

# 2010 - Application des Eurocodes

## Recommandations pour l'Eurocode 8 "Calculs des structures pour leur résistance aux séismes"

Ouvrages  
d'art  
**32**

La période de transition entre l'ancien référentiel et les Eurocodes s'achève le 1<sup>er</sup> mars 2010. Par conséquent, il est recommandé aux maîtres d'ouvrage de contractualiser les normes françaises transposant les Eurocodes. Cette recommandation s'applique donc également à l'Eurocode 8 relatif au risque sismique.

L'Eurocode 8 renvoie à l'Administration française pour la classification des ouvrages, la définition du zonage et des paramètres qualifiant l'action sismique. La réglementation actuellement en vigueur s'appuie sur les articles R563 du Code de l'environnement, relatifs à la prévention du risque sismique, et sur l'arrêté du 15 septembre 1995 relatif à la classification et aux règles de construction parasismiques applicables aux ponts de la catégorie dite « à risque normal », lesquels n'ont pas été conçus pour être appliqués avec l'Eurocode 8. La réglementation doit donc être modifiée pour être compatible avec cet Eurocode. Un projet de décret et un projet d'arrêté existent mais ceux-ci tardent à être publiés, rendant impossible l'application de l'Eurocode 8 dans un cadre réglementaire.

Cette note propose donc une démarche pour le dimensionnement des ouvrages au séisme basée sur les règles et principes de l'Eurocode 8-2 en respectant d'une part la réglementation actuelle en terme de caractérisation de l'aléa, c'est-à-dire en appliquant le zonage, les valeurs d'accélération nominales, les classes d'importance et les spectres sismiques associés aux règles AFPS92 pour la protection parasismique des ponts, et d'autre part la réglementation à venir, telle qu'elle est aujourd'hui connue (carte d'aléa sismique de la France publiée en 2005 par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable et paramètres spectraux, coefficients d'importance et accélérations sismiques de référence issus des dernières versions connues des futurs arrêté et décret). La démarche proposée permet donc d'utiliser l'Eurocode 8-2 tout en respectant à la fois les réglementations actuelles et à venir et d'être ainsi sécuritaire vis-à-vis du risque sismique. La présente note deviendra donc obsolète après la publication officielle des projets de décret et d'arrêté.

### Sommaire

<b>1 - Contexte réglementaire.....</b>	<b>2</b>
<b>2 - Application des Eurocodes .....</b>	<b>5</b>
<b>3 - Bilan et recommandations .....</b>	<b>5</b>
<b>4 - Annexes .....</b>	<b>7</b>
<b>5 - Bibliographie .....</b>	<b>17</b>

# 1 - Contexte réglementaire

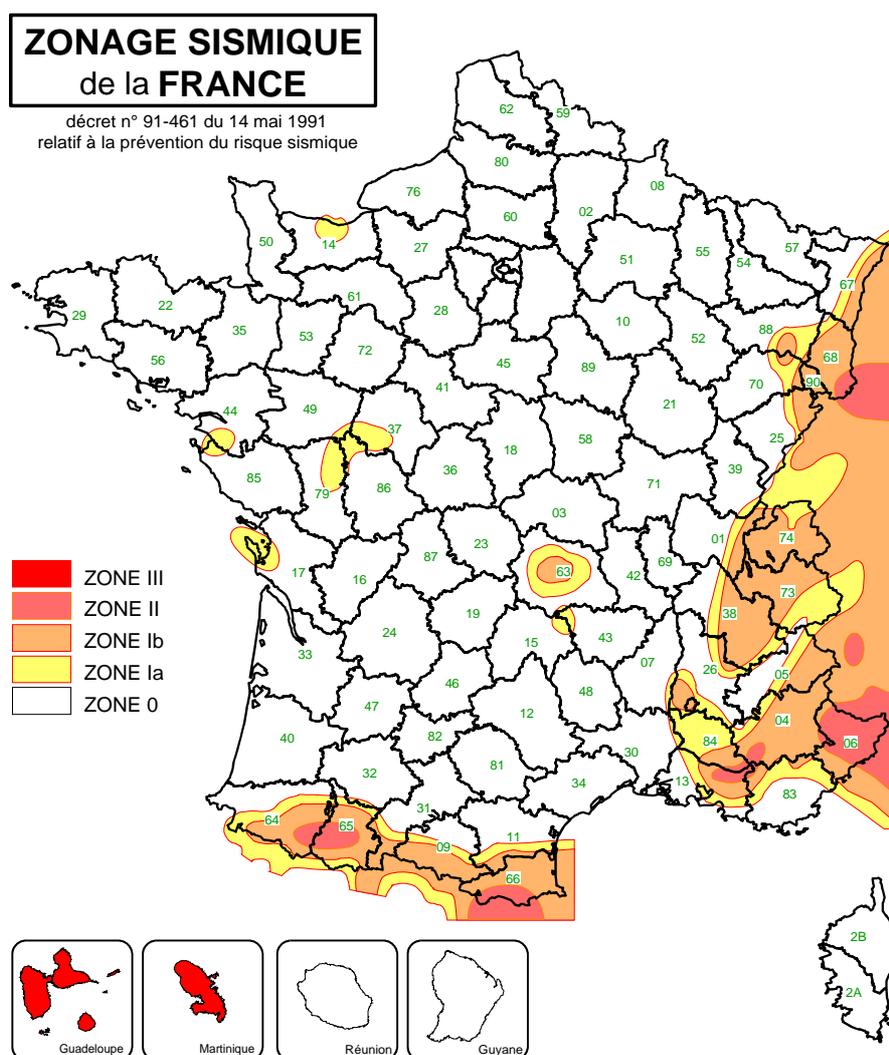
## 1.1 - Décrets et Arrêtés

### Décret n°91-461 du 14 mai 1991 relatif à la prévention du risque sismique (transposé dans les articles R563-1 à R563-8 du Code de l'environnement)

Ce décret fixe :

- la définition des ouvrages dits "à risque normal" ou "à risque spécial" ;
- les classes d'importance des ouvrages ;
- le zonage sismique de la France (zonage cantonal, basé sur la sismicité historique de la France).
- **"Art. 4.** - Pour l'application des mesures de prévention du risque sismique aux bâtiments, équipements et installations de la catégorie dite "à risque normal", le territoire national est divisé en cinq zones de sismicité croissante : Zones 0, Ia, Ib, II et III.
- La répartition des départements, des arrondissements et des cantons entre ces zones est définie par l'annexe au présent décret. "

*L'intégralité du texte est encapsulé en pièce jointe à cette note d'information.*



Carte du zonage sismique de la France publié en 1986 par la Délégation aux risques majeurs - Ministère de l'Environnement.

## Arrêté du 15 septembre 1995 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux ponts de la catégorie dite "à risque normal" telle que définie par le décret n°91-461 du 14 mai 1991 relatif à la prévention du risque sismique

Cet arrêté renvoie au décret n° 91-461 du 14 mai 1991, qui a été transposé dans les articles R563 du Code de l'environnement.

Cet arrêté fixe :

- la définition des classes de ponts de la catégorie dite "à risque normal" ;
- les règles de construction à appliquer :
- **"Art. 4.** - Les règles de construction à appliquer aux ponts nouveaux définitifs mentionnés à l'article 3 du présent arrêté sont celles du document "Guide AFPS 1992 pour la protection parasismique des ponts", publié par l'Association française du génie parasismique (Presses de l'ENPC, 1995), ou celles du document d'application national de l'Eurocode 8, partie 2, Ponts (version ENV de 1995 aujourd'hui supprimée) ..." ;
- les accélérations nominales :
- **"Art. 4.** - ... Ces règles doivent être appliquées au moyen d'une accélération nominale notée " $a_N$ ", qui caractérise l'action sismique à prendre en compte et dont la valeur résulte à la fois de la situation du pont au regard de la zone sismique et de la classe du pont. ...

