

## SOMMAIRE

<b>1. OBJET</b>	2
2. DOCUMENTS DE REFERENCE	2
3. DONNEES DE BASE	2
3.1. Géométrie	2
3.2. Matériaux	2
3.3. Chargements	2
3.4. Critères	2
<b>4. CALCULS</b>	3
4.1. Méthode	3
4.2. Modélisation de la géométrie	3
4.3. Modélisation des liaisons	3
4.4. Modélisation des chargements	3
<b>5. RESULTATS</b>	4
<b>5.1. Analyse modale</b>	4
5.1.2 Informations sur le modèle	4
5.1.3 Propriétés de l'étude	5
5.1.4 Unités	5
5.1.5 Propriétés du matériau	5
5.1.6 Actions extérieures	6
5.1.7 Informations sur le maillage	8
5.1.8 Résultats de l'étude	9
5.1.9 Conclusion analyse modale	12
<b>5.2. Résultats en ELU</b>	13
5.2.1 Actions extérieures	13
5.2.2 Forces de réactions	17
5.2.3. Contraintes (ELU)	18
5.2.4. Déplacement (ELU)	19
5.2.5. Conclusion (ELU)	20
<b>5.3. Résultats en ELU ACCIDENTEL (séisme)</b>	21
5.3.1 Actions extérieures (ELU accidentel)	21
5.3.2 Résultats de l'étude (ELU accidentel)	24
5.3.3 Forces résultantes (ELU accidentel)	27
5.3.4. Contraintes (ELU accidentel)	25
5.3.5. Déplacement (ELU accidentel)	26
<b>6. VERIFICATION DES ANCRAGES</b>	28
<b>7 CONCLUSION</b>	28

## 1. OBJET

Vérification la tenue du châssis des machine PI9507 au poids propre et au séisme. Une Analyse modale est réalisée pour identifier les premiers modes propres.

## 2. DOCUMENTS DE REFERENCE :

- [1] Logiciel de calcul SolidWorks Simulation 2017.
- [2] Châssis PI9507: Dossier de plans page 30 à 36.
- [3] Règles EUROCODE 8 pour définition du séisme.
- [4] Equipement PI9507: Doc. Page 28 à 29.

## 3. DONNEES DE BASE

### 3.1. Géométrie

Les châssis sont conformes au plan d'exécution cité en référence 2.

### 3.2. Matériaux

L'ensemble de la structure du châssis est réalisé en acier S235 dont les caractéristiques sont les suivantes :

$E = 200000 \text{ MPa}$

$\nu = 0.3$

$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

$R_e = 235 \text{ MPa}$

La boulonnerie est de classe 8.8 avec une limite élastique à 640MPa.

La boulonnerie M30 est de classe 6.8 avec une limite élastique à 235 MPa et une limite à la rupture de 400MPa.

### 3.3. Chargements

Nous avons étudié les combinaisons suivantes :

- ELU :  $1.35 \times \text{Poids machine} + \text{poids propre châssis}$ .
- ELU Accidentel :  $1.35 \times \text{Poids machine} + \text{poids propre châssis} + 1.0 \times \text{Séisme}$ .

### 3.4. Critères

Pour les cas étudiés, les critères sont les suivants :

#### Cas ELU :

- Flèche du châssis  $< 2 \text{ mm}$
- Contraintes admissibles dans les profilés : limite élastique = 235 MPa
- Contraintes admissibles dans la boulonnerie classe 8.8 :  
Traction : limite à la rupture  $\times 0.9 / 1.25 = 576 \text{ MPa}$   
Cisaillement : limite à la rupture  $\times 0.6 / 1.25 = 384 \text{ MPa}$
- Contraintes admissibles dans la boulonnerie M30 :  
Traction : limite à la rupture  $\times 0.9 / 1.25 = 288 \text{ MPa}$   
Cisaillement : limite à la rupture  $\times 0.6 / 1.25 = 192 \text{ MPa}$

#### Cas ELU Accidentel :

- Contraintes admissibles dans les profilés : limite élastique = 235 MPa
- Contraintes admissibles dans la boulonnerie classe 8.8 :  
Traction : limite à la rupture  $\times 0.9 / 1.25 = 576 \text{ MPa}$   
Cisaillement : limite à la rupture  $\times 0.6 / 1.25 = 384 \text{ MPa}$
- Contraintes admissibles dans la boulonnerie M30 :  
Traction : limite à la rupture  $\times 0.9 / 1.25 = 288 \text{ MPa}$   
Cisaillement : limite à la rupture  $\times 0.6 / 1.25 = 192 \text{ MPa}$

## 4. CALCULS

### 4.1. Méthode

Le calcul du châssis est réalisé par la méthode des éléments finis.

Nous avons utilisé le logiciel SolidWorks Simulation 2017 .

#### - Analyse fréquentielle

Modélisation de la masse des machines à leurs Centres de Gravité.

Analyse fréquentielle (4 premiers modes propres).

#### - Cas ELU Analyse statique

Modélisation des masses par pieds de la machine.

#### - Cas ELU accidentel Analyse dynamique linéaire – réponse spectrale.

Modélisation de la masse des machines à leurs Centres de Gravité.

Liaison au châssis par les attaches sismiques.

### 4.2. Modélisation de la géométrie

Nous avons modélisé l'ensemble de la structure du châssis.

Les tôles sont modélisées. Les appuis sont modélisés.

### 4.3. Modélisation des appuis :

Les supports du châssis sont en appui plan au niveau du sol.

Les chevilles HST3 M12 ancrées dans le béton.

### 4.4. Modélisation des chargements

*Poids Propre*

Machine PI9507 : Masse unitaire  $M = 10386 \times 1.35 = 14025$  Kg

Plomb : 450 Kg

Châssis : Masse châssis  $M = 2460$  Kg

*Séisme :*

Les accélérations sismiques sont définies par l'Eurocode 8.

Les paramètres retenus pour obtenir les accélérations sont :

- Zone de sismicité 4 : niveau d'aléa sismique moyen  $\Rightarrow a_{gr} = 1.6$  m/s<sup>2</sup>
- Classe de sol C :  $S = 1.5$
- Catégorie d'importance du bâtiment III : Coefficient  $\gamma_I = 1.2$
- Hauteur retenue du bâtiment :  $H = 24$ m
- Hauteur retenue d'installation de la machine :  $z = 8$ m

L'accélération horizontale au niveau du sol est  $a_g = a_{gr} \cdot \gamma_I = 1.92$  m/s<sup>2</sup>

L'accélération horizontale au niveau du châssis est :  $a_{gH} = a_g \cdot \gamma_a \cdot ((1+z/H) \cdot A_a - 0,5) / q_a = 5.18$  m/s<sup>2</sup>

Avec :

$\gamma_a$  : Coefficient d'importance de l'élément 1

$q_a$  : Coefficient de comportement 1 (forte déformabilité)

$A_a$  : Coefficient d'amplification de réponse 2.5 (composants flexibles)

L'accélération vertical  $a_{gV} = a_{gH} \cdot \alpha = 1.73$  m/s<sup>2</sup>

Avec :

$\alpha : 0.9$

Les accélérations retenues pour la vérification des châssis sont :

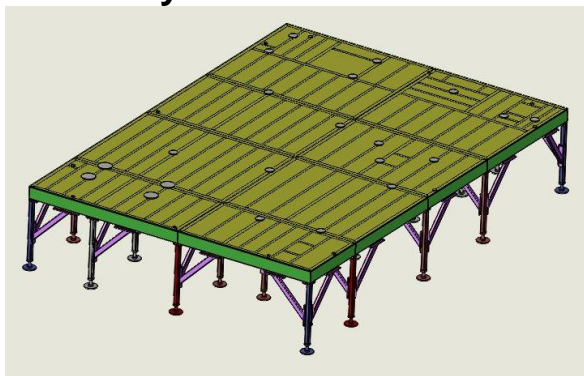
Accélération horizontale = 5.18 m/s<sup>2</sup> (dans les 2 directions X et Z)

Accélération verticale = 1.73 m/s<sup>2</sup> (dans la direction verticale Y)

Le séisme résultant est la combinaison quadratique des 3 directions (Méthode SRSS)

## 5. RESULTATS

### 5.1. Analyse modale



Date: samedi 30 octobre 2018

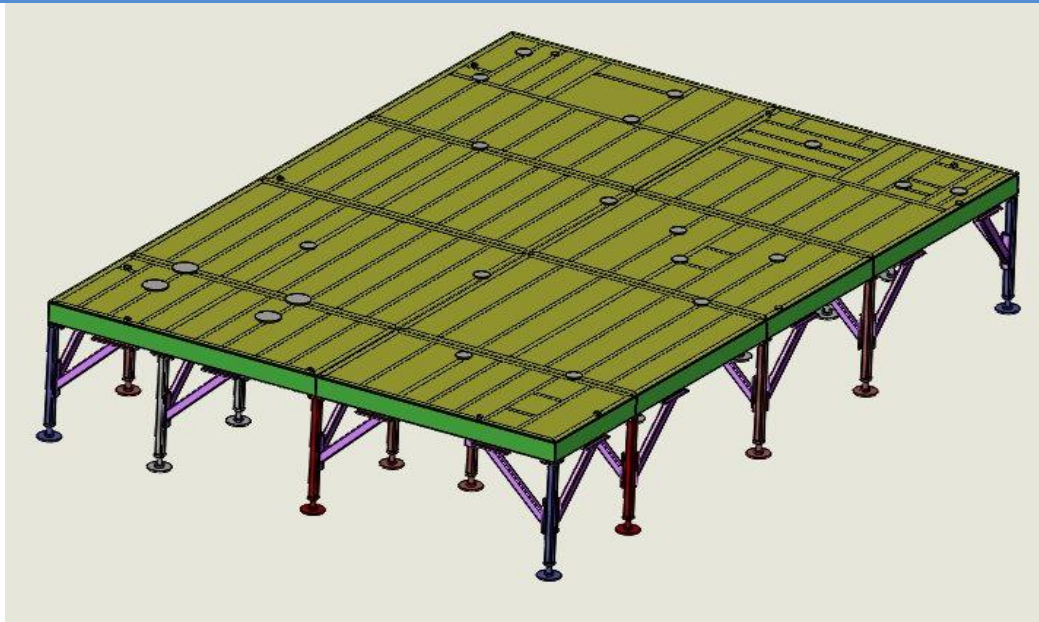
Concepteur: Heyman

#### 5.1.1 Description

Châssis PI9507 SOITEC / FAURE QEI

Analyse modale des 4 premiers modes

#### 5.1.2 Informations sur le modèle



Nom du modèle: PI9507 CHASSIS CALCUL

Configuration actuelle: Défaut

#### Corps volumiques

Nom du document et référence	Traité comme	Propriétés volumétriques	Chemin/Date de modification du document
CHASSIS PI9507	Corps volumique	Chassis: 2460 kg Plomb: 450 Kg Masse volumique: 7800 kg/m <sup>3</sup>	C:\transfert\chassis soitec\PI9507\sldw calcul\

