

(le merveilleux) **TP4 : Etude du
contact pneu-route**



TP4 : Etude du contact pneu-route

1

Contexte de l'étude

2

Hypothèses de modélisation

3

Gonflage du pneu seul

4

Gonflage du pneu sur jante

5

Contact avec la route

6

Influence de la pression initiale sur le contact



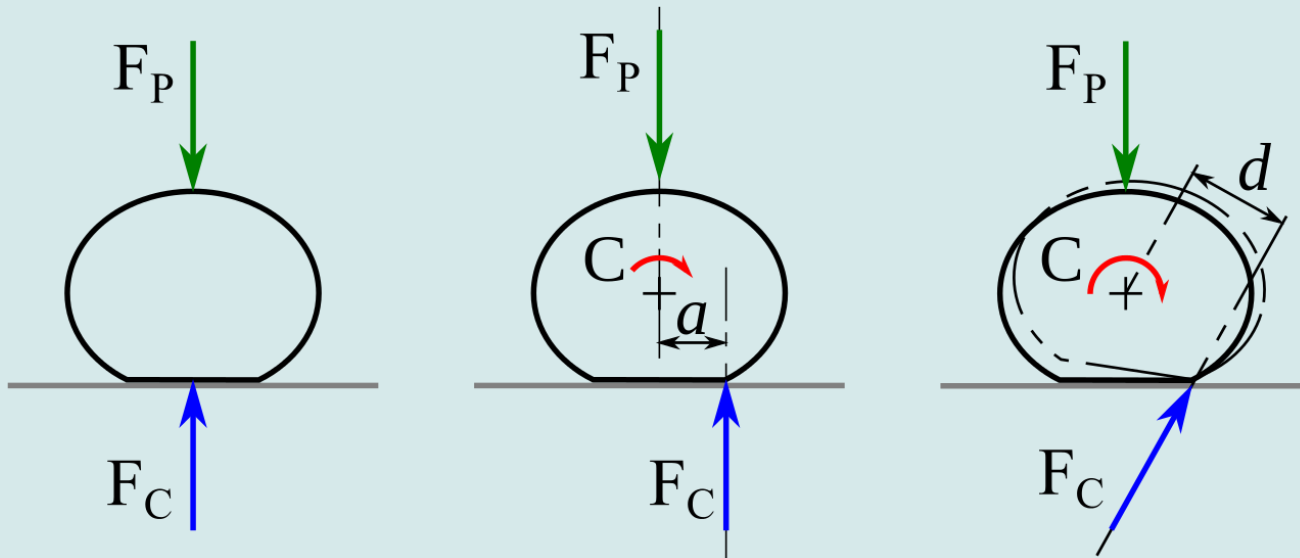
Contexte de l'étude



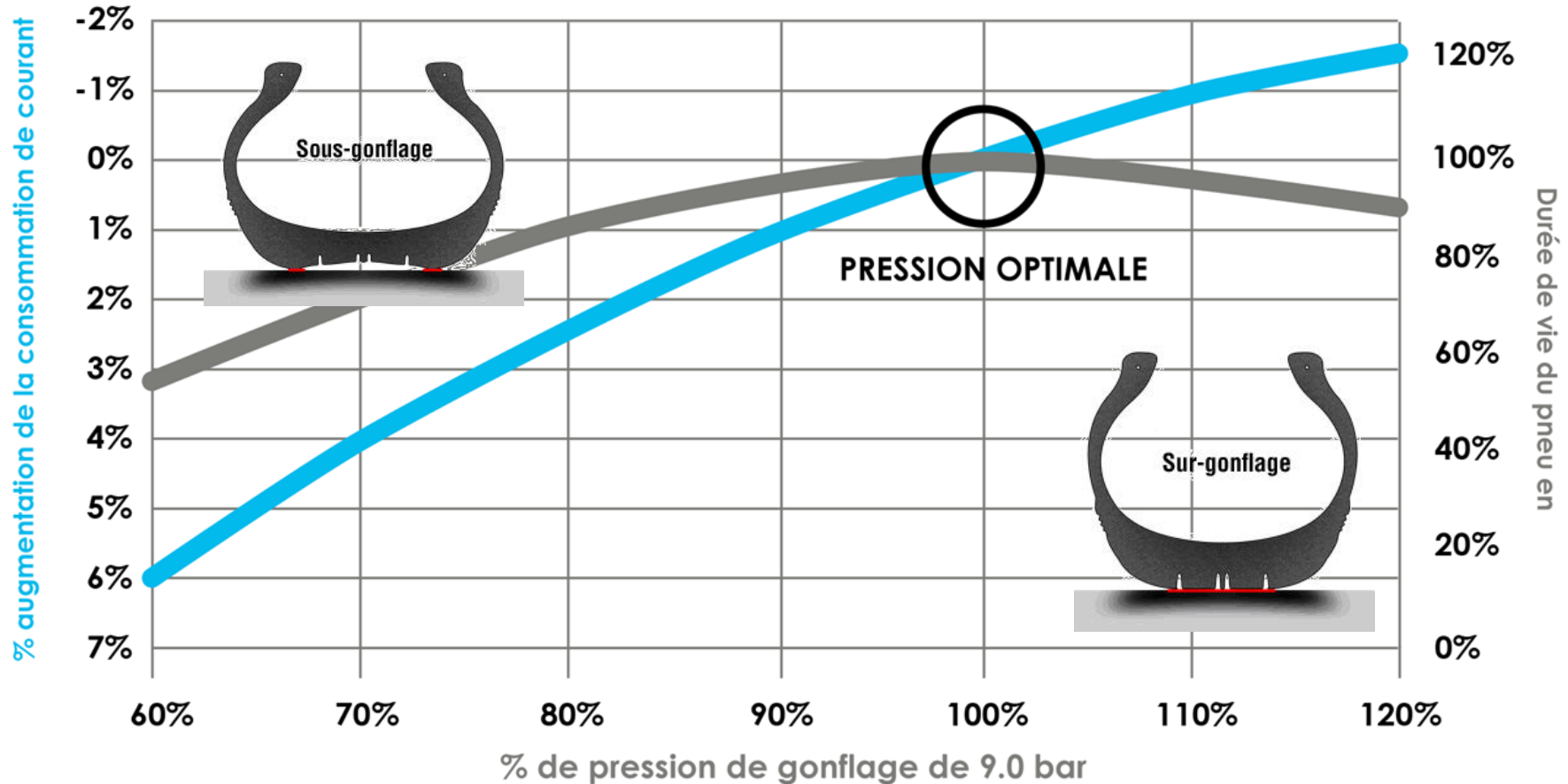
Rappel théorique : la résistance au roulement

- ✓ Différent du **frottement** : dû à une déformation élastique locale
- ✓ S'oppose au roulement, donc au mouvement → **consommation**
- ✓ Dépend linéairement de la surface en contact et de l'effort presseur
- ✓ Couple résistant = $F_p \times a$

→ Coefficient de résistance au roulement
= demi-largeur de la zone de contact



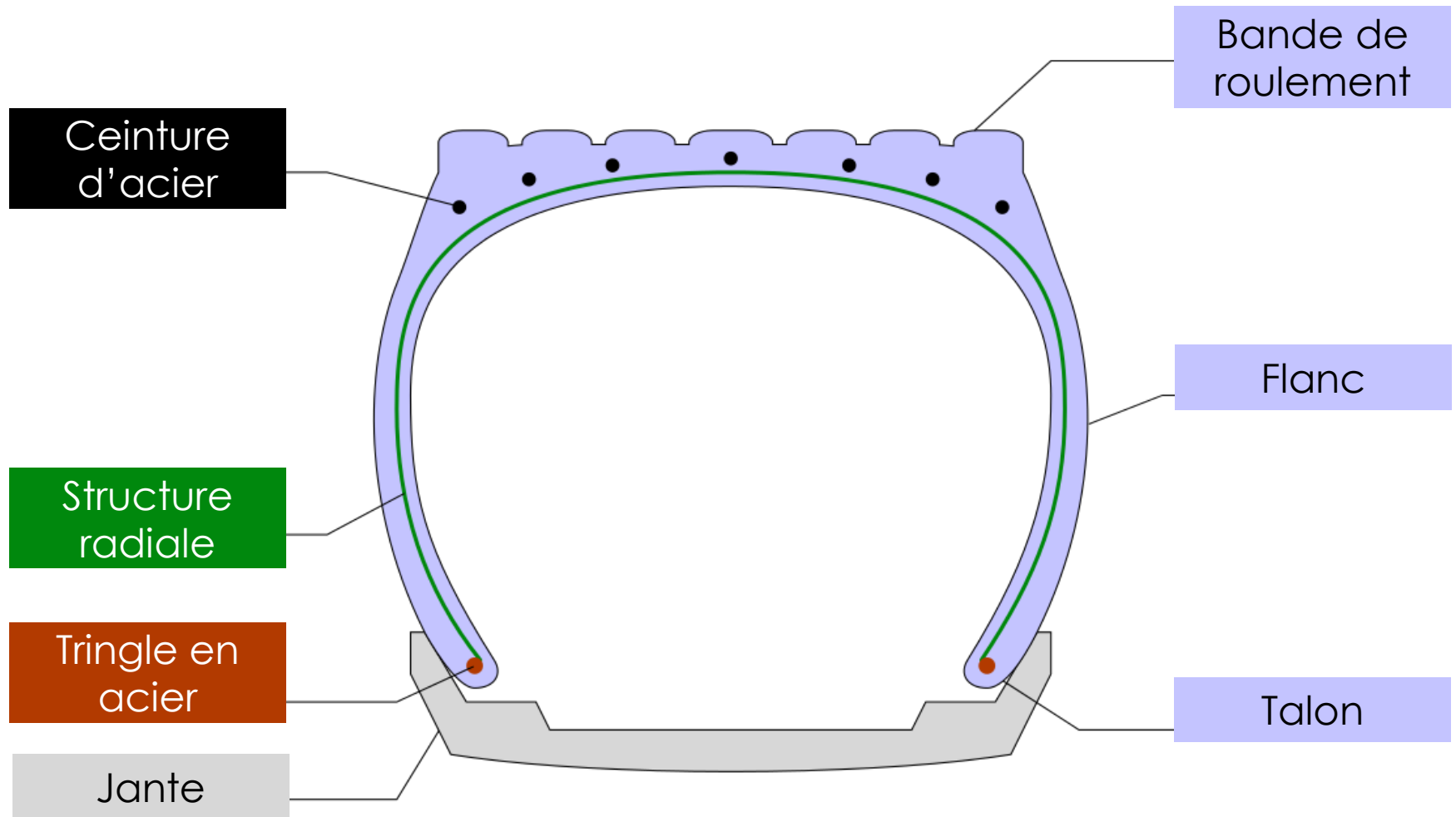
Exemple pour une roue de semi-remorque



Problématique :

Quelle est la relation entre pression de gonflage et zone de contact ?