Les valeurs de " $a_N$ " exprimées en  $m/s^2$  sont données par le tableau suivant :

Zones	Classes			
	A	B	C	D
0	① ③	①	①	①
IA	③	1.0 ②	1.5 ②	2.0
IB	③	1.5 ②	2.0	2.5
II	③	2.5	3.0	3.5
III	③	3.5	4.0	4.5

① pour les ponts situés en zone 0, le risque sismique n'est pas à prendre en considération.

② lorsque la valeur de l'accélération nominale " $a_N$ " n'excède pas 1.5, l'application des règles définies dans le Guide AFPS 92 ne conduit pas à modifier la conception des ouvrages courants découlant de l'analyse statique sous charges routières dès lors que les recommandations des guides de conceptions ad-hoc sont appliquées.

③ pour les ponts de classe A, les textes réglementaires n'imposent aucune conception parasismique particulière. Naturellement, le maître d'ouvrage qui souhaite protéger son ouvrage d'art vis-à-vis du risque sismique pourra utilement s'inspirer des recommandations de ce guide pour les ouvrages de classe B".

*L'intégralité du texte est encapsulé en pièce jointe à cette note d'information.*

### Décret n°2007-1467 du 12 octobre 2007

Ce décret introduit le livre V du Code de l'environnement, dont les articles R563 reprennent le décret n° 91-461 du 14 mai 1991 relatif à la prévention du risque sismique. De plus, il abroge le décret n° 91-461 du 14 mai 1991 devenu inutile puisque son contenu a été repris dans les articles sus-mentionnés du Code de l'environnement.

*L'intégralité du texte est encapsulé en pièce jointe à cette note d'information.*

## Code de l'environnement (Version consolidée au 13 février 2010)

Le Code de l'environnement, livre V, titre VI, chapitre III, section 1, articles R563-1 à R563-8, a remplacé le décret n° 91-461 du 14 mai 1991 relatif à la prévention du risque sismique. Le Code de l'environnement est donc relatif au zonage de 1986.

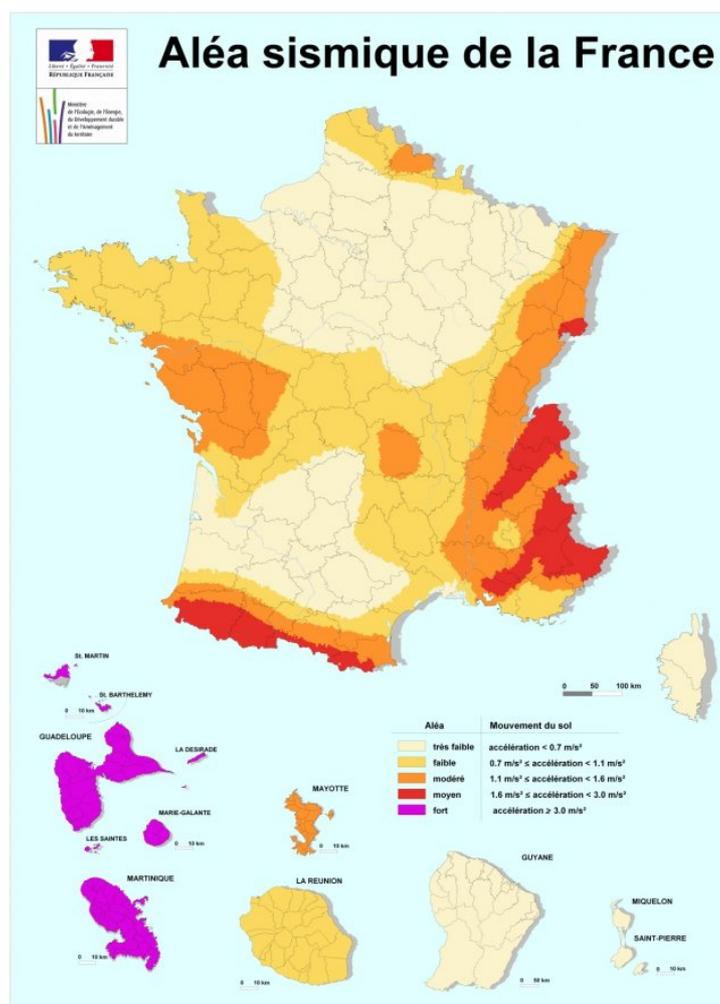
Aucune mention n'est faite sur les règles de conception à employer.

Aucune référence n'est faite à l'arrêté du 15 septembre 1995.

*Les extraits de ce texte sont encapsulés en pièce jointe à cette note d'information.*

## 1.2 - Nouveau zonage sismique de la France du 21 novembre 2005

Le 21 novembre 2005, à l'occasion du lancement du Plan Séisme, la Ministre Nelly Ollin avait dévoilé la nouvelle carte d'aléa sismique pour la France métropolitaine et les Communautés d'Outre-mer (<http://www.planseisme.fr/>). Le zonage est maintenant communale et basé sur une approche probabiliste cohérente avec l'Eurocode 8.



Carte du zonage sismique de la France publiée en 2005 par le MEDAD (projet de futur zonage)  
<http://www.planseisme.fr/spip.php?article19>

Par contre, aucun décret ou arrêté n'a encore été publié pour mettre en application ce nouveau zonage.

## 2 - Application des Eurocodes

A partir du 1<sup>er</sup> mars 2010, les Eurocodes deviennent le référentiel national pour la conception des ouvrages. L'Eurocode 8 "Calcul des structures pour leur résistance aux séismes", relatif au risque sismique, sera donc à appliquer pour tous les ouvrages neufs.

Il remplacera donc les règles PS92 "Guide AFPS 92 pour la protection parasismique des ponts", actuellement en vigueur.

Concernant les ponts, l'Eurocode 8-1 "Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments" définit les règles générales et l'action sismique, et l'Eurocode 8-2 "Ponts" définit les règles de dimensionnement des ouvrages.

Ces deux normes renvoient, par leurs textes principaux et leurs annexes nationales, à l'Administration française pour :

- la définition du zonage sismique :
  - accélération,
  - périodes de retour ;
- les catégories d'importance des ouvrages ;
- les paramètres qualifiant l'action sismique :
  - paramètres de spectres,
  - paramètres de sol.

Ces éléments doivent être définis par l'Administration française par un décret et son arrêté. Des projets de décret et d'arrêté ont été établis ; néanmoins ils ne sont pas encore officiellement publiés (cf. annexe 2).

**Il est donc actuellement impossible d'appliquer l'Eurocode 8 dans le contexte réglementaire français.**

## 3 - Bilan et recommandations

### 3.1 - Respect des textes législatifs en vigueur

Le décret n o 91-461 du 14 mai 1991 ayant été abrogé, il n'est plus applicable.

Les textes actuellement en vigueur sont donc ceux du code de l'environnement, qui correspondent à la définition des ouvrages dits "  risque normal" ou "  risque spécial", des classes d'importance des ouvrages et du zonage sismique de la France. Aucune mention n'est faite à un code de dimensionnement. Ils sont basés sur le zonage de 1986. Néanmoins le texte du décret de 1991 ayant été repris dans le code de l'environnement, nous considérons que l'arrêté de 1995 est toujours valable. Celui-ci renvoie aux règles AFPS92 pour la protection parasismique des ponts pour le dimensionnement des structures.

