Assemblage – Cornière par une aile

Ce document présente la feuille de calcul « Assemblage – Cornière par une aile » ainsi que la validation de cette dernière

Documentation technique de validation

**Licence MIT**

Copyright © 2022 Bourgeois Victor

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy of this software and associated documentation files (the “Software”), to deal in the Software without restriction, including without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED “AS IS”, WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.

Table des matières

[1 Introduction 3](#_Toc110953925)

[2 Présentation, limites de validité et utilisation 4](#_Toc110953926)

[2.1 Onglets 4](#_Toc110953927)

[3 Aspects théoriques 4](#_Toc110953928)

[3.1 Rupture en section nette dans la cornière 5](#_Toc110953929)

[3.2 Cisaillement de bloc dans la cornière 5](#_Toc110953930)

[3.3 Pression diamétrale dans la cornière 5](#_Toc110953931)

[3.4 Boulons en cisaillement 6](#_Toc110953932)

[3.5 Pression diamétrale dans le gousset 7](#_Toc110953933)

[3.6 Section brute du gousset 7](#_Toc110953934)

[3.7 Section nette du gousset 8](#_Toc110953935)

[3.8 Cisaillement de bloc du gousset 8](#_Toc110953936)

[4 Utilisation 8](#_Toc110953937)

[4.1 Partie Cornière 9](#_Toc110953938)

[4.2 Partie gousset 10](#_Toc110953939)

[4.3 Détails des calculs 11](#_Toc110953940)

[5 Validation 13](#_Toc110953941)

[5.1 Première vérification 13](#_Toc110953942)

[5.2 Deuxième vérification 18](#_Toc110953943)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Date | Indice | Emetteur | Description |
| 12/05/2021 | A | V. Bourgeois | 1 ère version |
|  |  |  |  |

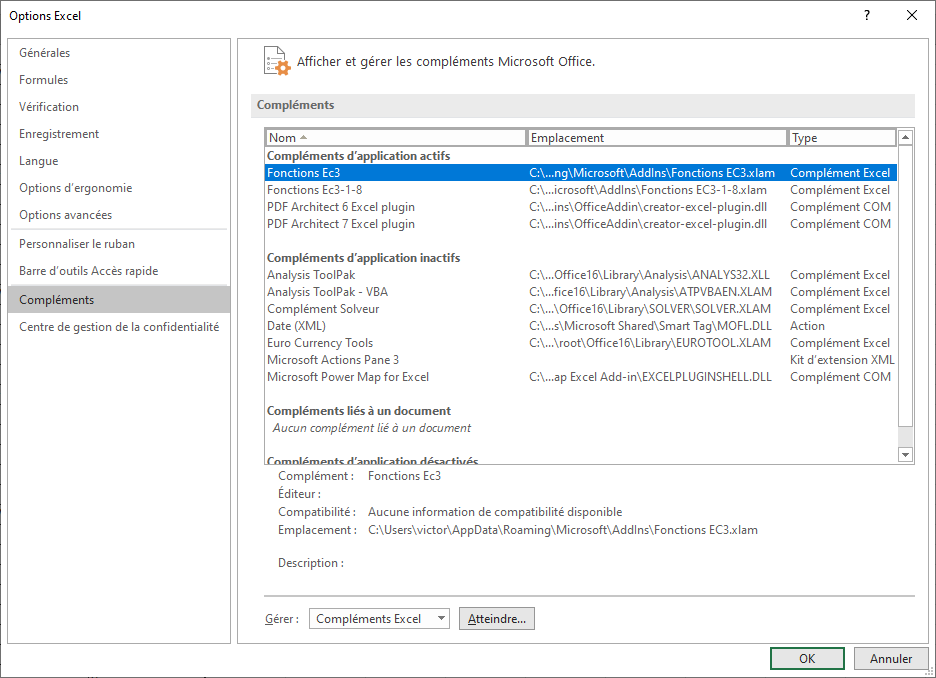
|  |  |
| --- | --- |
| Emetteur | Contact |
| V. Bourgeois | [victor\_bourgeois@orange.fr](mailto:victor_bourgeois@orange.fr) | <https://www.linkedin.com/in/victor-bourgeois/> |
|  |  |

# Introduction

La feuille de calcul « Assemblage – Cornière par une aile » effectue la vérification de l’assemblage par boulons d’une cornière attachée sur son aile à un gousset. Cette feuille de calcul utilise un certain nombre de fonctions préprogrammées qu’il est nécessaire d’avoir installé avant de pouvoir l’utiliser.

Le présent document a pour fonction de présenter la feuille de calcul dans son utilisation, de présenter les aspects théoriques et sert également de validation en présentant des contre calculs vérifiant le bon fonctionnement de la feuille.

Les fichiers « Fonctions EC3.xlam » et « Fonctions EC3-1-8.xlam » doivent être activés dans les compléments d’application dans les options Excel pour pouvoir faire fonctionner la feuille de calcul présentée.



