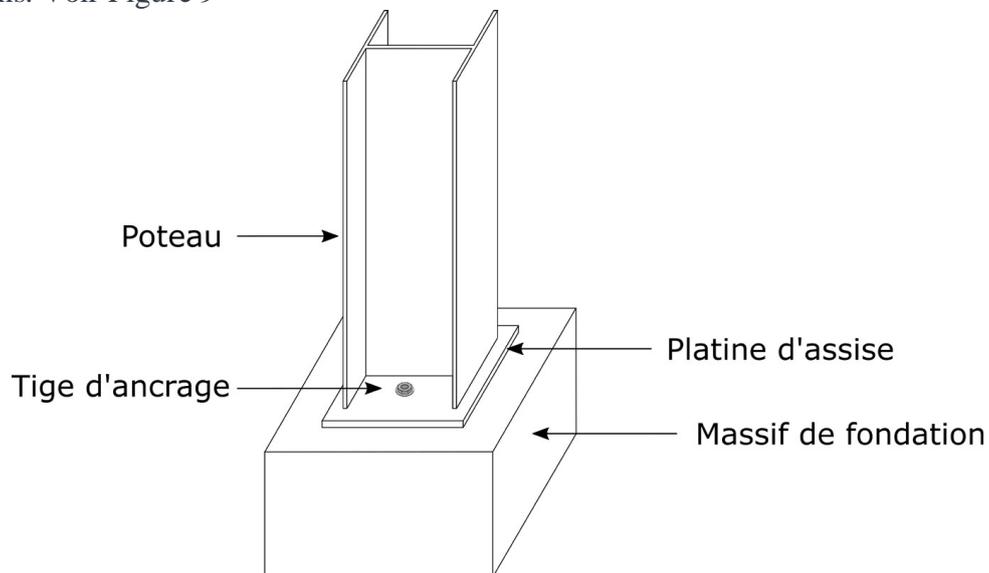
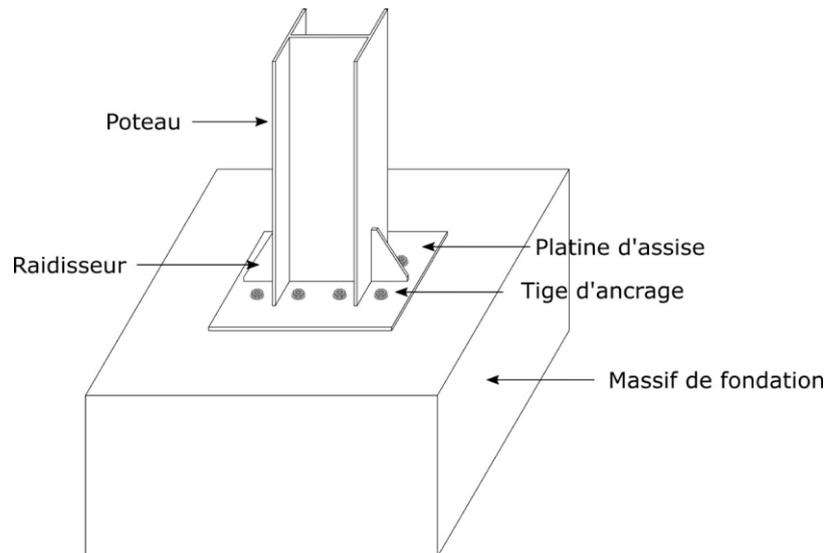


Figure 9 : Pied de poteau articulé

Toutefois, une conception avec des pieds de poteau encastrés peut s'avérer nécessaire lorsqu'une rigidité importante est requise, ce qui est le cas par exemple des portiques supportant des chemins de roulement, pour lesquels les critères de déformations sont plus sévères. Voir Figure 10.



5- Stabilité hors plan des portiques

Les éléments constitutifs des portiques étant principalement sollicités en compression et en flexion, il convient de les maintenir hors du plan des portiques pour réduire leur sensibilité au flambement et au déversement.

