



SERVICES CULTURE ÉDITIONS  
RESSOURCES POUR  
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

**Campagne 2009**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

# CORRIGE

**Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.**

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR  
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS  
SESSION 2008**

---

**EPREUVE E51  
COMPORTEMENT DES SYSTEMES  
TECHNIQUES**

**TRANSPALETTE ELECTRIQUE STILL EXU S22**

**CORRIGE**

---

**PARTIE 1 ET 3****1 FONCTION FT1.1 : SOULEVER LA CHARGE****1. Vérification du critère « hauteur de levage »**

Q1	Voir DR 1, il s'agit bien sur d'une droite car le point P est contraint à rester au contact.
Q2	Voir DR 1
Q3	Voir DR 1, la course mesurée est égale à 130 mm

**2. Analyse de la position des fourches par rapport au sol**

Q4	Voir DR 2
Q5	Voir DR 2, la mesure donne 20 mm de décalage environ
Q6	L'orientation des fourches permet un basculement éventuel de la charge vers le cariste, et évite ainsi un basculement vers l'avant.

**3. Validation du critère « masse de la charge »**

Q7	cf DR3.
Q8	Isolement de la fourche+batteries, ensemble 1 $T(2/1)$ ; $T(0/1)$ ; $T(11/1)$ ; $T(13/1)$ ; $T(\text{masse}/1)$ ; $T(\text{gravité}/1)$ . $5 + 1 + 5 + 5 + 0 + 0 = 16$ inconnues en 3D $2 + 1 + 2 + 2 + 0 + 0 = 7$ inconnues dans le plan Pb insoluble: isoler d'autres solides ou revoir le modèle. (première solution privilégiée).
Q9	On doit fournir $F=32000\text{N}$ environ $S=F/P$ , on trouve $R=28\text{mm}<30\text{mm}$ , vérin validé

**4. Evaluation des efforts appliqués au levier et au tirant**

Q10	Tirant : Solide en équilibre soumis à 2 AME modélisables par des glisseurs dont $T(\text{levier}/\text{tirant})$ . Ces glisseurs ont même support. ET réciprocité des AME $T(\text{tirant}/\text{levier})$ a même support que $T(\text{levier}/\text{tirant})$ .
Q11	$T(\text{tirant}/\text{levier})$ , point d'application S, Norme 38000N environ, direction (SU), sens (S->U)

### 3 ETUDE DE LA FONCTION FT 1-2-1 : FAIRE AVANCER LE TRANSPALETTE

#### 1. Vérification du respect du critère « vitesse de translation »

Q23	
Q24	$k=0,0588$
Q25	$V = \frac{k.D. \omega_M}{2} \quad \omega_M = \frac{2V}{kD} = 376 \text{ rad.s}^{-1}$ <p>cette fréquence est compatible avec les performances du moteur.</p>

#### 2. Vérification du respect du critère « accélération »

Q26	$t_1 = 6,2 \text{ s}$ $V_1 = 2,77 \text{ m.s}^{-1}$
Q27	$a = \frac{V}{t} = \frac{2,77}{6,2} = 0,44 \text{ m.s}^{-2}$
Q28	$d = \frac{V.t}{2} = 8,6 \text{ m} < 10 \text{ m}$

#### 3. Vérification du couple moteur au regard de critère « accélération »

Q29	$\Delta E_C = 12737 \text{ J}$
Q30	$W() = -T.x + X_o.x$
Q31	$X_o = 2055 \text{ N}$
Q32	$X_o \cdot \frac{D}{2} = C_R$
Q33	$C_M = X_o \cdot \frac{D}{2} \cdot \frac{k}{\eta} \quad C_M = 17 \text{ N.m}$
Q34	$17 \text{ N.m} < \text{Couple moteur sur la plage accélération, jusqu'à la valeur de la fréquence maxi. On trouve bien que la vitesse maxi pour une fréquence de } 376 \text{ rad.s}^{-1}$

