



APPUIS **PARASISMIQUES**

 **GOODCO
Z-TECH**
Un produit de Canam-ponts

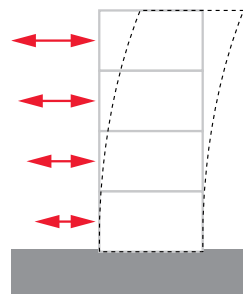
APPUIS PARASISMIQUES

L'isolation sismique est un des moyens les plus efficaces pour minimiser les dommages structuraux et sauver des vies pendant et immédiatement après un séisme. C'est aussi une solution économique pour répondre aux critères de dommages minimes ou réparables lors de la conception axée sur le rendement.

L'installation d'appuis parasismiques (isolateurs) Goodco Z-Tech à des points stratégiques d'une structure augmente sa flexibilité horizontale à ce niveau. Si un tremblement de terre frappe une structure isolée sismiquement, les déplacements se concentreront aux appuis et la structure pourra « balancer » plus doucement selon le mouvement du sol comparativement à une structure non isolée (à base fixe) - voir la Figure 1. Ainsi, les déplacements seront principalement absorbés par les appuis plutôt que par la structure.

Les appuis parasismiques filtreront aussi l'accélération transmise par le sol. Seule l'accélération haute fréquence atteindra la structure, réduisant ainsi les forces dans les membrures. Cette filtration a pour effet d'isoler la structure. Comme les forces transmises aux membrures sont moins élevées, la structure sera plus légère. Les structures isolées peuvent être conçues de façon à demeurer complètement fonctionnelles pendant et immédiatement après un tremblement de terre, et ce, à un coût moins élevé que les structures à base fixe traditionnelles.

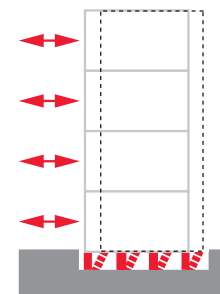
L'isolation sismique peut être comparée à la suspension d'une automobile. La suspension absorbe les chocs dus aux imperfections de la chaussée et permet aux passagers de voyager plus confortablement. De la même façon, l'appui absorbe le choc sismique et isole ainsi le bâtiment ou le pont des mouvements du tremblement de terre.



Sans isolation à la base

Figure 1a : Structure à base fixe traditionnelle

Les constructions à base fixe subissent de grandes accélérations et des déplacements interétages considérables. Même si un bâtiment ne s'effondre pas pendant un tremblement de terre, des dommages importants peuvent avoir été causés aux éléments structuraux et non structuraux, le rendant inutilisable.



Avec isolation à la base

Figure 1b : Structure à base isolée (BI)

Les déformations se concentrent au niveau des appuis. La superstructure reste pratiquement intacte. Les éléments structuraux et non structuraux subissent peu de dommages, voire aucun, et la structure reste utilisable pendant et immédiatement après le tremblement de terre.

APPLICATIONS

- Hôpitaux, centres de communications et de secours d'urgence, ou toute autre infrastructure communautaire essentielle devant être utilisée pendant ou immédiatement après un tremblement de terre;
- Ponts où l'accès aux véhicules d'urgence est nécessaire immédiatement après un séisme;
- Musées, centres de données ou toutes autres installations où se trouvent des activités ou du contenu importants;
- Immeubles à logements ou tours à bureaux de hauteur moyenne à grande et à fort taux d'occupation;
- Structures patrimoniales où les restaurations majeures sont impossibles;
- Nouvelles constructions et projets de restauration.

AVANTAGES

- Accélération moindre en raison de l'augmentation de la période et déplacements réduits par l'amortissement;
- Déplacements résiduels minimisés grâce à la force de recentrage;
- Structure plus légère que pour une construction traditionnelle;
- Les activités peuvent se poursuivre pendant et immédiatement après un tremblement de terre;
- Renforcement minimal requis dans les projets de restauration;
- Réutilisation des piles et des culées dans les projets de remplacement de tablier de pont;
- Fabrication sur mesure pour chaque projet.

PRINCIPES D'ISOLATION

PRINCIPES DE CONCEPTION

L'isolation sismique réduit la demande sismique d'une structure en augmentant sa flexibilité latérale. Comme la période fondamentale de la structure est directement liée à sa flexibilité latérale, celle-ci augmente également. Dans un spectre de réponse élastique en accélération typique, les périodes plus longues sont associées aux accélérations plus basses, diminuant l'effort tranchant à la base transmis à la structure. De plus, les appuis parasismiques procurent un amortissement supplémentaire à la structure et réduisent les déplacements propres aux longues périodes.