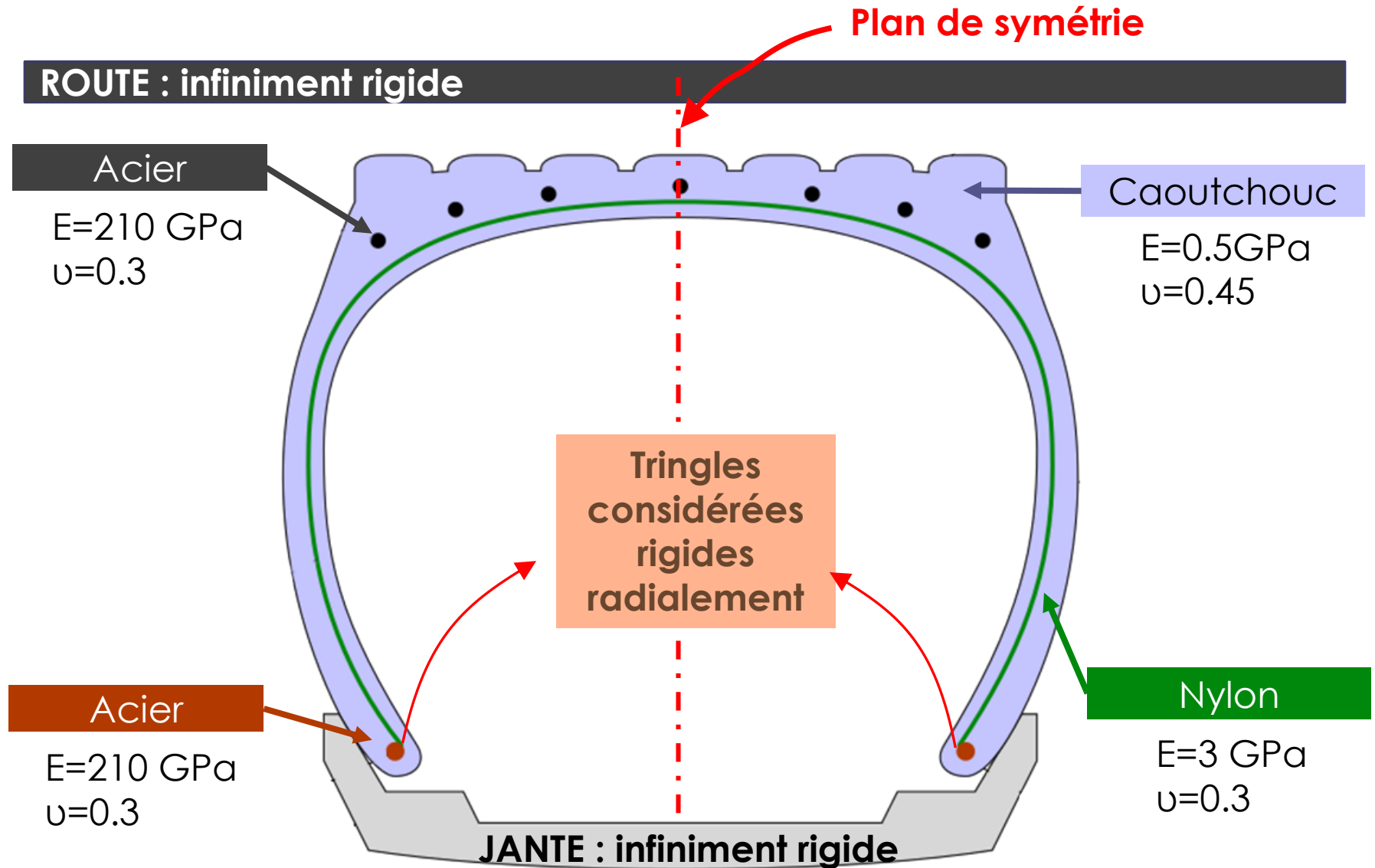
Contexte de l'étude



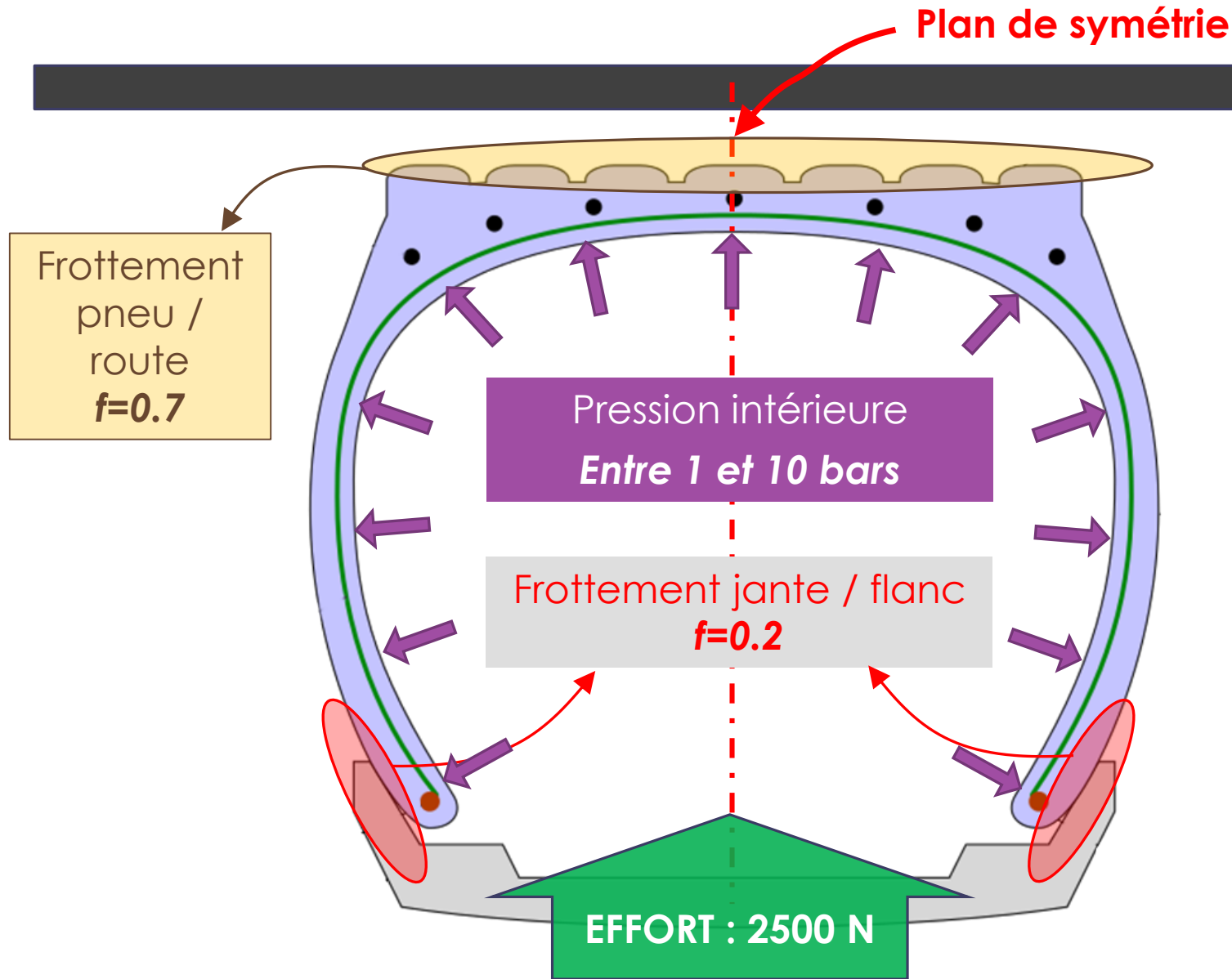


Hypothèses de modélisation

Hypothèses de modélisation



Hypothèses de modélisation



Hypothèses de modélisation

Ceinture :
7 fils
Diamètre 2mm

200mm

6 crans
profondeur
2mm

**Bande de
roulement**
épaisseur mini
20mm

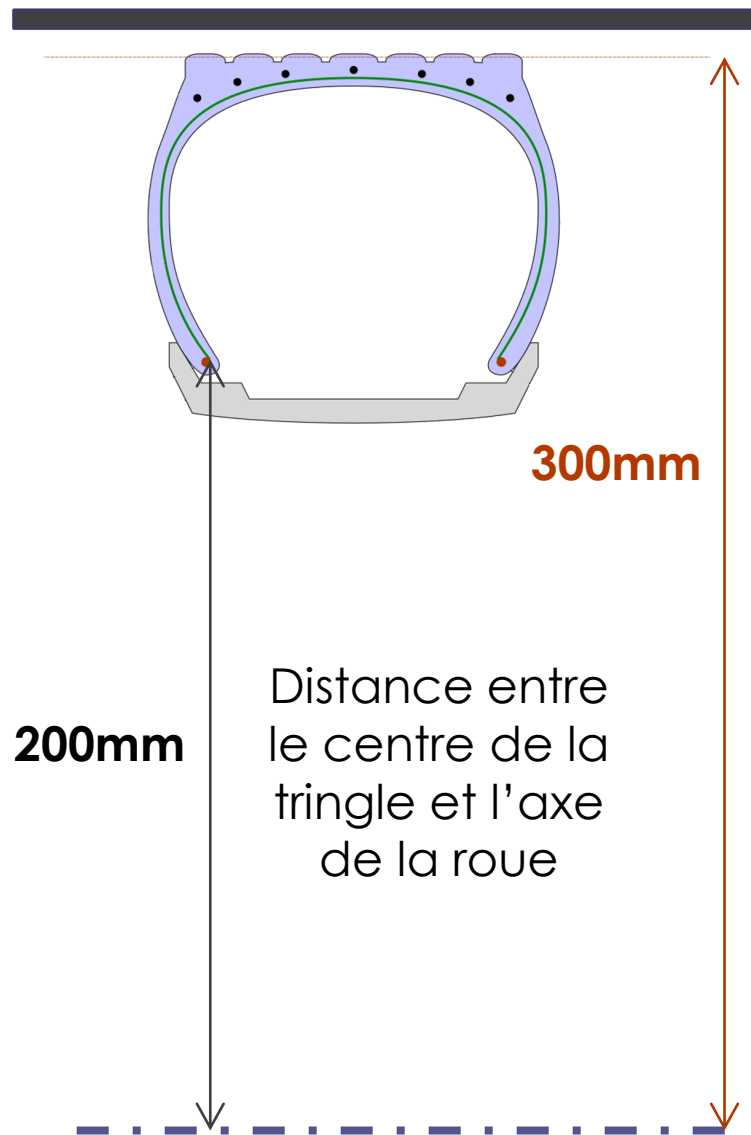
**Structure
radiale :**
Épaisseur 2
mm

Distance entre les
tringles : 180mm

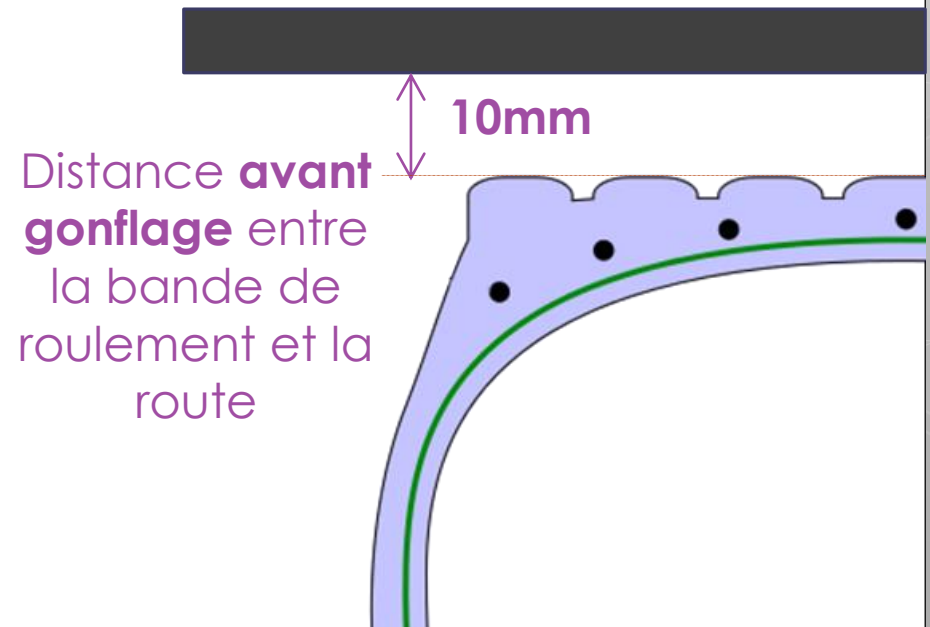
Tringle :
diamètre
8mm

Flancs :
épaisseur 8
mm

Hypothèses de modélisation



Distance **avant gonflage** entre la bande de roulement et l'axe de la roue



Distance **avant gonflage** entre la bande de roulement et la route



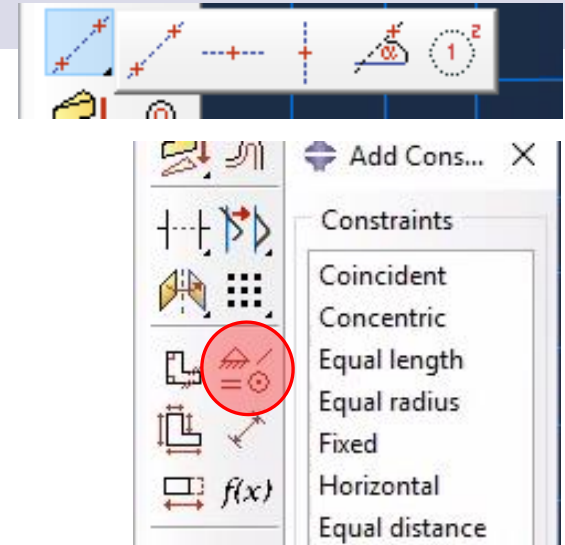
Gonflage du pneu seul

Création de la pièce

- ✓ Type de pièce : évidemment **2D axisymétrique**
- ✓ Esquisse : à vous de jouer !
- ✓ Attention : axe de symétrie de révolution par défaut vertical

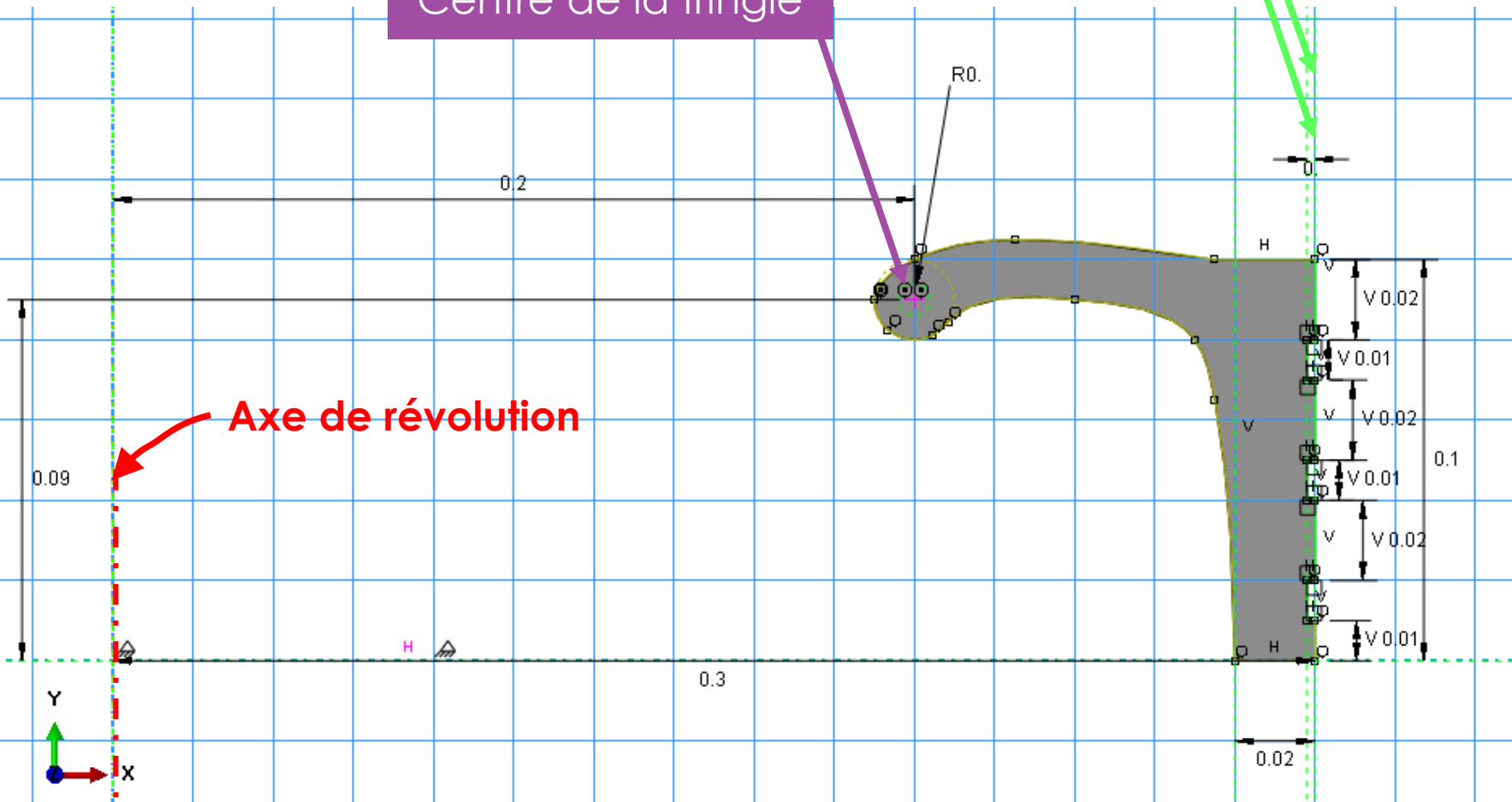
Tips and tricks

- ✓ Se servir des **lignes de constructions**
- ✓ Se servir des **contraintes d'esquisse**
- ✓ Ne dessiner que la **géométrie extérieure** du pneu dans un premier temps
→ sans les :
 - tringles
 - ceintures
 - structures radiales



