

---

# Norme internationale



# 6258

---

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

---

## Centrales nucléaires — Conception antisismique

*Nuclear power plants — Design against seismic hazards*

Première édition — 1985-02-01

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 6258:1985](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/96c60b55-6bc6-494d-af4c-93706b0cce94/iso-6258-1985>

---

CDU 624.042.7 : 621.311.25 : 621.039

Réf. n° : ISO 6258-1985 (F)

**Descripteurs** : centrale nucléaire, zone sismique, conception, spécification, conception antisismique, définition.

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 6258 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 85, *Énergie nucléaire*.

[ISO 6258:1985](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/96c60b55-6bc6-494d-af4c-93706b0cce94/iso-6258-1985)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/96c60b55-6bc6-494d-af4c-93706b0cce94/iso-6258-1985>

## Sommaire

|  | Page |
|--|------|
| <b>0</b> Introduction .....  | 1    |
| <b>1</b> Objet et domaine d'application .....  | 1    |
| <b>2</b> Définitions .....   | 2    |
| <b>2.1</b> Termes relatifs à la géologie et à la séismologie .....   | 2    |
| <b>2.2</b> Termes relatifs aux méthodes d'essai et d'interprétation<br>pour l'évaluation sismique des structures, systèmes et composants ..... | 2    |
| <b>2.3</b> Termes relatifs aux instruments de mesure sismique .....  | 3    |
| <b>3</b> Rassemblement et présentation des données géologiques et sismiques .....  | 4    |
| <b>3.1</b> Documentation et recherche sur les séismes .....  | 4    |
| <b>3.2</b> Documentation et recherche géologiques .....  | 4    |
| <b>4</b> Méthodes de détermination des mouvements de référence du terrain .....  | 5    |
| <b>4.1</b> Analyse déterministe .....  | 6    |
| <b>4.2</b> Analyse probabiliste .....  | 7    |
| <b>4.3</b> Détermination du mouvement du terrain adapté au site .....  | 7    |
| <b>4.4</b> Sismicité induite .....   | 8    |
| <b>4.5</b> Caractéristiques du mouvement du terrain en champ libre .....   | 8    |
| <b>5</b> Classification des équipements et bâtiments .....   | 9    |
| <b>6</b> Méthodes de vérification des structures .....   | 9    |
| <b>6.1</b> Généralités .....   | 9    |
| <b>6.2</b> Ouvrages de génie civil .....   | 11   |
| <b>6.3</b> Composants mécaniques et électriques .....  | 11   |
| <b>6.4</b> Techniques générales de modélisation .....  | 12   |
| <b>6.5</b> Défauts de linéarité .....  | 13   |

|                      |  |           |
|----------------------|--|-----------|
| <b>7</b>             | <b>Amortissement</b>   | <b>13</b> |
| 7.1                  | Matrice d'amortissement  | 14        |
| 7.2                  | Amortissement fondation/structure  | 14        |
| <b>8</b>             | <b>Combinaisons de charges et comportement admissible</b>                  | <b>14</b> |
| <b>9</b>             | <b>Vérification de la conception antisismique des centrales nucléaires</b> | <b>14</b> |
| 9.1                  | Vérification par analyse   | 14        |
| 9.2                  | Vérification par essais  | 15        |
| 9.3                  | Maintenance et contrôle en service   | 16        |
| <b>10</b>            | <b>Effet du mouvement du terrain sur le site</b>                           | <b>16</b> |
| 10.1                 | Réponse sismique des dépôts alluviaux et ouvrages en terre                 | 16        |
| 10.2                 | Fluidification et défaillance du sol                                       | 17        |
| 10.3                 | Stabilité des pentes   | 18        |
| <b>11</b>            | <b>Instrumentation sismique</b>  | <b>18</b> |
| 11.1                 | Généralités  | 19        |
| 11.2                 | Nombre et composition  | 19        |
| 11.3                 | Site à plusieurs tranches  | 19        |
| <b>Annexe</b>        | <b>— Échelles d'intensité sismique</b>                                     | <b>19</b> |
| <b>Bibliographie</b> |  | <b>40</b> |

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 6258:1985

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/96c60b55-6bc6-494d-af4c-93706b0cce94/iso-6258-1985>

93706b0cce94/iso-6258-1985

# Centrales nucléaires – Conception antisismique

## 0 Introduction

Les séismes sont susceptibles de provoquer des dégâts importants aux centrales nucléaires et compromettre ainsi leur sûreté. Il est donc nécessaire pour tout site de centrale nucléaire de déterminer les mouvements appropriés du terrain et de concevoir les centrales de manière qu'elles puissent y résister.

Il faut être conscient que les paramètres des mouvements de référence du sol ne représentent pas par eux-mêmes une protection antisismique globale des centrales; l'ensemble total des hypothèses prises en compte pour l'analyse structurelle y compris le sol est également important. C'est pourquoi un accroissement non réaliste des paramètres des mouvements de référence du sol, ou des hypothèses conservatives non réalistes lors du processus d'analyse structurelle ne représentent pas nécessairement une meilleure protection de la centrale et ne garantissent pas une conception plus conservatrice. Le conservatisme de la protection antisismique d'une centrale nucléaire devrait être obtenu en harmonisant les marges de sécurité à l'intérieur du processus total, depuis la définition des paramètres des mouvements de référence du sol jusqu'à l'évaluation des contraintes permises dans les éléments structurels.

Le niveau et la forme des mouvements du terrain à prendre en compte dépendent de l'emplacement du site et du niveau de risque fixé pour la conception de la centrale. La fixation de ce niveau et du séisme de référence (voir 2.2.18) étant du ressort des autorités réglementaires nationales, le problème n'est pas traité dans la présente Norme internationale.

On a tenu compte, dans l'élaboration de la présente Norme internationale, des normes nationales et codes de bonne pratique existants. Les exigences de la présente Norme internationale sont compatibles avec l'AIEA 50-C-S<sup>[1]</sup> et alignées pour certains sujets<sup>1)</sup> avec l'AIEA 50-SG-S1<sup>[2]</sup> et l'AIEA 50-SG-S2<sup>[3]</sup>. Pour d'autres sujets<sup>2)</sup> cependant, les approches sont différentes de celles suivies dans l'AIEA 50-SG-S1<sup>[2]</sup> et l'AIEA 50-SG-S2<sup>[3]</sup>.