Les règles AFPS92 proposent des vérifications à mener vis-à-vis du risque sismique et renvoient notamment aux Fascicule 62 titre I ("Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé suivant la méthode des  tats limites" BAEL 91 et "Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton précontraint suivant la méthode des  tats limites" BPEL 91) et V ("Règles techniques de conception et de calcul des fondations des ouvrages de génie civil"). Le BAEL et le BPEL sont remplacés par l'Eurocode 2 "Calcul des structures en béton", et le Fascicule 62 titre V par l'Eurocode 7 "Calcul géotechnique".

Afin de respecter les textes en vigueur, il conviendrait donc de faire le dimensionnement conformément au zonage de 1986, en employant les règles AFPS92, celles-ci ayant en références les Eurocodes 2 et 7 (complété par la note d'information du Sétra n o 30 sur l'application de l'Eurocode 7, téléchargeable sur le site de la Documentation des techniques routières françaises (DTRF) : <http://dtrf.setra.equipement.gouv.fr/notice.html?id=Dtrf-0004320>).

### 3.2 - Législation à venir

L'Eurocode 8 étant spécifique aux problèmes sismiques et plus complet que les anciennes règles de conception par la prise en compte des dernières technologies et avanc es scientifiques, il semble pertinent de l'utiliser pour le dimensionnement des ouvrages aux séismes.

Son emploi conduit donc à utiliser le nouveau zonage sismique de la France de 2005 et les projets de décret et d'arrêté, qui fixent les paramètres nécessaires à l'emploi de l'Eurocode 8.



## 4 - Annexes

### 4.1 - Annexe 1 - Textes réglementaires

- Décret n° 91-461 du 14 mai 1991 relatif à la prévention du risque sismique
- Arrêté du 15 septembre 1995 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux ponts de la catégorie dite "à risque normal" telle que définie par le décret n°91-461 du 14 mai 1991 relatif à la prévention du risque sismique
- Décret n° 2007-1467 du 12 octobre 2007 relatif au livre V de la partie réglementaire du Code de l'environnement et modifiant certaines autres dispositions de ce Code
- Extrait du Code de l'environnement (Version consolidée au 13 février 2010)
  - Partie réglementaire, Livre Ier "Dispositions communes", Titre II "Information et participation des citoyens", Chapitre V "Autres modes d'information", Section 2 "Droits à l'information sur les risques majeurs", Sous-section 1 "Dispositions générales"
  - Partie réglementaire, Livre V "Prévention des pollutions, des risques et des nuisances", Titre VI "Prévention des risques naturels", Chapitre III "Autres mesures de prévention", Section 1 "Prévention du risque sismique".

*Les Fac-similés de ces textes, issus du site [Legifrance](http://www.legifrance.gouv.fr), sont encapsulés en pièces jointes à cette note d'information.*

### 4.2 - Annexe 2 - Les projets de décret et d'arrêté

Ces deux projets sont donc des versions provisoires, susceptibles d'évoluer après la publication de la présente note. Les versions communiquées sont celles de décembre 2009.

#### **DECRET n°            du** **relatif à la prévention du risque sismique**

#### **Le Premier ministre,**

Sur le rapport du ministre d'État, ministre de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer,

Vu le code de l'environnement, notamment ses articles L. 563-1, R. 125-10, R. 125-23 et R. 563-1 à R.563-8 ;

Vu le code de la construction et de l'habitation, notamment son article R. 111-38 ;

Vu l'avis de la commission consultative d'évaluation des normes en date du 5 février 2009 ;

Le Conseil d'Etat (section des travaux publics) entendu,

#### **Décrète :**

#### **Article 1er**

La partie réglementaire du code de l'environnement est modifiée comme suit :

I.- A l'article R. 563-2, le mot : « catégories » est remplacé par le mot : « classes ».

II.- L'article R. 563-3 est remplacé par les dispositions suivantes :

« Art. R. 563-3. - I.- La classe dite « à risque normal » comprend les bâtiments, équipements et installations pour lesquels les conséquences d'un séisme demeurent circonscrites à leurs occupants et à leur voisinage immédiat.

« II.- Ces bâtiments, équipements et installations sont répartis entre les catégories d'importance suivantes :

« 1° Catégorie d'importance I : ceux dont la défaillance ne présente qu'un risque minime pour les personnes ou l'activité économique ;

« 2° Catégorie d'importance II : ceux dont la défaillance présente un risque moyen pour les personnes ;

« 3° Catégorie d'importance III : ceux dont la défaillance présente un risque élevé pour les personnes et ceux présentant le même risque en raison de leur importance socio-économique.

« 4° Catégorie d'importance IV : ceux dont le fonctionnement est primordial pour la sécurité civile, pour la défense ou pour le maintien de l'ordre public. ».

III.- L'article R. 563-4 est remplacé par les dispositions suivantes :

« Art. R. 563-4. - I.- Pour l'application des mesures de prévention du risque sismique aux bâtiments, équipements et installations de la classe dite « à risque normal », le territoire national est divisé en cinq zones de sismicité croissante :

« 1° Zone de sismicité 1 (très faible) ;

« 2° Zone de sismicité 2 (faible) ;

« 3° Zone de sismicité 3 (modérée) ;

« 4° Zone de sismicité 4 (moyenne) ;

« 5° Zone de sismicité 5 (forte).

« II.- La répartition des communes entre ces zones est effectuée par décret. ».

IV.- L'annexe de l'article R. 563-4 est abrogée le premier jour du septième mois suivant la publication du présent décret.

V.- Le I de l'article R.563-5 est remplacé par les dispositions suivantes :

« I.- Des mesures préventives, notamment des règles de construction, d'aménagement et d'exploitation parasismiques, sont appliquées aux bâtiments, aux équipements et aux installations de la classe dite « à risque normal » situés dans les zones de sismicité 2, 3, 4 et 5, respectivement définies aux articles R. 563-3 et R. 563-4. Des mesures préventives spécifiques doivent en outre être appliquées aux bâtiments, équipements et installations de catégorie IV pour garantir la continuité de leur fonctionnement en cas de séisme. ».

VI.- A l'article R.563-6, le mot : « catégorie » est remplacé par le mot : « classe ».

VII.- A l'article R.563-7, le mot : « catégorie » est remplacé par le mot : « classe ».

## Article 2

Les articles R. 125-10 et R.125-23 du code de l'environnement sont ainsi modifiés :

I. - Au 2° du I de l'article R. 125-10 du code de l'environnement, les mots : « zones de sismicité Ia, Ib, II et III » sont remplacés par les mots : « zones de sismicité 2, 3, 4 ou 5 ».

II. - Au 4° de l'article R. 125-23 du code de l'environnement, les mots : « zones de sismicité Ia, Ib, II ou III » sont remplacés par les mots : « zones de sismicité 2, 3, 4 ou 5 ».

## Article 3

L'article R. 111-38 du code de la construction et de l'habitation est ainsi modifié :

I.- Au 4° de l'article R. 111-38 du code de la construction et de l'habitation, les mots : « zones de sismicité II et III délimitées par l'annexe au décret n° 91-461 du 14 mai 1991 » sont remplacés par les mots : « zones de sismicité 4 ou 5 délimitées conformément à l'article R. 563-4 du code de l'environnement ».