# Présentation, limites de validité et utilisation

## Onglets

La feuille de calcul contient plusieurs onglets :

* Suivi
* Calcul
* Listes
* Détails et formules

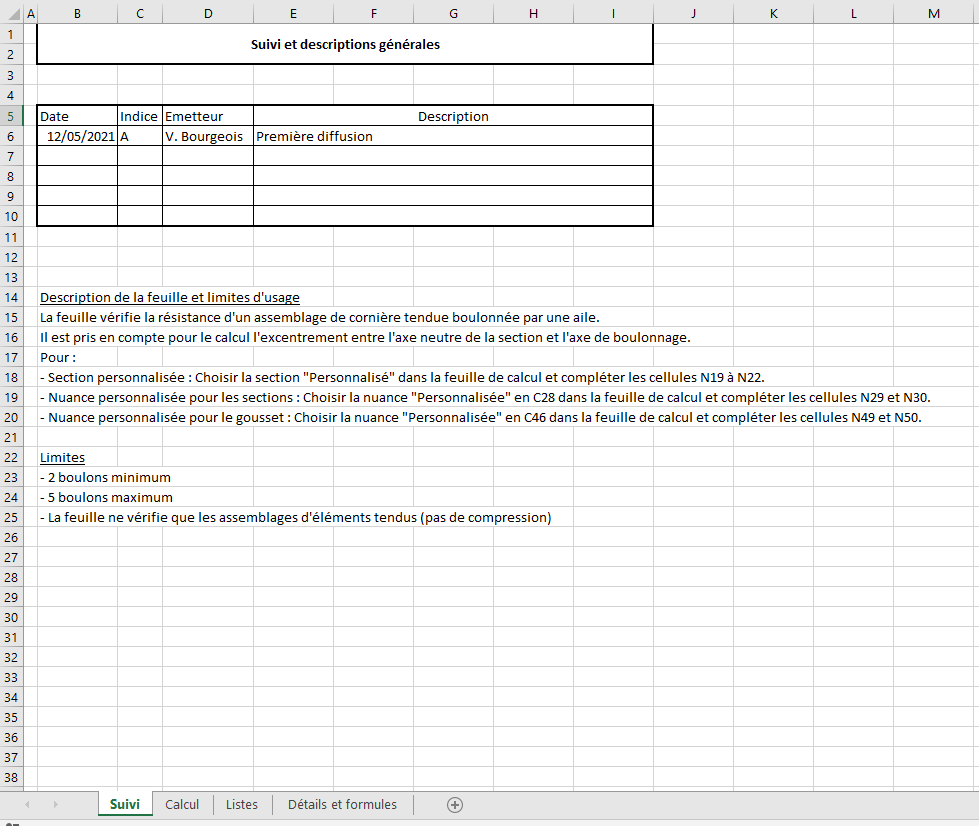


Figure : Présentation des onglets

# Aspects théoriques

La feuille de calcul procède à 8 vérifications différentes en prenant en compte, le cas échéant, un moment secondaire lorsque les boulons ne sont pas alignés avec l’axe neutre de la cornière. Les 8 vérifications sont les suivantes :

* Rupture en section nette dans la cornière
* Cisaillement de bloc dans la cornière
* Pression diamétrale dans la cornière
* Boulons en cisaillement
* Pression diamétrale dans le gousset
* Section brute du gousset
* Section nette du gousset
* Cisaillement de bloc du gousset

## Rupture en section nette dans la cornière

La rupture en section nette de la cornière correspond au minimum de deux valeurs, la résistance plastique de la section brute et la résistance ultime de la section nette.

Résistance plastique de la section bute : .

Résistance ultime de la section nette :

La résistance est calculée conformément à l’EN1993-1-8 §3.10.3 « Cornières tendues attachées par une aile et autre barres tendues attachées de façon non symétrique ». Suivant le choix effectué dans la cellule « Recommandation », le calcul s’adaptera.

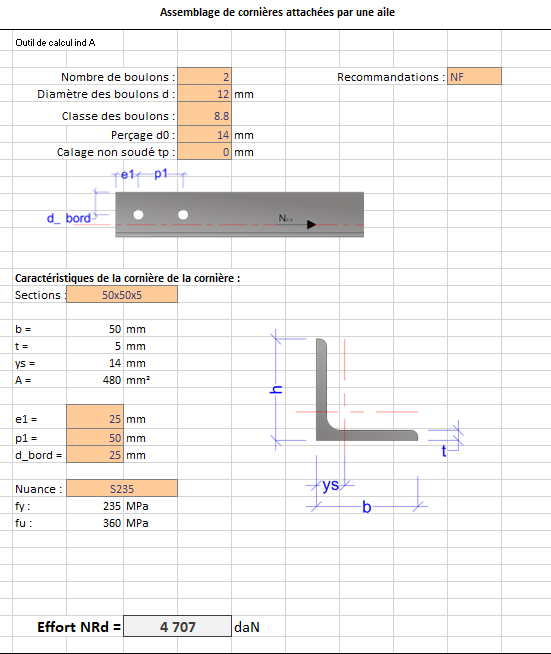


Figure : Rupture en section nette - influence des recommandations

Si le choix est « EN » alors le tableau 3.8 de l’EN1993-1-8 est utilisé pour déterminer le coefficient réducteur, si le choix « NF » alors c’est le tableau des recommandations de la CN2CM qui est utilisé.