1) Par exemple, l'approche sismotectonique.

2) Par exemple, l'approche probabiliste, l'analyse sismique et l'absence de séisme de référence de niveau inférieur (S1).

## 1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les éléments à prendre en considération dans la conception antisismique d'une centrale nucléaire.

Elle spécifie les données nécessaires et la manière de les exploiter, de façon à déterminer les mouvements terrestres à prendre comme mouvement de référence du terrain aux fins de la conception.

Elle ne spécifie, par contre, rien sur les niveaux sismiques utilisés à d'autres fins, tels que séisme d'inspection ou séisme d'exploitation, qui n'ont en réalité aucune relation simple avec le séisme de référence (voir 2.2.18) et d'autres mouvements sismiques; aussi, la spécification et l'utilisation de ces autres mouvements doivent-elles être convenues avec les autorités réglementaires nationales.

La présente Norme internationale indique comment apporter la preuve, documents à l'appui, de la conception antisismique convenable des diverses parties d'une centrale (terrain de fondations, bâtiments, systèmes et composants). Elle indique également l'instrumentation à utiliser.

Elle propose deux types d'analyse pour la détermination du séisme de référence: probabiliste et déterministe, l'une et l'autre étant pareillement admises. La présente Norme internationale s'applique, dans le détail de ses exigences, aux sites où le mouvement potentiel maximal prévu du terrain équivaut à une intensité VII ou plus sur l'échelle MSK.

La présente Norme internationale est entièrement applicable aux cas où le séisme de référence est supérieur ou égal à une intensité de VII sur l'échelle MSK. Lorsque le séisme de référence est inférieur à VII sur l'échelle MSK, l'analyse structurelle (voir chapitre 5 *et seq.*) pourrait aussi être accomplie en utilisant des règles simplifiées qui sont en dehors de l'objet de la présente Norme internationale.

## 2 Définitions

### 2.1 Termes relatifs à la géologie et à la sismologie

**2.1.1 magnitude :** Logarithme décimal de l'amplitude maximale du mouvement, en micromètres, enregistrée par un sismographe étalon situé à 100 km de l'épicentre du séisme. L'amplitude donne une mesure approchée de l'énergie émise sous forme d'onde sismique.

NOTE — Plusieurs méthodes permettant de déterminer la magnitude, il est nécessaire de spécifier la manière dont elle a été déterminée.

La magnitude locale définie originellement par Richter ( $M_L$ ) était le logarithme décimal de la déviation maximale, en micromètres, indiquée par un sismographe étalon situé à 100 km de l'épicentre en Californie.

Symbole :  $M$ , complété par un souscrit indiquant la méthode de détermination ( $M_b$  : onde de volume ;  $M_L$  : magnitude locale (Richter) ;  $M_S$  : onde de surface ;  $M_D$  : magnitude sur la durée).

**2.1.2 intensité sismique :** Expression, selon une échelle conventionnelle de l'importance, en un lieu donné, des effets ressentis ou observés d'un séisme.

On peut définir un degré d'intensité maximale correspondant à un séisme donné en évaluant les effets maximaux que l'on peut attribuer à ce séisme et qui sont observés généralement dans la zone épiscopentrale. Cette intensité maximale a pour symbole  $I_0$ .

**2.1.3 (ligne) isoséiste :** Ligne, repérée par une valeur d'intensité sismique, séparant une zone où l'intensité est égale ou supérieure à cette valeur d'une zone où elle est inférieure.

**2.1.4 zone de dégâts :** Région où l'on observe des dégâts, généralement délimitée par l'isoséiste VII (MSK) (voir l'annexe).

**2.1.5 épicentre macroscopique :** Centre de la région où l'intensité sismique maximale est observée.

**2.1.6 amplitude du mouvement sismique :** Expression générale employée pour caractériser le mouvement du terrain en un point donné. Elle peut correspondre à la valeur maximale de l'un des paramètres caractérisant le mouvement sismique : accélération, vitesse, déplacement.

**2.1.7 source sismique :** Région à l'intérieur de la terre où se produit le dégagement d'énergie du séisme.

**2.1.8 foyer ; hypocentre :**

**2.1.8.1 foyer instrumental :** Point que l'on peut déterminer à partir de la connaissance des heures d'arrivée des ondes sismiques en différents lieux et qui correspond au premier point de rupture des roches.

**2.1.8.2 foyer énergétique :** Centre de gravité du volume à l'intérieur duquel se dégage l'énergie du séisme. Pour certaines applications, ce volume est assimilé à une sphère.

**2.1.9 épicentre instrumental :** Point situé à la surface de la terre directement au-dessus du foyer instrumental.

**2.1.10 faille inactive :** Faille ne présentant aucune évidence de mouvement géologique récent ou d'activité sismique significative.

**2.1.11 faille sismiquement active :** Faille présentant une activité sismique propre significative ou un potentiel d'activité sismique propre significatif, que l'on puisse ou non démontrer l'existence de mouvements géologiques récents associés à elle.

**2.1.12 faille capable (d'activité sismique) :** Faille qui présente un potentiel significatif de déplacement relatif à la surface du terrain ou près de cette surface.

**2.1.13 faillage de surface :** Fissures ou déplacements de la surface du terrain provoqués par le mouvement d'une faille en surface ou en-dessous de la surface du terrain.

**2.1.14 mouvement du terrain en champ libre :** Mouvement du terrain provoqué par un séisme, dont les caractéristiques ne sont pas modifiées par la présence de constructions.

**2.1.15 macroséisme :** Séisme d'intensité suffisante pour être ressenti par l'homme.

**2.1.16 microséisme :** Séisme détecté seulement par les instruments.

**2.1.17 agitation microsismique :** Vibration quasi permanente et d'amplitude extrêmement faible du terrain produite par des causes naturelles ou artificielles telles que vent, vagues ou activité industrielle.

**2.1.18 structure sismogène :** Structure géologique susceptible d'engendrer des séismes.

**2.1.19 province sismotectonique :** Région géographique caractérisée par une similitude des structures géologiques et des caractéristiques des séismes.

### 2.2 Termes relatifs aux méthodes d'essai et d'interprétation pour l'évaluation sismique des structures, systèmes et composants

**2.2.1 expression temporelle d'un mouvement :** Représentation dans le temps du mouvement vibratoire de supports exprimé en termes d'accélération, de vitesse ou de déplacement.