II.- Au 5° de l'article R. 111-38 du code de la construction et de l'habitation, les mots : « zones de sismicité Ia, Ib, II et III, délimitées par l'annexe au décret n° 91-461 du 14 mai 1991 » sont remplacés par les mots : « zones de sismicité 2, 3, 4 ou 5, délimitées conformément à l'article R. 563-4 du code de l'environnement » et les mots : « aux classes C et D » sont remplacés par les mots : « aux catégories d'importance III et IV ».

## Article 4

Les dispositions du code de l'environnement et du code de la construction et de l'habitation dans leur rédaction issues des articles 1 à 3 entreront en vigueur le premier jour du septième mois suivant la publication du présent décret.

## Article 5

Le ministre d'État, ministre de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, le ministre de l'intérieur, de l'outre-mer et des collectivités territoriales, la secrétaire d'État chargée de l'écologie et le secrétaire d'État chargé du logement et de l'urbanisme sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait à Paris, le [ ]

## Projet d'Arrêté n° [ ] du [ ]

### **modifiant l'arrêté du 15 septembre 1995 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux ponts de la catégorie dite « à risque normal » telle que définie par le décret no 91-461 du 14 mai 1991 relatif à la prévention du risque sismique**

Le ministre d'Etat, ministre de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, le ministre de l'intérieur, de l'Outre-mer et des collectivités territoriales ;

Vu la directive 98/34/CE du Parlement européen et du Conseil du 22 juin 1998, prévoyant une procédure d'information dans le domaine des normes et réglementations techniques et des règles relatives aux services de la société de l'information, et notamment la notification n° .....

Vu le décret n° 91-461 du 14 mai 1991 modifié relatif à la prévention du risque sismique codifié aux articles R.563-1 à R.563-8 du code de l'environnement ;

Vu le décret n° du relatif à la prévention du risque sismique modifiant le code de l'environnement et le code de la construction et de l'habitation ;

Vu l'arrêté du 15 septembre 1995 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux ponts de la catégorie dite « à risque normal » telle que définie par le décret n° 91-461 du 14 mai 1991 relatif à la prévention du risque sismique ;

### **Arrêtent :**

#### **Article 1**

I. Dans l'intitulé de l'arrêté du 15 septembre 1995 susvisé le mot « catégorie » est remplacé par le mot « classe ».

II. L'article 1 de l'arrêté du 15 septembre 1995 susvisé est ainsi modifié : au premier alinéa les mots « en vue de l'application des articles 3 et 5 du décret du 14 mai 1991 susvisé » sont remplacés par les mots « en vue de l'application des articles R.563-3 et R.563-4 du code de l'environnement ».

#### **Article 2**

L'article 2 de l'arrêté du 15 septembre 1995 susvisé est ainsi rédigé :

« Pour l'application du présent arrêté, les ponts de la classe dite « à risque normal » sont classés comme suit :

En catégorie d'importance I : les ponts qui n'appartiennent pas au domaine public mais qui desservent un établissement recevant du public, ainsi que les ponts qui appartiennent au domaine public et ne sont rangés ni en catégorie d'importance II ni en catégorie d'importance III.

En catégorie d'importance II :

- les ponts qui appartiennent au domaine public et qui portent, franchissent ou longent au moins une des voies terrestres ci-après :
- autoroutes mentionnées à l'article L. 122-1 du code de la voirie routière ;
- routes express mentionnées à l'article L. 151-1 du code de la voirie routière ;
- voies à grande circulation définies à l'article R 1 du code de la route ;
- liaisons ferroviaires à grande vitesse mentionnées au décret du 1er avril 1992 susvisé ;
- les pont-canaux qui n'appartiendraient pas à la classe à risque spécial ;
- les ponts situés dans les emprises des ports maritimes et fluviaux, à l'exclusion des ports de plaisance ;
- les ponts des pistes d'aérodrome et les ponts de voies de circulation d'aéronefs situés aux abords des pistes d'aérodrome qui ne sont pas rangés en catégorie d'importance III.

En catégorie d'importance III :

- les ponts de piste d'avion appartenant à des aérodromes des catégories A, B et C2 suivant les I.T.A.C. (instructions techniques pour les aérodromes civils édictées par la direction générale de l'aviation civile), dénommées respectivement 4 C, 4 D et 4 E suivant le code O.A.C.I. (organisation de l'aviation civile internationale) ;

- les ponts dont l'utilisation est primordiale pour les besoins de la sécurité civile, de la défense nationale ainsi que pour le maintien de l'ordre public. Le classement en catégorie d'importance III est prononcé par le préfet chaque fois que l'ouvrage constitue un point essentiel pour l'organisation des secours.

Tout pont nouveau définitif de catégorie d'importance I ou II dont l'endommagement pourrait provoquer des dommages à un bâtiment, un équipement ou une installation de catégorie d'importance IV reçoit le classement de pont de catégorie d'importance III.»

### Article 3

L'article 3 de l'arrêté du 15 septembre 1995 susvisé est ainsi modifié :

I – Les mots « classes B, C ou D » sont remplacés respectivement par les mots « catégories d'importance I, II ou III ».

II – Les mots « zones de sismicité Ia, Ib, II et III définies par l'article 4 du décret du 4 mai 1991 susvisé » sont remplacés par les mots « zones de sismicité 2, 3, 4 ou 5 définies par l'article R.563-4 du code de l'environnement ».

### Article 4

L'article 4 de l'arrêté du 15 septembre 1995 susvisé est remplacé par les dispositions suivantes :

« Art. 4.

I. - Les règles de construction à appliquer aux ponts nouveaux définitifs, mentionnées à l'article 3 du présent arrêté, sont celles de la norme NF EN 1998-2, dites "règles Eurocode 8" accompagnée du document nommé « annexe nationale » s'y rapportant.

Ces règles doivent être appliquées au moyen d'un coefficient d'importance  $\gamma_I$  (au sens de la norme NF EN 1998-2) attribué à chacune des catégories d'importance de pont. Les valeurs des coefficients d'importance  $\gamma_I$  sont données par le tableau suivant :

Catégories d'importance de pont	Coefficient d'importance $\gamma_I$
I	1
II	1,2
III	1,4

II. – La période de retour de référence  $T_{NCR}$  de l'action sismique pour l'exigence de non effondrement du pont (au sens de la norme NF EN 1998-2) est de 475 ans.

III. – Le mouvement dû au séisme à partir duquel les règles de construction doivent être appliquées, est représenté par un spectre de réponse élastique en accélération, dénommé par la suite « spectre de réponse élastique ».

Le spectre de réponse élastique est caractérisé par les paramètres suivant :

a) l'accélération maximale de référence au niveau d'un sol de type rocheux (classe A au sens de la norme NF EN 1998-1), dénommée  $a_{gr}$ , résultant de la situation du pont par rapport à la zone sismique d'implantation, telle que définie par l'article R.563-4 du code de l'environnement et son annexe.