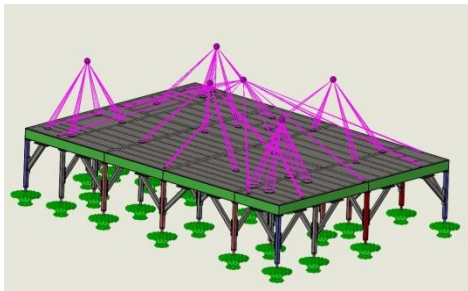
### 5.1.3 Propriétés de l'étude

Nom d'étude	Fréquence 1
Type d'analyse	Fréquence
Type de maillage	Maillage mixte
Nombre de fréquences	4
Type de solveur	Solveur direct
Faible raideur:	Désactivé(e)
Options de contact solidaire incompatible	Automatique
Option thermique	Inclure des chargements thermiques
Température de déformation nulle	298 Kelvin
Inclure la pression du fluide calculée par SOLIDWORKS Flow Simulation	Désactivé(e)
Dossier de résultats	Document SOLIDWORKS (C:\transfert\chassis soitec\PI9507\sldw calcul\)

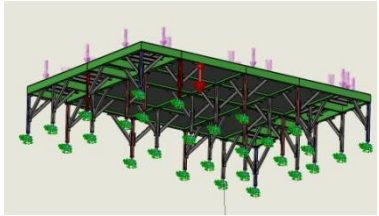
### 5.1.4 Unités

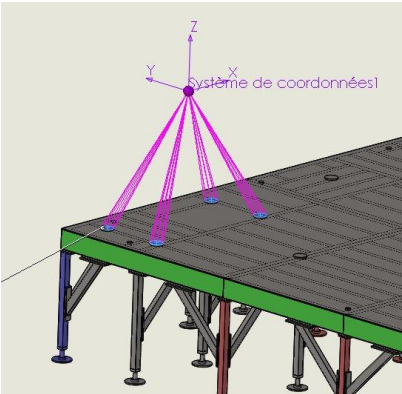
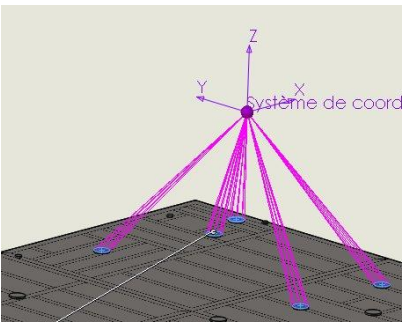
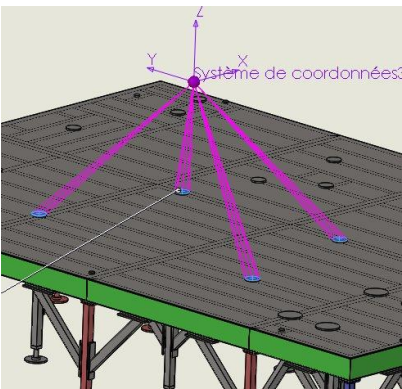
Système d'unités:	SI (MKS)
Longueur/Déplacement	mm
Température	Kelvin
Vitesse angulaire	Rad/sec
Pression/Contrainte	N/mm <sup>2</sup> (MPa)

### 5.1.5 Propriétés du matériau

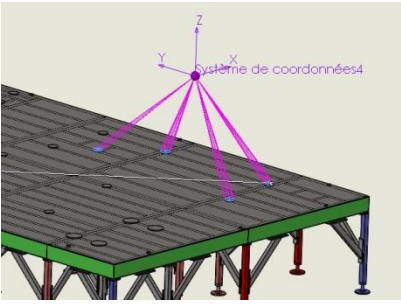
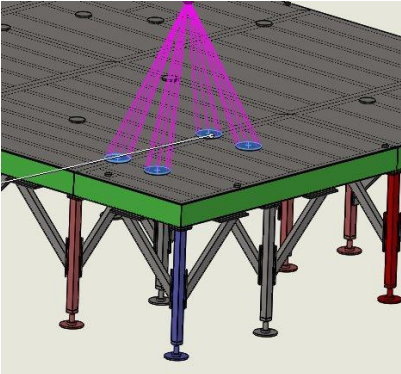
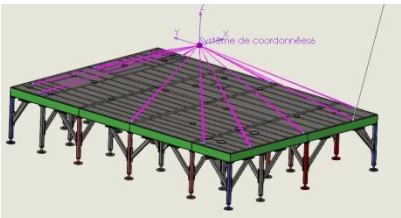
Référence du modèle	Propriétés	Composants
	<p>Nom: <b>1.0037 (S235JR)</b></p> <p>Type de modèle: <b>Linéaire élastique isotropique</b></p> <p>Critère de ruine par défaut: <b>Contrainte de von Mises max.</b></p> <p>Limite d'élasticité: <b>2.35e+008 N/m<sup>2</sup></b></p> <p>Limite de traction: <b>3.6e+008 N/m<sup>2</sup></b></p> <p>Masse volumique: <b>7800 kg/m<sup>3</sup></b></p> <p>Module d'élasticité: <b>2.1e+011 N/m<sup>2</sup></b></p> <p>Coefficient de Poisson: <b>0.28</b></p> <p>Coefficient de dilatation thermique: <b>1.1e-005 /Kelvin</b></p>	<p>C:\transfert\chassis soitec\PI9507\sldw calcul\</p>
Données de la courbe:N/A		

### 5.1.6 Actions extérieures

Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé
Fixe-1		Entités: 28 face(s) Type: Géométrie fixe

Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement
L17 18 19 20		Entités: 4 face(s) Type: Chargement/Masse (connexion rigide) Système de coordonnées: Système de coordonnées1 Force Valeurs: ---, ---, --- N Moment Valeurs: ---, ---, --- N.m Coordonnées de référence: 0 0 0 mm Masse à distance: 700 kg Moment d'inertie: 1,1,1,1,1 kg.cm^2 Composants transférés: NA
L11 12 15 16		Entités: 5 face(s) Type: Chargement/Masse (connexion rigide) Système de coordonnées: Système de coordonnées2 Force Valeurs: ---, ---, --- N Moment Valeurs: ---, ---, --- N.m Coordonnées de référence: 0 0 0 mm Masse à distance: 1040 kg Moment d'inertie: 1,1,1,1,1 kg.cm^2 Composants transférés: NA
L8 9 13 14		Entités: 4 face(s) Type: Chargement/Masse (connexion rigide) Système de coordonnées: Système de coordonnées3 Force Valeurs: ---, ---, --- N Moment Valeurs: ---, ---, --- N.m Coordonnées de référence: 0 0 0 mm Masse à distance: 4000 kg Moment d'inertie: 1,1,1,1,1 kg.cm^2 Composants transférés: NA



L1 2 9 10		<p>Entités: 4 face(s) Type: Chargement/Masse (connexion rigide) Système de coordonnées: Système de coordonnées4 Force Valeurs: ---, ---, --- N Moment Valeurs: ---, ---, --- N.m Coordonnées de référence: 0 0 0 mm Masse à distance: 3400 kg Moment d'inertie: 1,1,1,1,1 kg.cm<sup>2</sup> Composants transférés: NA</p>
L3 4 5 6		<p>Entités: 4 face(s) Type: Chargement/Masse (connexion rigide) Système de coordonnées: Système de coordonnées5 Force Valeurs: ---, ---, --- N Moment Valeurs: ---, ---, --- N.m Coordonnées de référence: 0 0 0 mm Masse à distance: 1000 kg Moment d'inertie: 1,1,1,1,1 kg.cm<sup>2</sup> Composants transférés: NA</p>
E1 a E12		<p>Entités: 12 face(s) Type: Chargement/Masse (connexion rigide) Système de coordonnées: Système de coordonnées6 Force Valeurs: ---, ---, --- N Moment Valeurs: ---, ---, --- N.m Coordonnées de référence: 0 0 0 mm Masse à distance: 1080 kg Moment d'inertie: 1,1,1,1,1 kg.cm<sup>2</sup> Composants transférés: NA</p>

## 5.1.7 Informations sur le maillage

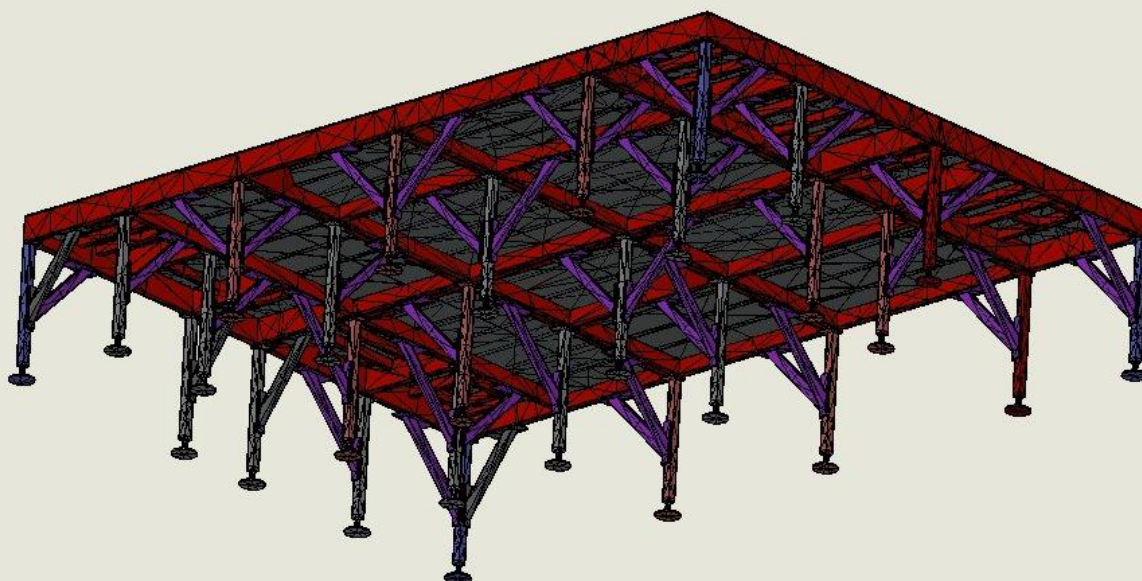
### Informations sur le maillage

#### Informations sur le maillage

Type de maillage	Maillage volumique
Mailleur utilisé:	Maillage basé sur la courbure
Points de Jacobien	4 Points
Taille d'élément maximum	502.169 mm
Taille d'élément minimum	100.434 mm
Tracé de qualité du maillage	Haute
Remailler les pièces en échec avec un maillage incompatible	Activé(e)