**2.2.2 expression temporelle d'un mouvement de terrain :** Représentation dans le temps d'un ou plusieurs mouvements sismiques du terrain en champ libre au niveau des fondations d'un bâtiment ou d'une structure ou à d'autres emplacements définis en champ libre.

**2.2.3 expression temporelle conceptuelle d'un mouvement de terrain:** Représentation dans le temps de mouvements du terrain, dont l'échelle des temps ou l'amplitude ont été convenablement modifiées pour tenir compte de la variabilité et de l'incertitude des caractéristiques de mouvements sismiques.

**2.2.4 expression temporelle d'un mouvement de plancher:** Représentation dans le temps d'un ou plusieurs mouvements sismiques à un niveau donné d'un bâtiment ou d'une structure.

**2.2.5 expression temporelle conceptuelle d'un mouvement de plancher:** Représentation dans le temps du mouvement d'un plancher dont l'échelle des temps ou l'amplitude a été convenablement modifiée pour tenir compte de la variabilité et de l'incertitude des caractéristiques des mouvements sismiques et de celles des constructions et des fondations.

**2.2.6 spectre de réponse:** Représentation de la réponse maximale d'une famille d'oscillateurs simples à amortissement visqueux fixés, en fonction des fréquences propres de ces oscillateurs lorsque leurs supports sont soumis à un mouvement vibratoire.

**2.2.7 spectre de réponse de terrain:** Spectre de réponse déterminé à partir des caractéristiques des mouvements vibratoires du terrain en champ libre au niveau des fondations d'un bâtiment ou d'une structure ou à d'autres emplacements définis en champ libre.

**2.2.8 spectre de réponse conceptuel de terrain:** Spectre de réponse obtenu en modifiant un ou plusieurs spectres de réponse du terrain pour tenir compte de la variabilité et de l'incertitude des caractéristiques des mouvements sismiques.

**2.2.9 spectre de réponse de plancher:** Spectre de réponse obtenu pour un mouvement donné et un séisme donné à un niveau particulier d'une structure.

**2.2.10 spectre de réponse conceptuel de plancher:** Spectre de réponse déterminé à un niveau particulier d'une construction en modifiant un ou plusieurs spectres de réponse de plancher pour tenir compte de la variabilité et de l'incertitude des caractéristiques des mouvements sismiques et de celles des constructions et des fonctions.

**2.2.11 analyse statique:** Analyse basée sur l'utilisation d'une force ou d'un déplacement statique pour représenter l'action du mouvement sismique sur un élément ou un système et ne tenant pas compte explicitement des caractéristiques dynamiques ou de la nature dynamique du mouvement d'entrée.

**2.2.12 analyse dynamique:** Analyse basée sur l'utilisation d'une force ou d'un déplacement statique ou dynamique pour représenter l'action du mouvement sismique sur un élément ou un système et tenant compte explicitement des caractéristiques dynamiques et de la nature dynamique du mouvement d'entrée.

**2.2.13 amortissement:** Diminution progressive de l'amplitude du mouvement de réponse à un séisme résultant de perte d'énergie dans les éléments structuraux par suite de frottements, de pertes par hystérésis dans les matériaux et de l'apparition de non linéarités telles que fissurations, glissements de joints ou autres modifications de la raideur des éléments structuraux. L'amortissement structural utilisé en analyse modale s'exprime normalement en pourcentage de l'amortissement visqueux critique.

**2.2.14 fluidification** (usuellement « liquéfaction »): Perte significative de résistance et de rigidité d'un sol saturé et sans cohésion sous l'effet d'un mouvement vibratoire.

**2.2.15 interaction sol-fondations:** Modification du mouvement des fondations en relation avec le mouvement en champ libre, due à la présence des fondations et du bâtiment.

**2.2.16 plage rigide:** Gamme de haute fréquence d'un spectre de réponse pour laquelle l'amplitude de réponse de l'accélération ne dépasse pas de plus de 10 % l'accélération maximale d'entrée (accélération à période nulle).

**2.2.17 élément ou système rigide:** Élément ou système qui a, dans les trois directions, toutes ses fréquences propres dans la plage rigide des spectres de réponse de son support.

**2.2.18 séisme de référence:** Ensemble de mouvement de terrain en champ libre retenu pour les besoins de la conception.

## 2.3 Termes relatifs aux instruments de mesure sismique

**2.3.1 capteur d'accélération:** Instrument qui mesure l'accélération et la transforme en signal transmissible.

**2.3.2 accélérographe:** Appareil qui mesure et enregistre l'accélération absolue en fonction du temps. L'appareil se compose essentiellement d'un capteur d'accélération, d'un enregistreur et d'un déclencheur.

**2.3.3 instrument de mesure tri-axial:** Instrument qui mesure les composantes de l'accélération dans trois directions orthogonales, dont la verticale.

**2.3.4 déclencheur:** Détecteur sismique qui déclenche et arrête automatiquement la détection et l'enregistrement des valeurs d'accélération.

**2.3.5 détecteur sismique:** Instrument de mesure qui émet un signal lorsque la valeur mesurée de l'accélération dépasse un seuil fixé à l'avance.

**2.3.6 enregistreur:** Instrument capable de faire en permanence le relevé de l'accélération absolue en fonction du temps après mise en route d'un déclencheur.

### 3 Rassemblement et présentation des données géologiques et sismiques

#### 3.1 Documentation et recherche sur les séismes

Des données de deux types sont à recueillir sur les séismes :

- a) données historiques ;
- b) données instrumentales.

##### 3.1.1 Données historiques

L'essentiel de la documentation permettant de définir les séismes de référence provient d'un ensemble complet de données historiques appropriées sur les séismes. Il est donc nécessaire de rassembler toutes les références historiques disponibles en remontant aussi loin que possible dans le temps. La plupart de ces données sont naturellement de nature descriptive : par exemple, nombre de maisons endommagées ou détruites, comportement de la population. Mais on peut en déduire néanmoins une mesure de l'intensité de chaque séisme exprimée sous forme de degré dans une échelle d'intensité sismique.

Une comparaison des diverses échelles d'intensité sismique figure dans l'annexe. Il faut clairement indiquer l'échelle d'intensité utilisée pour décrire le séisme.