Les valeurs des accélérations  $a_{gr}$ , exprimées en mètres par seconde au carré, sont données par le tableau suivant :

Zones de sismicité	$a_{gr}$
2 (Faible)	0,7
3 (Modérée)	1,1
4 (Moyenne)	1,6
5 (Forte)	3

b) l'accélération horizontale de calcul au niveau d'un sol de type rocheux (classe A au sens de la norme NF EN 1998-1),  $a_g$ , est égale à  $a_{gr}$  multipliée par le coefficient d'importance  $\gamma_I$  défini à l'article 2 du présent arrêté soit  $a_g = \gamma_I \cdot a_{gr}$

c) les paramètres des spectres de réponse élastiques verticaux à employer pour l'utilisation de la norme NF EN 1998-1 :

Zone de sismicité	avg / ag	T <sub>B</sub>	T <sub>C</sub>	T <sub>D</sub>
1 (très faible) à 4 (moyenne)	0,8	0,03	0,20	2,5
5 (forte)	0,9	0,15	0,40	2

d) de la nature du sol par l'intermédiaire du paramètre de sol, S. Les valeurs du paramètre de sol, S, résultant de la classe de sol (au sens de la norme NF EN 1998-1) sous le pont sont données par le tableau suivant :

Classes de sol	S (pour les zones de sismicité 1 à 4)	S (pour la zone de sismicité 5)
A	1	1
B	1,35	1,2
C	1,5	1,15
D	1,6	1,35
E	1,8	1,4

Les modalités d'utilisation du paramètre de sol, S, sont définies dans la norme NF EN 1998-1.

e) T<sub>B</sub> et T<sub>C</sub>, qui sont respectivement la limite inférieure et supérieure des périodes correspondant au palier d'accélération spectrale constante et T<sub>D</sub> qui est la valeur définissant le début de la branche à déplacement spectral constant ;

Les valeurs de T<sub>B</sub>, T<sub>C</sub> et T<sub>D</sub>, à prendre en compte pour l'évaluation des composantes horizontales et verticales du mouvement sismique, exprimées en secondes sont données par le tableau suivant :

Classes de sol	Pour les zones de sismicité 1 à 4			Pour la zone de sismicité 5		
	T <sub>B</sub>	T <sub>C</sub>	T <sub>D</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>C</sub>	T <sub>D</sub>
A	0,03	0,2	2,5	0,15	0,4	2
B	0,05	0,25	2,5	0,15	0,5	2
C	0,06	0,4	2	0,2	0,6	2
D	0,1	0,6	1,5	0,2	0,8	2
E	0,08	0,45	1,25	0,15	0,5	2

## Article 5

Les dispositions du présent arrêté sont applicables à compter de la date d'application indiquée à l'article 4 du décret X relatif à la prévention du risque sismique modifiant le code de l'environnement et le code de la construction et de l'habitation.

## Article 6

Le directeur général de la prévention des risques, le directeur général des infrastructures, des transports et de la mer, le directeur général de l'aviation civile, le directeur général de l'aménagement, du logement et de la nature, le directeur de la sécurité civile, le directeur général des collectivités locales, le délégué général à l'outre-mer, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au Journal officiel de la République française.

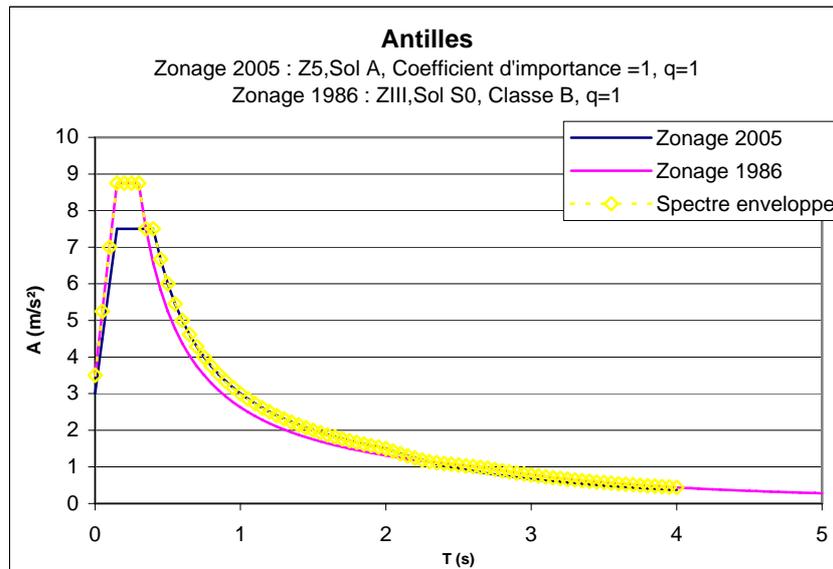
Fait à Paris, le [ ]

### 4.3 - Annexe 3 - Exemples de définitions de « spectres enveloppes »

Dans cette annexe, nous présentons quelques exemples de spectres enveloppes :

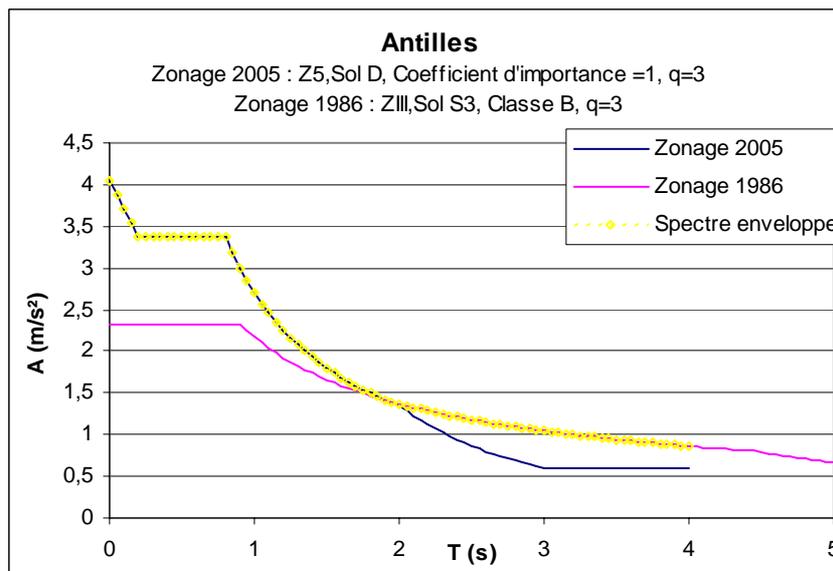
#### Antilles, $q=1$ (passage de la zone III à la zone Z5, classe de sol A)

Nous observons que le niveau d'accélération au rocher a baissé avec le zonage de 2005 dans les zones qui étaient déjà sismiques avec le zonage de 1986. Le spectre enveloppe est donc le maximum des deux spectres, les spectres étant proches au-delà du plateau.



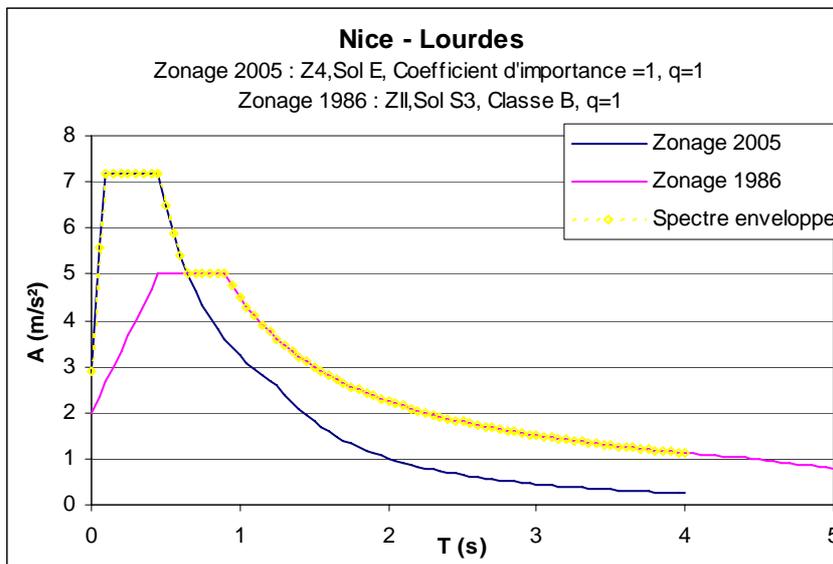
#### Antilles, $q=3$ (passage de la zone III à la zone Z5, classe de sol D)

Nous observons que le spectre relatif au zonage de 2005 est plus défavorable aux basses périodes, mais cela s'inverse aux hautes périodes. Cela est dû au coefficient de sol. Le spectre enveloppe est donc le maximum des deux spectres.