Lignes de construction pour la bande de roulement

Centre de la tringle



Pneu seul : **module PART**

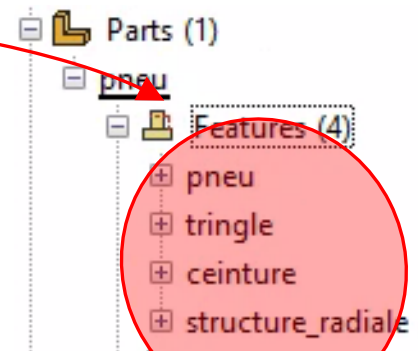
- ✓ Reste à créer :
 - tringles
 - ceintures
 - structures radiales

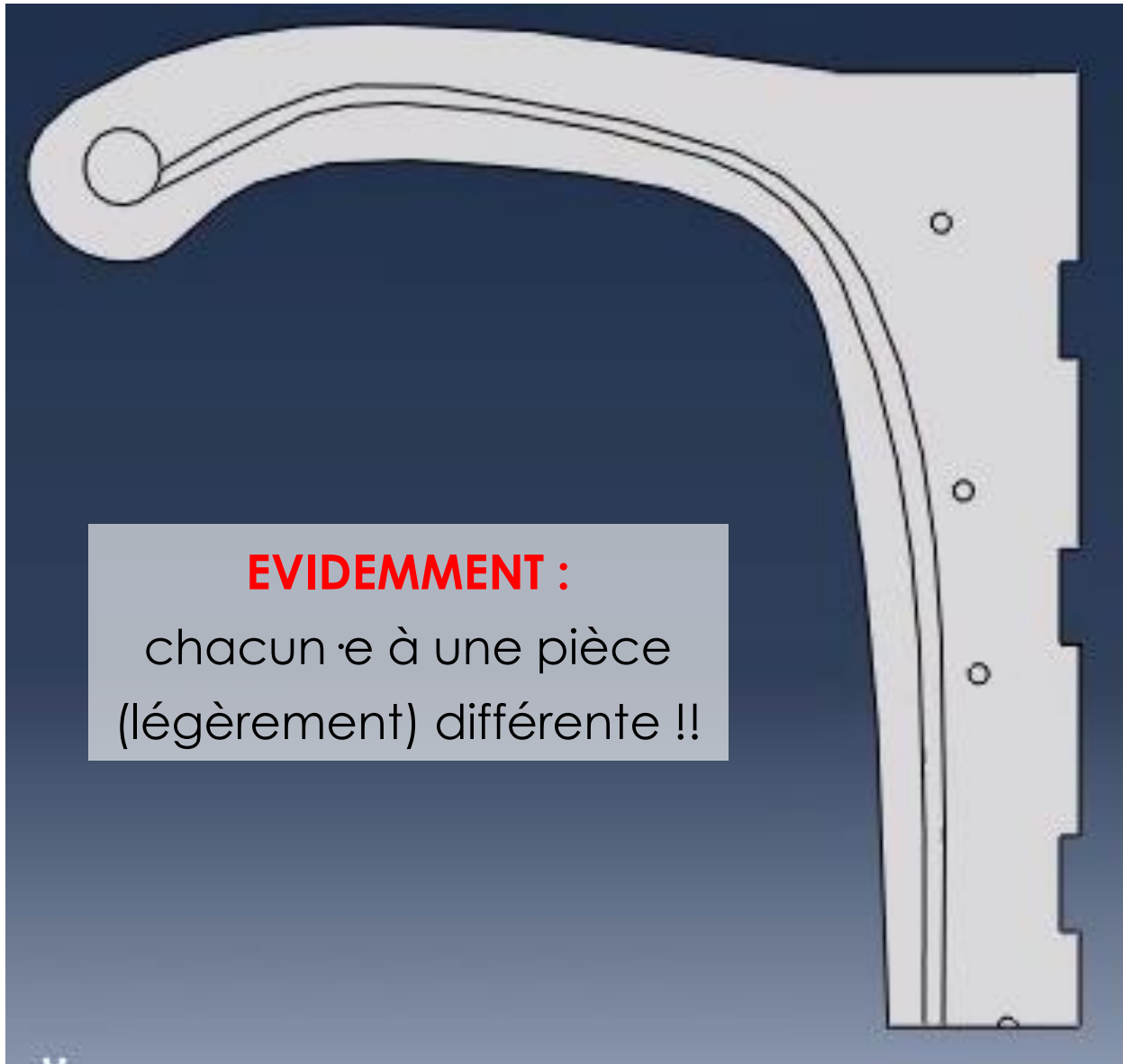


- ✓ Outils de partition de la pièce

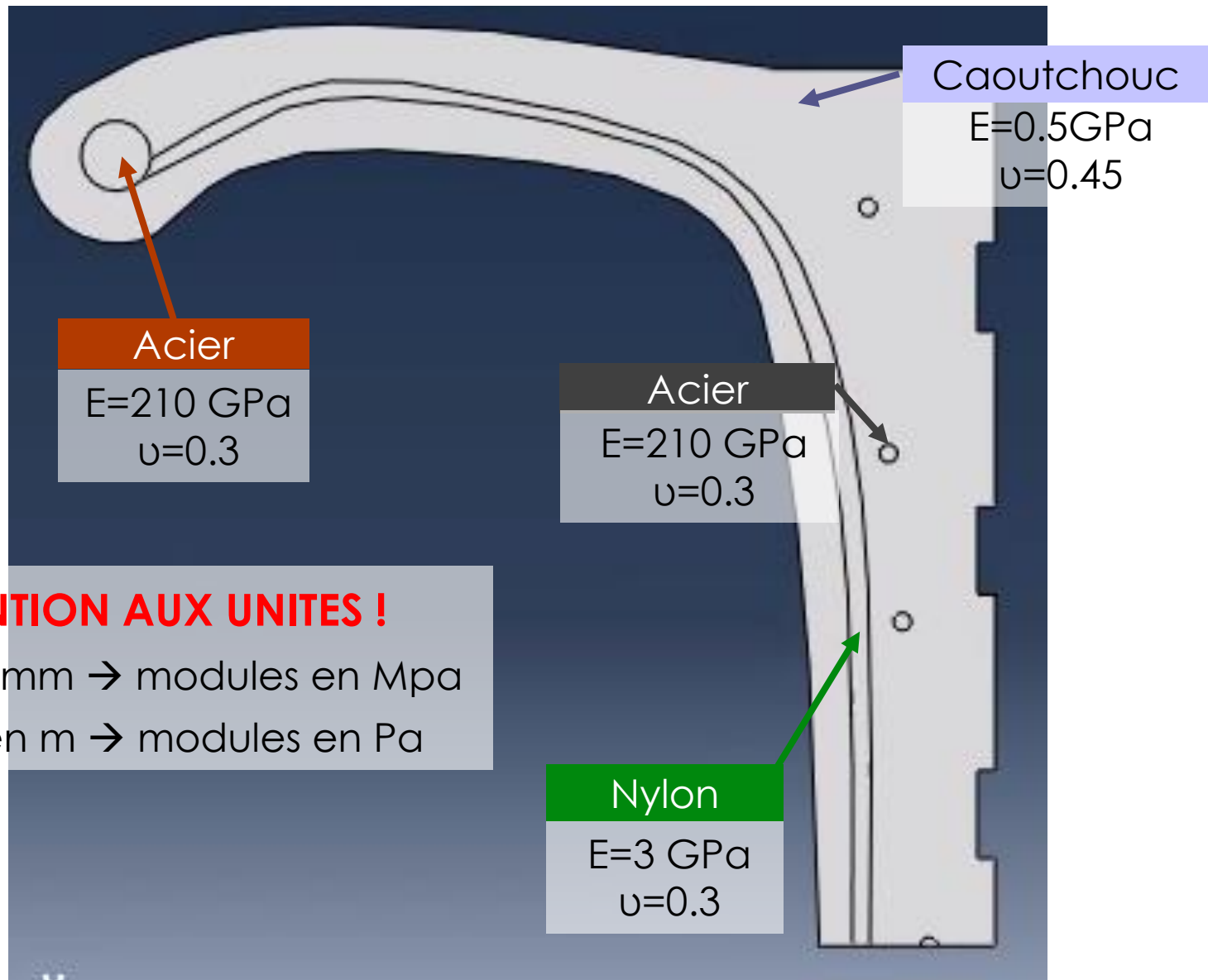


- ✓ Créer des **partitions** différentes





Pneu seul : **module PROPERTY**



ATTENTION AUX UNITES !

Dessin en mm $\rightarrow$ modules en Mpa

Dessin en m $\rightarrow$ modules en Pa

Sections

- ✓ Sections solides homogènes pour les différents composants
→ Avec les matériaux correspondant évidemment !

Assembly

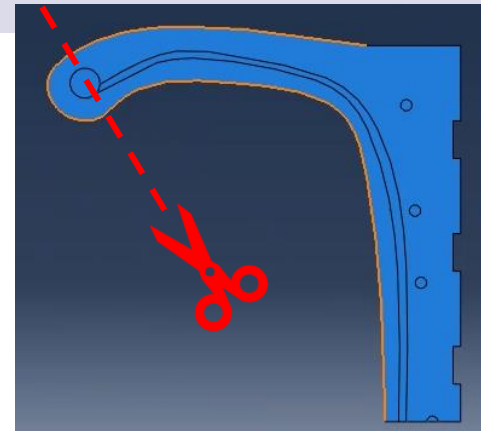
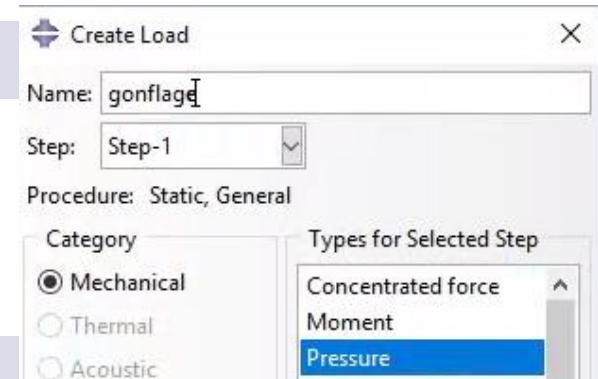
- ✓ Comme d'habitude

Step

- ✓ *General static*, *NLgeom* = **ON**
→ Par la suite : contact donc non-linéaire !!!

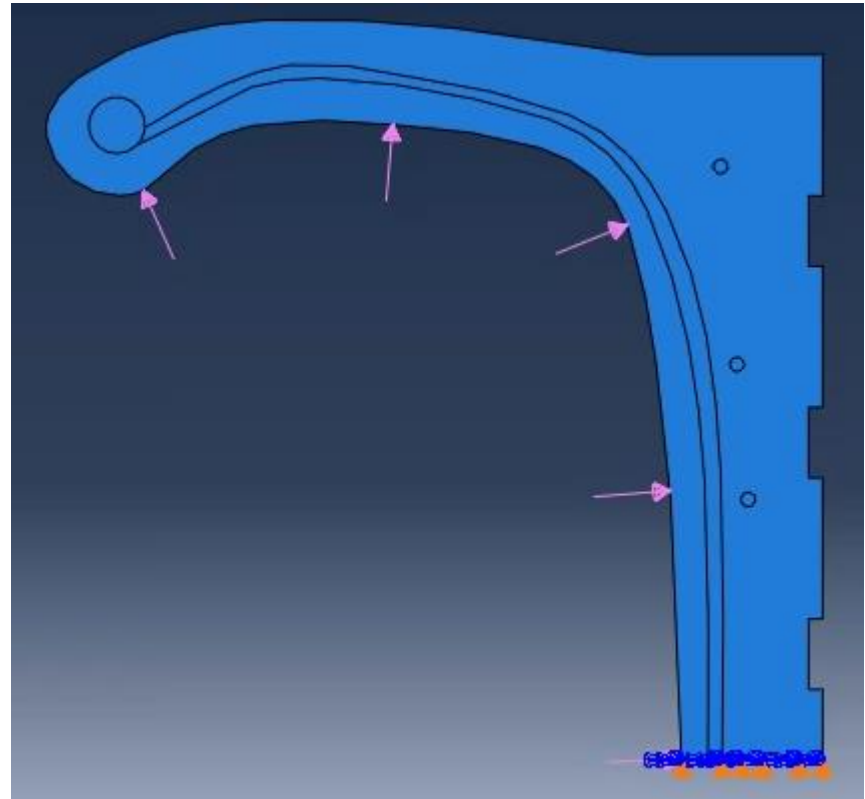
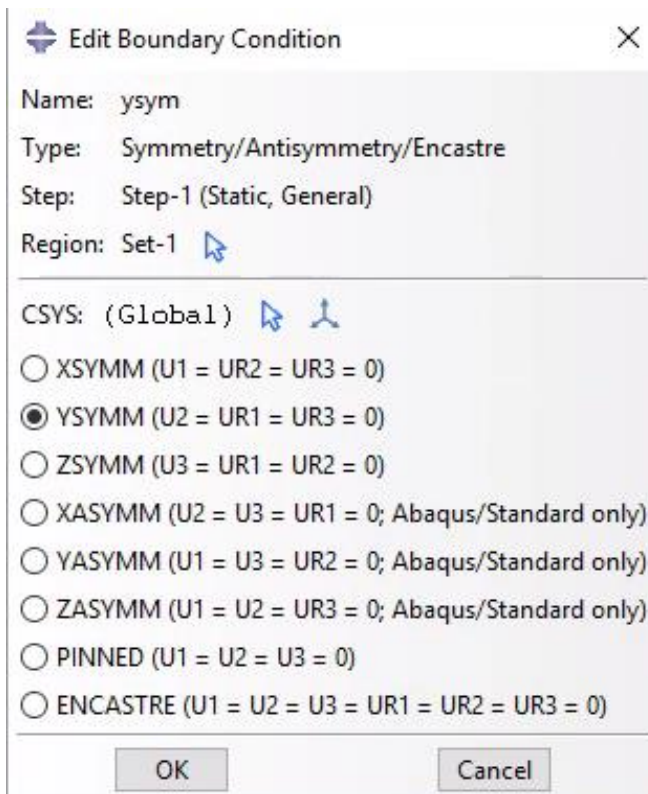
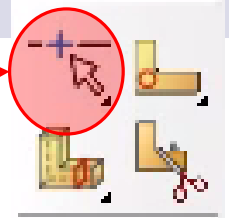
Load

- ✓ Pression sur la surface interne
→ variant de 1 à 5 bars (unités...?)
- ✓ Il faut sans doute **partitionner** la ligne intérieure !