Le maintien hors plan du portique est généralement réalisé comme suit :

- Les semelles supérieures de la traverse sont maintenues hors plan par les pannes qui sont bloquées longitudinalement par la poutre au vent ;
- Les semelles extérieures des poteaux sont maintenues hors plan par les lisses de bardage qui sont bloquées longitudinalement par une palée de stabilité verticale sur le long pan ;
- Les semelles inférieures de la traverse et les semelles intérieures des poteaux sont stabilisées en plaçant des bracons simples, eux-mêmes reliés à une panne ou à une lisse de bardage faisant partie du système de contreventement.

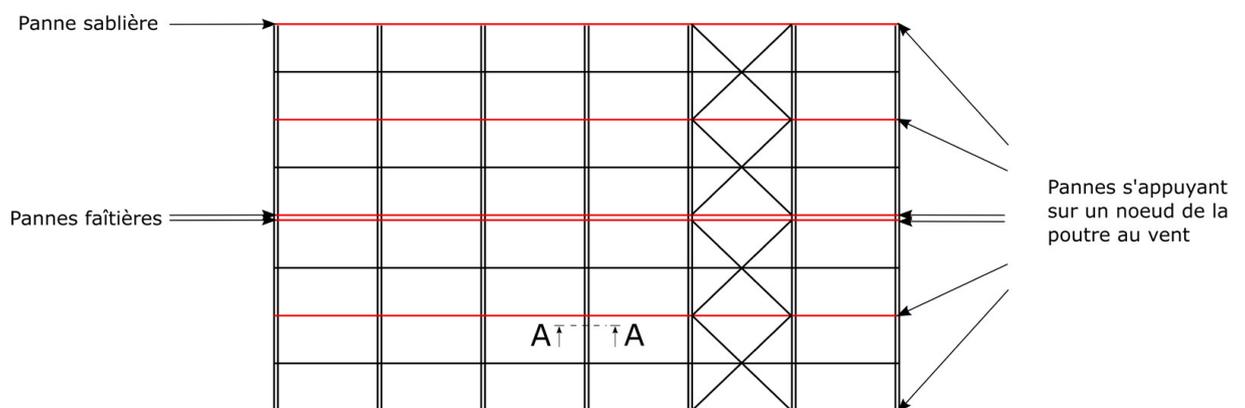


Figure 11 : Maintien des semelles de la traverse – Vue en plan

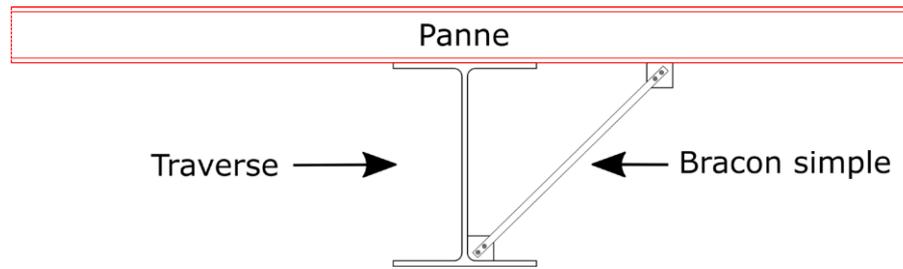


Figure 12 : Maintien des semelles de la traverse – Coupe A-A

Notons que l'utilisation de bracons doubles pour le maintien des semelles inférieures de la traverse n'est pas souhaitable, car cela a pour effet de créer un encastrement local de la panne. Il convient de noter que :

- les pannes qui assurent un maintien latéral doivent s'appuyer sur un nœud de la poutre au vent ;
- Les lisses de bardages qui assurent un maintien doivent s'appuyer sur un nœud de la palée de stabilité suivant le long pan ;
- Les raidisseurs d'âme n'ont pas le même rôle qu'un bracon ;
- Un point de moment nul n'est en aucun cas assimilable à une section maintenue latéralement.

6- Modélisation et analyse statique de la structure

Plusieurs logiciels performants peuvent être utilisés pour mener une analyse statique et /ou dynamique d'une structure métallique Robot, SAP, PORTAL
peu importe l'outil numérique utilisé, la modélisation passe par des étapes communes qui peuvent être récapitulées comme suit :

Introduction des références du projet

- Utilisateur →→→ Votre nom
- Société →→→ Votre université et département
- Projet →→→ Nom du projet
- Batiment ID →→→ Nom ou numéro du bâtiment (ou du bloc étudié).