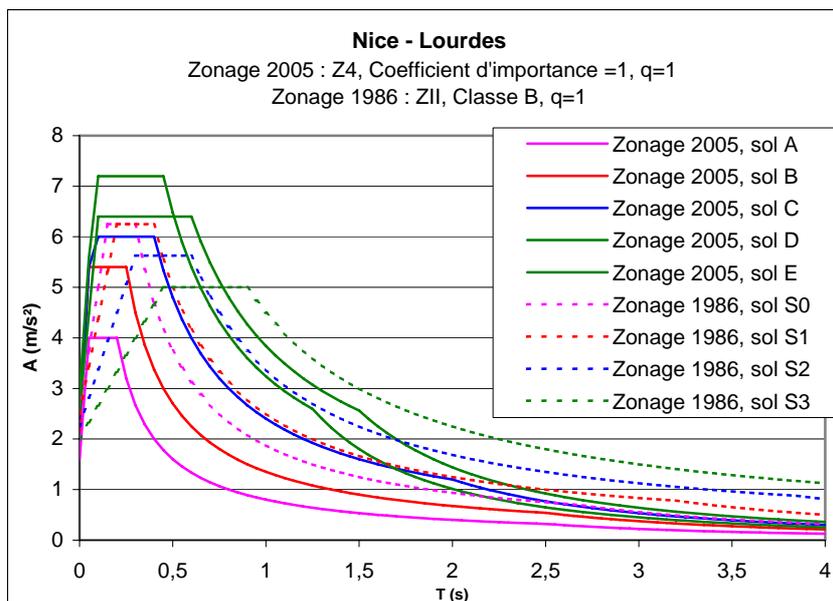


**Nice ou Lourdes, q=1 (passage de la zone II à la zone Z4, classe de sol E)**

Nous observons que le spectre relatif au zonage de 2005 est plus défavorable aux basses périodes, mais cela s'inverse aux hautes périodes. Cela est dû au coefficient de sol. Le spectre enveloppe est donc le maximum des deux spectres.

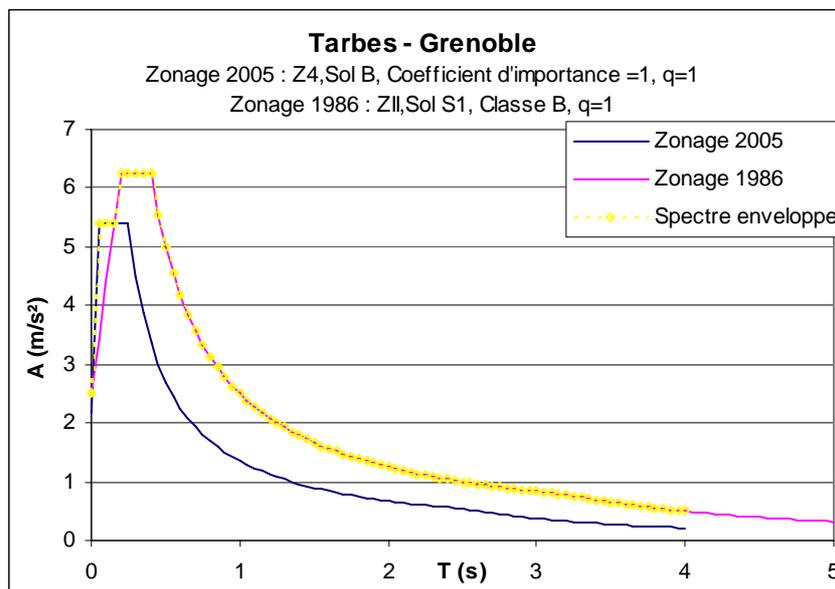


La figure ci-dessous montre bien l'influence des coefficients de sol, qui pondèrent fortement le spectre relatif au nouveau zonage pour les basses fréquences dans le cas d'un sol de mauvaise qualité. Dans ce cas, le spectre enveloppe est le maximum des deux spectres.

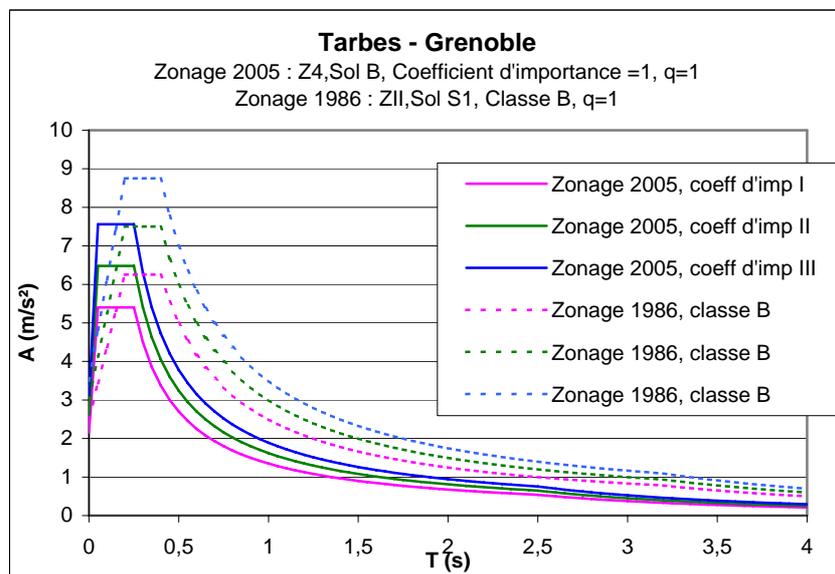


### Tarbes ou Grenoble, q=1 (passage de la zone Ib à la zone Z4, classe de sol B)

Nous observons que le niveau d'accélération au rocher a baissé avec le zonage de 2005 dans les zones qui étaient déjà sismiques avec le zonage de 1986. Le spectre enveloppe est donc le maximum des deux spectres, le spectre PS92 dominant rapidement.



La figure ci-dessous nous montre que l'influence du coefficient d'importance n'a pas évolué entre les deux réglementations.



### Zones nouvellement sismique

Enfin, pour toutes les zones qui étaient jusqu'à présent non sismiques et qui le deviennent, le spectre enveloppe coïncide avec le spectre relatif au nouveau zonage.