Dans les structures à base fixe traditionnelles, l'énergie transmise à la structure pendant un tremblement de terre n'est dissipée que par la ductilité de cette dernière. Cette méthode prévoit des dommages irréparables aux structures, mais prévient leur effondrement. La vie et la sécurité des occupants en cas de séisme sont donc protégées, mais la structure est inutilisable. Pour ce qui est des structures isolées, moins d'énergie leur est transmise à cause de leur plus grande période fondamentale. De plus, le comportement hystérétique des isolateurs dissipe l'énergie tout en protégeant l'intégrité de la structure.

En somme, une structure isolée est plus légère et plus économique qu'une structure à base fixe, en plus de pouvoir demeurer fonctionnelle pendant et après un tremblement de terre.

ÉLÉMENTS À CONSIDÉRER LORS DE LA CONCEPTION

Dans un bâtiment, les appuis parasismiques sont habituellement installés entre la superstructure et les fondations, mais d'autres configurations sont aussi possibles. Pour les ponts, les appuis parasismiques se situent entre le tablier et les culées et les piles; ils font office d'appuis traditionnels sous les charges d'utilisation.

Lors de la conception préliminaire de structures isolées, le taux d'amortissement peut être estimé à 25 % pour les bâtiments et à 15 % pour les ponts. Lors de la conception, l'allongement de la période fondamentale de la structure et la dissipation d'énergie doivent être considérés.

Les appuis parasismiques Goodco Z-Tech sont conçus pour des taux d'amortissement allant de 5 à 35 %. Il est également possible d'y intégrer des fusibles. Des taux d'amortissement plus élevés sont possibles avec des conceptions spéciales.



TYPES D'APPUIS **PARASISMIQUES**

Goodco Z-Tech offre un large éventail d'appuis parasismiques. Le choix de l'appui approprié se fait en fonction des caractéristiques de la structure et des particularités du projet. Il est important de choisir l'appui avec soin afin d'optimiser les bénéfices de l'isolation sismique. Communiquez avec les experts de Goodco Z-Tech pour déterminer le type d'appui qui convient à votre projet et déterminer ses dimensions préliminaires.

APPUIS FRETTÉS

Pour certaines structures, des appuis à faible amortissement peuvent considérablement réduire les coûts de construction. Les appuis frettés standard ont un amortissement d'environ 5 %. Comme leur utilisation est très répandue, ils constituent une solution économique.

Les appuis en élastomère à amortissement élevé sont identiques aux appuis frettés standard, mais utilisent un caoutchouc avec des propriétés amortissantes plus grandes. L'amortissement supplémentaire est obtenu par l'ajout d'additifs à l'élastomère pendant le processus de fabrication. L'amortissement de ces appuis est d'environ 10 %. Ils constituent une autre façon économique d'isoler sismiquement une structure.

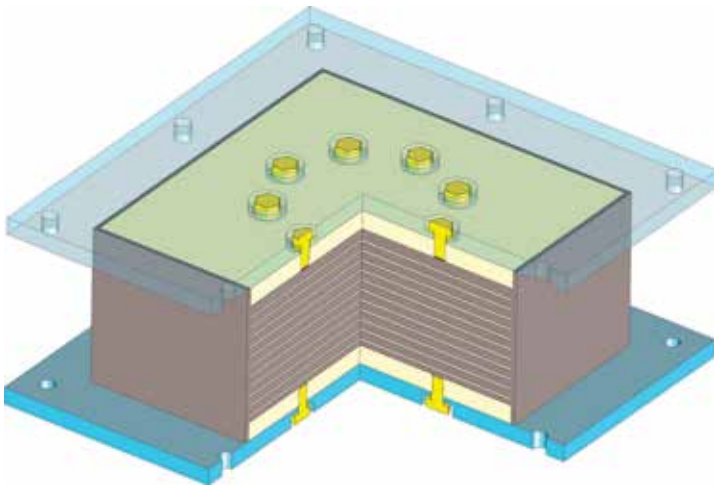


Figure 3 : Les appuis en élastomère fretté s'utilisent dans les projets où un amortissement faible est requis. Ces appuis ont habituellement un nombre davantage élevé de couches internes plus minces que les appuis frettés traditionnels. Ils peuvent être de forme rectangulaire ou circulaire. Les appuis en élastomère à amortissement élevé sont fabriqués similairement.

