



Commission géologique du Canada
Présentation scientifique 126

Développement d'un système d'alerte précoce pour les tremblements de terre du Québec

M. Lamontagne

2021

Présentée au Colloque de la Sécurité civile du Québec

Date de la présentation : Octobre 2019

Pour obtenir des renseignements sur les droits de reproduction, veuillez communiquer avec Ressources naturelles Canada à l'adresse copyright-droitdauteur@nrca-nrcan.gc.ca.

Lien permanent : <https://doi.org/10.4095/328951>

On peut télécharger cette publication gratuitement à partir de GEOSCAN (<https://geoscan.nrcan.gc.ca/>).

Notation bibliographique conseillée

Lamontagne, M., 2021. Développement d'un système d'alerte précoce pour les tremblements de terre du Québec; Commission géologique du Canada, Présentation scientifique 126, 41 p.
<https://doi.org/10.4095/328951>

Les publications de cette série ne sont pas révisées; elles sont publiées telles que soumises par l'auteur.





Colloque sur la
sécurité civile

2019

Développement d'un système d'alerte précoce pour les tremblements de terre du Québec



LA SÉCURITÉ CIVILE,
UNE RESPONSABILITÉ

PARTAGÉE!

Maurice Lamontagne
Commission géologique du Canada

Votre
gouvernement

 **ASCQ**
Association de Sécurité
Civile du Québec

 **CRAIM**
COMITÉ pour la PRÉVENTION
des ACCIDENTS INDUSTRIELS MAJEURS

 **RECO**
COMITÉ
pour la PRÉVENTION
des ACCIDENTS INDUSTRIELS MAJEURS



Québec 

Qu'est-ce qu'un système d'alerte précoce

Une alerte est lancée lorsqu'un tremblement de terre vient juste de se produire...

Avec comme but
d'alerter avant
l'arrivée des ondes sismiques
qui peuvent causer des dommages

Mise en contexte (1/2)

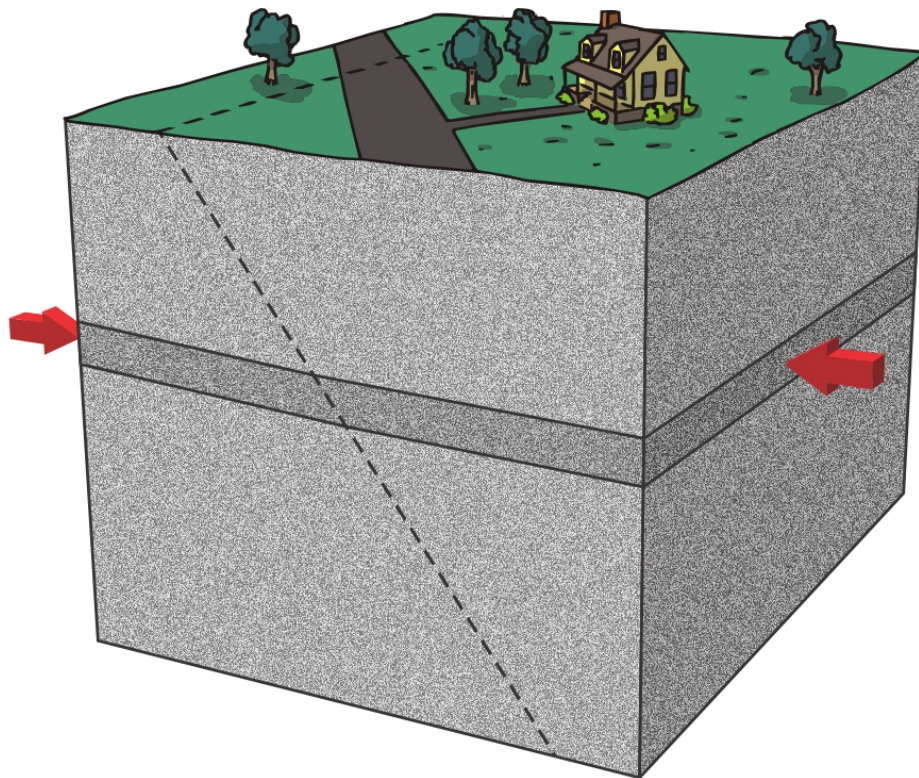
- Le budget fédéral de 2019 propose d'investir 160 M\$ pour améliorer la préparation et l'intervention pour la gestion des catastrophes comme :

les inondations, les feux de forêt
et les tremblements de terre

- La réduction du risque sismique passera par :
 - Une meilleure évaluation du risque
 - Un **système d'alerte précoce** pour les séismes