Saisissez vos données architecturales et espacements des portiques transversaux

Cela à travers l'introduction de la **“Géométrie du bâtiment”** :

Exemple d'un bâtiment :

- Largeur (direction transversale) : $2 \times L_x = 2 \times 16.0 \text{ m} = 32.0 \text{ m}$
- Longueur (direction longitudinale) : $L_y = 35.0 \text{ m}$
- Portiques à 2 travées égales (ou à 2 nefs) de 16 m chacune
- Hauteur des poteaux demandée par Portal+ = $h_{\text{poteau}} (\text{entre-axes}) + h_{\text{poutre}} / 2 = 7.35 \text{ m} + 0.50 \text{ m} / 2 = 7.60 \text{ m}$;

en utilisant les résultats du prédimensionnement par exemple des poutres IPE 500,
hpoutre = 500 mm = 0.50 m,

- Hauteur du faîtage = Hauteur totale du bâtiment
- Espacement des portiques

Définissez vos ouvertures : qui sont les **fenêtres + portes**, et cela pour les 4 façades :
pignons et longpans

Etude des charges de neige et du vent :

Définissez les options de calcul des charges de neige et du vent :

1) Evaluation des charges de neige :

2) Evaluation des actions du vent :

– Définissez les portiques un par un

Nous définissons les profilés et la (ou les nuances) d'acier. par exemple :

Arbalétrier = traverse = poutre principale ; je choisis des **IPE 500 Acier S 355**

Vous avez la possibilité de modifier vos choix pour chaque élément.

Pour les poteaux de rive, je choisis des **HEB 340 Acier S 355**

Pour les poteaux internes, je choisis des **HEB 400 Acier S 355**

et aussi :

Définition des renforts ou jarrets des nœuds poutre-poteau et aux faîtages.

On rappelle qu'ils ne sont pas obligatoires. Si vous décidez de mettre des renforts alors introduisez leurs dimensions.

Définition des types d'appuis et types d'assemblages poutre-poteau et au faîtage (poutre-poutre)

Les appuis sont les pieds de poteaux : On a les 3 types suivants :

articulés / encastrés (= rigides) / **ressorts** = semi-rigides

Les assemblages sont les nœuds poutre-poteau : Le type articulé n'existe pas, on a les 2 types suivants :

encastrés (= rigides) / **ressorts** = semi-rigides

Mais pour les faîtages, pour l'assemblages on a le choix entre 3 types : **articulés / encastrés / ressorts**

Exemple :

Pour les appuis, je choisis : encastré

Pour les assemblages (nœuds + faîtages), je choisis : encastré

Définition des maintiens latéraux (c'est-à-dire des appuis latéraux)

Pour les poutres, ces appuis sont les pannes de la toiture. Pour les poteaux de rive, ces appuis

sont les lisses de bardage (filières) des façades long-pans.

Définition des cas de charges, leurs intensités et nature (répartie uniforme, répartie non uniforme, concentrée)

Les cas de charges sont :

- charges de vent et neige,
- charges permanentes,
- charges variables : d'entretien de la toiture, d'exploitation ou autre.

Pour les poteaux :

- Pas de charge variable
- Poids propre : Il est pris comme charge permanente verticale uniforme kN/m (tirée du catalogue des profilés)
- Poids du bardage avec les lisses : estimé à 0.20 kN/m^2 : comme charge permanente verticale uniforme kN/m

Définition des charges élémentaires

Définition des combinaisons des charges

des combinaisons des charges en conformité avec les règles EN 1990 et 1993-1-1 (Eurocodes 0 et 3). Vous pouvez désactiver quelques combinaisons que vous jugez non défavorables et gagner du temps d'analyse.

On distingue 2 types de combinaisons : celles pour les ELU et celles pour les ELS.

fin de l'introduction des données pour le portique choisis,

Exécution des calculs automatiques par le software :

Après avoir terminé la saisie des données, nous demandons au software de faire les calculs statiques et vérifications nécessaires.

la dernière étape - Sortie des résultats

sur écran, les copier dans un fichier et les imprimer. C'est la dernière phase de lecture des résultats de calcul