APPUIS EN ÉLASTOMÈRE FRETTÉ AVEC NOYAU DE PLOMB

Cet autre type d'appui en élastomère fretté est doté d'un trou central parfaitement circulaire accueillant un noyau en plomb. Ce type d'appui confère un amortissement plus élevé, jusqu'à 30 %. Toutefois, comme pour tous les appuis en élastomère fretté, la charge verticale pouvant y être appliquée est limitée. Ils constituent une autre façon économique d'isoler sismiquement une structure.

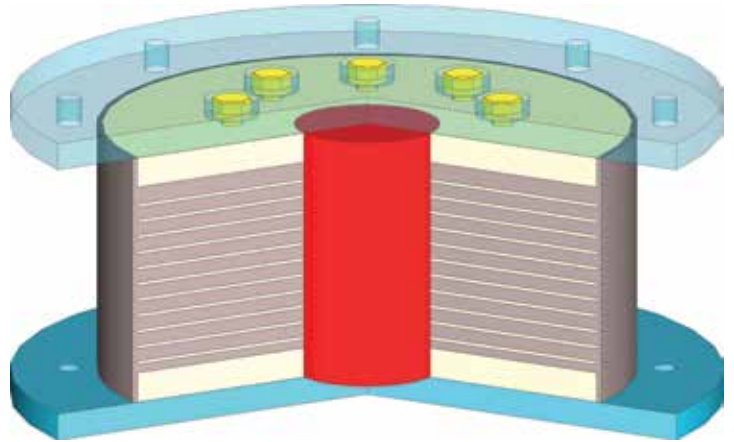


Figure 4 : Appui en élastomère fretté doté d'un noyau de plomb. À température ambiante, le plomb agit comme un solide élastoplastique et reprend sa forme initiale après une déformation



Produit : Système Izolatech

Projet : Pont de la rivière Nicolet - Saint-Léonard-d'Aston, QC

Caractéristiques particulières du produit : L'appui est doté de fusibles qui limitent le mouvement sous les charges de service. Son amortissement est de plus de 30 %.

SYSTÈME IZOLATECH (ZTS)

Ce système peut résister à des charges verticales plus élevées grâce à un disque en élastomère confiné. L'énergie est dissipée par une interface de glissement et des ressorts qui se déforment. Le ZTS peut s'adapter facilement à plusieurs taux d'amortissement en modifiant les caractéristiques des ressorts.

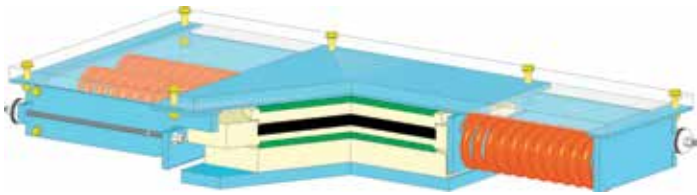


Figure 5 : Le système ZTS peut supporter une charge verticale élevée et peut être conçu pour un large éventail d'amortissement. L'interface de glissement et les ressorts forment un système de dissipation d'énergie fiable.

OFFRE DE SERVICE

Sans aucune obligation de la part de l'ingénieur concepteur, Goodco Z-Tech offrira du soutien technique et réalisera des dessins conceptuels en plus de fournir tout autre renseignement requis sur les appuis parasismiques. Communiquez avec les experts de Goodco Z-Tech pour déterminer l'appui parasismique qui convient le mieux à votre projet.

PENDULES À FRICTION

Les pendules à friction isolent différemment des autres types d'appuis parasismiques. Deux éléments bougent l'un par rapport à l'autre pour permettre le mouvement latéral de la structure et pour dissiper l'énergie. Ils peuvent être utilisés tant avec les structures légères qu'avec les plus massives, car leur période ne dépend que du rayon de courbure. Ils peuvent aussi supporter une charge verticale élevée et offrir un amortissement de plus de 30 %. Toutefois, contrairement aux précédents types d'appuis, ils ne peuvent pas être utilisés avec un autre type d'appareil d'appui sur une même structure.

