

2/3

### 3.4.3 Probabilité au dépassement d'un niveau de sismicité donné

On obtient la fréquence de retour,  $N$ , et la période de retour,  $T_r$ , à partir de la sismicité historique de la région. On peut obtenir des prédictions en posant en principe que la séquence d'apparition des tremblements de terre satisfait à un modèle de probabilité théorique. En analyse probabiliste de l'aléa sismique, on utilise généralement le modèle de Poisson. Ce modèle fait l'hypothèse que les séismes sont indépendants dans l'espace et dans le temps (modèle sismogénique). Selon ce modèle, et en se basant sur l'historique sismique de la région, la probabilité,  $P_n(a_{\max})_t$ , d'avoir  $n$  séismes produisant une accélération maximale au sol égale ou supérieure à  $a_{\max}$  au site considéré dans un laps de temps  $t$  est la suivante :

$$P_n(a_{\max})_t = \frac{(Nt)^n e^{-Nt}}{n!} \quad (3.28)$$

où  $N$  = nombre de tremblements de terre annuels (ou la fréquence de retour) produisant une accélération maximale plus grande ou égale  $a_{\max}$  au site considéré

La probabilité,  $P(a_{\max})_t$ , d'avoir au moins un tremblement de terre causant une accélération plus grande ou égale à  $a_{\max}$  au site considéré dans un laps de temps  $t$  est alors égale à 1 - la probabilité,  $P_0(a_{\max})_t$ , de n'avoir aucun séisme causant une accélération plus grande ou égale à  $a_{\max}$  au site considéré.

$$P(a_{\max})_t = 1 - e^{-Nt} \quad (3.29)$$

Si on considère la probabilité annuelle ( $t = 1$  an) :

$$P(a_{\max}) = 1 - e^{-N} \quad (3.30)$$

Pour  $N$  petit (un tremblement de terre de grande magnitude est un événement quand même assez rare), on écrit :

$$P(a_{\max})_1 \approx N \quad (3.31)$$

$$P(a_{max})_t = 1 - e^{-Nt}$$

Soit  $T_r$  la "période de retour"

$$P(a_{max})_t = 1 - e^{\left(\frac{-t}{T_r}\right)}$$

$$e^{\left(\frac{-t}{T_r}\right)} = 1 - P(a_{max})_t$$

$$\frac{-t}{T_r} = \ln(1 - P(a_{max})_t)$$

$$T_r = \frac{-t}{\ln(1 - P(a_{max})_t)}$$

D'où le tableau suivant :