Les limitations d’utilisation ici sont :

* Assemblage d’élément tendus
* 2 boulons minimum

## Cisaillement de bloc dans la cornière

Le cisaillement de bloc vérifié est Veff,2,Rd (EN1993-1-8 §3.10.2 (3)).

## Pression diamétrale dans la cornière

La pression diamétrale est vérifiée pour le boulon le plus chargé (en rive) et le second boulon le plus chargé si celui-ci existe (1er boulon intérieur). La vérification prend en compte un moment secondaire dû à l’excentrement de la file des boulons avec la ligne d’épure de la cornière.

Pour les deux cas cités précédemment, il est donc effectué la vérification en pression diamétrale selon l’effort longitudinal, selon l’effort transversal et selon l’interaction des deux. C’est la résistance minimale qui est conservée.

Afin de calculer simplement de façon exacte le terme , il a été calculé une interpolation polynomiale de degré 3. Cela impose une limite de validité du nombre de boulon de 2 à 5.

Pour le calcul de l’effort transversal de chacun des boulons on a :

Avec e : la distance entre l’axe des boulons et la ligne d’épure des cornières.

Avec le calcul des di² :

On en déduit une fonction polynomiale suivante permettant d’obtenir les résultats :

De la même façon :

Les limitations d’utilisation ici sont :

* 2 boulons minimum
* 5 boulons maximum

## Boulons en cisaillement

Le cisaillement des boulons est vérifié pour le boulon le plus chargé (en rive). La vérification prend en compte un moment secondaire dû à l’excentrement de la file des boulons avec la ligne d’épure de la cornière.

Le plan de cisaillement passe par le filetage. Il est possible de prendre en compte la réduction de résistance lorsque l’on fait un perçage φ+2 pour des boulons M12 et M14 conformément à l’EN1993-1-8 §3.6.1(5). Pour cela il suffit de laisser sur « VRAI » le critère correspondant. Cela n’affectera pas la résistance des autres diamètres de boulon même lorsque l’option est active.

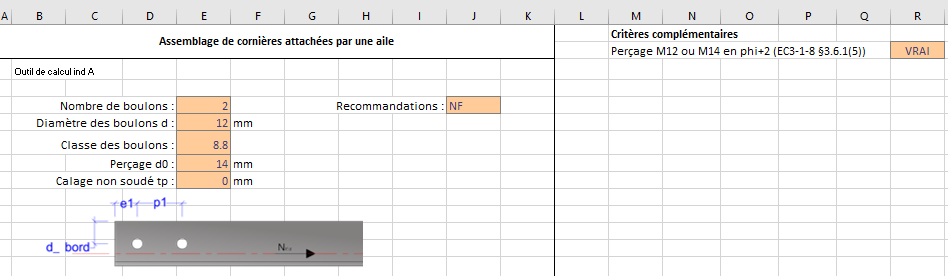


Figure : Sélection du coefficient de réduction « Φ+2 » pour les boulons M12 et M14

## Pression diamétrale dans le gousset

Le calcul est similaire à la partie « 3.3 Pression diamétrale dans la cornière ».

Les hypothèses suivantes ont été faites :

* La pince longitudinale dans le gousset est égale à la pince longitudinale dans la cornière.
* La pince transversale dans le gousset est égale à la pince transversale dans la cornière.

## Section brute du gousset

La résistance en section brute du gousset est vérifiée. Pour cela plusieurs hypothèses sont prises. La section vérifiée se situe au droit du dernier boulon de l’attache, prenant en compte une diffusion à 30 degrés depuis le premier boulon. Le cas d’un gousset non symétrique et symétrique est considéré.