## PARTIE 2

### VERIFICATION DU TIRANT DE LA CHAÎNE FONCTIONNELLE DE LEVAGE

#### 1 Détermination des contraintes subies par le tirant 12

12	Il s'agit d'un effort normal donc : $\sigma_{(N)} = \frac{N}{S} = \frac{F}{b.h} = \frac{40000}{30.33} = 40,4MPa$
----	--

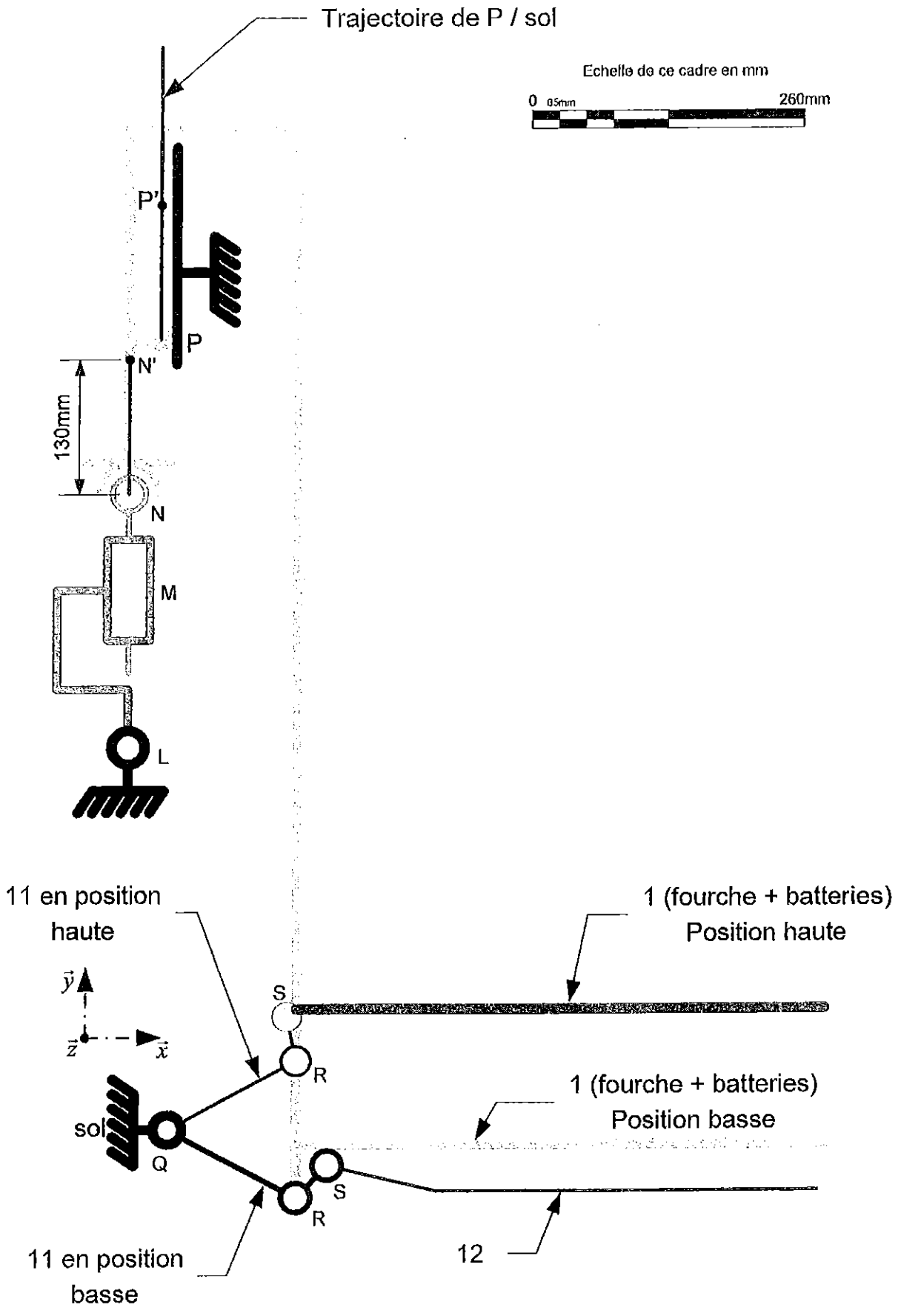
#### 2 Détermination des contraintes à l'aide d'un modèle plus proche de la pièce réelle