#### Informations sur le maillage - Détails

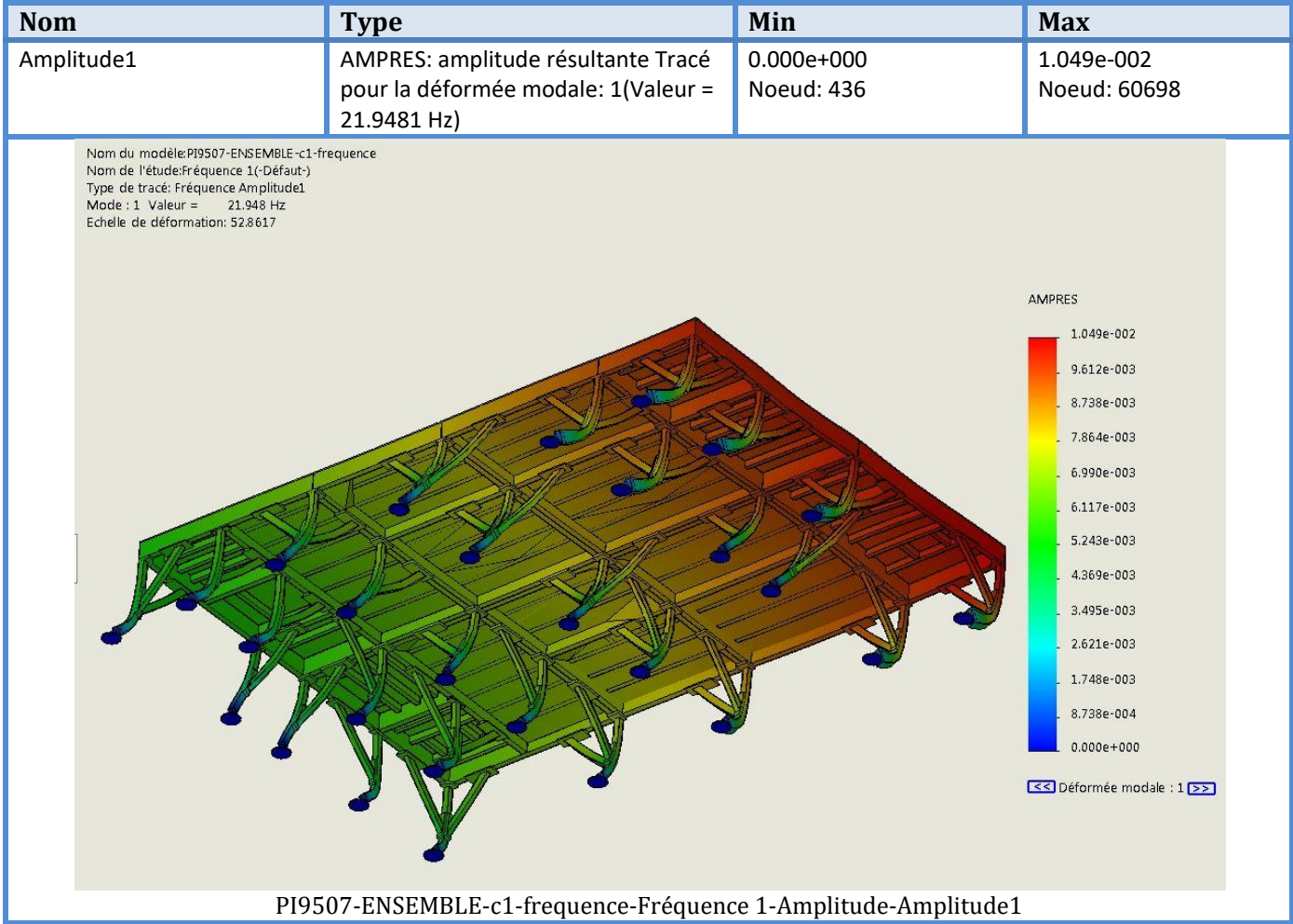
Nombre total de noeuds	71109
Nombre total d'éléments	39297
Aspect ratio maximum	3151.1
% d'éléments ayant un aspect ratio < 3	4.07
% d'éléments ayant un aspect ratio > 10	81.3
% d'éléments distordus (Jacobian)	0
Durée de création du maillage (hh:mm:ss):	00:00:26
Nom de l'ordinateur:	HEYMAN-VAIO





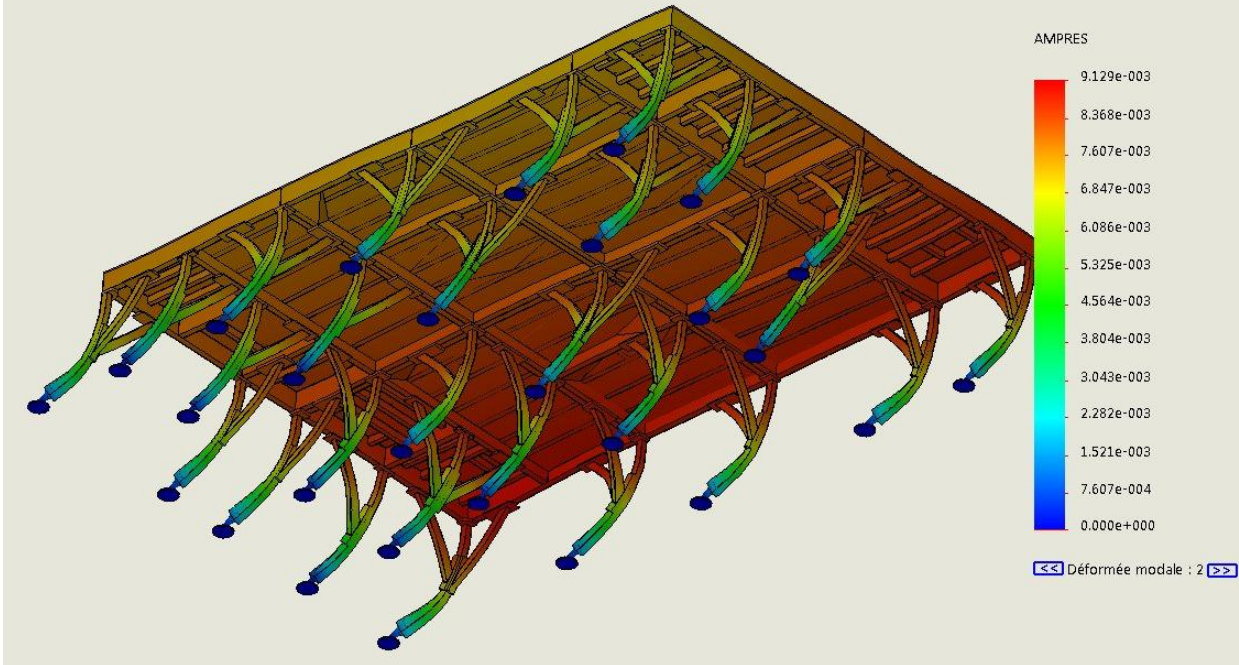
5.1.8 Résultats de l'étude

Résultats de l'étude



Nom	Type	Min	Max
Amplitude2	AMPRES: amplitude résultante Tracé pour la déformée modale: 2(Valeur = 23.3084 Hz)	0.000e+000 Noeud: 436	9.129e-003 Noeud: 60697

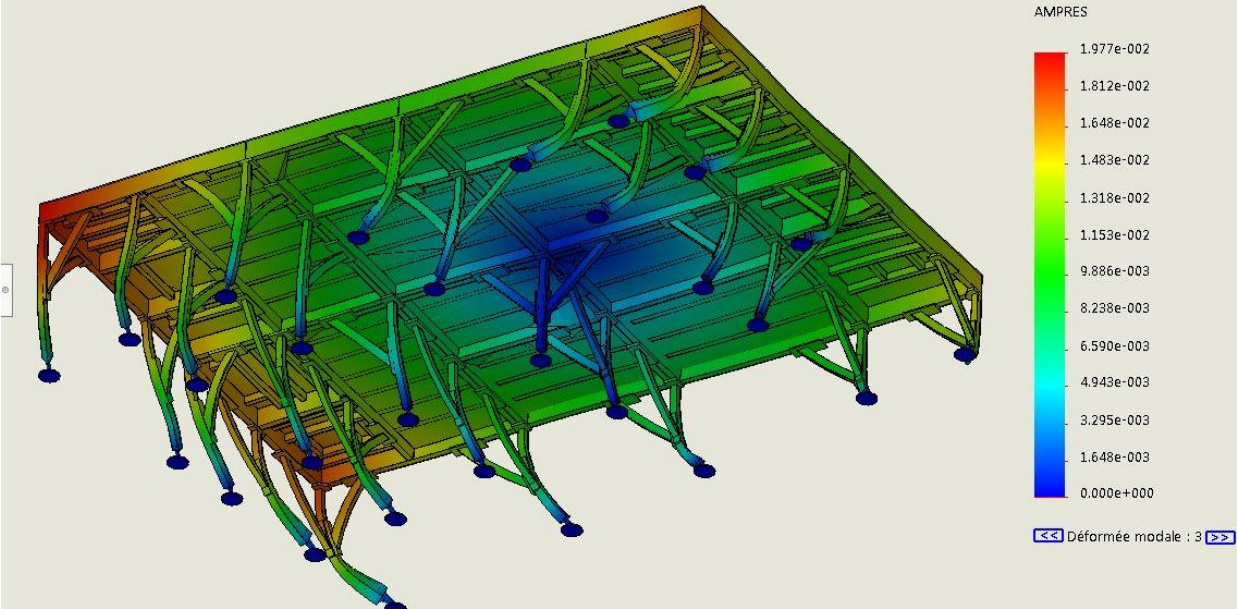
Nom du modèle:PI9507-ENSEMBLE-c1-frequence  
Nom de l'étude:Fréquence 1(-Défaut-)  
Type de tracé: Fréquence Amplitude2  
Mode : 2 Valeur = 23.308 Hz  
Echelle de déformation: 61.0925



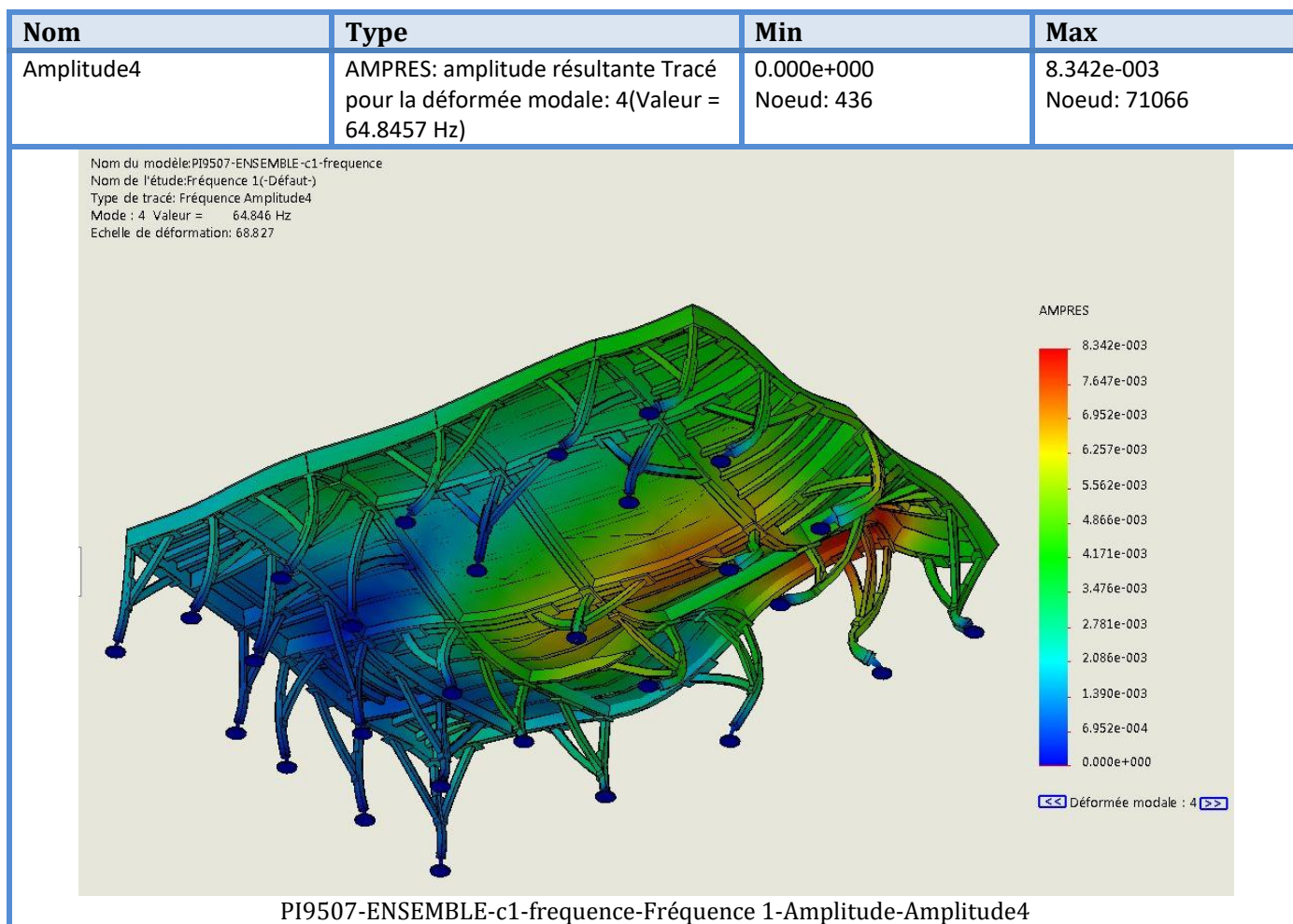
PI9507-ENSEMBLE-c1-frequence-Fréquence 1-Amplitude-Amplitude2