TERUGKEERPERIODE IN FUNCTIE VAN DE KANS EN DE BESCHOUWDE PERIODE											
% kans	Periode die men beschouwd (jaren)										
	50	100	150	200	250	300	350	400	500	1000	10000
0,5	1,0E+04	2,0E+04	3,0E+04	4,0E+04	5,0E+04	6,0E+04	7,0E+04	8,0E+04	1,0E+05	2,0E+05	2,0E+06
1	5,0E+03	9,9E+03	1,5E+04	2,0E+04	2,5E+04	3,0E+04	3,5E+04	4,0E+04	5,0E+04	9,9E+04	9,9E+05
1,5	3,3E+03	6,6E+03	9,9E+03	1,3E+04	1,7E+04	2,0E+04	2,3E+04	2,6E+04	3,3E+04	6,6E+04	6,6E+05
2	2,5E+03	4,9E+03	7,4E+03	9,9E+03	1,2E+04	1,5E+04	1,7E+04	2,0E+04	2,5E+04	4,9E+04	4,9E+05
2,5	2,0E+03	3,9E+03	5,9E+03	7,9E+03	9,9E+03	1,2E+04	1,4E+04	1,6E+04	2,0E+04	3,9E+04	3,9E+05
3	1,6E+03	3,3E+03	4,9E+03	6,6E+03	8,2E+03	9,8E+03	1,1E+04	1,3E+04	1,6E+04	3,3E+04	3,3E+05
3,5	1,4E+03	2,8E+03	4,2E+03	5,6E+03	7,0E+03	8,4E+03	9,8E+03	1,1E+04	1,4E+04	2,8E+04	2,8E+05
4	1,2E+03	2,4E+03	3,7E+03	4,9E+03	6,1E+03	7,3E+03	8,6E+03	9,8E+03	1,2E+04	2,4E+04	2,4E+05
4,5	1,1E+03	2,2E+03	3,3E+03	4,3E+03	5,4E+03	6,5E+03	7,6E+03	8,7E+03	1,1E+04	2,2E+04	2,2E+05
5	9,7E+02	1,9E+03	2,9E+03	3,9E+03	4,9E+03	5,8E+03	6,8E+03	7,8E+03	9,7E+03	1,9E+04	1,9E+05
6	8,1E+02	1,6E+03	2,4E+03	3,2E+03	4,0E+03	4,8E+03	5,7E+03	6,5E+03	8,1E+03	1,6E+04	1,6E+05
7	6,9E+02	1,4E+03	2,1E+03	2,8E+03	3,4E+03	4,1E+03	4,8E+03	5,5E+03	6,9E+03	1,4E+04	1,4E+05
8	6,0E+02	1,2E+03	1,8E+03	2,4E+03	3,0E+03	3,6E+03	4,2E+03	4,8E+03	6,0E+03	1,2E+04	1,2E+05
9	5,3E+02	1,1E+03	1,6E+03	2,1E+03	2,7E+03	3,2E+03	3,7E+03	4,2E+03	5,3E+03	1,1E+04	1,1E+05
10	4,7E+02	9,5E+02	1,4E+03	1,9E+03	2,4E+03	2,8E+03	3,3E+03	3,8E+03	4,7E+03	9,5E+03	9,5E+04
15	3,1E+02	6,2E+02	9,2E+02	1,2E+03	1,5E+03	1,8E+03	2,2E+03	2,5E+03	3,1E+03	6,2E+03	6,2E+04
20	2,2E+02	4,5E+02	6,7E+02	9,0E+02	1,1E+03	1,3E+03	1,6E+03	1,8E+03	2,2E+03	4,5E+03	4,5E+04
63	5,0E+01	1,0E+02	1,5E+02	2,0E+02	2,5E+02	3,0E+02	3,5E+02	4,0E+02	5,0E+02	1,0E+03	1,0E+04

En bleu à gauche, vous trouverez ce qui est la base de l'EUROCODE 8 (bâtiments courants) : une période de retour de 475 ans correspondant à une probabilité de dépassement de 10 % en 50 ans (il ne s'agit pas du séisme maximal qui pourrait se produire en 500 ans, comme noté dans la réponse à la question parlementaire suite à une "simplification excessive"). C'est donc le niveau de risque que les autorités européennes estiment acceptable pour des bâtiments courants.

Une autre valeur a été considérée dans des articles liés à l'implémentation de l'EUROCODE 8 en Belgique. Il s'agit d'une période de retour d'environ 2400 ans correspondant à une probabilité de dépassement de 10 % en 250 ans. Cette valeur avait été retenue « par certains » pour des installations plus importantes (gros ouvrages de génie civil, etc) mais elle n'est pas, à ma connaissance, dans des textes « officiels ».

Pour les installations nucléaires, les textes internationaux sont autour d'un "période de retour" de 10 000 ans. Il est intéressant de voir ce que cela donne pour les probabilités de dépassement :

0,5 % en 50 ans

1 % en 100 ans

1,5 % en 150 ans

4,5 % en 500 ans (à comparer à 10 % en 50 ans ou en 250 ans)

10 % en 1000 ans

(...)

63 % en 10 000 ans

On peut aussi voir ce qui se passerait avec ou sans prolongation ---

⚠ Il n'est pas certain que les installations belges soient OK pour une période de retour de 10 000 ans (à vérifier par l'ORB à partir des accélérations données dans la réponse à la question parlementaire de 2007.