Pour évaluer les mouvements réels du terrain dans la zone du site, il faut réunir des renseignements sur tous les séismes historiques ayant affecté la région englobant la province sismotectonique du site. Il faut donc examiner une zone dont le rayon dépend des caractéristiques de la région. Cette surface doit être suffisamment vaste pour permettre de recueillir et de prendre en compte tous les éléments d'information d'ordre géologique ou géophysique, en relation avec la sismicité du site.

Les renseignements à obtenir dans la mesure du possible sont les suivants :

- la valeur dans l'échelle d'intensité à l'épicentre ou la valeur maximale dans l'échelle d'intensité, selon le cas ;
- l'intensité dans la zone du site ;
- les cartes isoséistes faisant état également des conditions géologiques locales ;
- la magnitude ;
- l'emplacement de l'épicentre et de l'hypocentre.

En l'absence de données instrumentales, on exploite au maximum les données sur la valeur dans l'échelle d'intensité, l'endommagement des bâtiments et les effets sur le terrain pour déterminer l'épicentre et la magnitude de chaque séisme historique.

##### 3.1.2 Données instrumentales et données d'observation

Il faut rassembler toute la documentation disponible sur les séismes provenant d'appareils enregistreurs installés dans la région. Les renseignements à obtenir dans la mesure du possible sont les suivants :

- l'emplacement de l'épicentre et de l'hypocentre ;
- la date et l'heure d'origine ;

- la magnitude ;
- la zone des répliques ;
- l'intensité maximale observée ;
- des cartes isoséistes ;
- les mouvements de terrain et l'intensité dans la zone du site ;
- les mécanismes sismiques et autres renseignements utiles pour l'évaluation sismotectonique.

Lorsque la détermination du niveau sismique d'un site donné repose sur la définition et la localisation des failles, il peut s'avérer nécessaire dans certaines zones sismotectoniques de complexité géologique exceptionnelle, telles que zones de néotectonique complexe ou pour lesquelles les données sur la sismicité sont peu sûres, de compléter les données historiques et instrumentales disponibles par la mise en place d'un réseau de sismographes sensibles capables de détecter des microséismes se produisant dans un rayon de quelques dizaines de kilomètres autour du site. Les microséismes enregistrés à l'intérieur ou au voisinage de ce réseau doivent être soigneusement localisés, de façon à pouvoir être utilisés dans les études sismotectoniques sur la région et servir à déterminer les mouvements de référence du terrain.

NOTE — Les microséismes ne peuvent servir eux-mêmes à déterminer les mouvements de référence.

Des enregistrements de mouvements violents ont été faits dans certaines parties du monde. Ces enregistrements doivent être rassemblés et servir à la mise au point des fonctions d'atténuation des ondes sismiques propres à la région et des spectres de réponse nécessaires à la conception du projet de centrale nucléaire. Si l'on peut raisonnablement espérer obtenir des enregistrements non disponibles autrement, on peut installer des accélérographes pour mouvements violents à l'intérieur de la zone du site.

#### 3.2 Documentation et recherche géologiques

##### 3.2.1 Données géologiques régionales

Les travaux de documentation et de recherche géologiques régionales visent surtout à parfaire la connaissance de la structure géologique générale et du cadre tectonique de la région nécessaire pour interpréter les données sismiques et délimiter les provinces sismotectoniques. Ces travaux servent également à inventorier les dangers géologiques possibles de la région et à les étudier à la lumière des recherches sismiques et géologiques effectuées sur la zone du site et dans son voisinage qui sont traitées en 3.2.1.1 à 3.2.1.5. Les renseignements suivants, à l'échelle régionale, doivent être obtenus.

###### 3.2.1.1 Caractéristiques du terrain

S'il existe des cartes géologiques, on s'attachera plus particulièrement à repérer les unités lithologiques : roches cristallines, volcaniques, sédimentaires, alluviales, etc.

###### 3.2.1.2 Stratigraphie

Les recherches porteront sur la superposition des couches et leur âge, leur extension latérale, éventuellement leur profondeur, leur épaisseur et leurs rapports mutuels.

### 3.2.1.3 Tectonique de la région

On étudiera plus particulièrement les failles. La topographie et la géomorphologie peuvent aider à déceler des déplacements récents du terrain. Le style tectonique de la région : continuité horizontale des couches, plissement, faillement, joue également un rôle important ainsi que l'histoire tectonique : âge du plissement et du faillement.

### 3.2.1.4 Caractéristiques des particularités tectoniques

On décrira l'allure et le type du faillement de la région ainsi que les grandes failles associées aux provinces tectoniques. On étudiera la longueur, la profondeur, la direction et le pendage des failles, ainsi que leurs rapports structuraux, leur âge et l'histoire des mouvements pour déceler la présence éventuelle de failles sismiquement actives ou capables. Les dépôts du quaternaire doivent en particulier faire l'objet d'études néotectoniques détaillées.

### 3.2.1.5 Caractéristiques du sous-sol

Lorsque le socle n'apparaît pas en surface mais qu'on dispose de données appropriées, on préparera une carte structurale de sa partie supérieure (carte hypogéologique), en utilisant pour ce faire les résultats des recherches géophysiques régionales, telles que travaux de prospection sismique, gravimétrie et magnétique. Cette carte peut permettre d'établir les rapports possibles entre l'activité sismique historique et les structures tectoniques profondes qui n'ont pas d'expression directe en surface.

Les données géologiques régionales sont généralement extraites de publications. Il est recommandé d'exploiter au maximum les données recueillies par télédétection, telles que photographies prises par satellites, levés par radars à balayage latéral, photographies aériennes, mesures magnétiques et gravimétriques. Lorsque la documentation publiée est insuffisante, on peut essayer d'évaluer de façon relativement prudente les caractéristiques de la structure profonde, sinon il faut procéder à des travaux sur le terrain tels que sondages, ouverture de tranchées, études des phénomènes de réflexion et de réfraction sismiques qui, dans certaines régions de complexité géologique exceptionnelle, permettront de compléter les informations publiées et aideront à l'interprétation des données obtenues par télédétection.