Nom	Type	Min	Max
Amplitude3	AMPRES: amplitude résultante Tracé pour la déformée modale: 3(Valeur = 36.8152 Hz)	0.000e+000 Noeud: 436	1.977e-002 Noeud: 60700

Nom du modèle:PI9507-ENSEMBLE-c1-frequence  
Nom de l'étude:Fréquence 1(-Défaut-)  
Type de tracé: Fréquence Amplitude3  
Mode : 3 Valeur = 36.815 Hz  
Echelle de déformation: 32.4493



PI9507-ENSEMBLE-c1-frequence-Fréquence 1-Amplitude-Amplitude3



#### Liste des modes

Fréquence No	Rad/sec	Hertz	secondes
1	137.9	21.948	0.045562
2	146.45	23.308	0.042903
3	231.32	36.815	0.027163
4	407.44	64.846	0.015421

#### Participation massique (normalisée)

Mode No	Fréquence(Hertz)	Direction X	Direction Y	Direction Z
1	21.948	0.51348	0.37476	0.0089322
2	23.308	0.10717	0.056539	0.31004
3	36.815	0.0232	0.0065055	0.0022661
4	64.846	3.409e-006	0.0002818	0.00039332
		Somme X = 0.64386	Somme Y = 0.43809	Somme Z = 0.32163

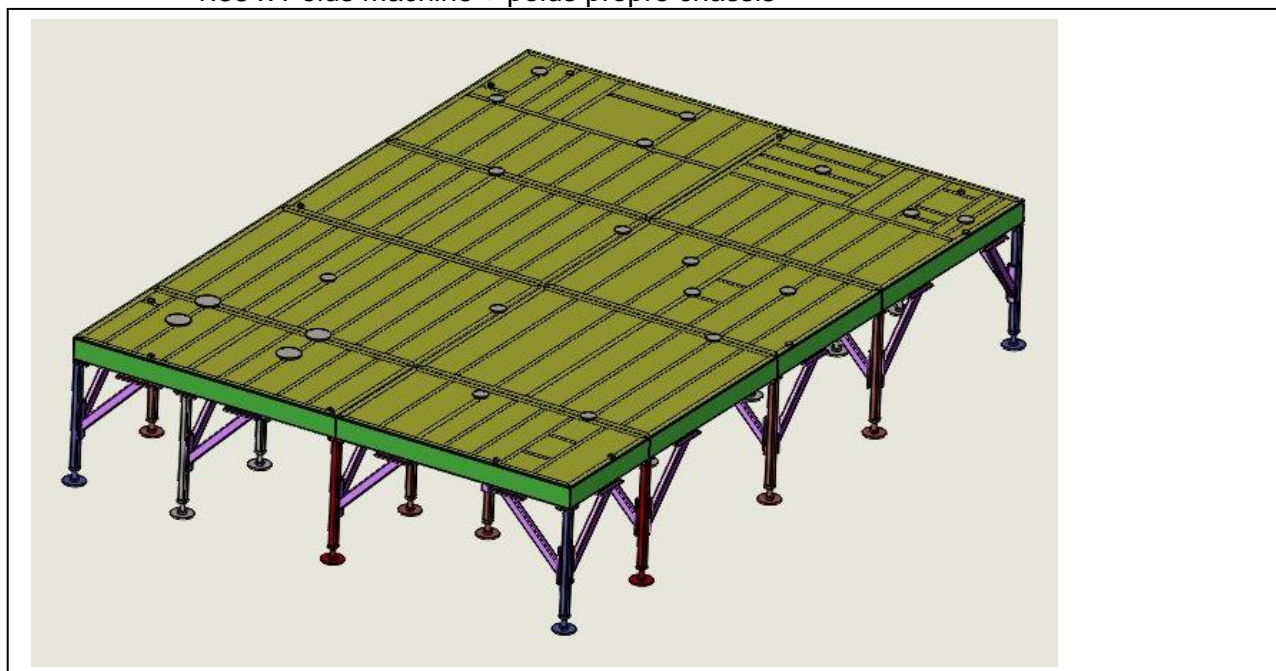
#### 5.1.9 Conclusion

Premier mode de résonance correct : 22 Hz > 20 Hz.



## 5.2. Résultats en ELU

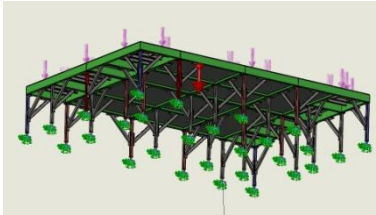
1.35 x Poids machine + poids propre châssis



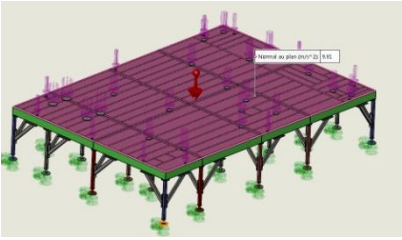
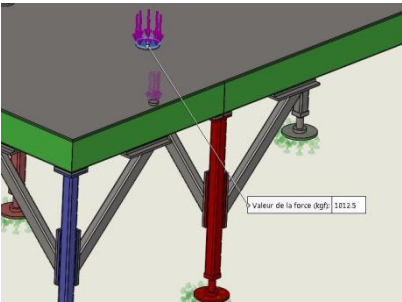
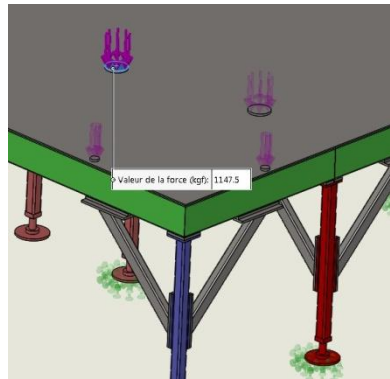
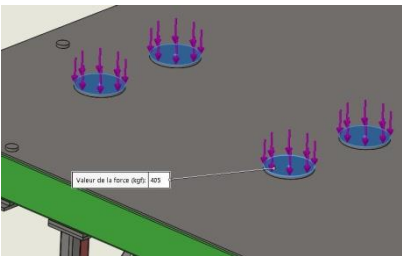
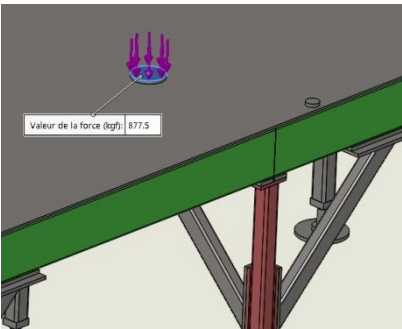

### Poids Propre

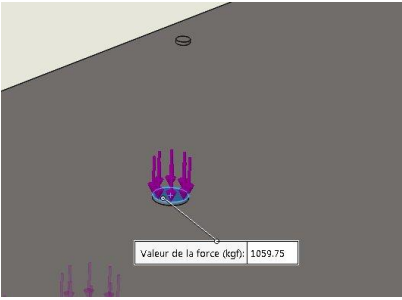
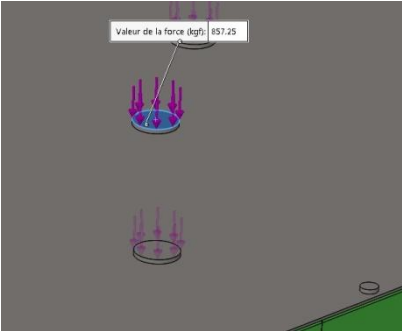
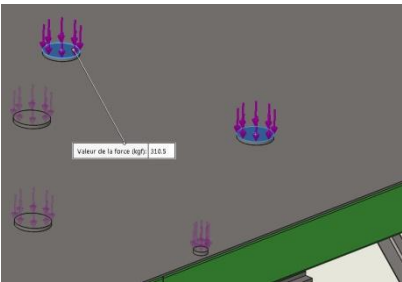
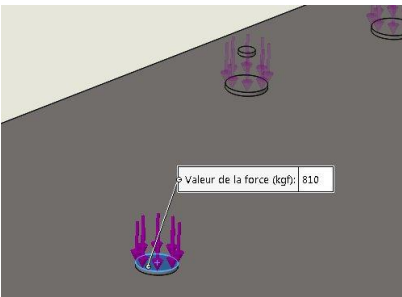
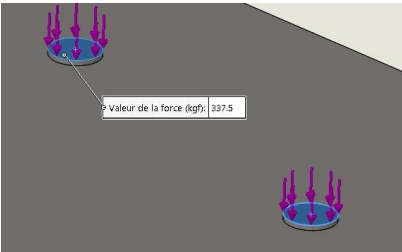
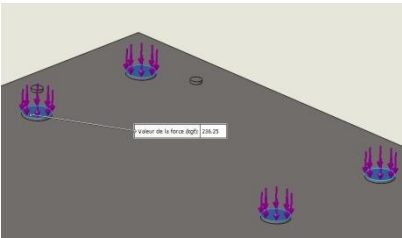
- Machine PI9507 : Masse unitaire  $M = 10386 \times 1.35 = 14025 \text{ Kg}$
- Plomb : 450 Kg
- Châssis : Masse châssis  $M = 2460 \text{ Kg}$
- Gravité :  $9.81 \text{ m/s}^2$
- Les supports du châssis sont en appui plan au niveau du sol.
- Les chevilles HST3 M16 ancrées dans le béton