Partitionner la surface intérieure

- ✓ Outil de partition de ligne
- ✓ Conditions aux limites : symétrie à respecter !!



Tringle = singularité

Maillage plus dense

Structure radiale = singularité

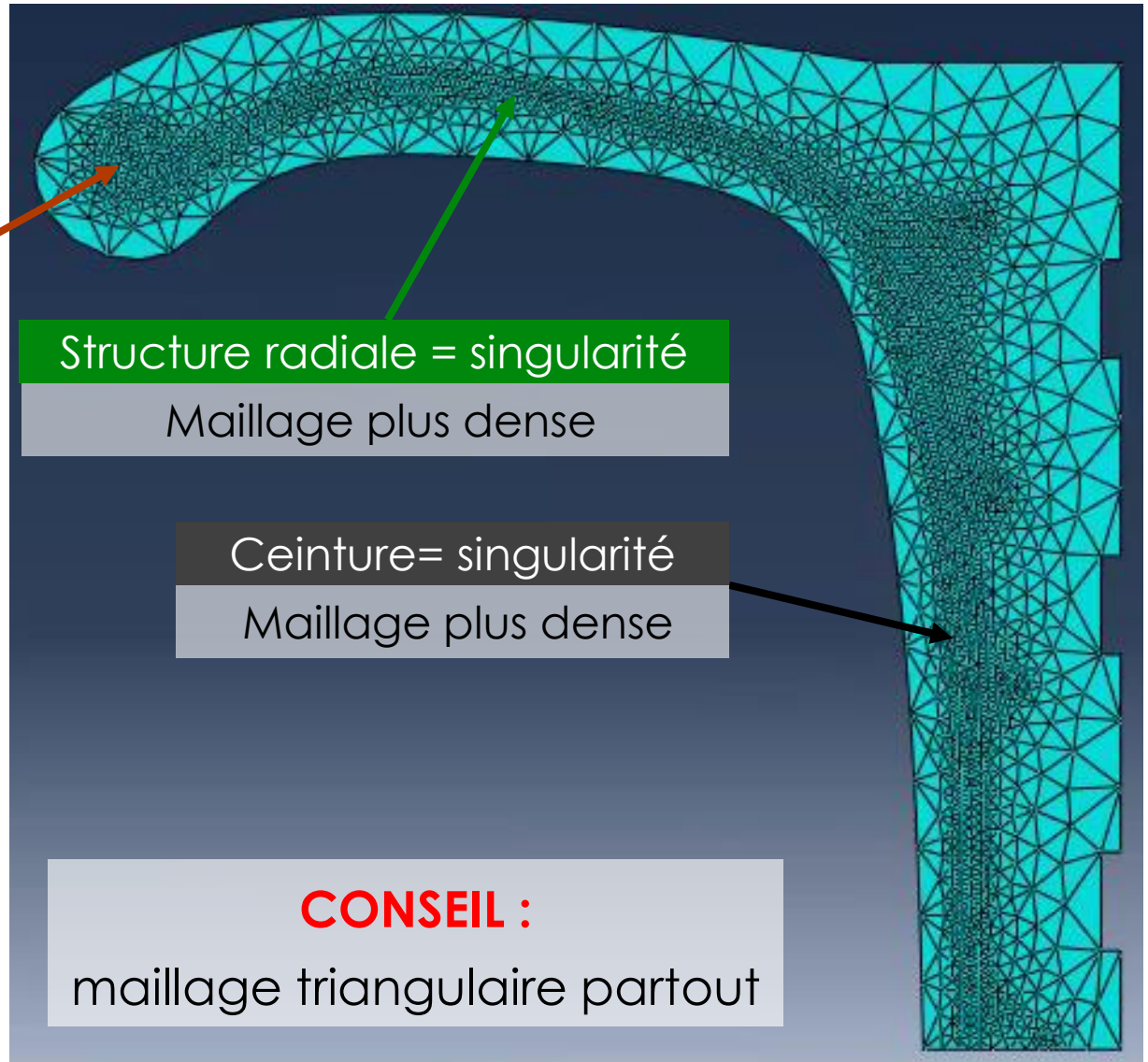
Maillage plus dense

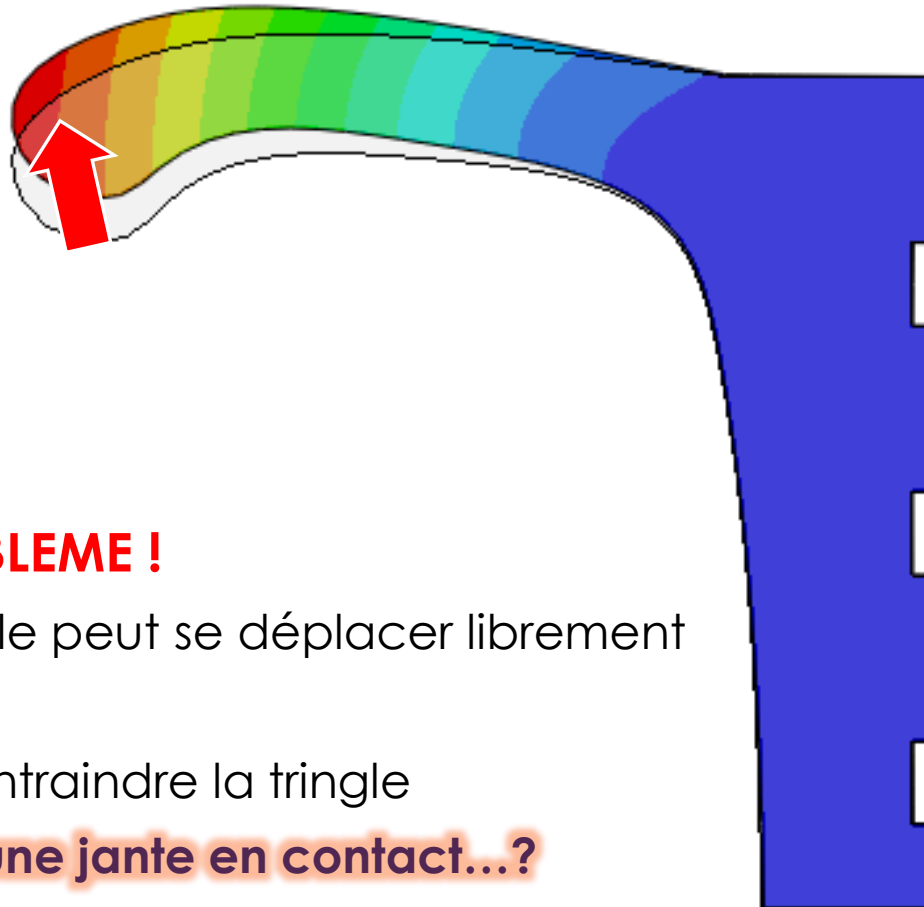
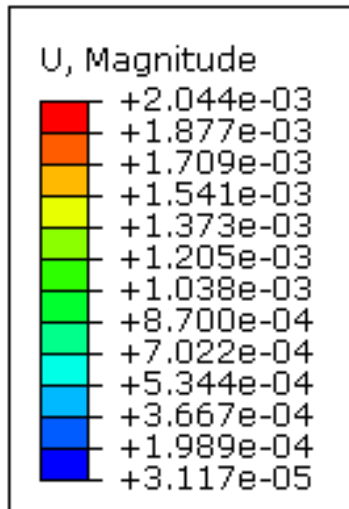
Ceinture = singularité

Maillage plus dense

CONSEIL :

maillage triangulaire partout





PROBLEME !

Absence de jante → la tringle peut se déplacer librement

SOLUTION 1 : contraindre la tringle

SOLUTION 2 : ajout d'une jante en contact...?



ODB: pneu-seul.odb Abaqus/Standard 2020 Thu May 06 13:55:37 G

Step: Step-1

Increment 1: Step Time = 1.000

Primary Var: U, Magnitude

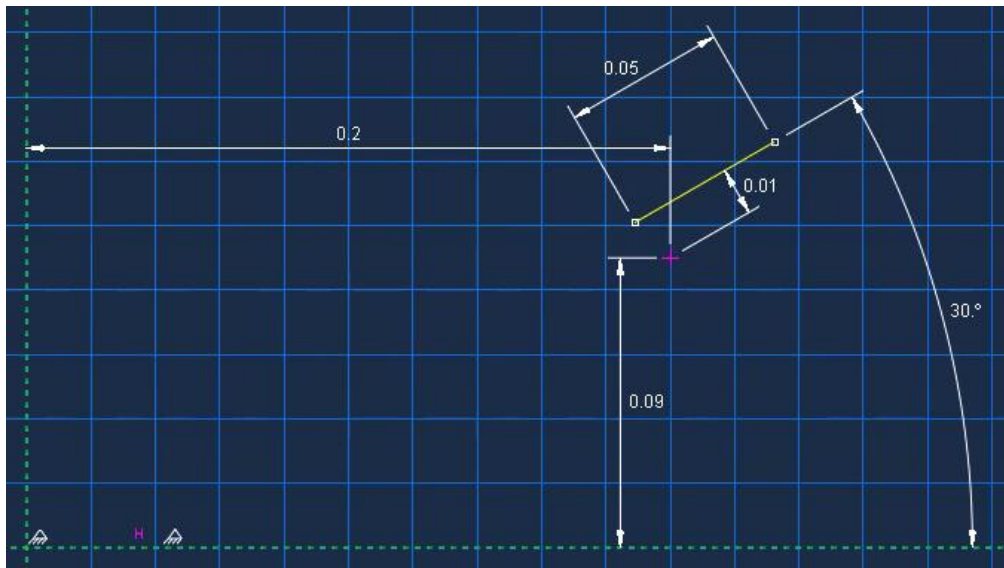
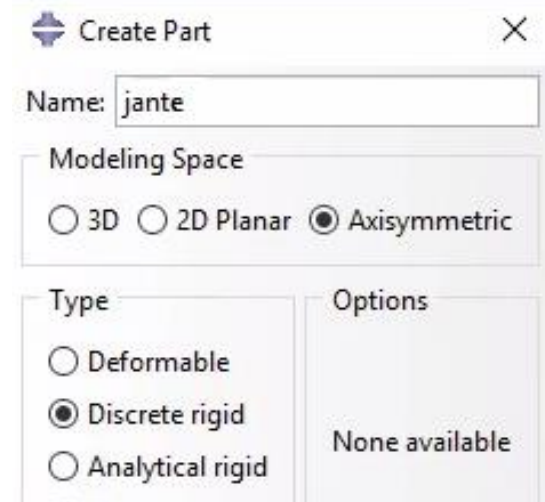
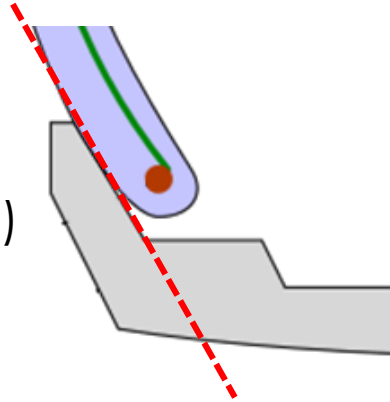
Deformed Var: U Deformation Scale Factor: +3.000e+00



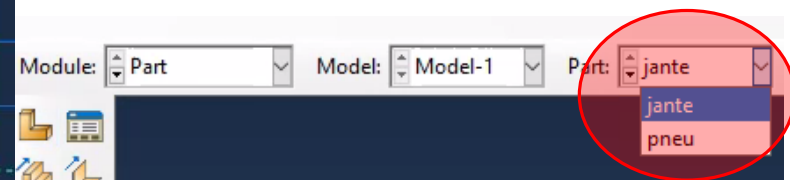
Gonflage du pneu sur jante

Création d'un pièce indéformable

- ✓ **Hypothèse** : la jante est décrite par un simple plan tangent
- ✓ **Par exemple** :
(à adapter à votre géométrie)