## 3.2.2 Données géologiques sur la zone du site et son voisinage

Un travail de recherche géologique détaillé est nécessaire sur la zone du site et son voisinage pour y reconnaître les structures tectoniques sismogènes, établir une base d'évaluation de l'âge du mouvement des failles qui peuvent s'y trouver, déceler les dangers géologiques éventuels tels que karstification ou subsidence, facteurs de risque pour la sûreté de la centrale nucléaire, et déterminer les caractéristiques de transmission de l'énergie sismique de la zone du site.

1) **substratum rocheux** : Première formation géologique rencontrée depuis la surface du terrain, dont les propriétés mécaniques présentent un contraste important par rapport à celles des dépôts qui la recouvrent.

2) **socle** : Formation géologique bien consolidée qui peut être considérée à l'échelle régionale comme homogène en ce qui concerne la transmission des ondes sismiques.

Les conditions géologiques et physiques locales, telles que propriétés des sols, peuvent jouer sur les spectres de mouvement et modifier en conséquence les effets observés. Les études suivantes sont nécessaires.

### 3.2.2.1 Détermination des caractéristiques géologiques et physiques, telles qu'épaisseur, profondeur et propriétés des couches dans la zone du site.

### 3.2.2.2 Étude de la structure tectonique locale, et notamment relevé des failles à la surface ou en dessous de la surface au voisinage du site, et détermination de leur géométrie : longueur, inclinaison et si possible profondeur, évaluation des rapports structurels entre failles locales et failles régionales, et notamment failles sismiquement actives ou capables et corrélation avec les séismes historiques.

Des recherches sur le terrain et en laboratoire sont également nécessaires, comme indiqué en 3.2.2.2.1 à 3.2.2.2.4. Concernant la zone du site, il est également nécessaire d'effectuer des études en tenant compte de la conception projetée pour la centrale nucléaire.

### 3.2.2.2.1 Études sur la couche porteuse

Les recherches et essais en laboratoire doivent être effectués en vue de déterminer la profondeur et les propriétés des différentes couches de terrain, à savoir le coefficient de Poisson, le module de Young, le module de cisaillement et la masse volumique.

### 3.2.2.2.2 Sondages

Les sondages permettent de déterminer la configuration des couches porteuses et du substratum rocheux<sup>1)</sup>, et parfois du socle<sup>2)</sup> lorsque les couches sont relativement peu profondes. En cours de sondage, les échantillons correspondants doivent être prélevés à différentes profondeurs pour permettre d'effectuer des essais sur les propriétés des sols et les roches.

### 3.2.2.2.3 Excavations expérimentales

Lorsque ni les méthodes sismiques ni les sondages ne permettent de déterminer clairement les propriétés et la structure des couches porteuses et du substratum rocheux, on doit pratiquer par excavation (tranchée, puits ou tunnel) pour procéder aux expériences. Cette pratique est cependant tributaire des caractéristiques des couches porteuses et de la profondeur du substratum rocheux.

### 3.2.2.2.4 Essais de vibration sur modèles

Les propriétés des couches porteuses soutenant les fondations d'une installation influent sur les fréquences propres de vibration des bâtiments, structures et matériels. Il faut donc connaître la gamme des valeurs de raideur effective des couches porteuses pour évaluer la réponse d'une structure à un séisme.

## 4 Méthodes de détermination des mouvements de référence du terrain

Les séismes de référence peuvent être définis par une méthode déterministe combinant des études sismotectoniques et géologiques, ou par une méthode probabiliste.

L'utilisation de l'analyse probabiliste, en général, n'est possible que dans les régions où il existe des données fiables sur une période suffisamment longue (plusieurs centaines d'années). Dans la plupart des cas, cela correspond à un séisme de référence égal ou inférieur à VII MSK.

### 4.1 Analyse déterministe

La méthode déterministe consiste à considérer une suite logique à un événement pris comme hypothèse de départ et à assigner à chaque élément de cette suite logique une description particulière assortie de marges de sécurité convenables, c'est-à-dire de «garde-fous raisonnables».

Les techniques sismotectoniques consistent à :

- a) identifier d'une part la région, les structures sismiquement actives et leur potentialité sismique maximale, et d'autre part les provinces sismotectoniques et leur potentialité sismique maximale ;
- b) évaluer le mouvement de référence du terrain produit au site par l'apparition de cette potentialité sismique maximale au point le plus proche du site sur la structure sismiquement active ou aux frontières des provinces sismotectoniques ; si la structure sismiquement active est proche du site, tenir compte si possible de la dimension matérielle de la source.

#### 4.1.1 Identification des provinces sismotectoniques

Les études sismotectoniques ont pour but de définir des régions géographiques ayant des potentialités sismiques analogues.

La province sismotectonique correspond à une zone où les structures géologiques et les caractéristiques de sismicité sont similaires.

Les données sismiques et géologiques évoquées précédemment doivent être organisées en une description cohérente et bien documentée des caractéristiques tectoniques régionales, donnant la liste de ces caractéristiques et faisant état de l'histoire tectonique ainsi que de l'activité sismique actuelle distinguant les diverses provinces sismotectoniques. Une frontière peut ainsi séparer des zones présentant des caractéristiques structurales fortement contrastées ou des zones dont l'histoire tectonique a fortement divergé à la fin du tertiaire et durant l'holocène.

La délimitation des frontières des provinces sismotectoniques ne peut se faire sans un certain nombre de précautions. Toutes les structures d'une zone contiguë ayant le même style sismotectonique ou géologique doivent être incluses dans la même province. Toute structure tectonique jouant un rôle dans la sismicité doit appartenir intégralement à une même province sismotectonique. Si un doute subsiste quant à la parenté de deux structures, les deux doivent être réunies dans une seule, et donc incluses dans une même province.

Dans certaines régions du monde, les limites des plaques de la lithosphère posent des problèmes particuliers. Si par exemple ces plaques réagissent les unes sur les autres par subduction, on considère généralement la plaque inférieure (à l'origine de la subduction) comme une province sismotectonique distincte de la plaque supérieure (croûte). Il a été également démontré que des secteurs différents de plaques ont des potentialités sismiques maximales différentes. Ces secteurs peuvent donc aussi être considérés comme des provinces sismotectoniques différentes.

Une différence significative du taux de sismicité peut être révélatrice de conditions tectoniques différentes pouvant servir à définir les provinces sismotectoniques. La période sur laquelle portent les données historiques doit cependant être suffisamment longue pour que les conclusions fondées sur ces données aient quelque valeur. Toutefois des différences notables de profondeur d'hypocentre (10 à 30 km par exemple contre 200 à 400 km) peuvent à elles seules justifier une différenciation.

