

Client : Mountain Intl. – Référence du projet : Mountain side Restaurant
 Réalisé par Vincent Juhel Ouaip, le vendredi 22 mars 2019.
 Généré avec le logiciel Lisa.blue version 18.11.04.

Données globales

Adresse de construction : Unnamed Road, 05100 Briançon, France
 Altitude : 1 538 m Pesanteur : 9,801 N/kg
 Normes Eurocodes :

- bases : EN 1990 (03/2003) + FR NA (12/2011)
 (Classe de conséquences CC2 = Conséquence moyenne en termes de perte de vie humaine, et conséquences économiques, sociales ou environnementales considérables.)
- charges de neige : EN 1991-1-3 (07/2003) + FR NA (05/2007)
- actions du vent : EN 1991-1-4 (2005) + FR NA (03/2008)
- actions sismiques : EN 1998-1 (12/2004) + FR NA (12/2013)
- actions dues au feu : EN 1991-1-2 (11/2002) + FR NA (02/2007)

Vent

Le bâtiment est situé en zone de vent 1.

Normes de vent

La norme applicable pour le calcul des charges de vent sur le bâtiment est EN 1991-1-4 (2005) et son annexe nationale FR NA (03/2008).

Valeur de base de la vitesse de référence du vent

La valeur de base de la vitesse de référence du vent, v_{b0} , est représentative de la vitesse moyenne mesurée pendant 10 min, indépendamment de la direction du vent et de la période de l'année, à une hauteur de 10m au-dessus d'un sol de type 'rase campagne'.

Les valeurs de base de la vitesse de référence du vent sont spécifiées par l'annexe nationale.

Celle-ci fournit une carte du territoire national découpée en zones climatiques.

Pour la zone choisie, la valeur de la vitesse indiquée est $v_{b0} = 22$ m/s .

Vitesse de référence du vent v_b au droit du site de construction sur une période de retour de 50 ans

Coefficient de probabilité de dépassement

La probabilité p de dépassement est considérée sur la durée d'utilisation du projet, elle même fonction de l'usage du projet.

Les durées d'utilisation de projet sont indiquées dans la NF EN 1990 /NA Tableau 2.1(NF) en fonction de l'usage.

Pour notre projet de construction utilisé comme " ERP ", la durée d'utilisation à prendre en compte pour déterminer la période de retour est de 50 années.

La vitesse moyenne du vent sur 10 minutes présentant la probabilité p de dépassement, sur une période d'un an, est déterminée en multipliant la vitesse de référence du vent v_b par le coefficient de probabilité de vents forts

$$c_{\text{prob}} = \left(\frac{1 - K \cdot \ln(-\ln(1-p))}{1 - K \cdot \ln(-\ln(0.98))} \right)^n \quad (\text{NF EN 1991-1-4 Equation 4.2})$$

$$c_{\text{prob}} = \left(\frac{1 - 0.15 \cdot \ln(-\ln(1 - \frac{1}{50.0}))}{1 - 0.15 \cdot \ln(-\ln(0.98))} \right)^{0.5}$$

$$c_{\text{prob}} = 1.0000$$

Coefficient de direction du vent

Par 'direction de vent', on entend la direction d'où vient le vent.

Par convention, cette direction est repérée par l'angle qu'elle forme avec le Nord, croissant de 0° à 360° dans le sens des aiguilles d'une montre.

Les grandes vitesses de vent sont observées plus fréquemment dans certains secteurs de directions ; le coefficient de direction en rend compte en autorisant une réduction lorsque le vent vient d'une direction où la probabilité d'occurrence de vents forts est moindre.

La réduction envisagée doit être permise dans tout le secteur du vent nominal considéré pour être valablement retenue.

L'impact de cette réduction est important car le coefficient c_{dir} est pris en compte lors du calcul de la vitesse et que la pression de vent est évaluée à partir du carré de cette vitesse.