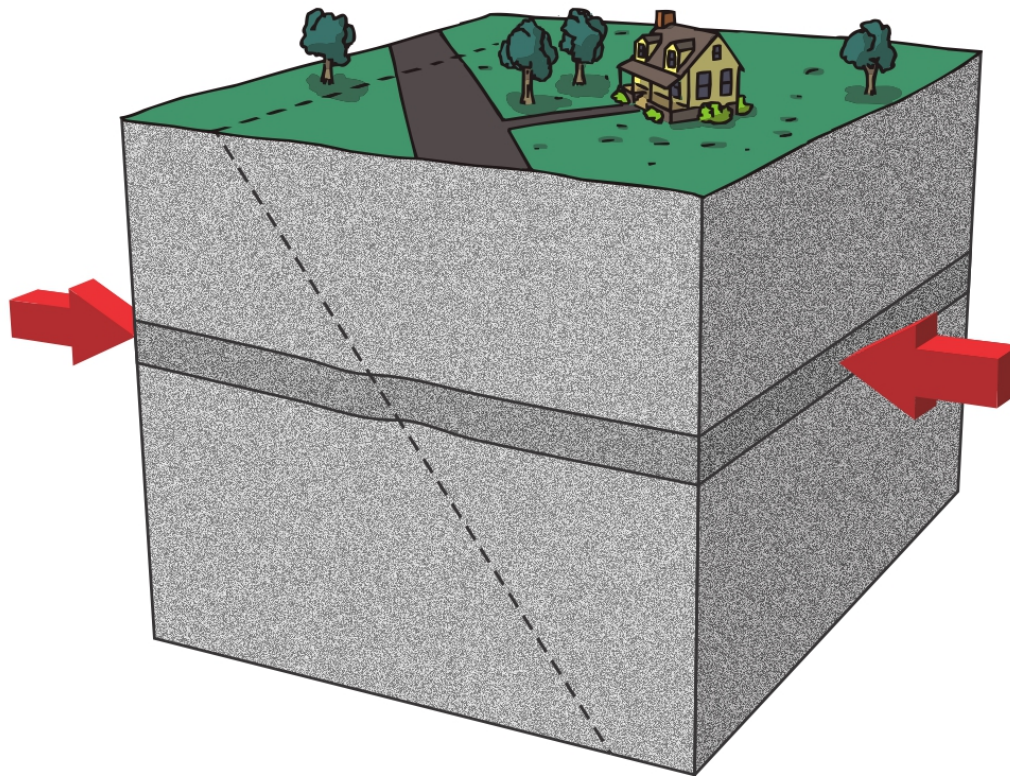
La présentation d'aujourd'hui

1. Quelques principes et idées générales
2. Situation des séismes au Québec
3. Système Alerte Précoce : principes généraux pour le Canada
4. Appel à la collaboration
5. Conclusions



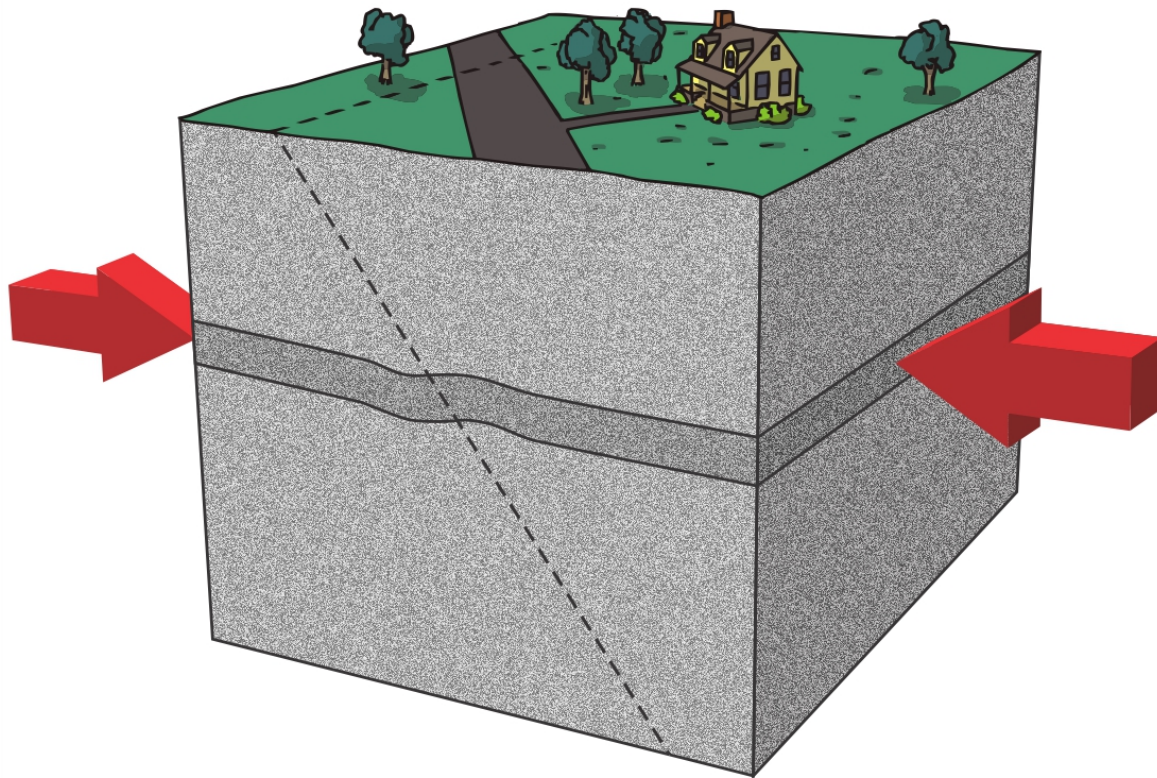
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2021