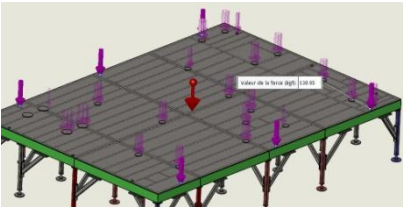
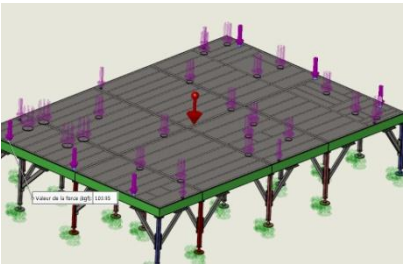
### 5.2.1 Actions exterieures

12.1 Actions extérieures				
Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé		
Fixe-1		Entités: 28 face(s) Type: Géométrie fixe		
Forces résultantes				
Composants	X	Y	Z	Résultante
Force de réaction(N)	21.6623	-48.2659	166935	166935

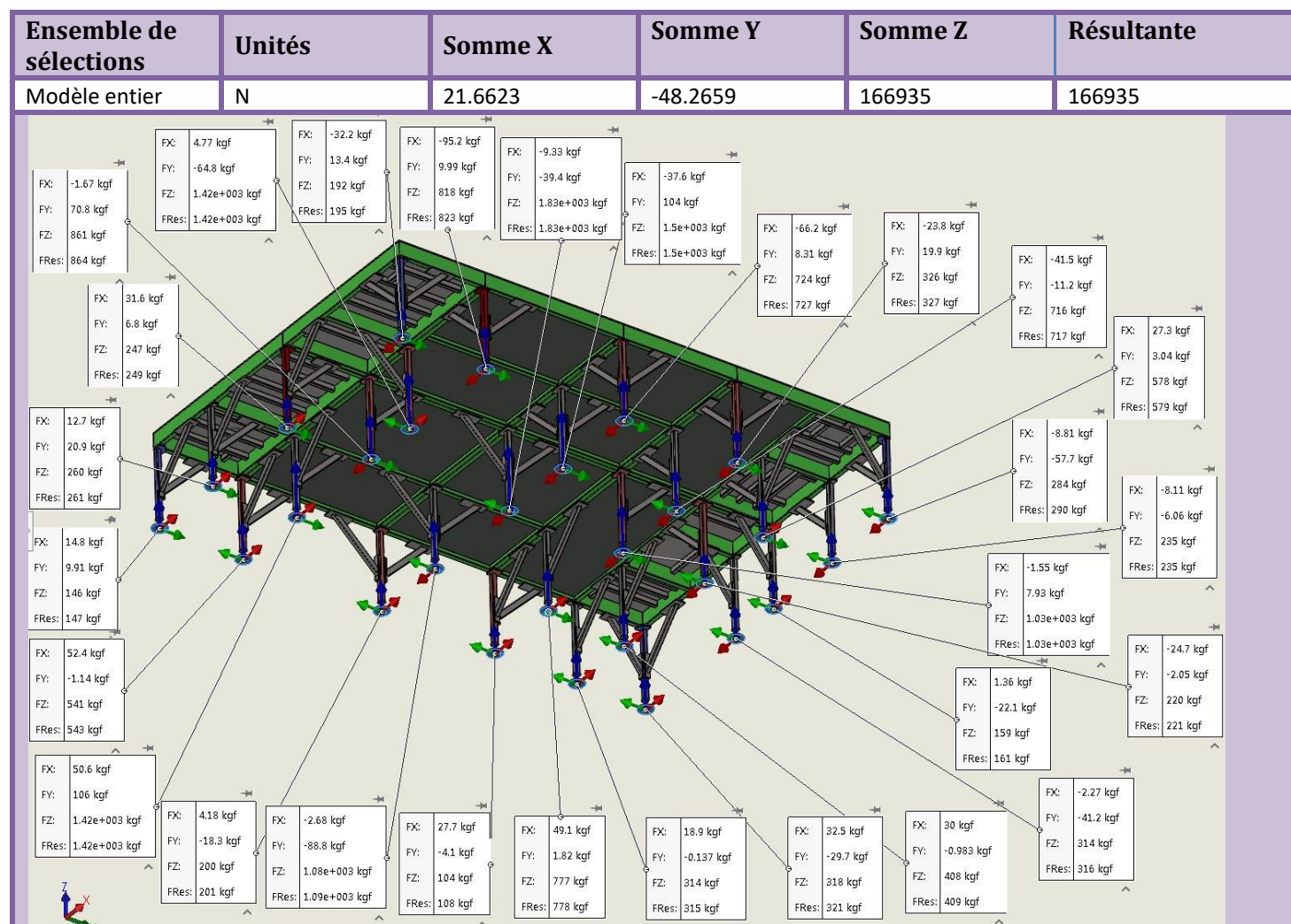


Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement
Gravité1		<b>Référence:</b> Face< 1 > <b>Valeurs:</b> 0 0 -9.81 <b>Unités:</b> m/s^2
750x1.35 L1		<b>Entités:</b> 1 face(s) <b>Type:</b> Force normale <b>Valeur:</b> 1012.5 kgf
850x1.35 L2		<b>Entités:</b> 1 face(s) <b>Type:</b> Force normale <b>Valeur:</b> 1147.5 kgf
300x1.35 L3 L4 L5 L6		<b>Entités:</b> 4 face(s) <b>Type:</b> Force normale <b>Valeur:</b> 405 kgf
650x1.35 L7		<b>Entités:</b> 1 face(s) <b>Type:</b> Force normale <b>Valeur:</b> 877.5 kgf
1100x1.35 L8 L13		<b>Entités:</b> 2 face(s) <b>Type:</b> Force normale <b>Valeur:</b> 1485 kgf

785x1.35 L9		Entités: 1 face(s) Type: Force normale Valeur: 1059.75 kgf
635x1.35 L10		Entités: 1 face(s) Type: Force normale Valeur: 857.25 kgf
230x1.35 L11 L12		Entités: 2 face(s) Type: Force normale Valeur: 310.5 kgf
600x1.35 L14		Entités: 1 face(s) Type: Force normale Valeur: 810 kgf
250x1.35 L15 L16		Entités: 2 face(s) Type: Force normale Valeur: 337.5 kgf
175x1.35 L17 L18 L19 L20		Entités: 4 face(s) Type: Force normale Valeur: 236.25 kgf

97x1.35 E4 E5 E6 E10 E11 E12		Entités: 6 face(s) Type: Force normale Valeur: 130.95 kgf
77x1.35 E1 E2 E3 E7 E8 E9		Entités: 6 face(s) Type: Force normale Valeur: 103.95 kgf

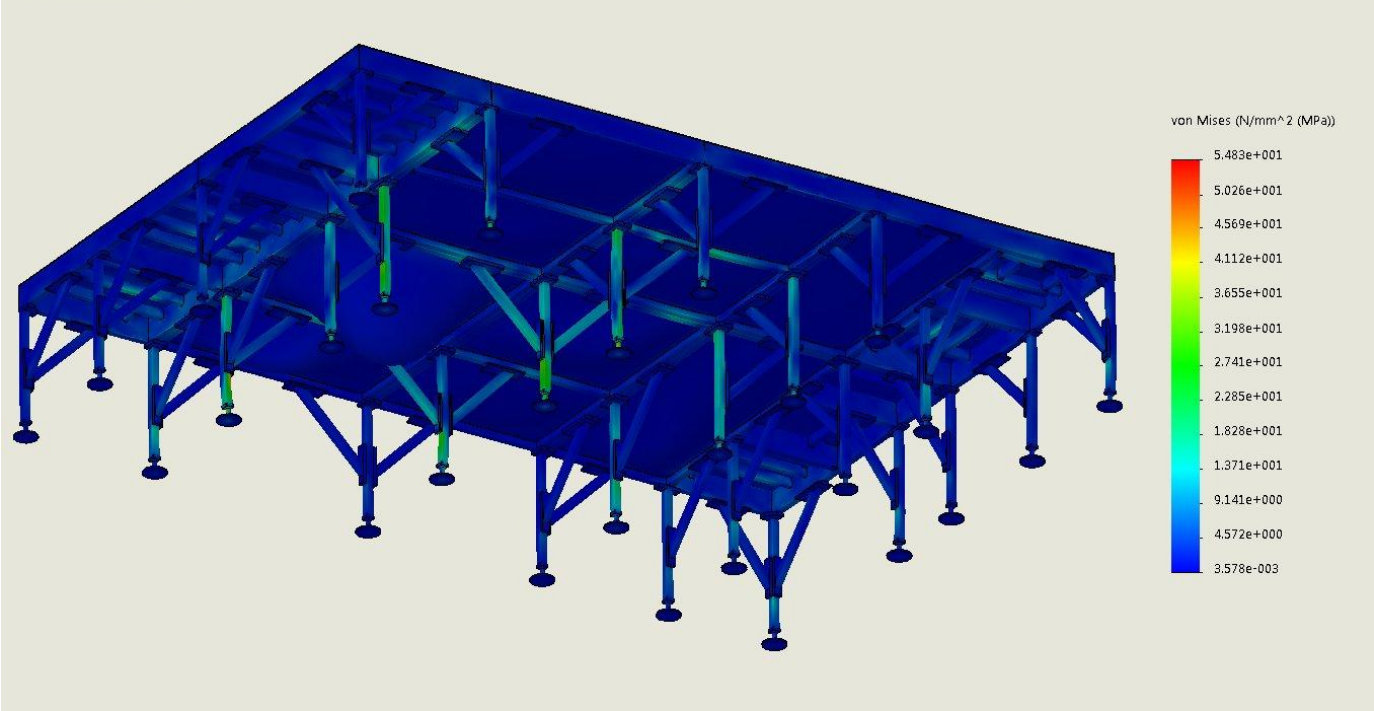
## 5.2.2 Forces de réactions



5.2.3. Contraintes (ELU)

Nom	Type	Min	Max
Contraintes1	VON : contrainte de von Mises	3.578e-003N/mm^2 (MPa) Noeud: 77890	5.483e+001N/mm^2 (MPa) Noeud: 447989

Nom du modèle:PI9507-ENSEMBLE-c1  
Nom de l'étude:Static 1(-Défaut-)  
Type de tracé: Static contrainte nodale Contraintes1  
Echelle de déformation: 216.964