## 4.4 - Annexe 4 – Dispositions constructives

Noir : EC8-2 Bleu : anciennes bonnes pratiques PS92 conseillées			Armatures longitudinales				Armatures transversales			
Partie d'ouvrage	Comportement visé	Zone concernée	Section totale	Diamètre Classe de ductilité	Espacement	Recouvrement	Section totale	Diamètre Classe de ductilité	Espacement	Dispositions constructives
Piles	Ductile	Zones rotules plastiques potentielles (ZRPP) si $\eta_k \leq 0.3$ $L_{h1} = \max(\text{épaisseur section}, \text{distance } M_{\max} - 0.8M_{\max})$ si $\eta_k \geq 0.3$ $L_{h2} = 1.5L_{h1}$	$M_{Rd} > M_{Ed}$ $0,5\% A_c, \text{ couronne} \leq A_s \leq 3\% A_c$	$\Phi \geq 10\text{mm}$ Classe C	$\leq 200\text{mm}$ (csquence du critère sur $s_T$ )	Aucun	$V_{Rd} > \gamma_0 \gamma_{Rd} V_{Ed}$ avec $V_{Ed}$ résultant du dimensionnement en capacité  <u>Flambement :</u> $A_T \geq \frac{\sum A_{L_i} f_{ys}}{1,6 f_{yt}} \times s_T$  <u>Confinement :</u> - Cadres rectangulaires : $\omega_{sdr} \geq \max\left(\frac{A_c}{A_c} - 0,37\eta_k + 0,13 \frac{f_{sd}}{f_{sd}} (\rho_l - 0,01); \frac{2}{3} 0,18\right)$ - Cadres circulaires (cerces) $\omega_{sdr} \geq \max\left(1,4 \left[\frac{A_c}{A_c} - 0,37\eta_k + 0,13 \frac{f_{sd}}{f_{sd}} (\rho_l - 0,01)\right]; 0,18\right)$	$\Phi \geq 10\text{mm}$ Classe C	$s_L \leq \delta d_{bl}$ $5 \leq \delta = 2,5(f_{tk}/f_{yk}) + 2,25 \leq 6$ $s_T \leq 200\text{mm}$	Retour 10 $\Phi$ Crochet 135° Ancrage sur 2 armatures principales Recouvrement alterné des armatures transversales 1 <sup>er</sup> cours d'armatures transversales disposé à 50mm maxi du parement
		Zones adjacentes $L_{h1}$ ou $L_{h2}$	$M_{Rd} > \gamma_0 M_{Ed}$ avec $M_{Ed}$ résultant du dimensionnement en capacité $0,5\% A_c, \text{ couronne} \leq A_s \leq 3\% A_c$ (6% si recouvrement)	$\Phi \geq 10\text{mm}$ Classe B	$\leq 250\text{mm}$	Majoration de 30% Alternés	$V_{Rd} > \gamma_0 \gamma_{Rd} V_{Ed}$ avec $V_{Ed}$ résultant du dimensionnement en capacité 50% confinement ZRPP 50% flambement ZRPP	$\Phi \geq 10\text{mm}$ Classe B	Réduction progressivement des quantités avec espacement maximum de $2s_L$ (ZRPP)	Identiques ZRPP
		Zones courantes	$M_{Rd} > \gamma_0 M_{Ed}$ avec $M_{Ed}$ résultant du dimensionnement en capacité $0,5\% A_c, \text{ couronne} \leq A_s \leq 3\% A_c$ (6% si recouvrement)	$\Phi \geq 10\text{mm}$ Classe B	$\leq 250\text{mm}$	Cf. EC2	$V_{Rd} > \gamma_0 \gamma_{Rd} V_{Ed}$ avec $V_{Ed}$ résultant du dimensionnement en capacité	$\Phi \geq 10\text{mm}$ Classe B	$s_L < \min(12d_{bl}, b, 200\text{mm})$	Cf. EC2
	Ductilité limitée	Zones critiques telles que $M_{Rd} < 1,3 M_{Ed}$	$M_{Rd} > M_{Ed}$ $0,5\% A_c, \text{ couronne} \leq A_s \leq 3\% A_c$ (6% si recouvrement)	$\Phi \geq 10\text{mm}$ Classe B	$\leq 200\text{mm}$ (csquence du critère sur $s_T$ )	Majoration de 30% Alternés	$V_{Rd} > q \gamma_{Rd} V_{Ed}$  <u>Flambement :</u> $A_T \geq \frac{\sum A_{L_i} f_{ys}}{1,6 f_{yt}} \times s_T$  <u>Confinement :</u> - Cadres rectangulaires : $\omega_{sdr} \geq \max\left(\frac{A_c}{A_c} - 0,28\eta_k + 0,13 \frac{f_{sd}}{f_{sd}} (\rho_l - 0,01); \frac{2}{3} 0,12\right)$ - Cadres circulaires (cerces) $\omega_{sdr} \geq \max\left(1,4 \left[\frac{A_c}{A_c} - 0,28\eta_k + 0,13 \frac{f_{sd}}{f_{sd}} (\rho_l - 0,01)\right]; 0,12\right)$	$\Phi \geq 10\text{mm}$ Classe B	$s_L \leq \delta d_{bl}$ $5 \leq \delta = 2,5(f_{tk}/f_{yk}) + 2,25 \leq 6$ $s_T \leq 200\text{mm}$  $s_L < \min(12d_{bl}, b, 200\text{mm})$	Cf. EC2 + conditions spécifiques flambement et confinement
		Zones courantes	$M_{Rd} > 1,3 M_{Ed}$ $0,5\% A_c, \text{ couronne} \leq A_s \leq 3\% A_c$ (6% si recouvrement)	$\Phi \geq 10\text{mm}$ Classe B	$\leq 250\text{mm}$	Cf. EC2	$V_{Rd} > q \gamma_{Rd} V_{Ed}$	$\Phi \geq 10\text{mm}$ Classe B	$s_L < \min(12d_{bl}, b, 200\text{mm})$	Cf. EC2
	Tablier	Elastique	Aucune disposition constructive Confiner et ferrailer les zones d'action d'efforts locaux (butées parasismiques, ancrages des amortisseurs...) à partir des efforts majorés selon le principe du dimensionnement en capacité + mêmes critères que pour les fondations superficielles dans le cas de piles encastées dans le tablier							

<sup>1</sup>  $A_c, \text{ couronne}$  : aire de l'anneau périphérique "utile" dans le cas des sections massives, dont l'épaisseur doit correspondre au minimum à D/8 où est le diamètre dans le cas des sections circulaires et le plus grand coté dans le cas des sections rectangulaires