Il faudrait examiner toutes les interprétations de la sismotectonique d'une région donnée dans les sources bibliographiques existantes. Lorsque plusieurs interprétations semblent expliquer également bien les phénomènes sismiques et géologiques observés, c'est l'interprétation qui aboutit aux conclusions les plus prudentes quant au mouvement potentiel du terrain qui doit être retenue.

#### 4.1.2 Relation entre séismes et structures sismiquement actives ou provinces sismotectoniques

Il convient de rassembler et d'organiser avec soin les données fondamentales nécessaires pour établir le lien entre un séisme d'une part et la structure tectonique ou la province sismotectonique d'autre part.

##### 4.1.2.1 Lien entre séismes et structures sismiquement actives

Chaque fois qu'il est raisonnablement possible d'associer un ou plusieurs épencentres sismiques à une structure tectonique, il faut justifier l'association, compte tenu des caractéristiques de la structure, de son étendue géographique et de ses rapports structuraux avec le cadre tectonique régional. Cette évaluation doit tenir compte des méthodes utilisées pour déterminer les épencentres sismiques, avec les erreurs de localisation commises ; elle doit comporter une comparaison détaillée de ces structures tectoniques par rapport à d'autres de la même province sismotectonique (âge d'origine, sens et historique du mouvement) et une estimation des autres informations sismologiques disponibles (mécanismes à la source, environnement des contraintes, répartition des répliques). Toute structure tectonique associée à une sismicité significative doit être considérée comme sismiquement active.

##### 4.1.2.2 Détermination de la potentialité sismique maximale associée à une structure sismiquement active

La potentialité sismique du site est influencée par certaines structures sismiquement actives ; il faut donc déterminer la potentialité sismique maximale qui peut raisonnablement leur être associée.

Cette détermination s'effectue sur la base des données géologiques et sismologiques examinées précédemment, qui portent sur les dimensions de la structure, la valeur et la direction du déplacement, le séisme historique maximal et la fréquence des séismes. Les dimensions de la rupture de faille due à un séisme peuvent souvent être déterminées en fonction de la répartition des répliques. En l'absence de données locales suffisantes on peut estimer la potentialité sismique maximale d'une structure tectonique à l'aide de méthodes<sup>[4]</sup> qui rapportent les dimensions de la rupture de faille (longueur et distance verticale, déplacement) à la magnitude. Ces méthodes demandent toutefois de connaître la fraction de la longueur totale d'une structure qui peut être déplacée par un seul et même séisme. On a admis dans certaines régions du globe une valeur égale à la moitié de la longueur totale de la faille.

Lorsqu'on emploie cette méthode, il faut garder à l'esprit que la magnitude d'un séisme est fonction à la fois des dimensions de la source et de la chute de contrainte. Cette dernière n'est généralement pas connue, mais on peut utiliser des valeurs limites supérieures dérivées d'études publiées.

Il existe une autre méthode<sup>[5]</sup> pour évaluer la potentialité sismique maximale d'une structure sismiquement active ou d'une province sismotectonique. Cette méthode se fonde principalement sur l'analyse statistique des données sismiques relatives à la structure ou à la province.

Si l'on dispose de renseignements suffisants sur la sismicité et l'histoire géologique du mouvement d'une faille ou d'une zone faillée, il existe une méthode pour évaluer la potentialité de magnitude maximale d'après la superficie totale et le rejet maximal de la faille au quaternaire<sup>[6]</sup>. Cette méthode prend l'hypothèse habituelle pour la distribution statistique du nombre des séismes en fonction de leur magnitude. Elle effectue une corrélation entre le rejet et le moment sismique et donc la magnitude, et permet en fin de compte d'évaluer la magnitude maximale d'après le rejet total.

#### 4.1.3 Séismes non associés à des structures sismiquement actives

La potentialité sismique maximale non associée à des structures tectoniques qui peut, avec une très faible probabilité, être escomptée d'une province tectonique, s'évalue sur la base des données historiques et des caractéristiques sismotectoniques de la région. Il peut être utile de comparer avec des régions similaires faisant l'objet d'amples données historiques, mais l'évaluation nécessite dans ce cas beaucoup de jugement.

## 4.2 Analyse probabiliste

L'objectif de la méthode probabiliste est de déterminer le niveau et la forme du mouvement de terrain dont la probabilité de dépassement pendant la durée opérationnelle de la centrale est suffisamment faible pour être considérée comme acceptable. Cette méthode requiert un bon échantillon de données de base sur l'intensité des mouvements du terrain observés dans la région pendant des séismes historiques ainsi qu'un modèle acceptable de calcul de probabilités. Un certain nombre de modèles mathématiques ont été proposés pour déterminer la probabilité d'un séisme. Tous ces modèles supposent cependant en règle générale des conditions d'échantillonnage difficiles à respecter pleinement dans la majeure partie du monde. Si par contre l'échantillon de séismes recueillis pour une région

donnée est jugé acceptable (c'est-à-dire répond aux exigences du modèle), les calculs sont relativement simples.

Dans le calcul de probabilité d'un séisme, le niveau de confiance des estimations dépend dans une large mesure de la durée sur laquelle les échantillons de données ont été recueillis et dans une moindre mesure des lacunes éventuelles de l'ensemble de données. Pour réaliser des estimations des intensités de mouvement du terrain avec un niveau de confiance suffisamment élevé, il faut donc que les statistiques couvrent la période la plus longue possible. Cette condition implique l'exploitation de données pré-instrumentales dont on sait qu'elles ne sont ni complètes ni parfaitement exactes, mais on évalue les lacunes et les inexactitudes et on en tient compte dans les calculs de probabilités. On trouvera dans la bibliographie<sup>[7]</sup> une méthode simple mais utile pour apprécier la qualité d'un ensemble de données.

Si l'on utilise cette méthode pour effectuer les calculs de probabilités, il peut s'avérer souhaitable de compléter le nombre des données disponibles par les mouvements du terrain de faible amplitude mesurés dans la région, notamment dans les zones où les données historiques sont limitées. On peut, à cet effet, installer par exemple un réseau d'enregistreurs sismiques du type décrit en 3.1.2. Mais il est important d'insister sur le fait qu'une loi de probabilité ne peut pas être extrapolée uniquement sur ces données. Il faut veiller également dans l'exploitation des données sur les séismes à tenir compte des imprécisions sur l'emplacement de l'épicentre et des séries en matière de séismes.