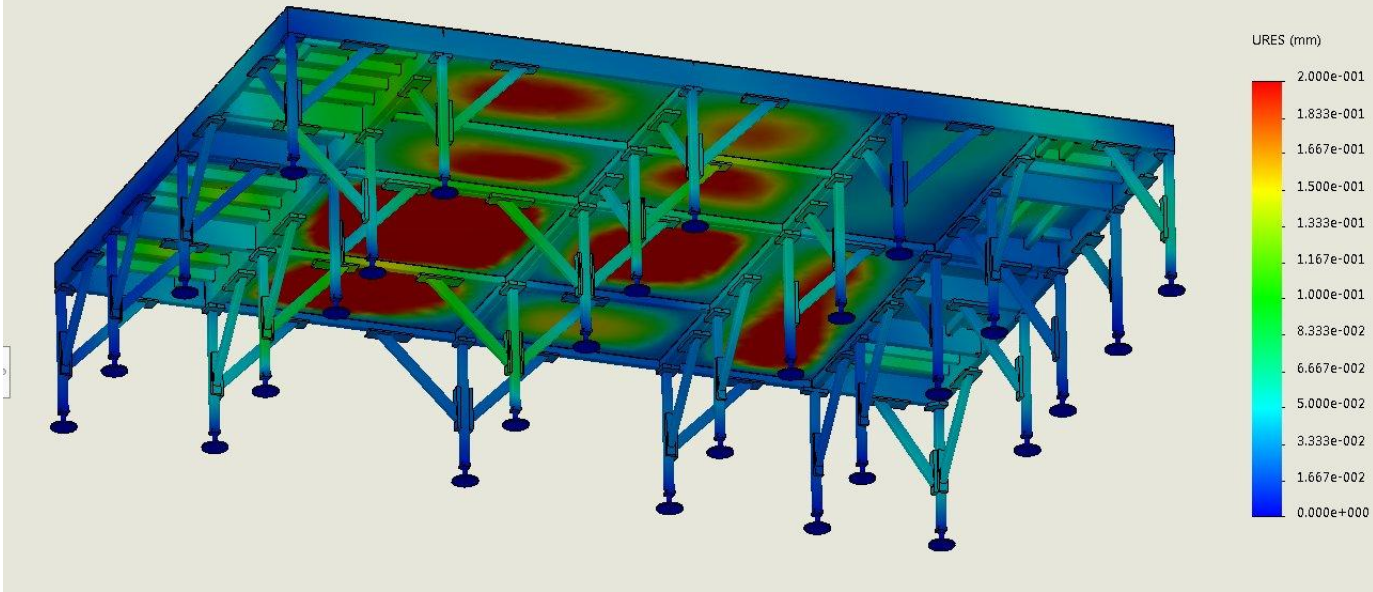
PI9507-ENSEMBLE-c1-Static 1-Contraintes-Contraintes1



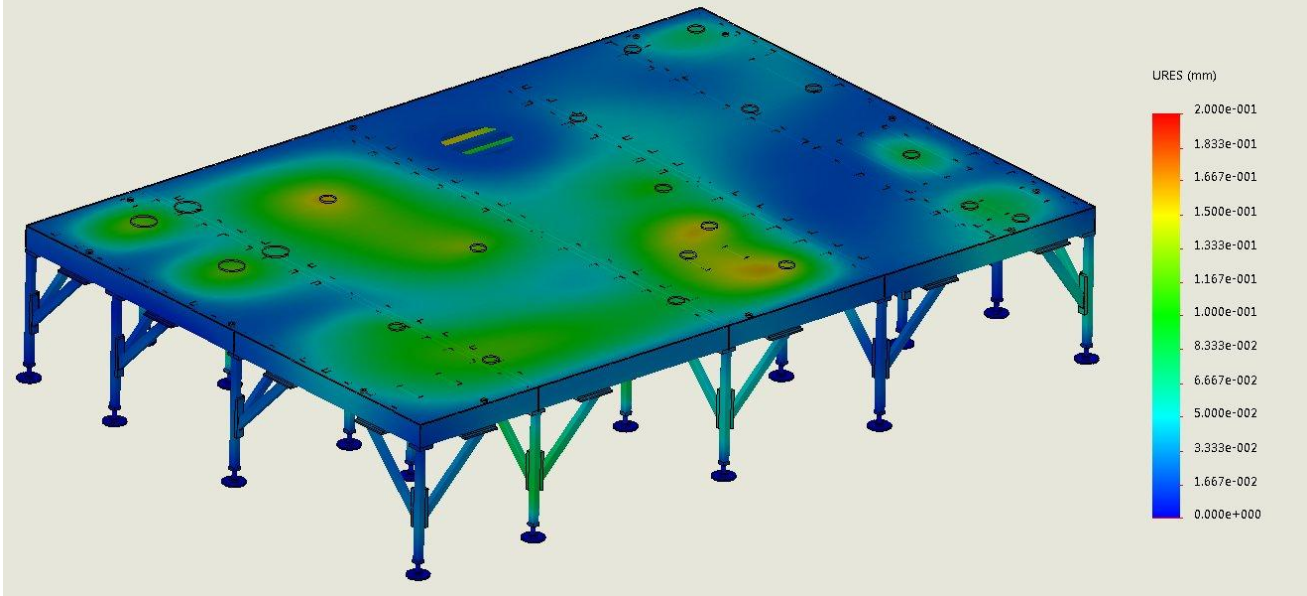
5.2.4. Déplacement (ELU)

Nom	Type	Min	Max
Déplacements1	URES : Déplacement résultant	0.000e+000mm Noeud: 3005	0.24 mm Noeud: 661504

Nom du modèle:PI9507-ENSEMBLE-c1  
Nom de l'étude:Static 1(-Défaut-)  
Type de tracé: Déplacement statique Déplacements1  
Echelle de déformation: 1



Nom du modèle:PI9507-ENSEMBLE-c1  
Nom de l'étude:Static 1(-Défaut-)  
Type de tracé: Déplacement statique Déplacements1  
Echelle de déformation: 1



PI9507-ENSEMBLE-c1-Static 1-Déplacements-Déplacements1

---

### 5.2.5. Conclusion (ELU)

#### Résultats Déplacement (ELU)

La flèche est égale :  
**0.24** mm < 2 mm pour le châssis

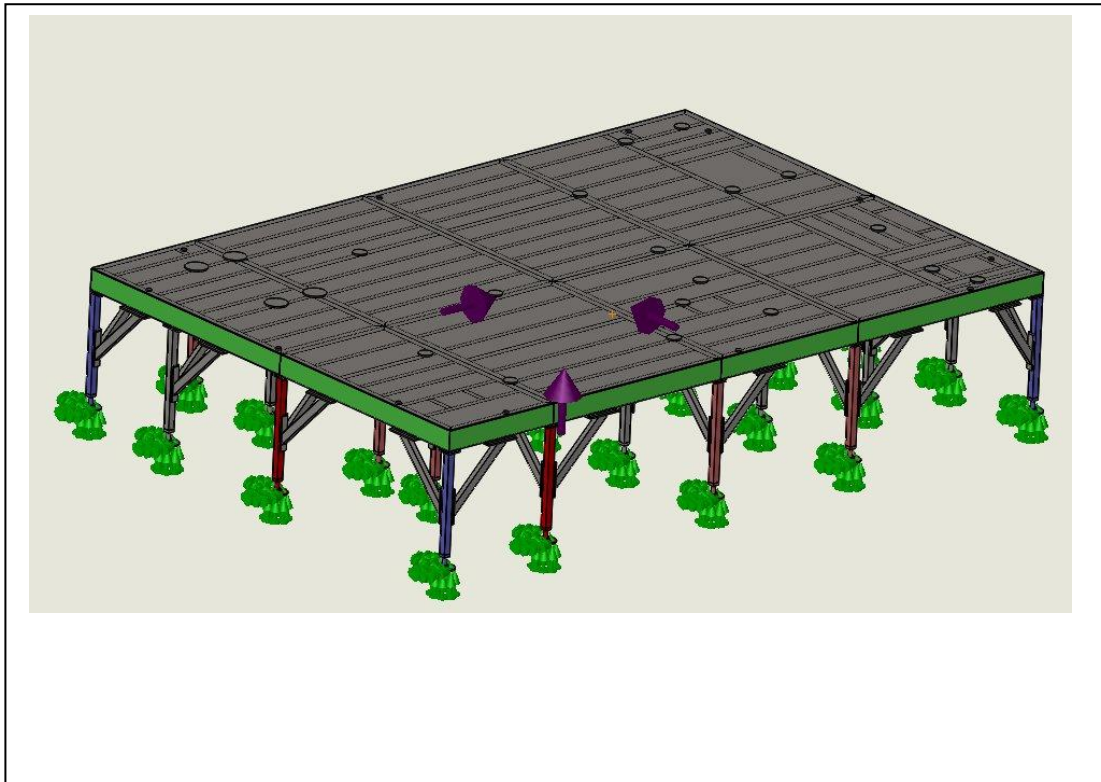
#### Résultats Contraintes (ELU)

Les contraintes maximales sont :

- Contrainte max en Von Mises :  $\sigma_{\max} = \mathbf{55}$  MPa  
 $\sigma_{\text{adm}} = 235$  MPa

### 5.3. Résultats en ELU ACCIDENTEL (séisme)

#### Analyse dynamique linéaire – Réponse spectrale



Excitation de la base :

Accélération horizontale =  $5.18 \text{ m/s}^2$  (dans les 2 directions X et Z)

Accélération verticale =  $1.73 \text{ m/s}^2$  (dans la direction verticale Y)

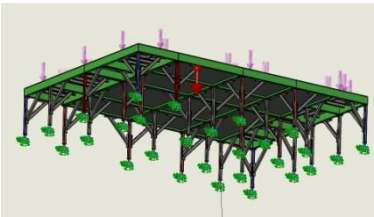
-Machine PI9507:  $M = 10389 \text{ kg}$  sur 32 appuis

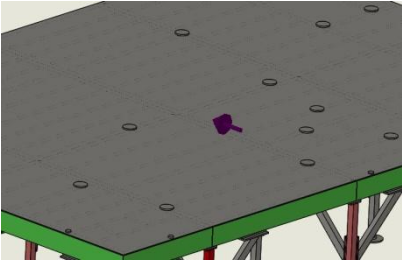
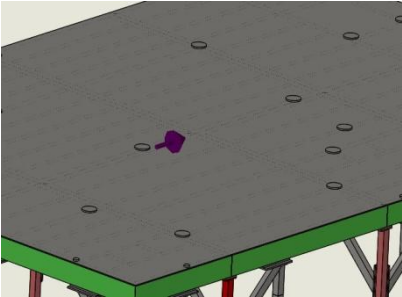
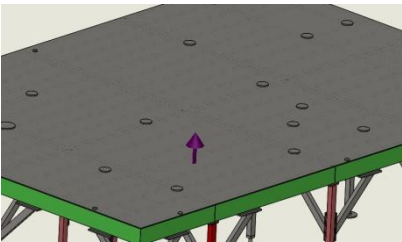
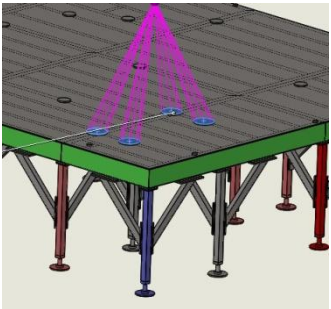
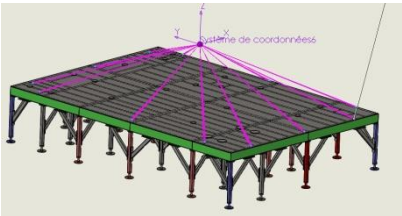
-Plomb :  $450 \text{ Kg}$

-Châssis : Masse châssis  $M = 2460 \text{ Kg}$

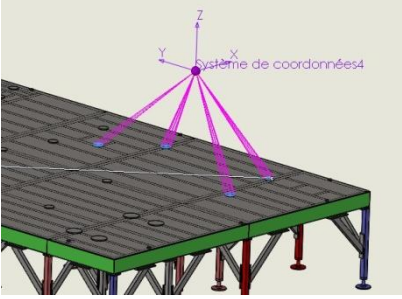
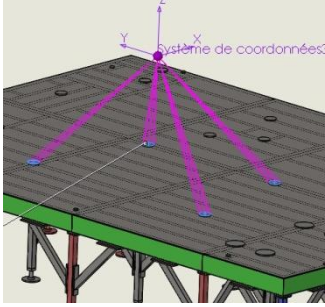
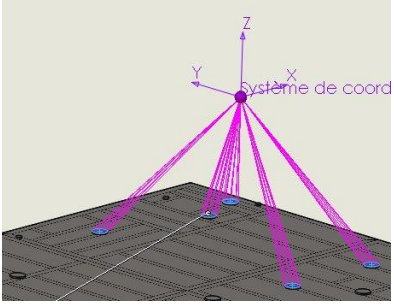
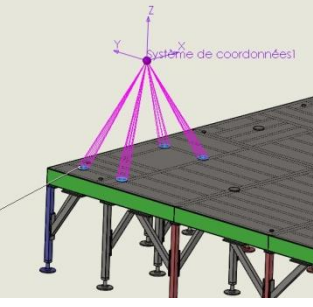
-Les supports du châssis : géométrie fixe au niveau du sol.