		Armatures longitudinales				Armatures transversales				
		Section totale	Diamètre Classe de ductilité	Espacement	Recouvrement	Section totale	Diamètre Classe de ductilité	Espacement	Dispositions constructives	
Fondations profondes Pieux - Barrettes	Elastique (sauf cas exceptionnel)	Zones de rotules plastiques potentielles (cas d'une conception ductile des piles) sous encastrement dans semelle $L_h = 3\Phi_{\text{pieu}}$ (ou $3B_{\text{min,barrette}}$ ) de part et d'autre de moment maxi ou interface de sols différents $L_h = 2\Phi_{\text{pieu}}$ (ou $2B_{\text{min,barrette}}$ )		Identiques ZRPP piles $M_{Rd} > \gamma_0 M_{Ed}$ et $V_{Rd} > \gamma_0 \gamma_{Rd} V_{Ed}$ avec $M_{Ed}$ et $V_{Ed}$ résultant du dimensionnement en capacité						
		Zones adjacentes $L_h$ (cas d'une conception ductile des piles)		Identiques zones adjacentes piles $M_{Rd} > \gamma_0 M_{Ed}$ et $V_{Rd} > \gamma_0 \gamma_{Rd} V_{Ed}$ avec $M_{Ed}$ et $V_{Ed}$ résultant du dimensionnement en capacité <b>Réduction progressivement des quantités avec espacement maximum de <math>2s_L</math> (ZRPP)</b>						
		Zones critiques (cas d'une conception en ductilité limitée des piles)	Sections telles que : $M_{Rd} < 1,3 M_{Ed}$	Identiques zones critiques piles $M_{Rd} > q \cdot M_{Ed}$						
			Sections telles que : $M_{Rd} < 1,3 M_{Ed}$ ou : -encastrement dans semelle -moment maxi -interface sols différents	Identiques ZRPP piles + dispositions relatives aux zones adjacentes $M_{Rd} > q \cdot M_{Ed}$ et $V_{Rd} > q \cdot \gamma_{Rd} V_{Ed}$						
Zones courantes		si conception ductile des piles $M_{Rd} > \gamma_0 M_{Ed}$ avec $M_{Ed}$ résultant du dimensionnement en capacité	$\Phi \geq 12\text{mm}$			$V_{Rd} > \gamma_0 \gamma_{Rd} V_{Ed}$ avec $V_{Ed}$ résultant du dimensionnement en capacité	$\Phi \geq 10\text{mm}$ Classe B	$s_L < 12d_{bl}$	Cf. EC2	
		si conception en ductilité limitée des piles $M_{Rd} > \max(qM_{Ed}; 1,3 M_{Ed})$	Classe B			$V_{Rd} > q \cdot \gamma_{Rd} V_{Ed}$ si conception en ductilité limitée				
		$A_s \leq 3\% A_c$								
Fondations superficielles Semelle de fondations profondes Chevêtres	Elastique	Zones courantes		Aucune disposition constructive particulière autre que EC2. <ul style="list-style-type: none"> <li>si conception ductile des piles : <math>M_{Rd} &gt; \gamma_0 M_{Ed}</math> et <math>V_{Rd} &gt; \gamma_0 \gamma_{Rd} V_{Ed}</math> avec <math>M_{Ed}</math> et <math>V_{Ed}</math> résultant du dimensionnement en capacité</li> <li>si conception en ductilité limitée des piles : <math>M_{Rd} &gt; qM_{Ed}</math> et <math>V_{Rd} &gt; q \cdot \gamma_{Rd} V_{Ed}</math></li> </ul> $A_s \leq 3\% A_c$ Espacement transversal : $s_L < 400\text{mm}$						
		Zones adjacentes au ZRPP (sur une distance égale à la moitié de la hauteur de la semelle autour des nœuds d'encastrement pieux/piles) (sur une distance égale à la moitié de la hauteur		si conception ductile des piles $M_{Rd} > \gamma_0 M_{Ed}$ avec $M_{Ed}$ résultant du dimensionnement en capacité	$\Phi \geq 10\text{mm}$ Classe B		Effort tranchant zone nodale : $V_{Rd} > \gamma_0 \gamma_{Rd} V_{Ed}$ avec $M_{Ed}$ résultant du dimensionnement en capacité		$s_L < 400\text{mm}$	Etriers verticaux entourant les armatures longitudinales face opposée et contiguë au fût de piles et aux pieux Tenue des armatures longitudinales (faces opposées et contiguës) au fût de piles et aux pieux au moins un lit sur deux en alternance par armatures transversales (cf figure 5.4 de l'EC8-2) Prolongation des aciers transversaux du fût de pile et des pieux (ou barrettes) dans le nœud avec une densité égale à 50% de ce qui est requis dans les ZRPP ou zones critiques jouxtant la semelle (pieds de fûts de piles et tête des pieux) Armatures verticales du fût de pile et des pieux (ou barrettes) ancrées au plus profond dans le nœud et retour à 90°
				si conception en ductilité limitée des piles $M_{Rd} > qM_{Ed}$		Majoration de 30% Alternés	$V_{Rd} > q \cdot \gamma_{Rd} V_{Ed}$	$\Phi \geq 10\text{mm}$ Classe B		Identiques aux zones adjacentes des piles et fondations
		$A_s \leq 3\% A_c$			50% confinement ZRPP 50% flambement ZRPP					

## 5 - Bibliographie

NF EN 1998-1 (2005-09-01) Eurocode 8 : calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 1 : règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments

NF EN 1998-2 (2006-12-01) Eurocode 8 : calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 2 : ponts

NF EN 1998-2/NA (2007-10-01) Eurocode 8 : calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 2 : ponts - Annexe nationale à la NF EN 1998-2:2006 – Ponts

NF EN 1992-1-1 (2005-10-01) Eurocode 2 : calcul des structures en béton - Partie 1-1 : règles générales et règles pour les bâtiments

NF EN 1992-2 (2006-05-01) Eurocode 2 : calcul des structures en béton - Partie 2 : ponts en béton - Calcul des dispositions constructives

NF EN 1992-1-1/NA (2007-03-01) Eurocode 2 : calcul des structures en béton - Partie 1-1 : règles générales et règles pour les bâtiments - Annexe Nationale à la NF EN 1992-1-1:2005 - Règles générales et règles pour les bâtiments

NF EN 1992-2/NA (2007-04-01) Eurocode 2 : calcul des structures en béton - Partie 2 : ponts en béton - Calcul et dispositions constructives - Annexe nationale à la NF EN 1992-2:2006 - Ponts en béton - Calcul et dispositions constructives

NF EN 1997-1 (2005-06-01) Eurocode 7 : calcul géotechnique - Partie 1 : règles générales

NF EN 1997-2 (2007-09-01) Eurocode 7 : calcul géotechnique - Partie 2 : reconnaissance des terrains et essais

NF EN 1997-1/NA (2006-09-01) Eurocode 7 : calcul géotechnique - Partie 1 : règles générales - Annexe Nationale à la NF EN 1997-1:2005

Guide AFPS 92 pour la protection parasismique des ponts

---

## Rédacteurs

Aurélie Vivier – Sétra  
téléphone : 01 46 11 36 21  
mél : [aurelie.vivier@equipement.gouv.fr](mailto:aurelie.vivier@equipement.gouv.fr)

Denis Davi – CETE Méditerranée  
téléphone : 04 42 24 76 81  
mél : [denis.davi@developpement-durable.gouv.fr](mailto:denis.davi@developpement-durable.gouv.fr)

## Renseignements techniques

Denis Davi – CETE Méditerranée  
téléphone : 04 42 24 76 81  
mél : [denis.davi@developpement-durable.gouv.fr](mailto:denis.davi@developpement-durable.gouv.fr)

Jean-Paul Deveaud – Sétra  
téléphone : 01 46 11 31 97  
mél : [jean-paul.deveaud@developpement-durable.gouv.fr](mailto:jean-paul.deveaud@developpement-durable.gouv.fr)

### AVERTISSEMENT

La collection des notes d'information du Sétra est destinée à fournir une information rapide. La contre-partie de cette rapidité est le risque d'erreur et la non exhaustivité. Ce document ne peut engager la responsabilité ni de son rédacteur ni de l'administration.

Les sociétés citées le cas échéant dans cette série le sont à titre d'exemple d'application jugé nécessaire à la bonne compréhension du texte et à sa mise en pratique.

### Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements

46, avenue Aristide Briand – BP 100 – 92225 Bagneux Cedex – France  
téléphone : 33 (0)1 46 11 31 31 – télécopie : 33 (0)1 46 11 31 69

Document consultable et téléchargeable sur les sites web du Sétra :

- Internet : <http://www.setra.developpement-durable.gouv.fr/>
- Intranet (Réseau du ministère) : <http://intra.setra.i2>

Ce document ne peut être vendu. La reproduction totale du document est libre de droits.

En cas de reproduction partielle, l'accord préalable du Sétra devra être demandé.

Référence : 1011w – ISSN : 1250-8675

Le Sétra appartient  
au Réseau Scientifique  
et Technique  
du MEEDDM