13	Moment quadratique, $I_{(G,\bar{x})} = \frac{b.h^3}{12} = \frac{30.33^3}{12} = 89842,5mm^4$ soit $I_{(G,\bar{x})} = 8,98cm^4$
14	On cherche le moment du torseur de cohésion au point C, ainsi : $\vec{M}_{C,coh} = \vec{CD} \wedge \vec{F} = \begin{bmatrix} 60 \\ -26 \\ 0 \end{bmatrix} \wedge \begin{bmatrix} F \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 26.F \end{bmatrix}$ donc $\vec{M}_{C,coh} = \vec{M}_{\beta(C)} = 26.F.\vec{z}$ Soit $\ \vec{M}_{\beta(C)}\  = 1040Nm$
15	$ \sigma_{\max(M\bar{z})}  = \frac{M\bar{z}}{I_{(G,\bar{z})}/y_{\max}}$ avec $\frac{I_{(G,\bar{z})}}{y_{\max}} = \frac{b.h^3}{12} \cdot \frac{2}{h} = \frac{b.h^2}{6} = 5445mm^3$ Soit $ \sigma_{\max(M\bar{z})}  = \frac{1040.10^3}{5445} = 191MPa$
16	
17	La contrainte normale totale au point C est, par application du principe de superposition : $\sigma_{\text{totale}(C)} = \sigma_{(N)} + \sigma_{(M\bar{z})} = 231,4MPa$
18	Coefficient de sécurité : $s = \frac{Re_{\min}}{\sigma_{\text{totale}(C)}} = \frac{355}{231,4} = 1,53$ Coefficient adapté au vu du cahier des charges