- ✓ Il y a maintenant **deux pièces** dans le modèle

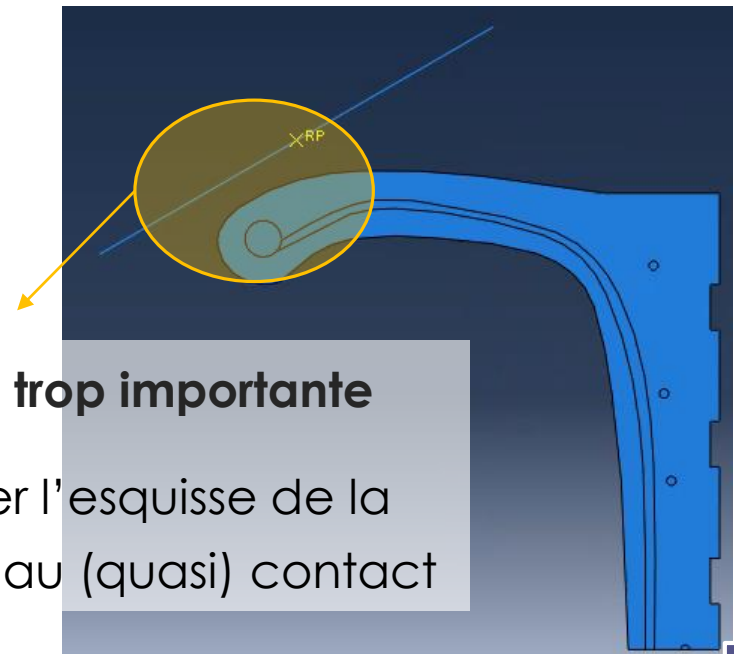
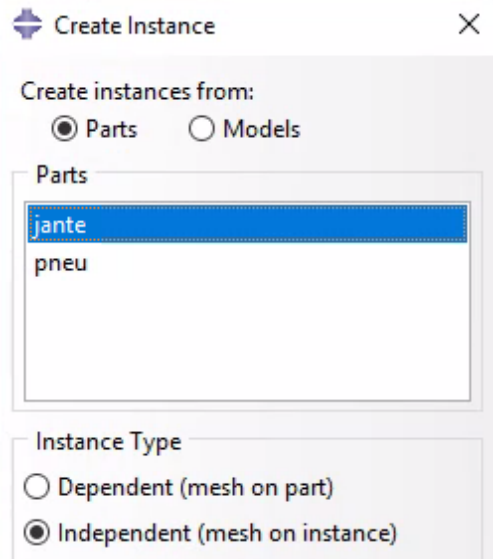


Création d'un pièce indéformable

- ✓ Besoin de définir un « **reference point** » pour la définition du mouvement de la géométrie rigide

✓ *Tools → Reference point*

- ✓ **Créer** une nouvelle instance

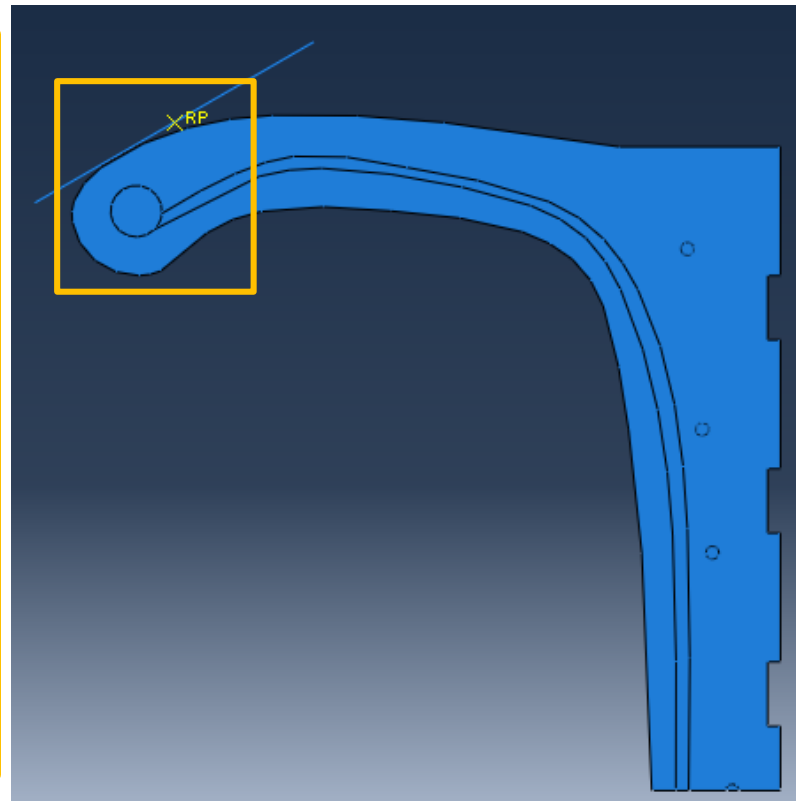
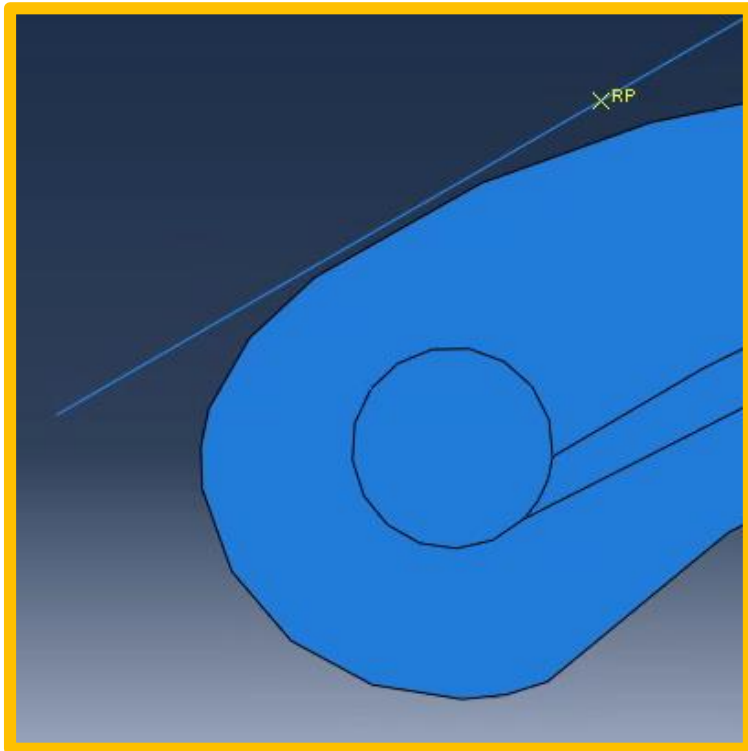
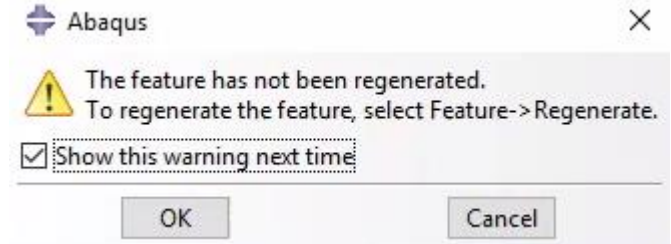


Distance trop importante

→ Corriger l'esquisse de la jante jusqu'au (quasi) contact

- ✓ **ATTENTION** : les pièces et l'assemblage ne sont pas mises à jour automatiquement lors de la modification de l'esquisse

→ Ne pas oublier *Feature* → *regenerate*



Création d'une propriété de contact

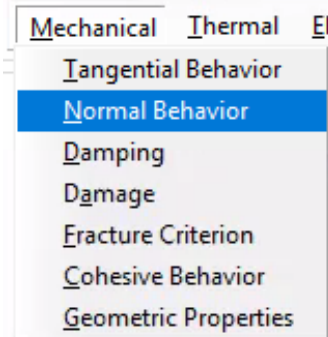


- ✓ Type d'interaction = **contact**
- ✓ Comportement selon la direction **normale** au contact: = hard-contact

Pressure-Overclosure: "Hard" Contact

Constraint enforcement method: Default

☒ Allow separation after contact



Create Interaction Property

Name: pneu-jante

Type

Contact

Film condition

Cavity radiation

Fluid cavity

Fluid exchange

Acoustic impedance

Continue... Cancel

- ✓ Comportement selon la direction **tangentielle** au contact: **frottement**
- ✓ **Hypothèse** : coefficient de frottement = 0.2

Tangential Behavior

Friction formulation: Penalty

Friction Shear Stress Elastic Slip

Directionality: ☒ Isotropic ☐ Anisotropic (Standard only)

☐ Use slip-rate-dependent data

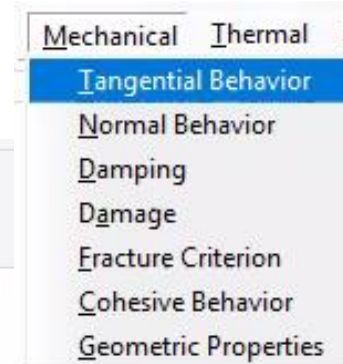
☐ Use contact-pressure-dependent data

☐ Use temperature-dependent data

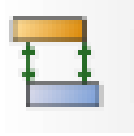
Number of field variables: 0

Friction Coeff

0.2



Définition du contact



- ✓ Type de contact : surface à surface
- ✓ Surface maître ?

Select the master surface individually (☒ Create surface: m_Surf-3) Done

✓ RAPPEL :

Règle 1 :

Surface beaucoup plus rigide que l'autre

surface maître

- ✓ Sélectionner la surface rigide !
- ✓ Direction pour la recherche du contact ?

→ ICI : jaune

Procedure: Static, General

Types for Selected Step

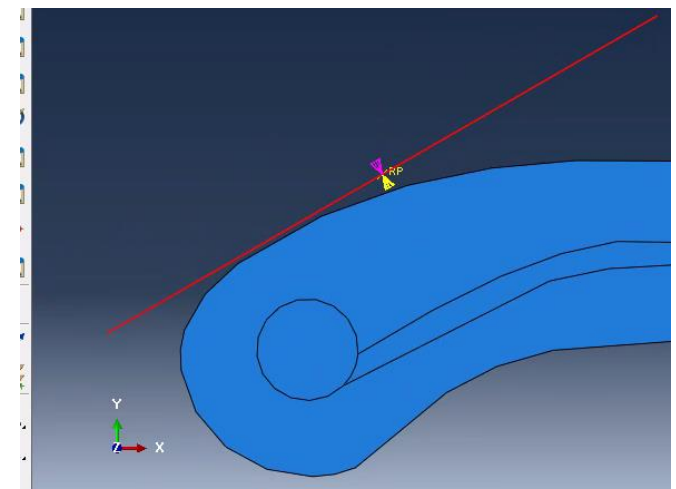
Surface-to-surface contact (Standard)

Self-contact (Standard)

Model change

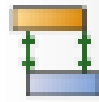
Standard-Explicit Co-simulation

Pressure penetration



Choose a side for the edges: Magenta Yellow

Définition du contact



✓ Surface esclave ?

Choose the slave type: **Surface** Node Region

= **Flanc du pneu**

(alternative : partitionner cette arête si calcul trop long...)

Master surface: m_Surf-3
Slave surface: s_Surf-3

Sliding formulation: ☒ Finite sliding ☐ Small sliding

Discretization method: Surface to surface

☐ Exclude shell/membrane element thickness

Degree of smoothing for master surface: 0.2

Use supplementary contact points: ☒ Selectively ☐ Never ☐ Always

Contact tracking: ☒ Two configurations (path) ☐ Single configuration (state)