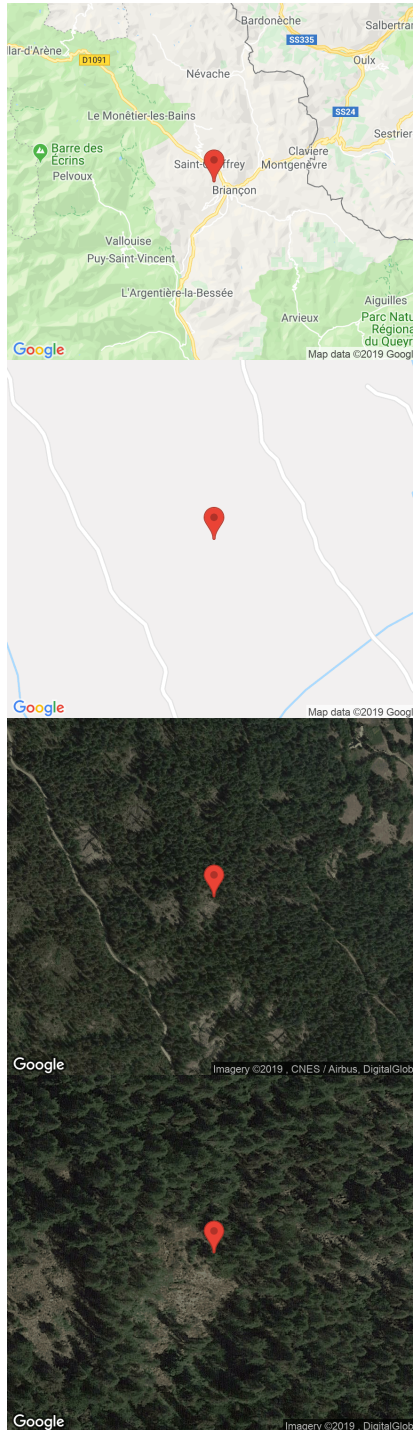
Les valeurs du coefficient de direction du vent $c_{\text{dir, zone 3}}$ pour différentes directions du vent, sont indiquées dans la NF EN 1991-1-4 Figure 4.4(NA).

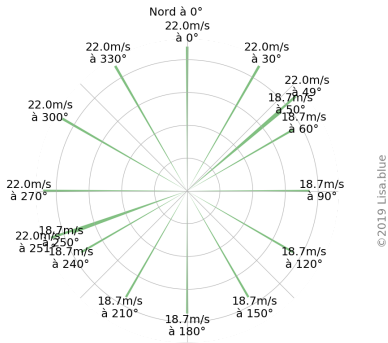
Coefficient de saison

La valeur du coefficient de saison c_{season} est donnée dans NF EN 1991-1-4 Figure 4.5(NA).

On considère ici que la durée de projet est supérieure à 1 an et ne permet pas de diminution saisonnière du risque de vents forts, on retient donc $c_{\text{season}} = 1$.

La vitesse de référence du vent v_b au droit du site de construction, définie pour chaque direction de vent à une hauteur de 10m au-dessus d'un sol de type 'rase campagne' relevant de la catégorie de terrain II, est représentée sur le graphique ci-dessous :



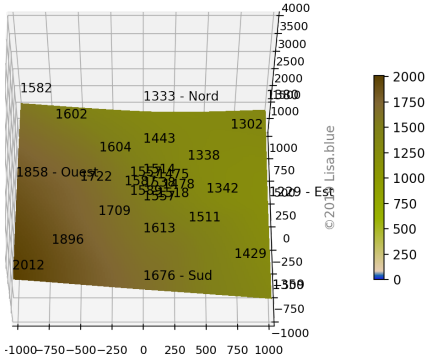


avec : $v_b = (C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_b) \cdot C_{prob}$ (EN 1991-1-4 Equation 4.1)

Orographie

Les altitudes sont relevées arbitrairement à 150m, 500m et 1000m autour de la construction.

Une interpolation en 3D de ces points permet d'évaluer la forme du terrain au voisinage de la construction représentée sur le graphique ci-dessous :



Pression dynamique de pointe q_p

Pour chacune des surfaces de la construction, les effets du vent sont observés selon 4 secteurs angulaires nominaux de 90° :

- la plus forte vitesse de référence v_b contenue dans chacun de ses secteurs est retenue
- cette vitesse est amplifiée par le coefficient d'orographie c_o tenant compte du relief du terrain.
- elle est ensuite corrigée en fonction de la catégorie de rugosité du terrain impactant sur la variabilité de la vitesse moyenne du vent.
- la pression dynamique de pointe q_p est enfin calculée en considérant la masse volumique de l'air et les fluctuations rapides de vitesse.