3 Validation du choix du matériau avec l'utilisation d'un modèle 3D par éléments finis

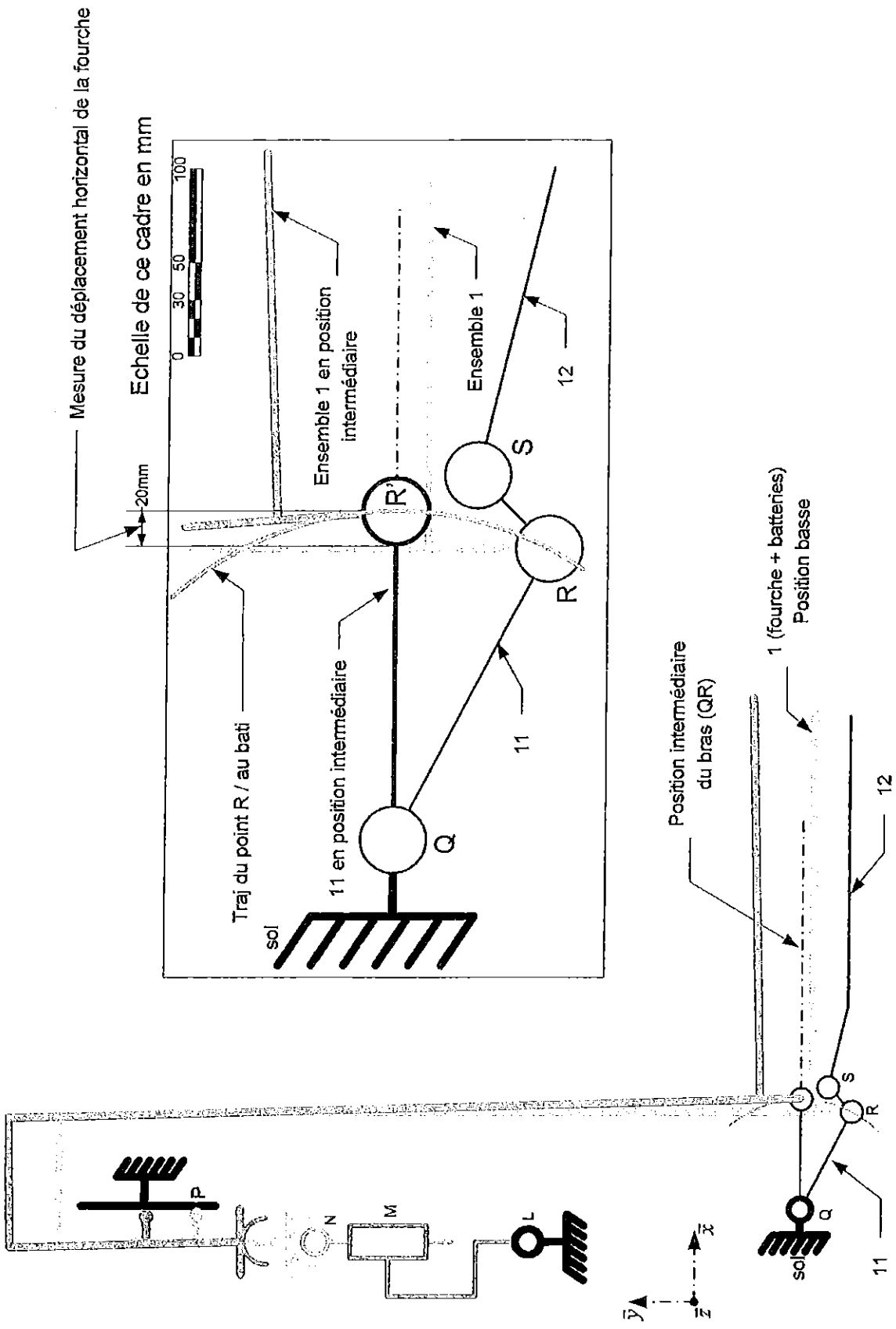
19	<p>Conditions aux limites à compléter sur le DR5</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p><input type="checkbox"/> Totalement fixe</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Sur une surface cylindrique</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Déplacement radial nul</li> <li><input type="checkbox"/> Déplacement circonférentiel nul</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Déplacement axial nul</li> </ul> </div>
20	<p>Au vue des résultats visibles sur le DT, <math>\sigma_{eqmax} \approx 320MPa</math></p> <p>Dans ces conditions, le coefficient de sécurité est égal à <math>s = \frac{Re_{min}}{\sigma_{max}} = \frac{355}{320} = 1,10</math> ce qui ne correspond plus au cahier des charges.</p>
21	<p>Propositions :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lier les pièces par soudure avec rayon de raccordement plus important</li> <li>- réaliser une seule pièce</li> </ul> <p>Le but est de diminuer les concentrations de contraintes</p>
22	<p>On doit effectuer les modifications sur le modèle volumique</p> <p>Ensuite, relancer les calculs avec les mêmes conditions aux limites</p>