#### 5.3.1 Actions extérieures

Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé		
Fixe-1		Entités: 28 face(s) Type: Géométrie fixe		
Forces résultantes				
Composants	X	Y	Z	Résultante
Force de réaction(N)	204706	203441	615538	679838

Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement
Excitation de la base sélectionnée-1		<p>Type: Accélération</p> <p>Déplacement imposé: Fixe-2</p> <p>Translation: -5.18, ---, ---</p> <p>Unités: mm</p> <p>Angle de phase: 0</p> <p>Unités: deg</p>
Excitation de la base sélectionnée-2		<p>Type: Accélération</p> <p>Déplacement imposé: Fixe-2</p> <p>Translation: ---, 5.18, ---</p> <p>Unités: mm</p> <p>Angle de phase: 0</p> <p>Unités: deg</p>
Excitation de la base sélectionnée-3		<p>Type: Accélération</p> <p>Déplacement imposé: Fixe-2</p> <p>Translation: ---, ---, 1.73</p> <p>Unités: mm</p> <p>Angle de phase: 0</p> <p>Unités: deg</p>
Masse distribuée-1 1000 Kg L3-4-5-6		<p>Entités: 4 face(s)</p> <p>Type: Déplacement (transfert direct)</p> <p>Système de coordonnées: Coordonnées cartésiennes globales</p> <p>Translation Valeurs: ---, ---, --- mm</p> <p>Rotation Valeurs: ---, ---, --- deg</p> <p>Coordonnées de référence: 0 0 0 mm</p> <p>Masse à distance: 1000 kg</p> <p>Moment d'inertie: 0,0,0,0,0 kg.m^2</p> <p>Composants transférés: NA</p>
Masse distribuée-2 1080 Kg E1 a E12		<p>Entités: 12 face(s)</p> <p>Type: Déplacement (transfert direct)</p> <p>Système de coordonnées: Coordonnées cartésiennes globales</p> <p>Translation Valeurs: ---, ---, --- mm</p> <p>Rotation Valeurs: ---, ---, --- deg</p> <p>Coordonnées de référence: 0 0 0 mm</p> <p>Masse à distance: 1080 kg</p> <p>Moment d'inertie: 0,0,0,0,0 kg.m^2</p> <p>Composants transférés: NA</p>



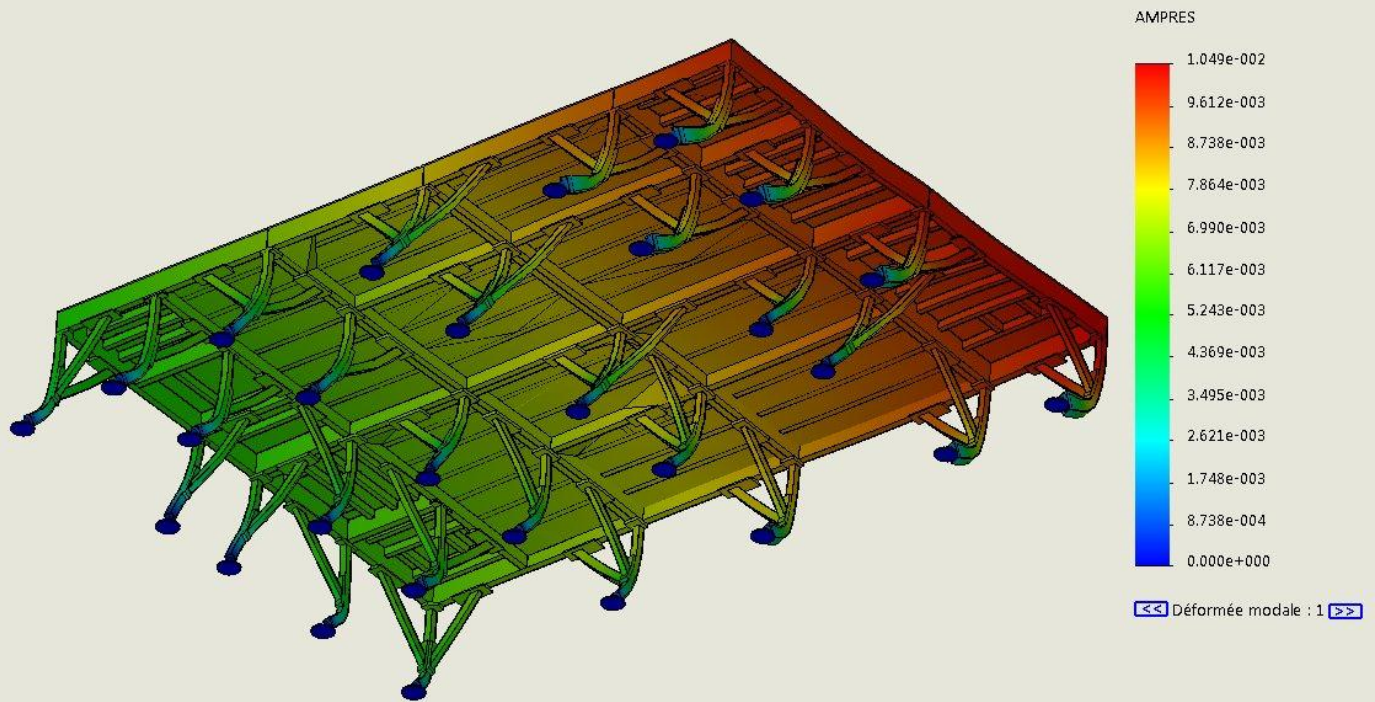
<p>Masse distribuée-3 3400 Kg L1 2 9 10</p>		<p>Entités: 4 face(s) Type: Déplacement (transfert direct) Système de coordonnées: Coordonnées cartésiennes globales Translation Valeurs: ---, ---, --- mm Rotation Valeurs: ---, ---, --- deg Coordonnées de référence: 0 0 0 mm Masse à distance: 3400 kg Moment d'inertie: 0,0,0,0,0 kg.m<sup>2</sup> Composants transférés: NA</p>
<p>Masse distribuée-4 4000 Kg L8 9 13 14</p>		<p>Entités: 4 face(s) Type: Déplacement (transfert direct) Système de coordonnées: Coordonnées cartésiennes globales Translation Valeurs: ---, ---, --- mm Rotation Valeurs: ---, ---, --- deg Coordonnées de référence: 0 0 0 mm Masse à distance: 4000 kg Moment d'inertie: 0,0,0,0,0 kg.m<sup>2</sup> Composants transférés: NA</p>
<p>Masse distribuée-5 1140 Kg L11 12 15 16 21</p>		<p>Entités: 5 face(s) Type: Déplacement (transfert direct) Système de coordonnées: Coordonnées cartésiennes globales Translation Valeurs: ---, ---, --- mm Rotation Valeurs: ---, ---, --- deg Coordonnées de référence: 0 0 0 mm Masse à distance: 1140 kg Moment d'inertie: 0,0,0,0,0 kg.m<sup>2</sup> Composants transférés: NA</p>
<p>Masse distribuée-6 700 Kg L17 18 19 20</p>		<p>Entités: 4 face(s) Type: Déplacement (transfert direct) Système de coordonnées: Coordonnées cartésiennes globales Translation Valeurs: ---, ---, --- mm Rotation Valeurs: ---, ---, --- deg Coordonnées de référence: 0 0 0 mm Masse à distance: 700 kg Moment d'inertie: 0,0,0,0,0 kg.m<sup>2</sup> Composants transférés: NA</p>