## 4.3 Détermination du mouvement du terrain adapté au site

L'évaluation peut être réalisée comme suit.

- Pour chaque structure sismiquement active, on considère que la potentialité sismique maximale est déplacée à l'endroit approprié de la structure la plus proche du site. Pour les séismes proches du site, la dimension physique de la source peut être prise en compte.
- On suppose que la potentialité sismique maximale dans la province sismotectonique du site qui ne peut pas être associée avec des structures sismiquement actives se produit à une certaine distance du site. Dans certains pays, cette distance peut être acceptée par l'autorité réglementaire sur la base des études et investigations qui permettent de s'assurer qu'il n'y a pas de structures sismiquement actives à des distances inférieures et, qu'en conséquence, la probabilité d'apparition de séismes à l'intérieur de cette distance est très faible. Cette distance peut être de l'ordre de quelques kilomètres à quelques dizaines de kilomètres et elle dépend de la profondeur du foyer des séismes de la province. Pour son évaluation, la dimension physique de la source sera aussi prise en considération<sup>[8]</sup>.
- On suppose que la potentialité sismique maximale dans les provinces sismotectoniques adjacentes à la province du site se produit aux limites de province les plus proches du site.
- On utilise une fonction d'atténuation appropriée pour déterminer l'intensité du mouvement du terrain que ces séismes causeraient sur le site.

Pour la méthode probabiliste, sur la base également de considérations sismotectoniques, l'évaluation peut être réalisée comme suit.

- a) Pour chaque source sismique pouvant affecter le site, on sélectionne un modèle mathématique qu'on appelle «source génératrice de séisme» (on dispose de modèles de source ponctuelle, de modèles de source linéaire, de modèles de source distribuée superficiellement)<sup>[9 à 11]</sup>.
- b) Détermination, pour chaque source génératrice de séismes, d'une fonction de densité de probabilité pour une gamme de dimensions de séismes (en terme d'intensité à l'épicentre ou de magnitude).
- c) Détermination, pour chaque source génératrice de séismes, à l'aide de lois d'atténuation convenables de la probabilité de non dépassement d'un niveau donné de mouvement du terrain sur le site (exprimé en terme d'accélération, de vitesse, de déplacement ou d'intensité).
- d) Détermination pour toutes les sources génératrices de séismes, du niveau du mouvement du terrain sur le site, non dépassé pour une probabilité totale choisie.

#### 4.4 Sismicité induite

Une attention particulière doit être accordée à la sismicité potentielle induite, notamment du fait des grands barrages ou réservoirs et des grands travaux d'injection ou d'extraction de fluide dans le terrain. La modification des contraintes dans les roches et les structures géologiques qui en résulte peut engendrer une activité sismique. Les séismes résultant de ces phénomènes ont en général des foyers peu profonds et se situent au voisinage du réservoir ou de la zone d'injection ou d'extraction. Dans le cas de mise en eau de réservoirs, certains séismes ont pu avoir des magnitudes relativement élevées (jusqu'à la magnitude 6). Généralement, les forts séismes sont associés à des réservoirs profonds, mais aucune règle universelle ne peut être fixée quant à la profondeur au-delà de laquelle apparaît une sismicité induite. Les séismes associés à une injection ou à une extraction de fluide sont en règle générale plus faibles en magnitude que ceux que provoque la mise en eau des réservoirs. Des réseaux d'observation sismique placés dans les zones de sismicité induite potentielle peuvent fournir des indications utiles pour l'évaluation de l'importance de cette sismicité.

#### 4.5 Caractéristiques du mouvement du terrain en champ libre<sup>[12]</sup>

Le mouvement du terrain peut se caractériser

- a) par les spectres de réponse en champ libre pour divers coefficients d'amortissement, ou,
- b) par une ou plusieurs expressions temporelles,

les deux caractéristiques étant exprimées de préférence au niveau de la surface du terrain en champ libre, mais d'autres endroits sont acceptables si une description précise en est donnée.

##### 4.5.1 Forme du spectre approprié à la zone du site

La forme du spectre du mouvement du terrain dépend des influences relatives des caractéristiques spectrales de la source

pour les séismes se produisant dans la région, et des caractéristiques d'atténuation des matériaux géologiques qui transmettent les ondes sismiques des hypocentres vers la zone du site. Dans les couches situées au-dessus du socle, les ondes sismiques en champ libre sont amplifiées ou atténuées selon les fonctions de transfert des couches et le niveau de déformation associé à la vibration. Les spectres de réponse des accélérogrammes de plusieurs séismes différents obtenus dans une même zone de site ont donc des caractéristiques de fréquence différentes en surface et au niveau du socle.

Les diverses méthodes suivantes sont admises pour établir les spectres de réponse de référence du terrain.

##### 4.5.1.1 Spectre de réponse spécifique du site

Les spectres de réponse doivent être établis chaque fois que possible sur les expressions temporelles de mouvements violents enregistrées au niveau du site. Toutefois, il est impossible, pour la majorité des sites, d'espérer obtenir un échantillon convenable d'expressions temporelles de mouvements violents sur un nombre raisonnable d'années. Il peut donc être utile, pour établir le spectre de réponse propre au site, de partir de spectres de réponse obtenus dans des lieux ayant des caractéristiques sismiques, géologiques et géomorphologiques similaires. Une évaluation doit permettre de déterminer si les spectres de réponse relevés pour ces emplacements reflètent convenablement ou non les caractéristiques d'absorption de l'énergie de réponse de la zone du site considéré, ainsi que les mécanismes engendrant à la source les séismes affectant le site. Cette évaluation doit en outre tenir compte des différentes caractéristiques de fréquence associées aux divers niveaux de déformation provoqués par les mouvements du terrain.

La méthode peut, en conclusion, se résumer comme suit :

- a) rassemblement de plusieurs accélérogrammes de mouvements violents au niveau du site ou, plus probablement, au niveau de sites similaires ;
- b) normalisation de ces accélérogrammes, à l'accélération de terrain à période nulle définie pour le site ;
- c) évaluation du spectre de réponse sur chaque accélérogramme pour divers coefficients d'amortissement ;
- d) modification de la forme du spectre normalisé, compte tenu du niveau de déformation provoqué sous la surface par le mouvement du terrain, ainsi que d'autres incertitudes.