# DR 1 : DETERMINATION DE LA COURSE DU VERIN



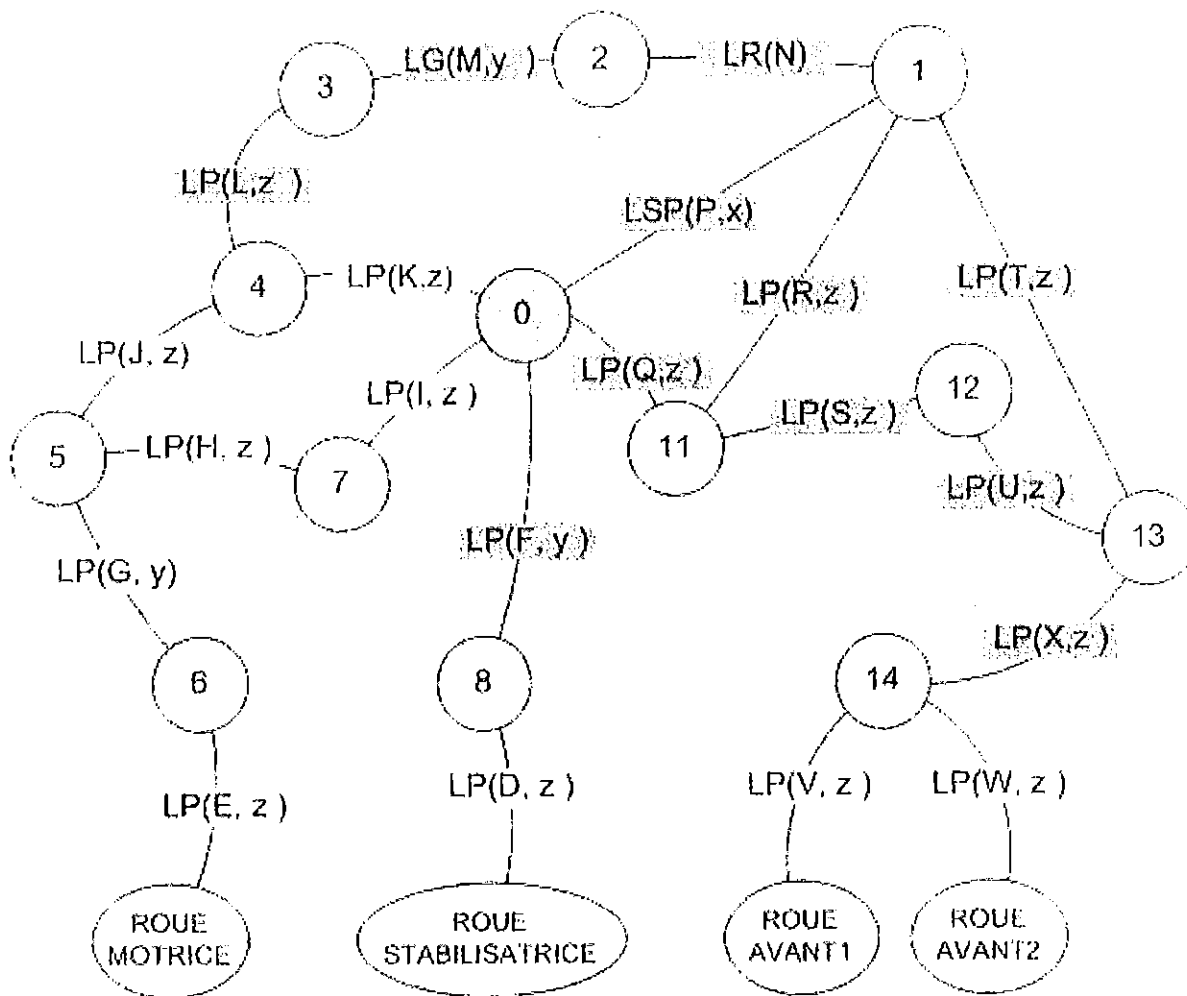


# DR 2 : ANALYSE DE LA POSITION DES FOURCHES



# DR 3 : GRAPHE DE LIAISON

Compléter le graphe de liaison ci-dessous :



Vous utiliserez la notation ci-dessous pour compléter ce graphe :

LP (P,  $\vec{x}$ ) = liaison pivot (de centre P, d'axe  $\vec{x}$ )

LSP (P,  $\vec{n}$ ) = liaison sphère plan (de centre P, de normale  $\vec{n}$ )

LR (P) = liaison rotule (de centre P)

LG (P,  $\vec{x}$ ) = liaison glissière (de centre P, d'axe  $\vec{x}$ )

LPG (P,  $\vec{x}$ ) = liaison pivot glissant (de centre P, d'axe  $\vec{x}$ )

LH (P,  $\vec{x}$ ) = liaison hélicoïdale (de centre P, d'axe  $\vec{x}$ )

LLR (P,  $\vec{x}$ ,  $\vec{n}$ ) = liaison linéaire rectiligne (de centre P, d'axe  $\vec{x}$ , de normale  $\vec{n}$ )

LLA (P,  $\vec{x}$ ) = liaison linéaire annulaire (de centre P, d'axe  $\vec{x}$ )

LAP ( $\vec{n}$ ) = liaison appui plan (de normale  $\vec{n}$ )