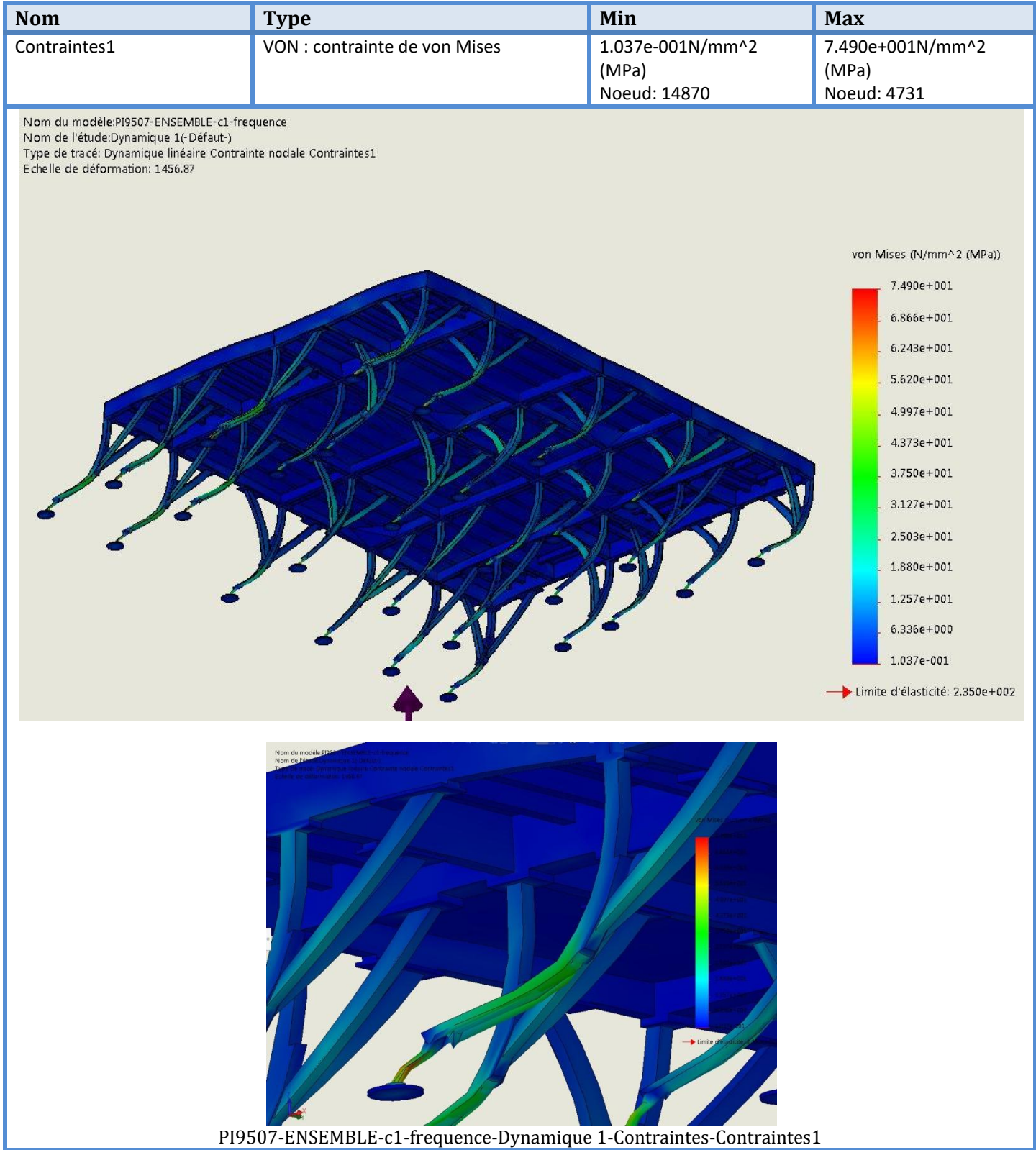
### 5.3.2 Résultats de l'étude

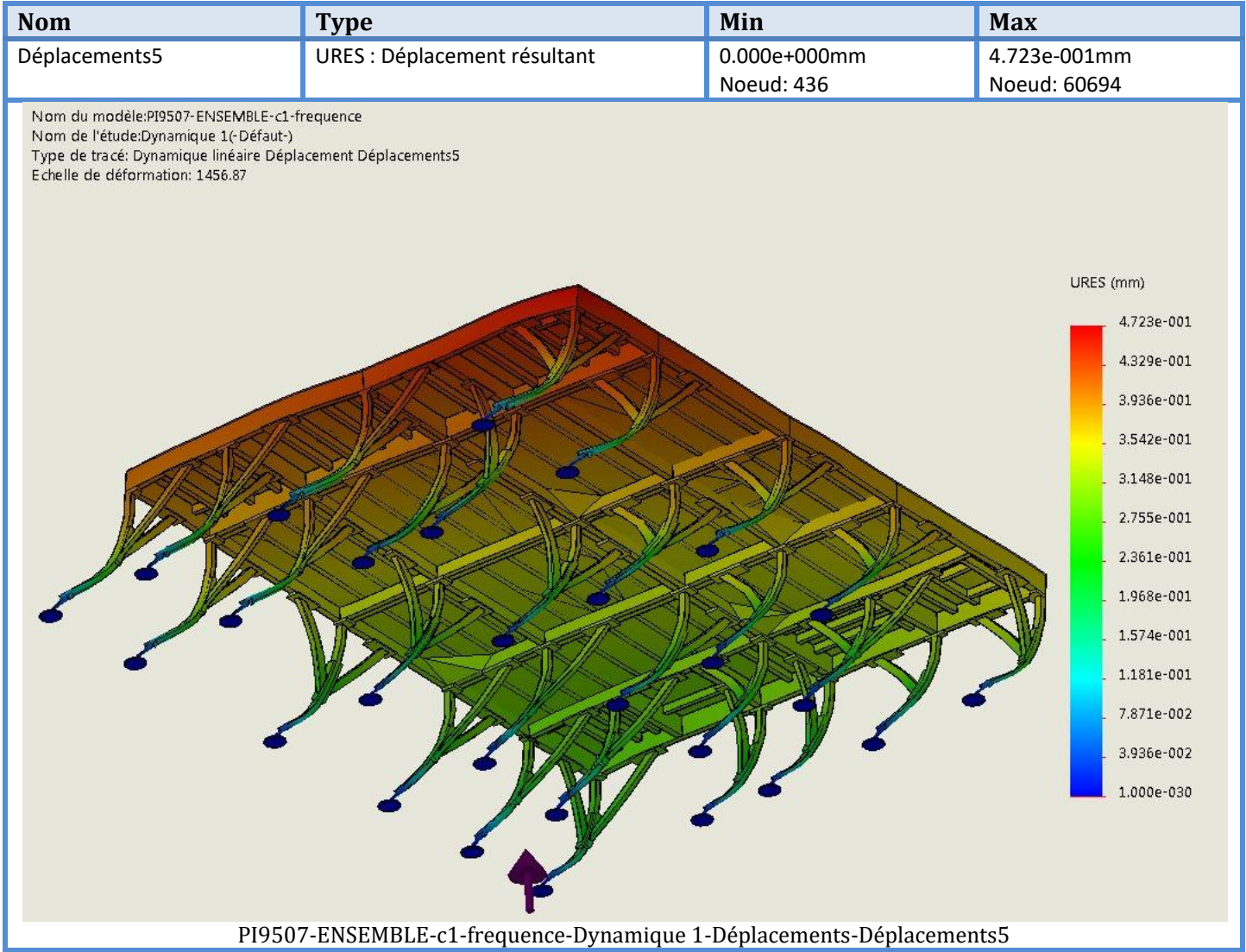
Nom	Type	Min	Max
Amplitude1	AMPRES: amplitude résultante Tracé pour la déformée modale: 1(Valeur = 21.3545 Hz)	0.000e+000 Noeud: 436	1.142e-002 Noeud: 60694

Nom du modèle: PI9507-ENSEMBLE-c1-frequence  
Nom de l'étude: Fréquence 1(-Défaut-)  
Type de tracé: Fréquence Amplitude1  
Mode : 1 Valeur = 21.948 Hz  
Echelle de déformation: 52.8617



PI9507-ENSEMBLE-c1-frequence-Dynamique 1-Déplacements-Amplitude1





Participation massique (normalisée)

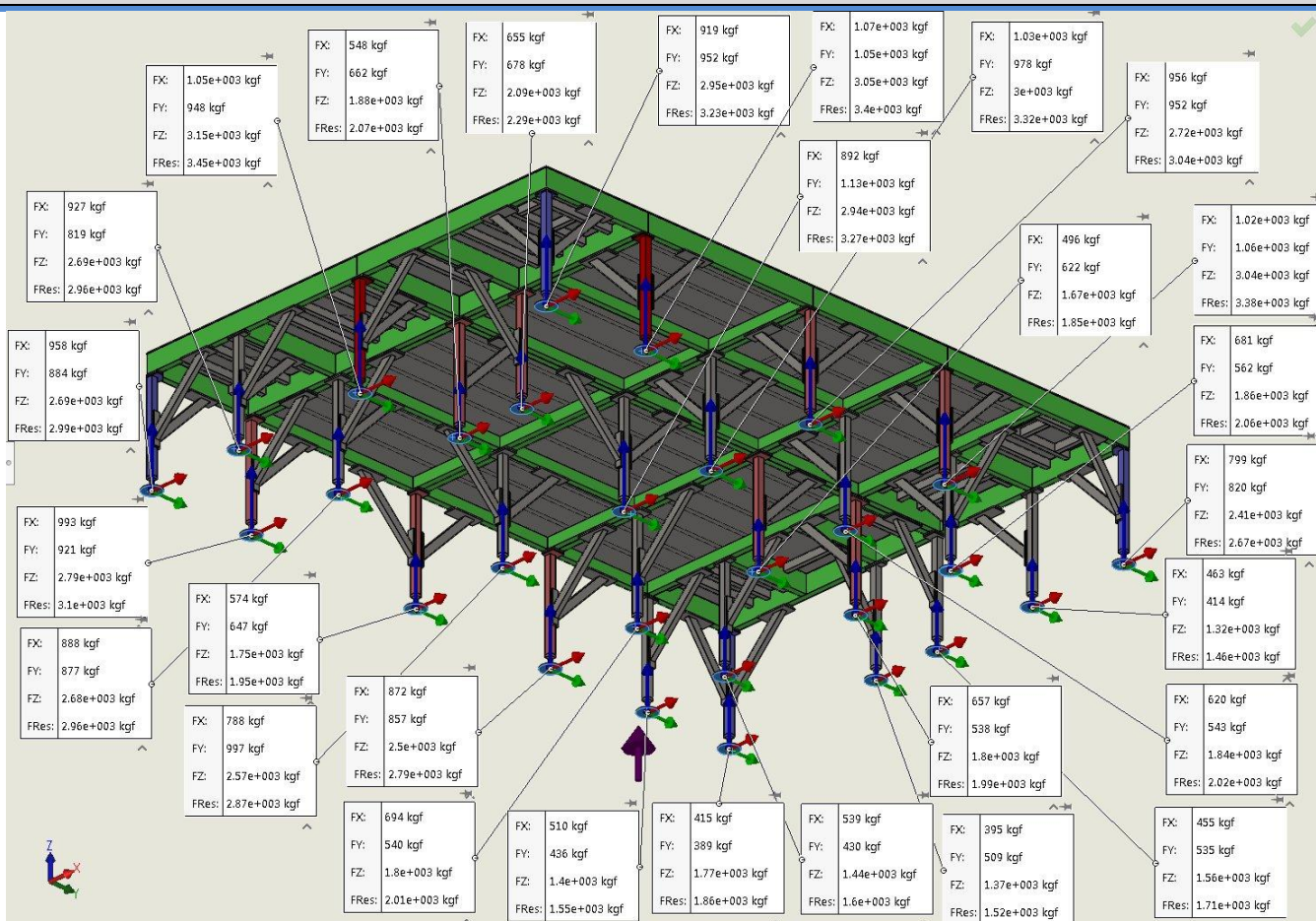
Mode No	Fréquence(Hertz)	Direction X	Direction Y	Direction Z
1	21.354	0.89792	0.032748	8.1467e-006
2	23.173	0.050103	0.91697	0.00023163
3	29.79	0.043542	0.042863	2.9246e-007
4	86.575	0.0010628	0.00014143	0.39398
		Somme X = 0.99263	Somme Y = 0.99272	Somme Z = 0.39422



### 5.3.3 Forces résultantes

#### Forces résultantes ELU ACCIDENTEL

Maximum: FX :1070 Kg FY :1130 Kg FZ : 3400 Kg (traction)



CALCUL TEST spectrale-Dynamique 1

### 5.3.4. Déplacements

La flèche est égale :

**0.5** mm pour le châssis

### 5.3.5. Contraintes

Les contraintes maximales sont :

• Contrainte Von Mises :

$\sigma_{\max} = 75$  MPa

$\sigma_{\text{adm}} = 235$  MPa

---

## 6. Vérification des ancrages

### Réaction aux appuis ELU ACCIDENTEL (séisme)

Voir Annexe A « Vérification des ancrages »

## 7. CONCLUSION

La tenue du châssis et de ses fixations est garantie en séisme EUROCODE 8.

Les résultats répondent aux critères définis dans le paragraphe 3.4