Slave Adjustment Surface Smoothing Clearance Bonding

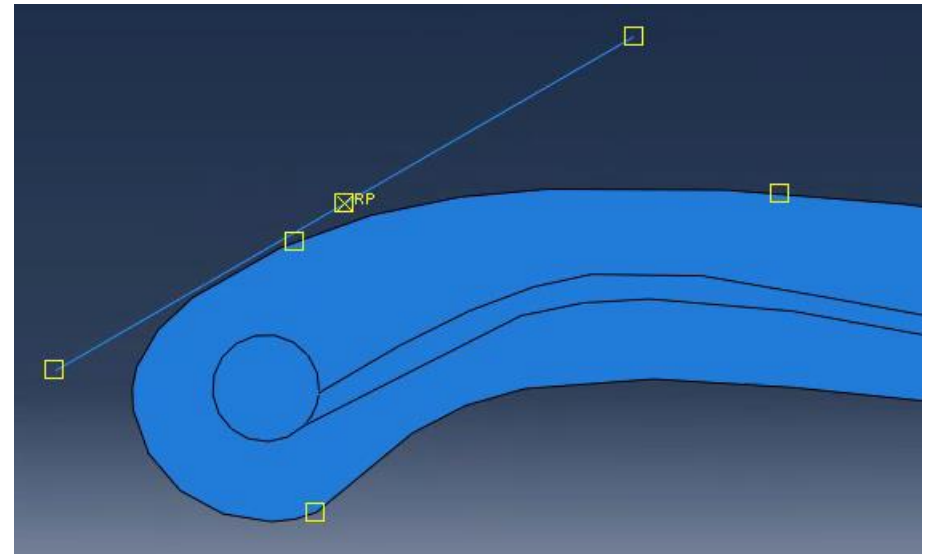
☒ No adjustment

☐ Adjust only to remove overclosure

☐ Specify tolerance for adjustment zone: 0

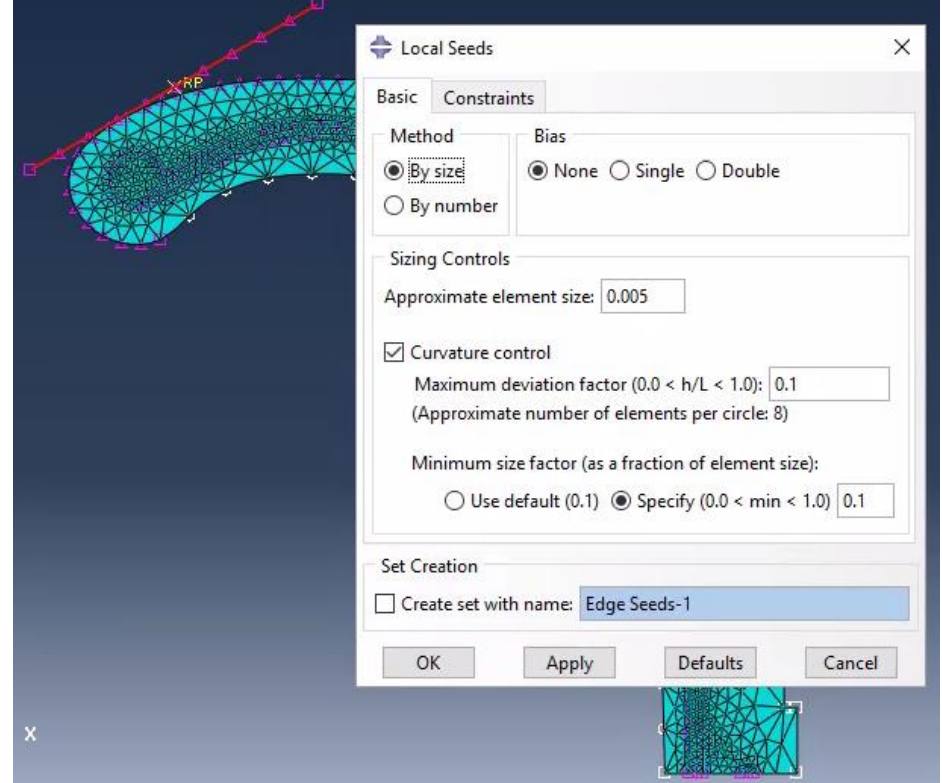
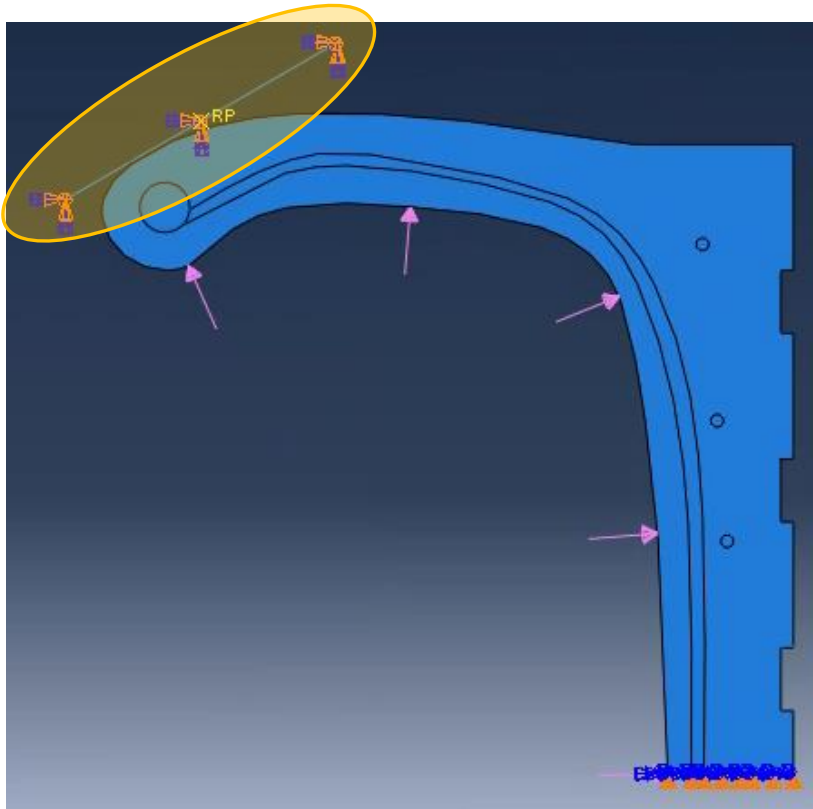
☐ Adjust slave nodes in set:

Contact interaction property: pneu-jante



✓ Type d'interaction = **contact frottant** défini précédemment

Pneu sur jante : jeu de données



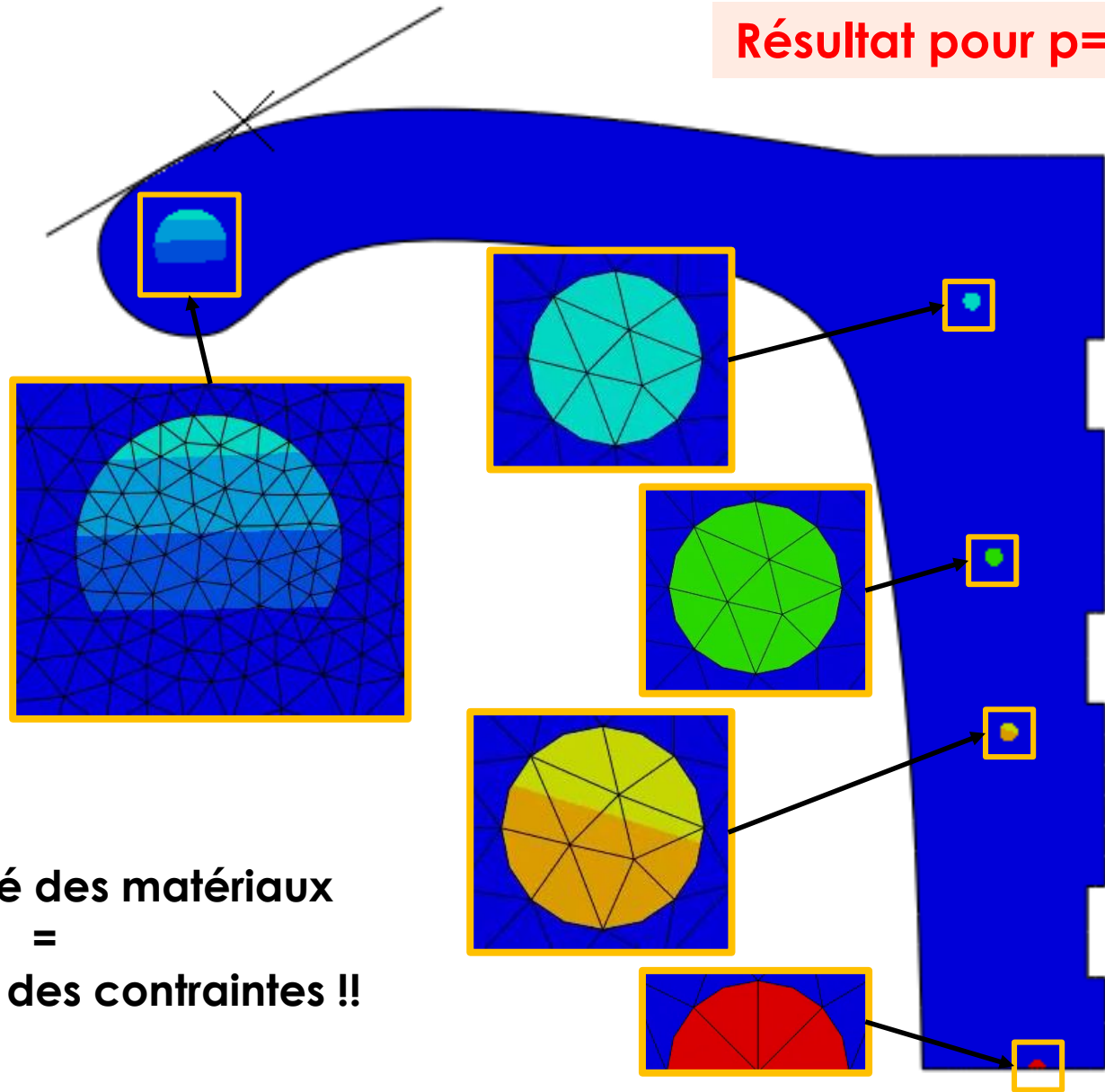
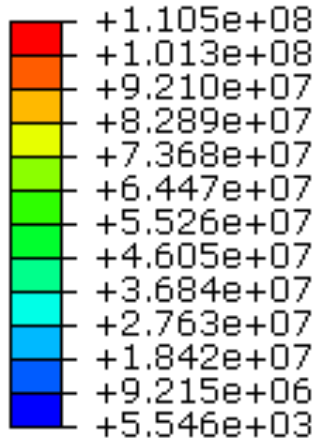
- ✓ Vérifier le chargement et les CL précédentes
- ✓ + **encastrer la jante !!**

✓ **Mailler la jante !**

Pneu sur jante : RESULTATS

Résultat pour p=1 bar

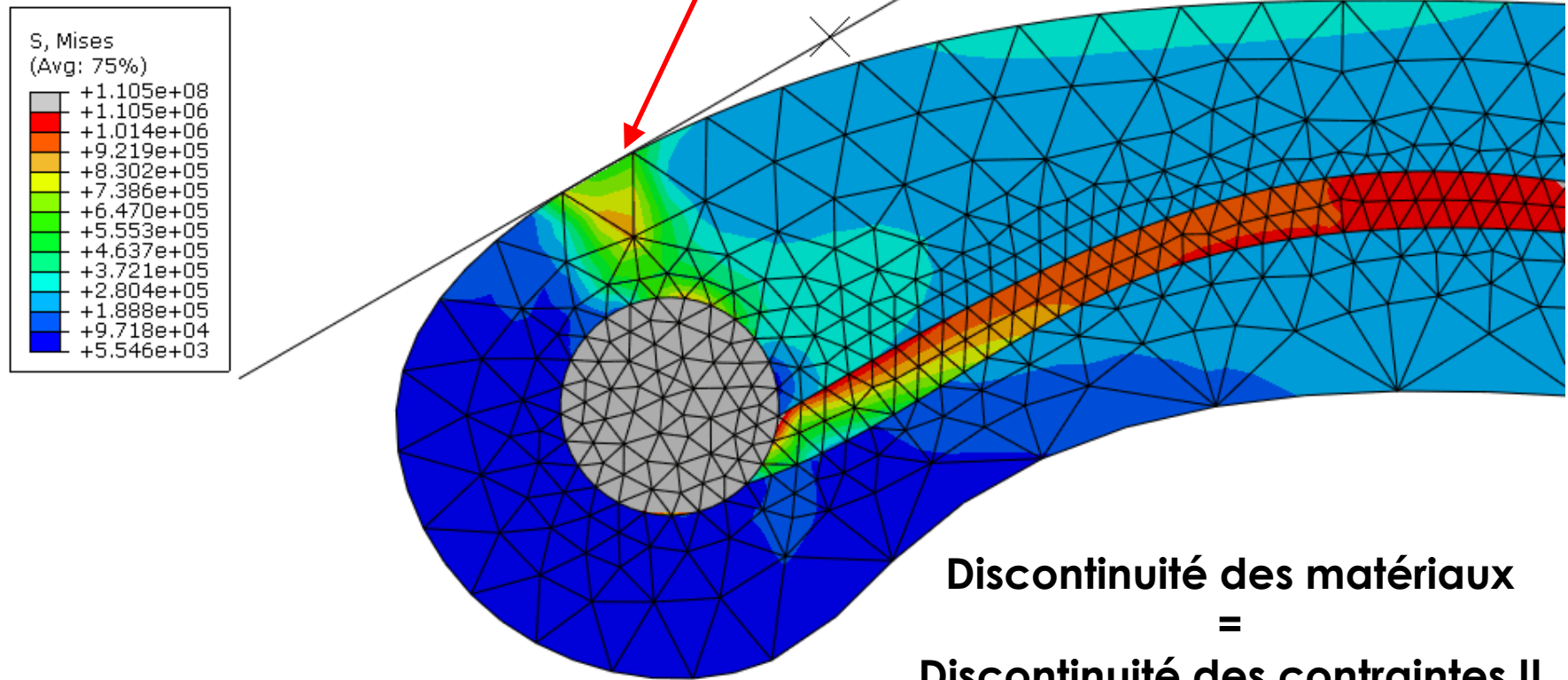
S, Mises
(Avg: 75%)



**Discontinuité des matériaux
=
Discontinuité des contraintes !!**

Pneu sur jante : RESULTATS

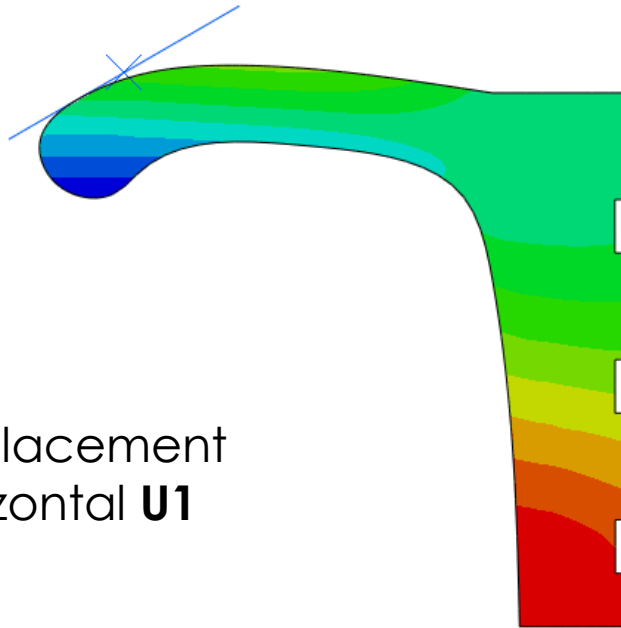
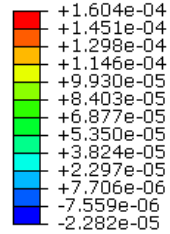
Zone de concentration de contrainte due au contact !



Pneu sur jante : RESULTATS

Résultat pour $p=1$ bar

U, U1



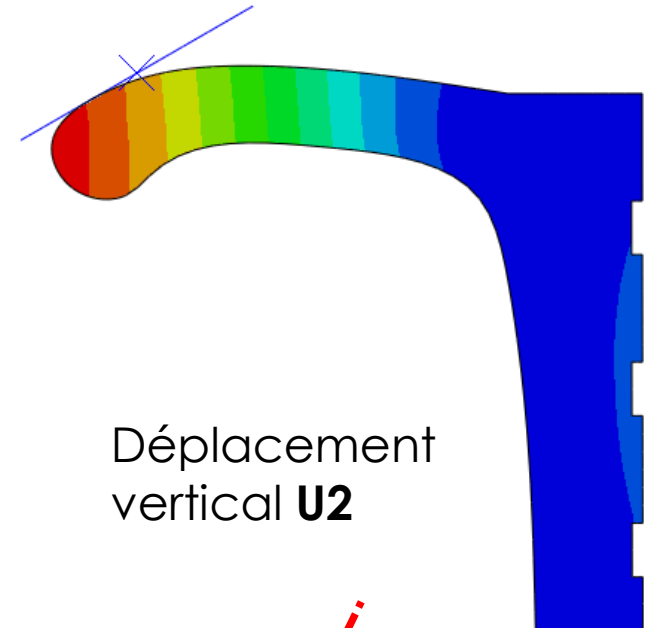
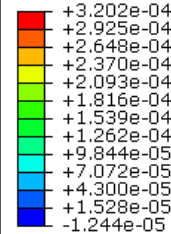
Déplacement horizontal **U1**

Déplacement horizontal =
changement du diamètre de la roue

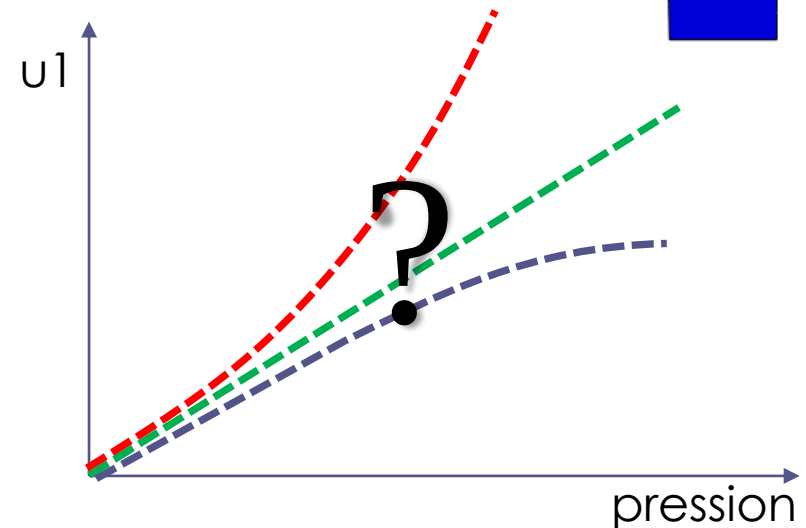
La relation est-elle linéaire entre la
pression et le déplacement ??