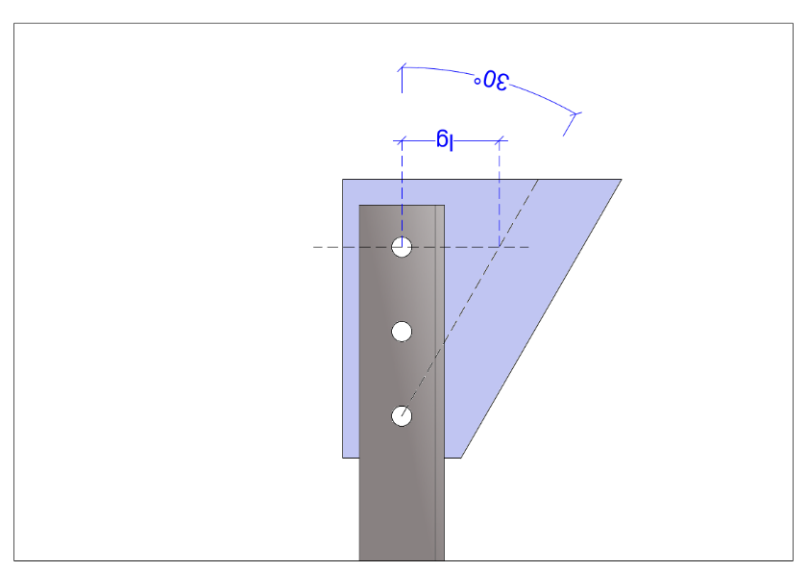


Figure : Cas du gousset non symétrique

Dans le cas du gousset non symétrique, la section brute vérifiée est égale à où d est la distance entre l’axe du boulon et le bord de la cornière.

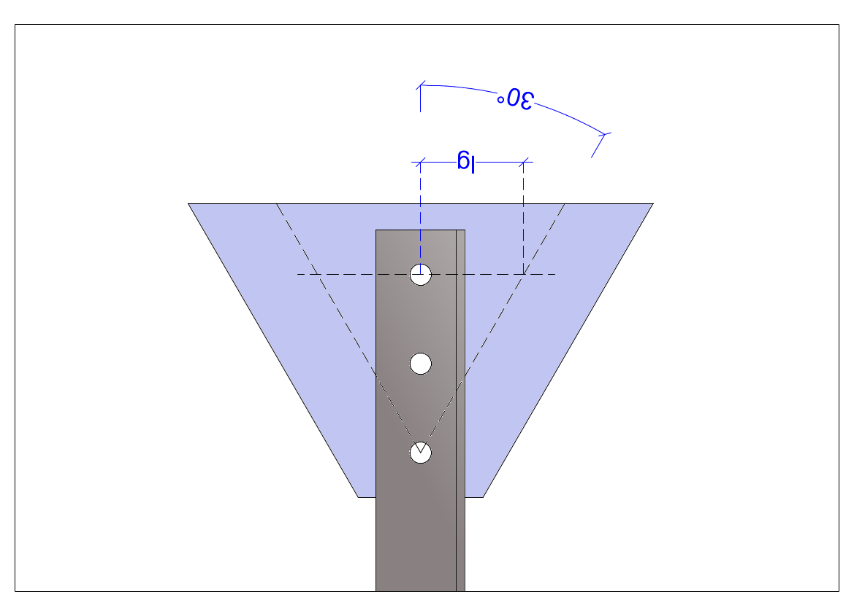


Figure : Cas du gousset symétrique

Dans le cas du gousset symétrique, la section brute vérifiée est égale à .

Les hypothèses suivantes ont été faites :

* Les longueurs lg doivent être à minima présentes.

## Section nette du gousset

La résistance en section nette du gousset est également vérifiée, pour cela les hypothèses de la partie « 3.6 Section brute du gousset » sont reconduites en déduisant toutefois de la section brute les perçages.

## Cisaillement de bloc du gousset

Le cisaillement de bloc du gousset est vérifié selon Veff,2,Rd avec les hypothèses de section suivantes :

La section cisaillée passe par la file de boulon, la pince minimale dans le sens longitudinal est au moins égale à la pince donnée pour la cornière.

La section tendue est perpendiculaire à la file de boulons. Si le gousset est symétrique alors la section tendue du gousset est prise égale à (voir Figure 5). Si en revanche le gousset est non symétrique, alors la pince transversale du gousset est prise égale à avec e2 la pince transversale de la cornière. On suppose donc dans ce cas que le gousset est arrasé avec la cornière.

# Utilisation

Les champs à compléter sont mis en couleur suivant le code ci-dessous :



Figure : Couleur des champs à compléter

Les valeurs de sorties sont mises en couleurs suivant le code ci-dessous :



Figure : Couleur des champs de sortie

## Partie Cornière

Des colonnes A à K, les cellules sont à compléter suivant les informations demandées. Les images se mettent à jour suivant le nombre de boulons choisis.