Roof top

- Vent à 25° :

- o Effet de l'orographie

Profile orographique = Falaises et les escarpements au vent

Pente moyenne = -29,7 %

$$c_o(z) = 1 + s_{max} \cdot \left(1 - \frac{|X|}{k_{red} \cdot L}\right) \cdot e^{-\frac{z}{L}}$$

(NF EN 1991-1-4 Clause 4.3.3(1) PROCEDURE 2)

$$c_o(z) = 1 + 0.65 \cdot \left(1 - \frac{|1000.0|}{1.5 \cdot 1188.0}\right) \cdot e^{-\frac{25 \cdot 297.0}{1188.0}}$$

$$c_o(z) = 1,153 \text{ (NF EN 1991-1-4 Clause 4.3.3(1) PROCEDURE 2)}$$

avec :

- longueur de calcul du versant : $L = 2 \cdot h = 2 \cdot 594.0 = 1188.0$ m
- longueur du versant dans la direction du vent : $L_u = -2000$ m
- hauteur de l'obstacle : $H = 594$ m
- distance horizontale jusqu'au sommet de la crête : $X = 1000$ m
- distance verticale jusqu'au sommet de la crête : $z = 297.0$ m
- coefficient de localisation orographique : $s = 1.3 \cdot \frac{H}{L} = 1.3 \cdot \frac{594.0}{1188.0} = 0.650$

- o Effet de la rugosité du terrain:

Catégorie du terrain IIIa (Annexe nationale à la EN 1991-1-4 §4.3.2(1))

Campagne avec des haies, vignobles, bocage, habitat dispersé

- facteur de terrain :

$$k_r = 0.19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0.07}$$

(EN 1991-1-4 equation 4.5)

$$k_r = 0.19 \cdot \left(\frac{0.2}{0.05}\right)^{0.07}$$

$$k_r = 0.2094$$

- hauteur au-dessus du niveau du sol ou hauteur minimale fonction de la catégorie de terrain :

$$z = 20.000 \text{ m}$$

- facteur de rugosité :

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$$

(EN 1991-1-4 equation 4.4)

$$c_r(z) = 0.2094 \cdot \ln\left(\frac{20.0}{0.2}\right)$$

$$c_r(z) = 0.964$$

- o Pression dynamique de pointe:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0.5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z)$$

(NF EN 1991-1-4 equation 4.8)

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot 0.183] \cdot 0.5 \cdot 1.225 \cdot 24.45^2$$

$$q_p(z) = 0.835 \text{ kN/m}^2$$

avec :

- vitesse moyenne du vent :

$$v_m(z) = v_b \cdot c_r(z) \cdot c_o(z) \text{ (NF EN 1991-1-4 equation 4.3)}$$

$$v_m(z) = 22.0 \cdot 0.964 \cdot 1.153$$

$$v_m(z) = 24.450 \text{ m/s}$$
- masse volumique de l'air :

$$\rho = 1.225 \text{ kg/m}^3 \text{ (NF EN 1991-1-4 clause 4.5(1) NOTE 2)}$$
- coefficient de turbulence :

$$k_1 = 1 - 2 \cdot 10^{-4} \cdot (\log_{10}(z_0) + 3)^6 \text{ (NF EN 1991-1-4 equation 4.19-NA)}$$

$$k_1 = 1 - 2 \cdot 10^{-4} \cdot (\log_{10}(0.2) + 3)^6$$

$$k_1 = 0.970$$
- intensité de la turbulence :

$$i_v = \frac{k_1}{c_o(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} \text{ (NF EN 1991-1-4 equation 4.7)}$$

$$i_v = \frac{0.97}{1.153 \cdot \ln\left(\frac{20.0}{0.2}\right)}$$

$$i_v = 0.183$$

• Vent à 115° :