##### 4.5.1.2 Spectre de réponse type

Une autre méthode consiste à généraliser un spectre de réponse type, de forme relativement lisse, obtenu à partir des nombreux spectres de réponse tirés des statistiques de séismes passés. On a cependant observé, dans certaines parties du globe, des valeurs plus élevées dans certain domaine de fréquences qui peuvent demander quelques modifications du spectre. Le spectre de réponse type peut donc être mis à l'échelle en fonction des valeurs de l'accélération sur le terrain, de la vitesse, du déplacement, etc. Cette méthode exige une analyse spécifique ou une justification des possibilités d'utilisation du spectre de réponse type sur le site considéré.

### 4.5.2 Amortissement par radiation

Il est important de choisir des valeurs réalistes d'amortissement par radiation du sol, car une trop grande prudence dans ce domaine peut déformer la réponse en fréquence du système en champ libre.

### 4.5.3 Expressions temporelles du mouvement sismique

Des expressions temporelles peuvent être ajustées pour la zone du site. Ces expressions tiennent alors compte de la vitesse maximale (ou bien de l'accélération maximale, ou encore de l'intensité spectrale) et de la durée de la « fonction déterministe de l'intensité » qui représente l'enveloppe de l'expression temporelle de l'intensité de mouvement du terrain.

Pour la conception, ces expressions temporelles peuvent s'appuyer sur :

- a) des enregistrements de mouvements violents directement obtenus au voisinage du site à l'occasion de séismes passés, ou modifiés de façon adéquate par ajustement de l'accélération de crête, filtrage de fréquences approprié, mixage d'enregistrements différents, etc. ;
- b) des enregistrements de mouvements violents obtenus en des lieux ayant des caractéristiques sismiques, géologiques et géomorphologiques similaires, corrigés également de façon appropriée dans certains cas, par application, par exemple, de la théorie de propagation des ondes, pour modifier les caractéristiques de fréquence ;
- c) des modèles de calcul simulant les mouvements sismiques, tels que création par ordinateur de séries chronologiques aléatoires et filtrage pour obtenir les caractéristiques de fréquence désirées.

Quelle que soit la méthode utilisée, les expressions temporelles de référence et les spectres de réponse de référence doivent être compatibles, d'où la nécessité de choisir un nombre suffisant d'expressions temporelles de caractéristiques pertinentes pour que l'enveloppe de leurs spectres de réponse ne se situe pas de manière significative en-dessous du spectre de réponse de référence lissé, dans la totalité de la gamme des fréquences considérées.

### 4.5.4 Rapports des mouvements dans le sens vertical et horizontal

Les spectres de réponse de référence du terrain et les expressions temporelles de référence doivent être évalués de la même manière dans le sens vertical et dans le sens horizontal. Des expressions temporelles verticales adéquates peuvent servir de base à cette évaluation. Sauf information particulière sur l'accélération de crête du mouvement vertical du terrain au niveau du site, le rapport entre les accélérations de crête dans le sens vertical et les accélérations dans le sens horizontal ne sera pas inférieur à 1/2.

## 5 Classification des équipements et bâtiments

La classification sismique des éléments d'une centrale dépend des exigences spécifiques de sûreté pour cette centrale et doit

être en accord avec les exigences de l'autorité nationale de réglementation puisqu'une telle classification sismique est en dehors de l'objet de la présente Norme internationale.

## 6 Méthodes de vérification des structures

### 6.1 Généralités

La vérification de la validité de la conception antisismique des structures et composants nucléaires, du point de vue de la sûreté, se décompose en un certain nombre de catégories et sous-catégories comme le montre la figure. On procède en général par essais, expérimentation ou calcul sur des modèles mathématiques du système à évaluer. Des méthodes combinées peuvent aussi être utilisées.

La vérification par essais est la méthode la plus communément utilisée lorsqu'il est difficile d'exprimer en termes de contrainte, de déformation locale ou de déformation globale résultant d'une analyse les modes de défaillance potentielle du point de vue structural ou fonctionnel. Les procédures d'essais de tenue aux séismes font l'objet de l'IEEE Std 344<sup>[13]</sup> et ne seront pas reprises en détail dans la présente Norme internationale. Ces procédures sont toutefois plus particulièrement adaptées aux essais de composants électriques et il convient de ne les appliquer directement aux composants et structures mécaniques qu'avec précaution.

Les méthodes de calcul utilisées pour vérifier la validité des conceptions antisismiques se classent en deux catégories principales : le calcul dynamique et le calcul statique, comme l'indique la figure. Le calcul dynamique se subdivise lui-même en quatre sous-catégories, à savoir le signal sismique d'entrée, l'amortissement, la modélisation et les techniques de calcul. Le calcul statique peut également être utilisé dans la vérification de la conception antisismique, notamment pour les sites à faible intensité sismique.

Le calcul statique ne tient pas compte de façon explicite des caractéristiques dynamiques des composants et structures. Dans ce cas, on choisit une accélération considérée comme le produit d'un certain coefficient par la gravité pour représenter l'accélération sismique et on l'applique statiquement à la distribution de masse du composant pour déterminer les forces d'inertie sismique dans le composant. Cette méthode est utilisée sur les constructions traditionnelles et bien décrite dans les Codes nationaux de construction. Pour la conception des centrales nucléaires, la valeur maximale du coefficient sismique statique est prise égale à 1,5 fois la valeur de crête du spectre de réponse correspondant. On peut utiliser des valeurs inférieures à 1,5 fois la valeur de crête du spectre de réponse, à condition que ces valeurs soient justifiées par une analyse.

Le calcul dynamique, lui, tient normalement compte des caractéristiques dynamiques des composants sous forme de fréquence et de forme modale et les utilise pour déterminer la réponse caractéristique du composant. Les caractéristiques dynamiques de fréquence et la forme modale peuvent être utilisées conjointement avec des spectres de réponse ou des expressions temporelles appropriées pour définir les forces sismiques. Pour certains systèmes, et notamment les composants de systèmes non linéaires, on procède par intégration directe des équations de mouvement pour déterminer la réponse sismique.