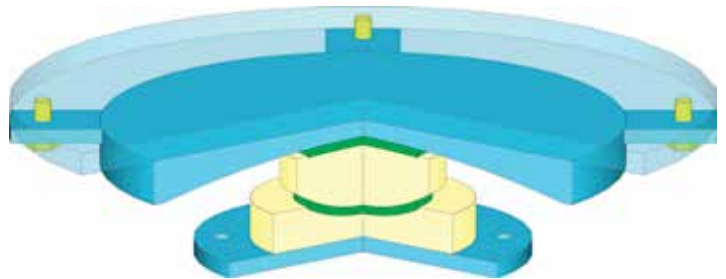


Figure 6 : Les pendules à friction utilisent la gravité pour développer leur force de recentrage. Comme leur mouvement latéral entraîne aussi un mouvement vertical, ils ne peuvent pas être utilisés en combinaison avec d'autres types d'appareil d'appui. La période des pendules à friction est fonction du rayon de courbure uniquement, ce qui en fait une bonne option tant pour les structures légères que pour les plus massives.



Produit : Appuis en élastomère fretté avec noyau de plomb

Projet : Échangeur des autoroutes 20 et 73 - Lévis, QC

Caractéristiques particulières du produit : Ces appuis ont été utilisés pour un amortissement d'environ 25 % dans la direction longitudinale. Le mouvement dans la direction transversale est restreint par des barres-guides soudées aux plaques supérieures et inférieures de l'appui. Afin de permettre le mouvement dans la direction longitudinale, les barres-guides sont munies d'une interface de glissement à faible coefficient de friction.

CARACTÉRISTIQUES

EFFICACITÉ À BASSE TEMPÉRATURE

Les appuis Goodco Z-Tech sont spécialement conçus pour résister au froid et pour répondre aux critères d'essai à basse température du Code canadien sur le calcul des ponts routiers ou de projets particuliers. Ils répondent aussi aux exigences de conception du *Guide Specifications for Seismic Isolation Design* de l'AASHTO.

ESSAIS

Goodco Z-Tech embauche des laboratoires indépendants qui effectuent des essais dynamiques en grandeur réelle sur ses appuis pendant la phase initiale de conception. Pour chaque projet, un prototype d'appui parasismique est soumis à des essais de qualification et de contrôle de la qualité menés par des laboratoires indépendants conformément aux normes et aux codes en vigueur. Après que les essais sur les prototypes aient montré que les appuis répondent aux besoins du projet, chaque appui est soumis individuellement à un contrôle de la qualité avant l'installation.

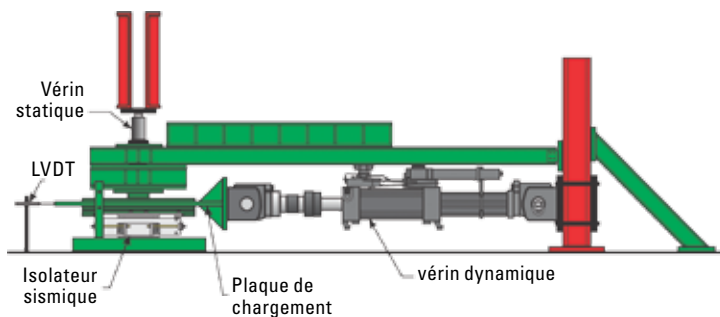


Figure 7 : Configuration pour l'essai du ZTS dans un laboratoire indépendant.

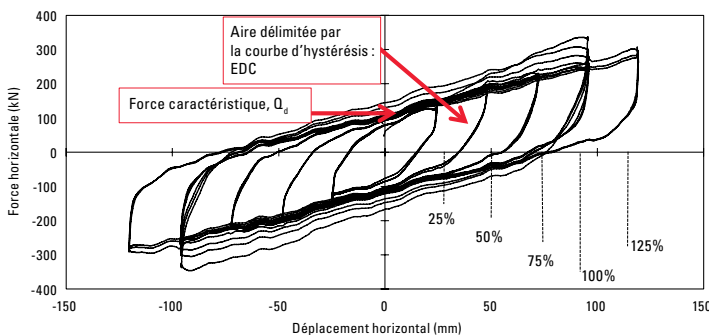


Figure 9 : Courbe de force-déplacement d'un appui en élastomère fretté avec noyau de plomb pendant un essai à la température ambiante effectué selon l'article 4.10.11.2 c) ii) de la norme CAN/CSA-S6-06.