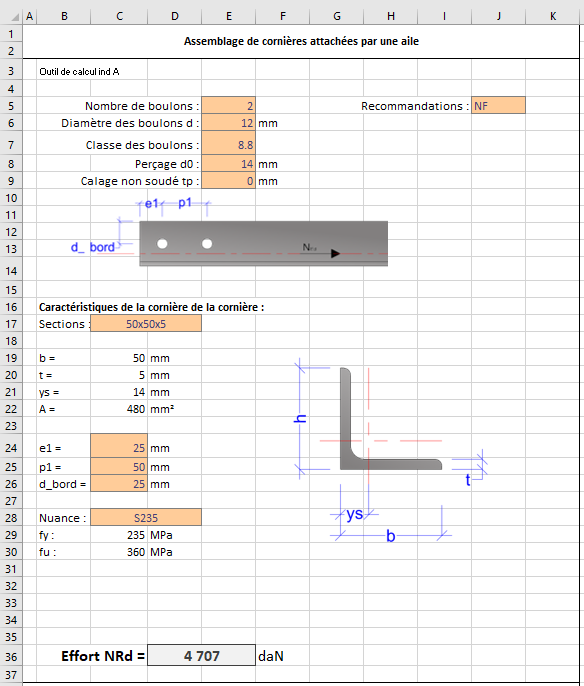


Figure : Extrait de la partie cornière de la feuille de calcul

Sur la partie droite, des données supplémentaires sont à compléter suivant les besoins.

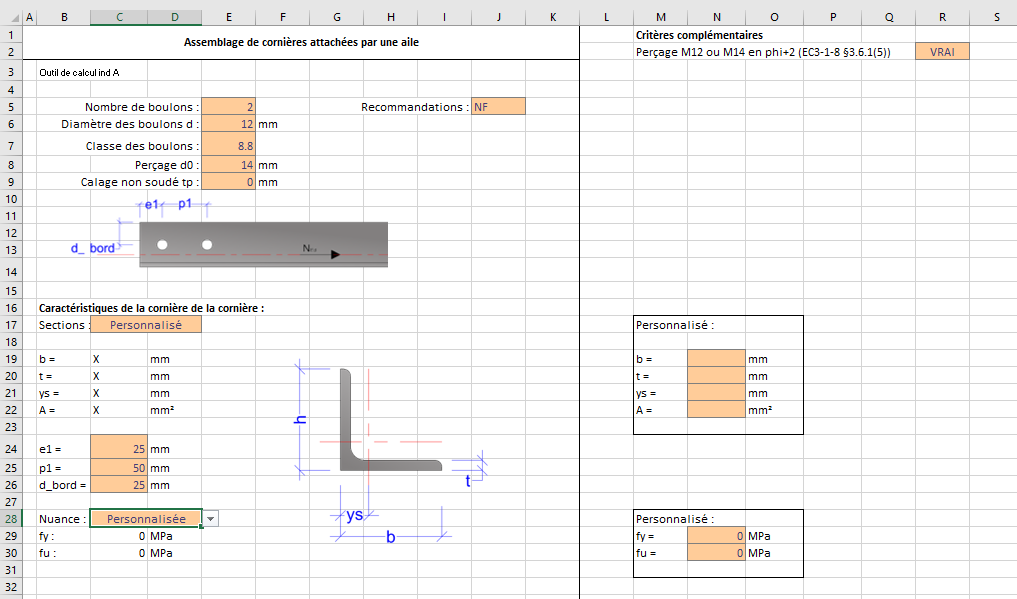


Figure : Extrait de de la partie cornière de la feuille de calcul – Données complémentaires

En « R2 » il est demandé de compléter un champ permettant la prise en compte du coefficient de réduction applicable à la résistance au cisaillement des boulons M12 et M14 lorsque ceux-ci sont utilisés conformément à l’EN1993-1-8 §3.6.1(5).

Il est également possible, pour le choix des sections comme pour le choix de la nuance de créer un élément « personnalisé ». Dans ce cas, des informations complémentaires sont demandées sur la partie droite en colonne « N » qu’il convient de compléter.

La résistance de l’assemblage coté cornière est donnée en « D36 ». Cela comprend les vérifications suivantes :

* Rupture en section nette dans la cornière
* Cisaillement de bloc dans la cornière
* Pression diamétrale dans la cornière
* Boulons en cisaillement

Pour les vérifications précédentes, il n’est pas nécessaire de compléter la partie « Gousset ».

## Partie gousset

Prérequis : avoir entièrement complété la partie « Cornière » (Voir 4.1 Partie Cornière).