◦ Effet de l'orographie

Profil orographique = Complexe : obstacles de hauteurs ou de formes variées

Pente moyenne = -13,2 %

$$c_o(z) = 1 + 0.004 \cdot \left(A_C - \frac{2 \cdot A_C + \sum + \sum}{18} \right) \cdot e^{-0.014 \cdot \max(10, z-10)} \text{ (NF EN 1991-1-4 Clause 4.3.3(1) PROCEDURE 1)}$$

$$c_o(z) =$$

$$1 + 0.004 \cdot \left(1538 - \frac{2 \cdot 1538 + (1443 + 1338 + 1342 + 1511 + 1613 + 1709 + 1722 + 1604) + (1333 + 1302 + 1229 + 1429 + 1676 + 1896 + 1858 + 1602)}{18} \right) \cdot e^{-0.014 \cdot \max(10, 10.0)}$$

$$c_o(z) = 1 \text{ (NF EN 1991-1-4 Clause 4.3.3(1) PROCEDURE 1)}$$

◦ Effet de la rugosité du terrain:

Catégorie du terrain IIIa (Annexe nationale à la EN 1991-1-4 §4.3.2(1))

Campagne avec des haies, vignobles, bocage, habitat dispersé

- facteur de terrain :

$$k_r = 0.19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_0, II}\right)^{0.07} \text{ (EN 1991-1-4 equation 4.5)}$$

$$k_r = 0.19 \cdot \left(\frac{0.2}{0.05}\right)^{0.07}$$

$$k_r = 0.2094$$
- hauteur au-dessus du niveau du sol ou hauteur minimale fonction de la catégorie de terrain :

$$z = 20.000 \text{ m}$$
- facteur de rugosité :

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \text{ (EN 1991-1-4 equation 4.4)}$$

$$c_r(z) = 0.2094 \cdot \ln\left(\frac{20.0}{0.2}\right)$$

$$c_r(z) = 0.964$$

◦ Pression dynamique de pointe:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_p(z)] \cdot 0.5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) \text{ (NF EN 1991-1-4 equation 4.8)}$$

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot 0.211] \cdot 0.5 \cdot 1.225 \cdot 18.033^2$$

$$q_p(z) = 0.493 \text{ kN/m}^2$$

avec :

- vitesse moyenne du vent :

$$v_m(z) = v_b \cdot c_r(z) \cdot c_o(z) \text{ (NF EN 1991-1-4 equation 4.3)}$$

$$v_m(z) = 18.7 \cdot 0.964 \cdot 1.0$$

$$v_m(z) = 18.033 \text{ m/s}$$
- masse volumique de l'air :

$$\rho = 1.225 \text{ kg/m}^3 \text{ (NF EN 1991-1-4 clause 4.5(1) NOTE 2)}$$
- coefficient de turbulence :

$$k_1 = c_o(z) \cdot [1 - 2 \cdot 10^{-4} \cdot (\log_{10}(z_0) + 3)^6] \text{ (NF EN 1991-1-4 equation 4.20-NA)}$$

$$k_1 = 1.0 \cdot [1 - 2 \cdot 10^{-4} \cdot (\log_{10}(0.2) + 3)^6]$$

$$k_1 = 0.971$$
- intensité de la turbulence :

$$i_v = \frac{k_1}{c_o(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} \text{ (NF EN 1991-1-4 equation 4.7)}$$

$$i_v = \frac{0.971}{1.0 \cdot \ln\left(\frac{20.0}{0.2}\right)}$$

$$i_v = 0.211$$

• Vent à 205° :

◦ Effet de l'orographie

Profil orographique = Falaises et les escarpements sous le vent

Pente moyenne = 35,8 %

$$c_o(z) = 1 + s_{max} \cdot \left(1 - \frac{|X|}{k_{red} \cdot L}\right) \cdot e^{-\frac{\alpha \cdot z}{L}} \text{ (NF EN 1991-1-4 Clause 4.3.3(1) PROCEDURE 2)}$$

$$c_o(z) = 1 + 0.65 \cdot \left(1 - \frac{|1000.0|}{4.0 \cdot 716.0}\right) \cdot e^{-\frac{2.5 \cdot 358.0}{716.0}}$$

$$c_o(z) = 1,121 \text{ (NF EN 1991-1-4 Clause 4.3.3(1) PROCEDURE 2)}$$

avec :