Figure 8 : Le système ZTS en essai dans un laboratoire indépendant.

TERMES ET SYMBOLES

Courbe d'hystérésis		Modèle représentant la relation entre la force appliquée et le déplacement d'un appui parasismique. Habituellement, les appuis parasismiques sont modélisés au moyen de courbes d'hystérésis bilinéaires.
Déplacement de limite élastique	Δ_{F_y}	Déplacement où le système d'isolation atteint sa limite élastique. C'est le point de transition entre les rigidités initiale et secondaire de l'appui.
Déplacement maximal	Δ_{max}	Déplacement maximal de l'appui.
Force caractéristique	Q_d	Force à laquelle la courbe d'hystérésis croise l'axe.
Force de limite élastique	F_y	Force à laquelle le système d'isolation atteint sa limite élastique. C'est le point de transition entre les rigidités initiale et secondaire de l'appui.
Force maximale	F_{max}	Force exercée sur l'appui pour produire le déplacement maximal.
Rigidité élastique au déchargement	K_y	Rigidité initiale de l'appui. Dans le cas des appuis avec noyau de plomb, c'est ce dernier qui détermine la rigidité. Pour les appuis à friction, la rigidité élastique est atteinte avant le glissement initial.
Rigidité post-élastique	K_d	Rigidité secondaire de l'appui. Dans le cas des appuis avec noyau de plomb, elle survient après que le noyau se plastifie et dépend de l'élastomère. Pour les appuis à friction, elle survient après le glissement initial et dépend de la force de recentrage (rigidité des ressorts ou rayon de courbure)
Rigidité effective	K_{eff}	Force maximale divisée par le déplacement maximal.
Énergie dissipée par cycle	EDC	Région située sous la courbe d'hystérésis. Équivaut à l'énergie totale dissipée par l'appui dans un cycle.
Amortissement	β	Équivaut au taux d'amortissement visqueux de l'appui.

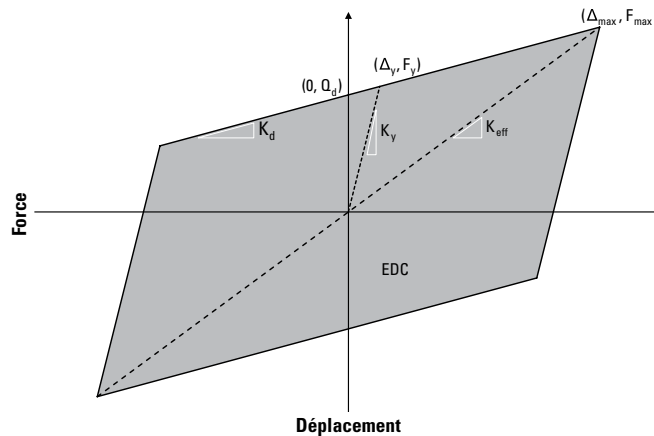


Figure 10 : Modélisation de la courbe d'hystérésis bilinéaire d'un appui parasismique



Produit : Appuis en élastomère fretté

Projet : Pont de la rivière Richelieu (autoroute 10) - Carignan, QC

Caractéristiques particulières du produit : Des appuis en élastomère fretté standard ont été utilisés pour conférer un amortissement d'environ 5 %. Les appuis en élastomère fretté sont une option économique pour isoler un pont lorsque l'amortissement requis est faible.



DES PONTS MIEUX CONSTRUITS

Avec plus de 60 années d'expérience, Goodco Z-Tech est le plus important fabricant d'appareils d'appui et de joints de dilatation au Canada. S'appuyant sur le savoir-faire d'une équipe compétente et des équipements à la fine pointe de la technologie, Goodco Z-Tech conçoit et fabrique une vaste gamme de produits pour les ponts routiers, ferroviaires et autres structures. Goodco Z-Tech travaille en étroite collaboration avec Canam-ponts, un leader nord-américain dans le domaine de la conception, la fabrication et la construction de ponts en acier.



Un produit de Canam-ponts

450 786-1300
1 800 361-3510
canamponts.com

Québec

807, rue Marshall, Suite 100
Laval (Québec) H7S 1J9

Canam-ponts est une division de Groupe Canam inc.

Ontario

1739 Drew Road
Mississauga (Ontario) L5S 1J5

© Groupe Canam inc., 2016
Mise à jour 03/2016
Imprimé au Canada