→ à vous de jouer !

U, U2



Déplacement vertical **U2**





Contact avec la route

Problématique

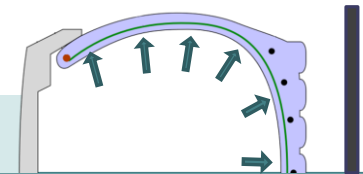
- ✓ On cherche à modéliser l'action du pneu sur la route
 - **OU ALORS** l'action de la route sur le pneu = 1^{ère} loi de Newton !!!



- ✓ Il s'agit de faire un calcul **en plusieurs étapes !!!**

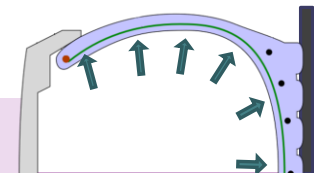
STEP 1

Gonflage du pneu



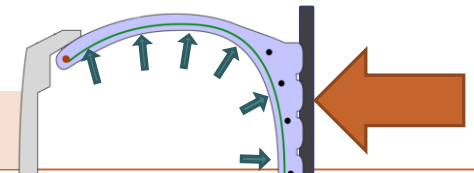
STEP 2

Mise en contact pneu/route

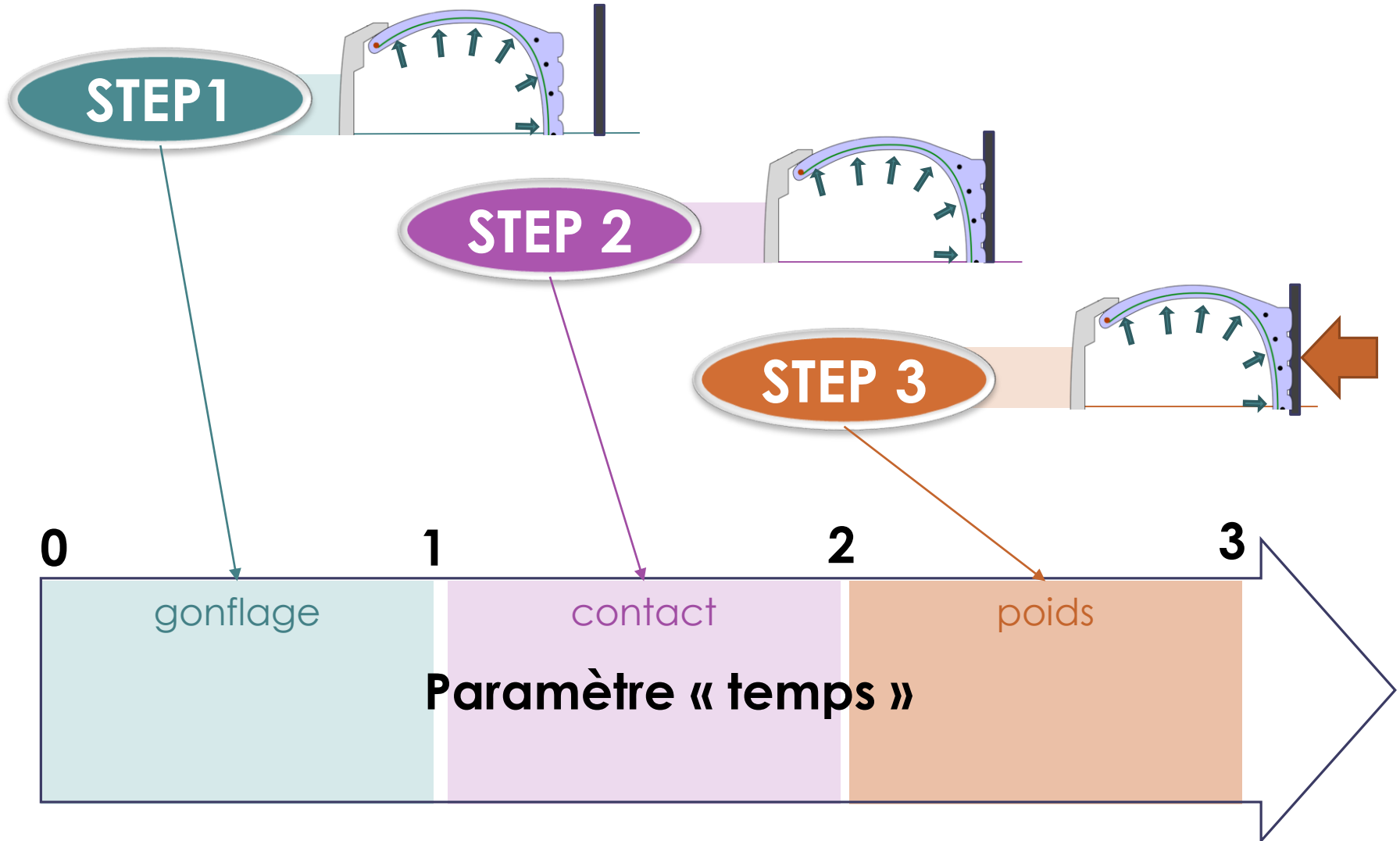


STEP 3

Application du poids de la voiture

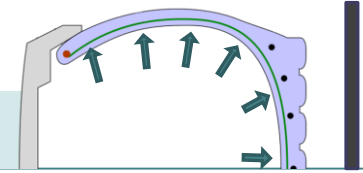


Contact pneu-route

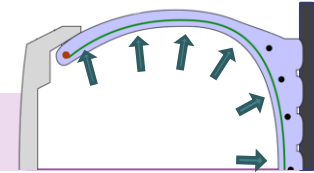


STEP 1

Gonflage du pneu



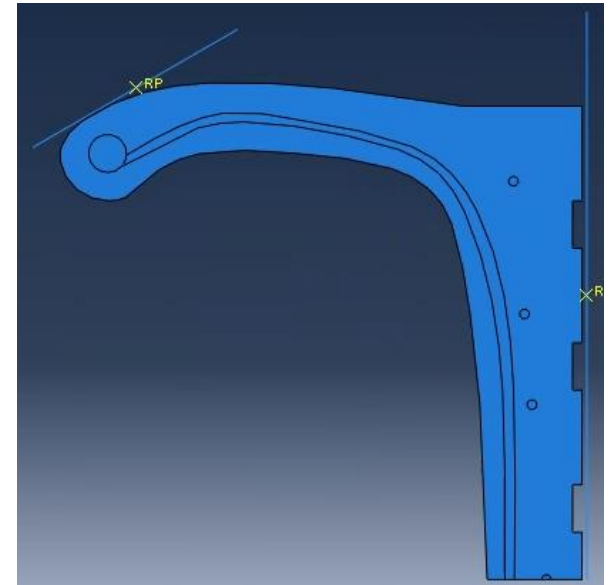
- ✓ Déjà fait précédemment !
- ✓ Pression variable entre 1 et 10 bars

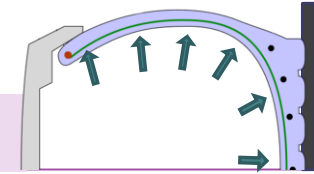


STEP 2

Mise en contact pneu/route

- ✓ Il faut créer une **nouvelle surface rigide!**
- ✓ Reprendre toute la démarche précédente
- ✓ Exemple : distance pneu-route **avant gonflage** = 1mm
- ✓ **Assemblage à 3 pièces désormais**





STEP 2

Mise en contact pneu/route

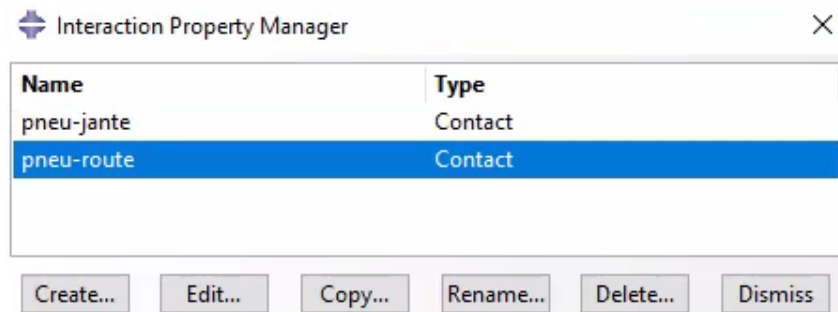
Step

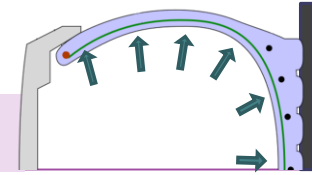
- ✓ Création d'un nouveau step *general, static*

✓ Initial	(Initial)	N/A	N/A
✓ gonflage	Static, General	ON	1
✓ contact	Static, General	ON	1

Interactions

- ✓ Comme précédemment, contact frottant
- ✓ Nouvelle interaction pneu-route : **coeff de frottement = 0.7**
- ✓ Définition du contact
surface maître = route
- ✓ = interaction associée au nouveau step !!





STEP 2

Mise en contact pneu/route

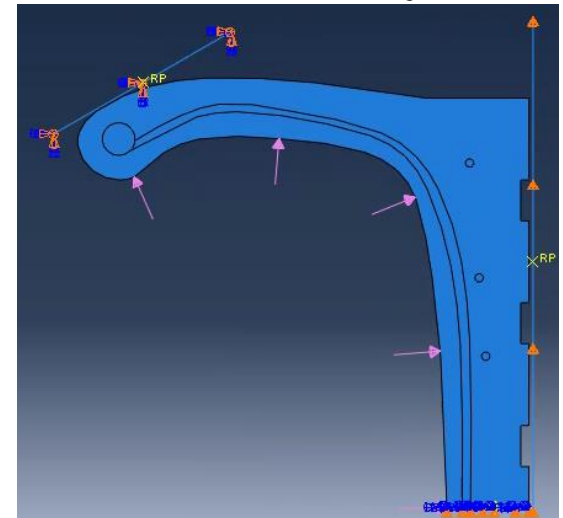
Load

- ✓ Chargement précédent conservé pour le step 1
- ✓ Nouvelles conditions aux limites pour le step 2 !

	Name	Initial	gonflage	contact
✓	Ysym		Created	Propagated
✓	encastre-jante		Created	Propagated
✓	u1-route			Created
✓	u2-route			Created

= symétrie selon Y

= encastrement de la jante

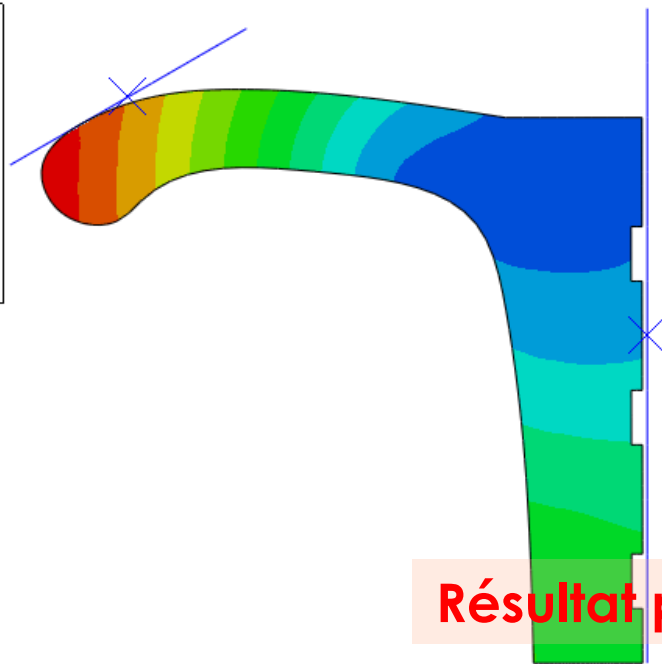
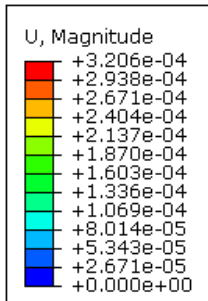
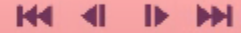


- ✓ Déplacement $u1 = -1,5\text{mm}$
(par exemple) pour assurer le contact
- ✓ Déplacement vertical $u2 = 0$!