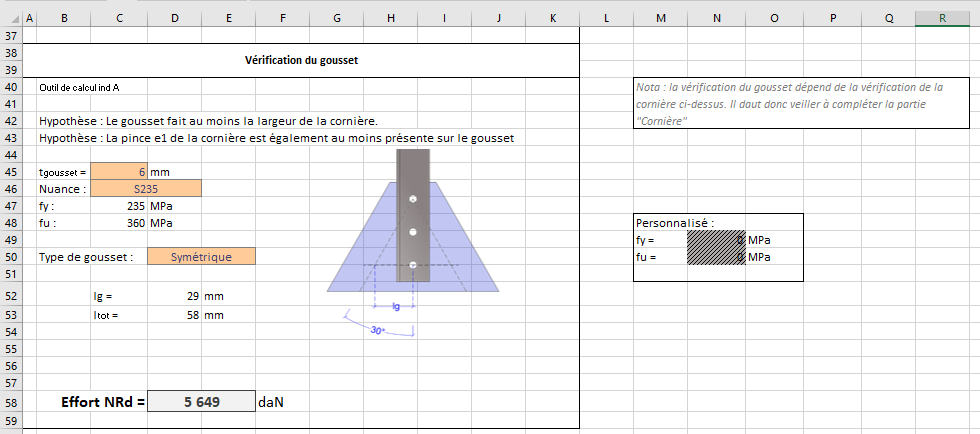


Figure : Extrait de la partie gousset de la feuille de calcul

On retrouve ici une option pour entrer une nuance personnalisée. Dans l’exemple Figure 10 : Extrait de la partie gousset de la feuille de calcul, la nuance choisie est S235, les champs situés en colonne « N » sont donc grisés et ne sont pas à compléter.

En cellule « D50 » on trouve l’option permettant de choisir entre un gousset « symétrique » ou « non symétrique ». L’illustration se met à jour suivant le choix effectué ainsi que les valeurs lg et ltot. Ces deux valeurs sont calculées et fournies par la feuille de calcul. Il convient donc de s’assurer que la dimension du gousset répond à ces exigences minimales de dimensions.

La résistance de l’assemblage coté gousset est donnée en « D58 ». Cela comprend les vérifications suivantes :

* Pression diamétrale dans le gousset
* Section brute du gousset
* Section nette du gousset
* Cisaillement de bloc du gousset

## Détails des calculs

Outre-la « Partie Cornière » et la « Partie gousset » le reste de la feuille de calcul permet d’obtenir des taux de travails et d’ainsi savoir quel critère est dimensionnant ou encore de consulter les éventuels calculs intermédiaires dans le même but.

En partie basse de la feuille de calcul, à la suite les vérifications sur la cornière et le gousset, la résistance de chaque critère est donnée ainsi qu’un taux de travail correspondant.

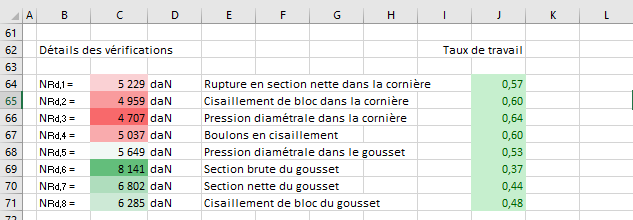
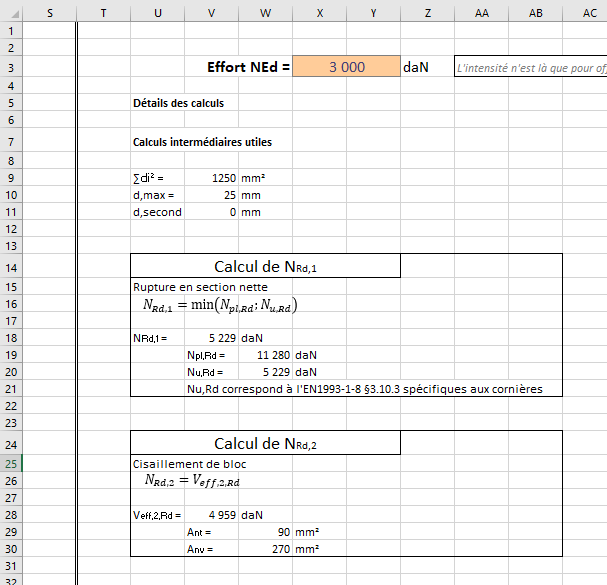


Figure : Taux de travail par critère de résistance

Une échelle de couleur permet de mieux distinguer les critères dimensionnants sur la colonne « C ». Les taux de travails apparaissent en vert s’ils sont inférieurs à 1 sinon en rouge sur la colonne « J ».

Afin d’avoir des taux de travails cohérents, il faut auparavant avoir complété la cellule « **X3** » des efforts sollicitant. Le calcul des résistances s’effectuera quel que soit la valeur entrée. **Il faut** toutefois **en permanence une valeur au moins strictement positive** dans cette cellule sans quoi le calcul des résistances sera inopérant.



Enfin, toute la partie droite de la feuille de calcul à partir de la colonne « T », permet de consulter les éventuels calculs intermédiaires effectués par critère de résistance.

# Validation

La validation est faite par contre calcul manuel.