- longueur de calcul du versant :

$$L = 2 \cdot h = 2 \cdot 358.0 = 716.0 \text{ m}$$
- longueur du versant dans la direction du vent : $L_u = 1000 \text{ m}$

- hauteur de l'obstacle : $H = 358$ m
- distance horizontale jusqu'au sommet de la crête : $X = 1000$ m
- distance verticale jusqu'au sommet de la crête : $z = 358.0$ m
- coefficient de localisation orographique :
 $s = 1.3 \cdot \frac{H}{L} = 1.3 \cdot \frac{358.0}{716.0} = 0.650$

o Effet de la rugosité du terrain:

Catégorie du terrain IV (Annexe nationale à la EN 1991-1-4 §4.3.2(1))

Zones urbaines dont au moins 15 % de la surface sont recouvertes de bâtiments dont la hauteur moyenne est supérieure à 15 m ; forêts

- facteur de terrain :
 $k_r = 0.19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0.07}$ (EN 1991-1-4 equation 4.5)
 $k_r = 0.19 \cdot \left(\frac{1.0}{0.05}\right)^{0.07}$
 $k_r = 0.2343$
- hauteur au-dessus du niveau du sol ou hauteur minimale fonction de la catégorie de terrain :
 $z = 20.000$ m
- facteur de rugosité :
 $c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$ (EN 1991-1-4 equation 4.4)
 $c_r(z) = 0.2343 \cdot \ln\left(\frac{20.0}{1.0}\right)$
 $c_r(z) = 0.702$

o Pression dynamique de pointe:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0.5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) \text{ (NF EN 1991-1-4 equation 4.8)}$$

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot 0.254] \cdot 0.5 \cdot 1.225 \cdot 14.718^2$$

$$q_p(z) = 0.369 \text{ kN/m}^2$$

avec :

- vitesse moyenne du vent :
 $v_m(z) = v_b \cdot c_r(z) \cdot c_o(z)$ (NF EN 1991-1-4 equation 4.3)
 $v_m(z) = 18.7 \cdot 0.702 \cdot 1.121$
 $v_m(z) = 14.718$ m/s
- masse volumique de l'air :
 $\rho = 1.225 \text{ kg/m}^3$ (NF EN 1991-1-4 clause 4.5(1) NOTE 2)
- coefficient de turbulence :
 $k_1 = 1 - 2 \cdot 10^{-4} \cdot (\log_{10}(z_0) + 3)^6$ (NF EN 1991-1-4 equation 4.19-NA)
 $k_1 = 1 - 2 \cdot 10^{-4} \cdot (\log_{10}(1.0) + 3)^6$
 $k_1 = 0.854$
- intensité de la turbulence :
 $i_v = \frac{k_1}{c_o(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)}$ (NF EN 1991-1-4 equation 4.7)
 $i_v = \frac{0.854}{1.121 \cdot \ln\left(\frac{20.0}{1.0}\right)}$
 $i_v = 0.254$

• Vent à 295° :

o Effet de l'orographie

Profilé orographique = Collines en chaîne sous le vent

Pente moyenne = 11,7 %

$$c_o(z) = 1 + s_{max} \cdot \left(1 - \frac{|X|}{k_{red} \cdot L}\right) \cdot e^{-\frac{z}{L}} \text{ (NF EN 1991-1-4 Clause 4.3.3(1) PROCEDURE 2)}$$

$$c_o(z) = 1 + 0.513 \cdot \left(1 - \frac{500.0}{1.5 \cdot 750.0}\right) \cdot e^{-\frac{3 \cdot 58.333}{750.0}}$$

$$c_o(z) = 1,226 \text{ (NF EN 1991-1-4 Clause 4.3.3(1) PROCEDURE 2)}$$

avec :

- longueur de calcul du versant :
 $L = \frac{L_u}{2} = \frac{1500.0}{2} = 750.0$ m
- longueur du versant dans la direction du vent : $L_u = 1500$ m
- hauteur de l'obstacle : $H = 175$ m
- distance horizontale jusqu'au sommet de la crête : $X = 500$ m
- distance verticale jusqu'au sommet de la crête : $z = 58.3$ m
- coefficient de localisation orographique :
 $s = 2.2 \cdot \frac{H}{L} = 2.2 \cdot \frac{175.0}{750.0} = 0.513$

o Effet de la rugosité du terrain:

Catégorie du terrain IV (Annexe nationale à la EN 1991-1-4 §4.3.2(1))

Zones urbaines dont au moins 15 % de la surface sont recouvertes de bâtiments dont la hauteur moyenne est supérieure à 15 m ; forêts

- facteur de terrain :
 $k_r = 0.19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0.07}$ (EN 1991-1-4 equation 4.5)
 $k_r = 0.19 \cdot \left(\frac{1.0}{0.05}\right)^{0.07}$
 $k_r = 0.2343$
- hauteur au-dessus du niveau du sol ou hauteur minimale fonction de la catégorie de terrain :
 $z = 20.000$ m
- facteur de rugosité :
 $c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$ (EN 1991-1-4 equation 4.4)
 $c_r(z) = 0.2343 \cdot \ln\left(\frac{20.0}{1.0}\right)$
 $c_r(z) = 0.702$

o Pression dynamique de pointe:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0.5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) \text{ (NF EN 1991-1-4 equation 4.8)}$$

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot 0.233] \cdot 0.5 \cdot 1.225 \cdot 18.931^2$$

$$q_p(z) = 0.577 \text{ kN/m}^2$$

avec :

- vitesse moyenne du vent :

$$v_m(z) = v_b \cdot c_r(z) \cdot c_o(z) \quad (\text{NF EN 1991-1-4 equation 4.3})$$

$$v_m(z) = 22.0 \cdot 0.702 \cdot 1.226$$

$$v_m(z) = 18.931 \text{ m/s}$$

- masse volumique de l'air :

$$\rho = 1.225 \text{ kg/m}^3 \quad (\text{NF EN 1991-1-4 clause 4.5(1) NOTE 2})$$

- coefficient de turbulence :

$$k_1 = 1 - 2 \cdot 10^{-4} \cdot (\log_{10}(z_0) + 3)^6 \quad (\text{NF EN 1991-1-4 equation 4.19-NA})$$

$$k_1 = 1 - 2 \cdot 10^{-4} \cdot (\log_{10}(1.0) + 3)^6$$

$$k_1 = 0.854$$

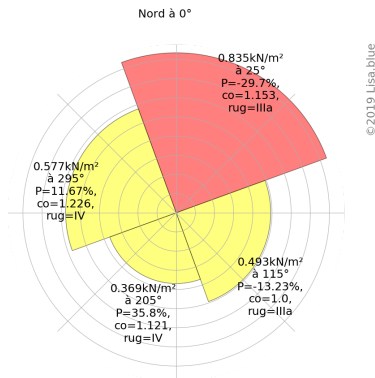
- intensité de la turbulence :

$$i_v = \frac{k_1}{c_o(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} \quad (\text{NF EN 1991-1-4 equation 4.7})$$

$$i_v = \frac{0.854}{1.226 \cdot \ln\left(\frac{20.0}{1.0}\right)}$$

$$i_v = 0.233$$

- Les pressions dynamiques de pointe q_p , appliquées sur la surface Roof top à un niveau de 20m, sont dessinées sur ce graphique pour chaque secteur de vent :



Vitesses de pointe équivalentes maximales (au faitage Niv +20.0m)

- 133 km/h pour le contrôle des vibrations et des déformations de la structure aux états limites de service (ELS).

$$v = \sqrt{\frac{q_p}{0.5 * \rho}} \cdot 3.6 = \sqrt{\frac{835.0}{0.5 * 1.225}} \cdot 3.6 = 133 \text{ km/h}$$

- 163 km/h pour le contrôle de la résistance de la structure aux états limites ultimes (ELU).

$$v = \sqrt{\frac{1.5 \cdot q_p}{0.5 * \rho}} \cdot 3.6 = \sqrt{\frac{1.5 \cdot 835.0}{0.5 * 1.225}} \cdot 3.6 = 163 \text{ km/h}$$

© Copyright 2015-2019 — Lisa.blue version 18.11.04 — contact@lisa.blue