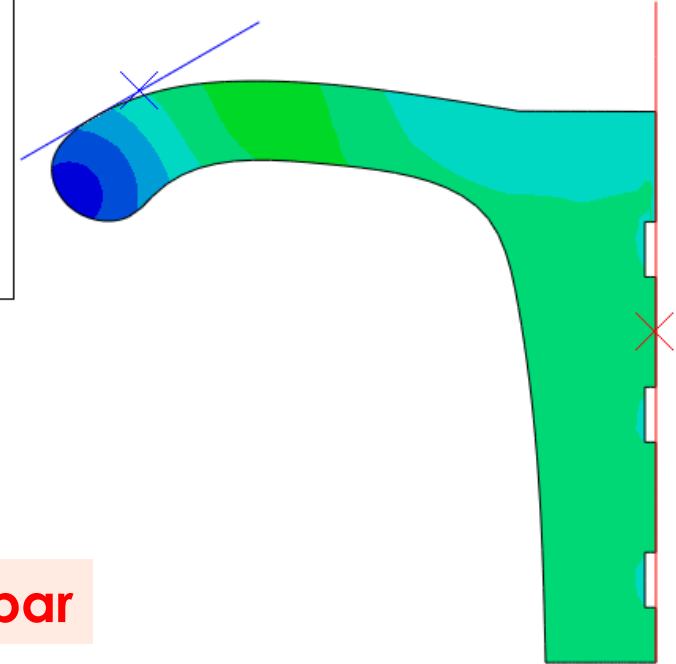
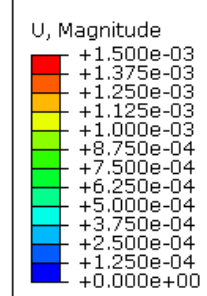
Contact pneu-route

Navigation entre les différents **STEPS**

Module: Visualization Model: O:/BC7/TP4/pneu-jante-route.odb



Résultat pour p=1 bar

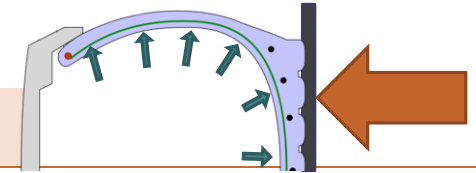


ODB: pneu-jante-route.odb Abaqus/Standard 2020 Thu May 06 16:18:
Step: gonflage
Increment 1: Step Time = 1.000
Primary Var: U, Magnitude
Deformed Var: U Deformation Scale Factor: +1.000e+00

ODB: pneu-jante-route.odb Abaqus/Standard 2020 Thu May 06 16:18:
Step: contact
Increment 6: Step Time = 1.000
Primary Var: U, Magnitude
Deformed Var: U Deformation Scale Factor: +1.000e+00

✓ Étape de gonflage
= pas de contact avec la route

✓ Étape de contact
= pneu et route en contact



STEP 3

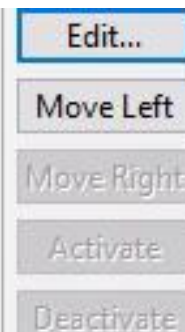
Application du poids de la voiture

- ✓ Le pneu et la route sont désormais en contact
- Le déplacement imposé selon -X peut être retiré
- Un effort selon -X peut être appliqué
- Effort de 2500 N **MAIS** uniquement la moitié du pneu! → 1250 N

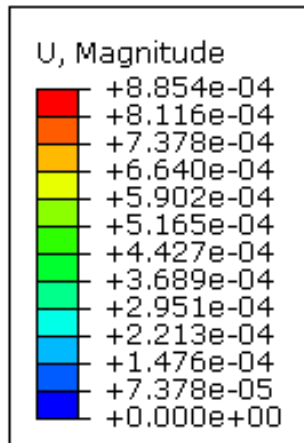
	Name	gonflage	contact	poids
✓	poids			Created
✓	pression	Created	Propagated	Propagated

	Name	Initial	gonflage	contact	poids
✓	Ysym		Created	Propagated	Propagated
✓	encastre-jante		Created	Propagated	Propagated
✓	u1-route			Created	Deactivated
✓	u2-route			Created	Propagated

Spécifique au step 3 !



Contact pneu-route



Résultat pour p=1 bar



ODB: pneu-jante-route.odb Abaqus/Standard 2020 Thu May 06 16:1

Step: poids

Increment 1: Step Time = 1.000

Primary Var: U, Magnitude

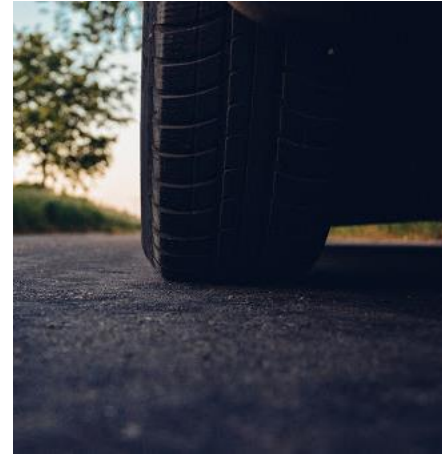
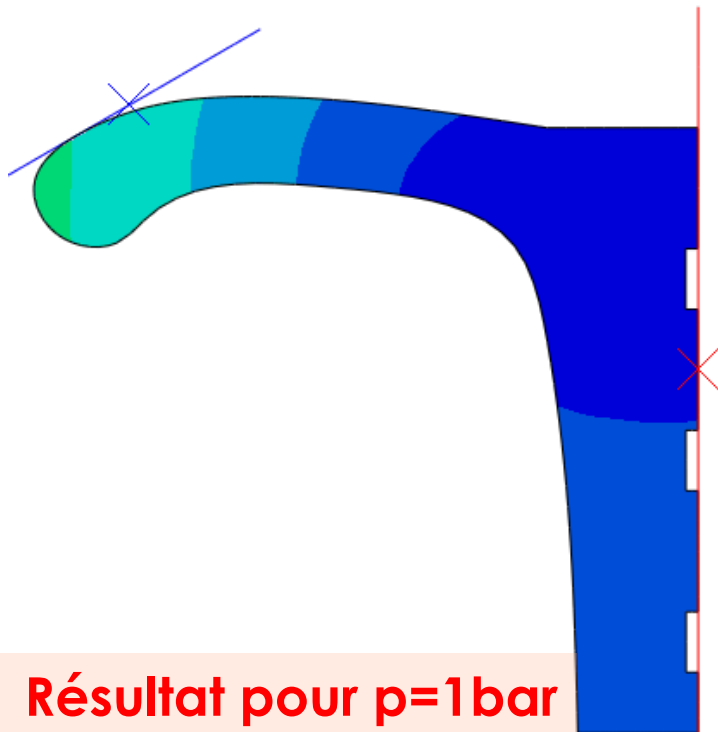
Deformed Var: U Deformation Scale Factor: +1.000e+00



Relation pression / contact pneu-route

Forte pression

**= diminution de la
surface de contact
= usure précoce**

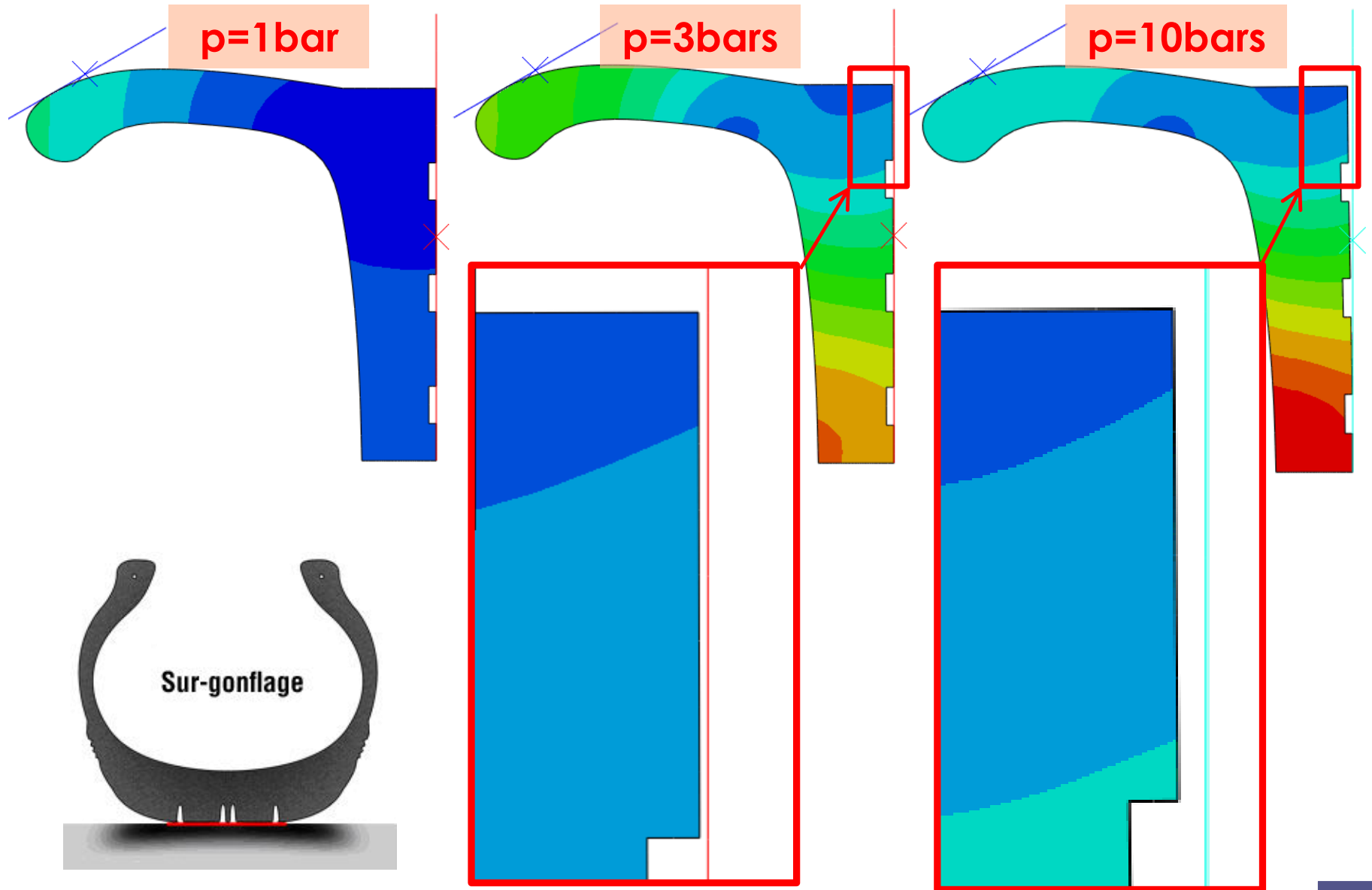


- ✓ Pour une pression basse, le contact a l'air parfait

Problématique :

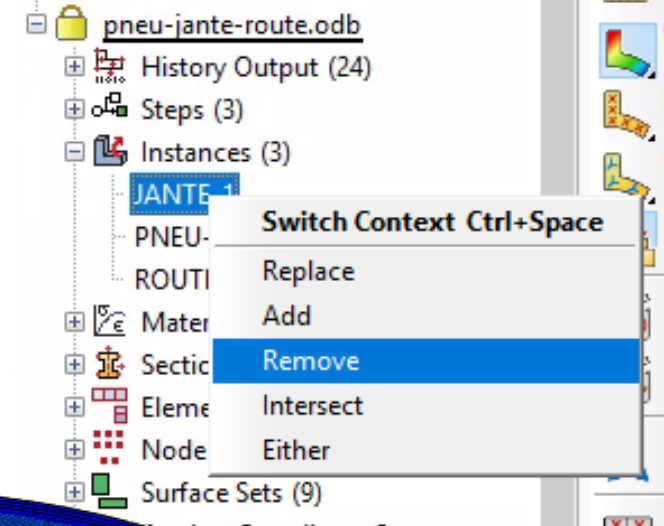
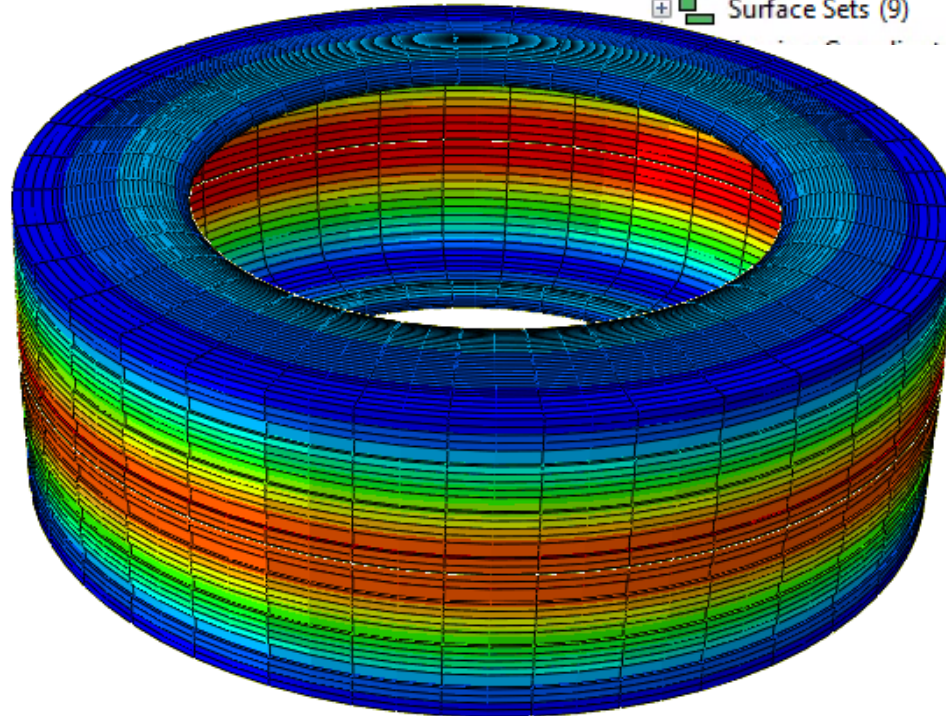
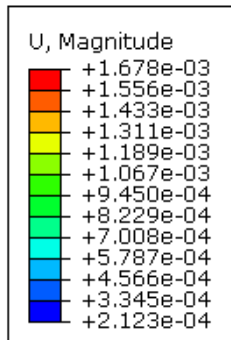
Que devient ce contact quand la pression augmente ?

Relation pression / contact



Relation pression / contact

- ✓ Pour créer le 3D par révolution
 - Il faut enlever la jante et la route
- ✓ Comme dans le TP3 :
 - **Sweep** à 360°
 - Symétrie **Mirror** selon XY



A retenir aujourd'hui

- ✓ Modélisation axisymétrique
- ✓ Intégration d'éléments rigides
- ✓ Interactions de contacts
- ✓ Séquencement de plusieurs chargements