## Première vérification

### Données d’entrées et résultat de la feuille de calcul

Les données entrées sont présentées ci-dessous :



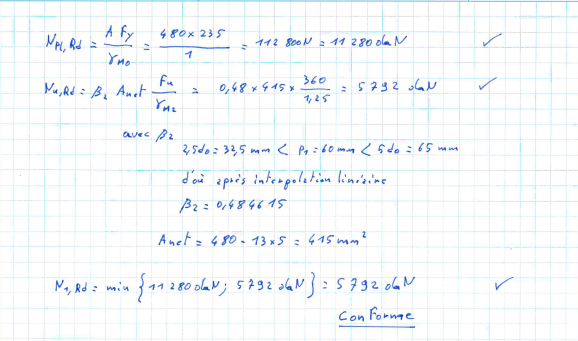




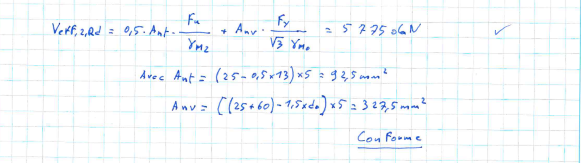




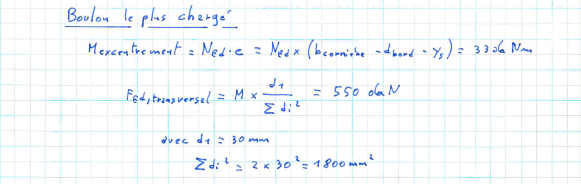
### NRd,1 - Rupture en section nette dans la cornière

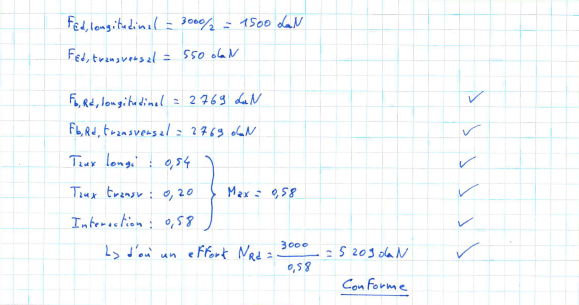


### NRd,2 - Cisaillement de bloc dans la cornière

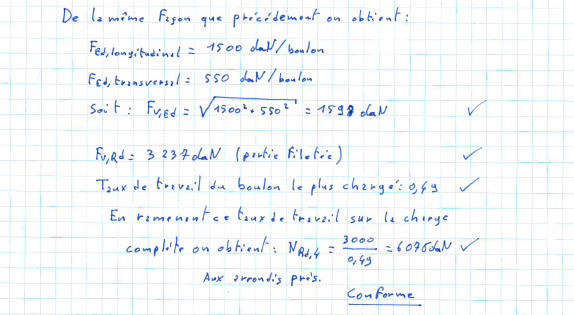


### NRd,3 – Pression diamétrale dans la cornière

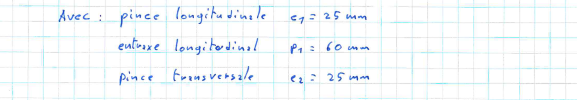


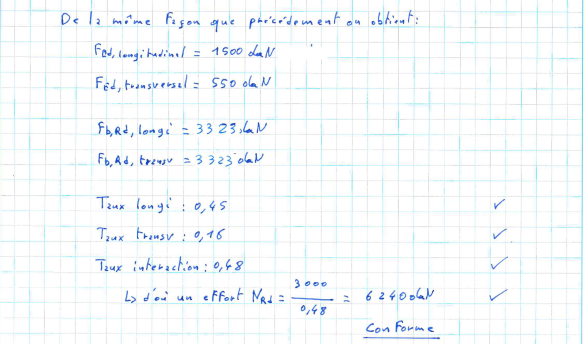


### Boulons en cisaillement

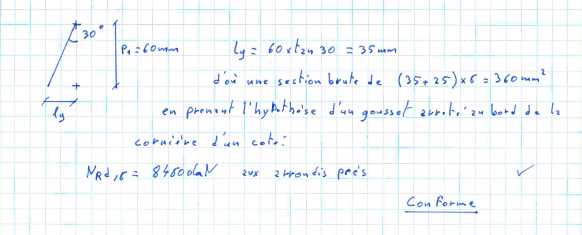


### Pression diamétrale dans le gousset

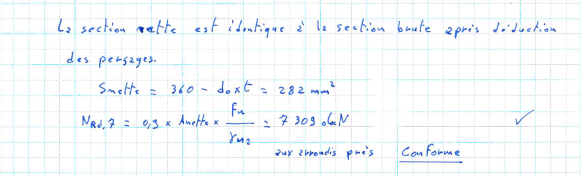




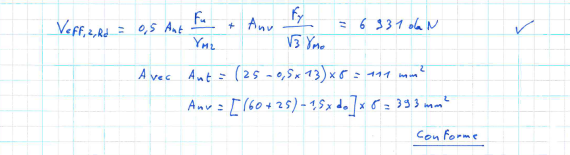
### Section brute du gousset



### Section nette du gousset



### Cisaillement de bloc du gousset



## Deuxième vérification

Les données entrées sont présentées ci-dessous :



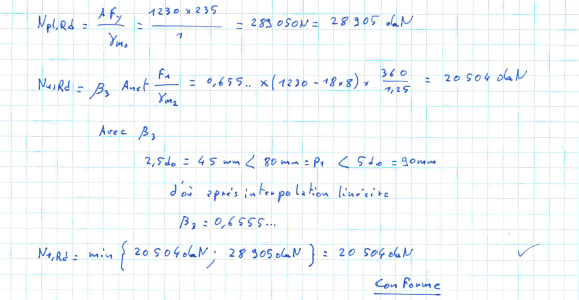




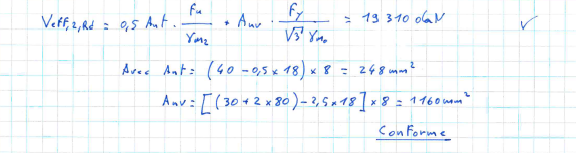




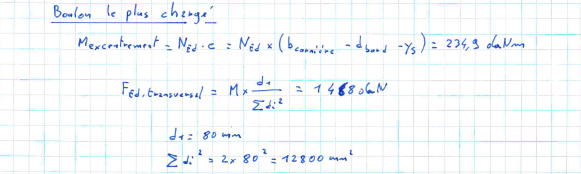
### NRd,1 - Rupture en section nette dans la cornière

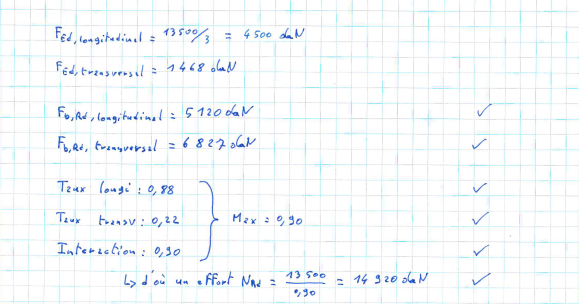


### NRd,2 - Cisaillement de bloc dans la cornière

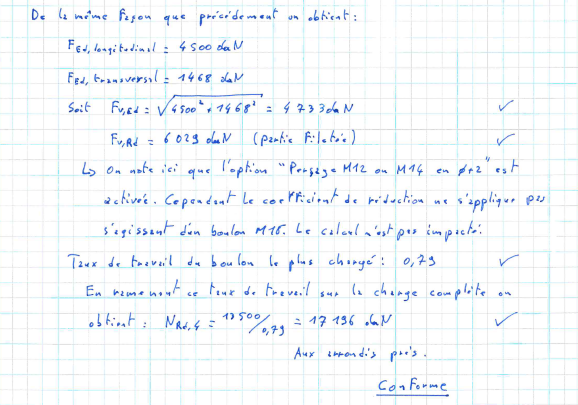


### NRd,3 – Pression diamétrale dans la cornière

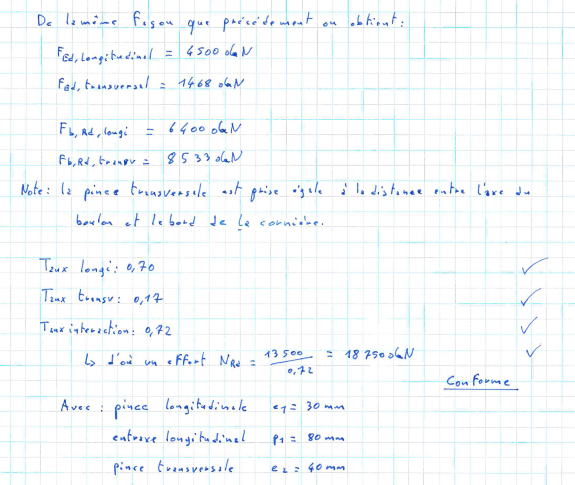




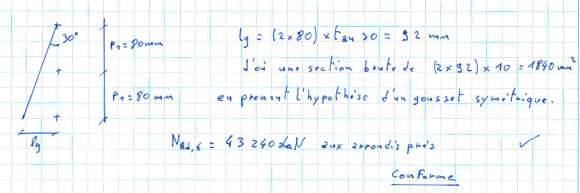
### Boulons en cisaillement



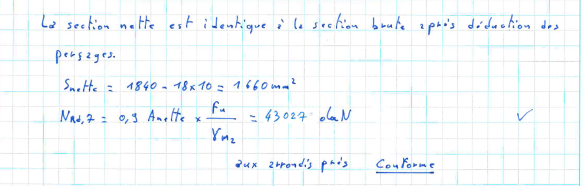
### Pression diamétrale dans le gousset



### Section brute du gousset



### Section nette du gousset



### Cisaillement de bloc du gousset