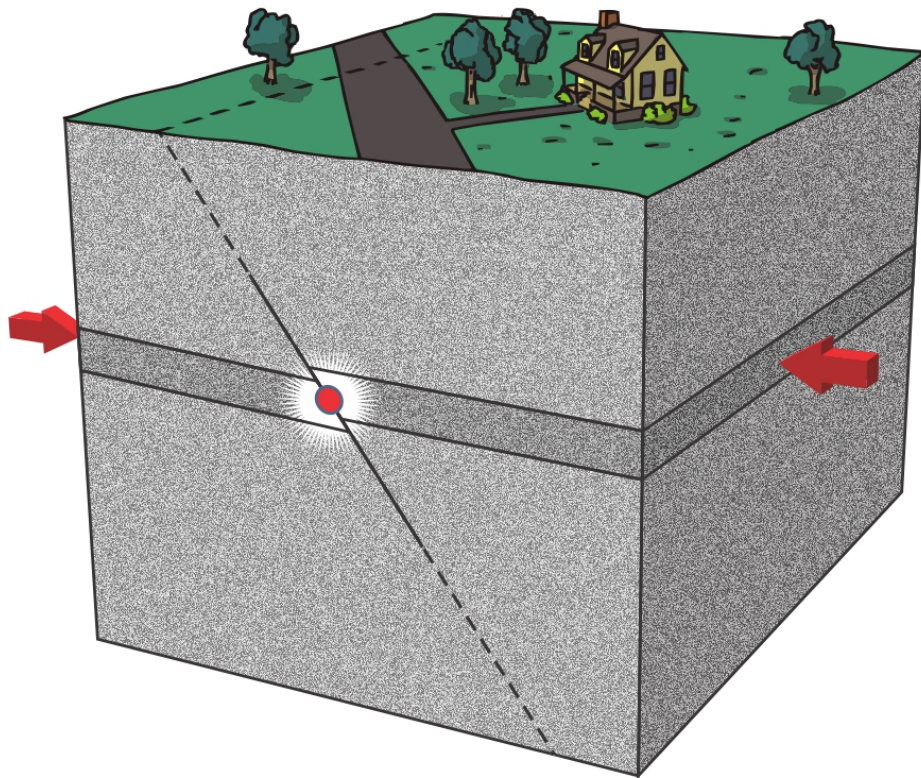
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2021





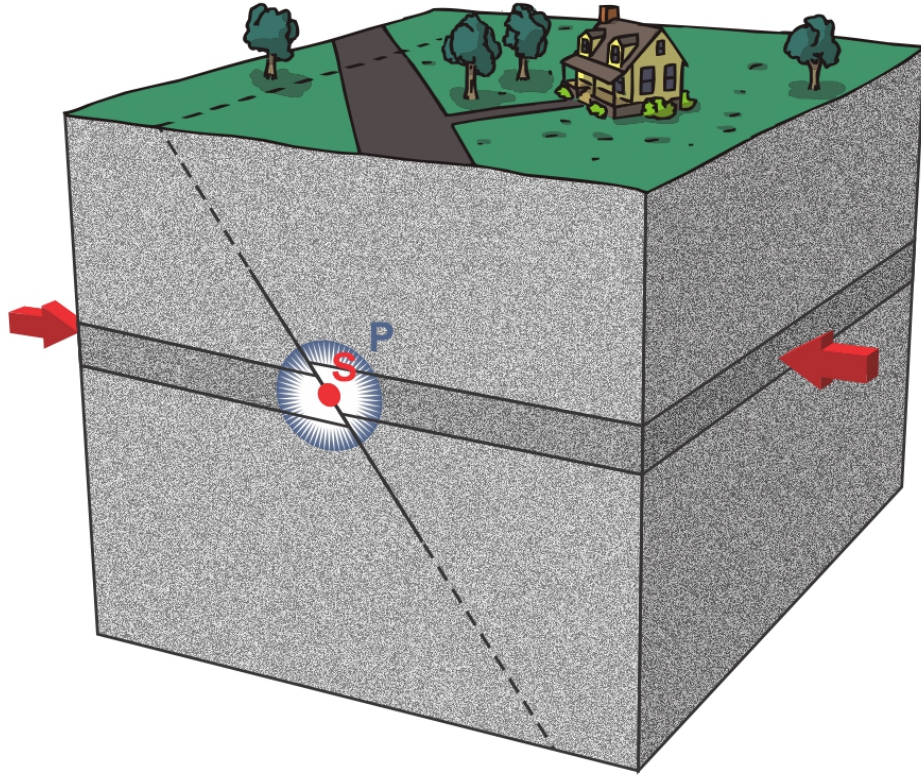
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2021





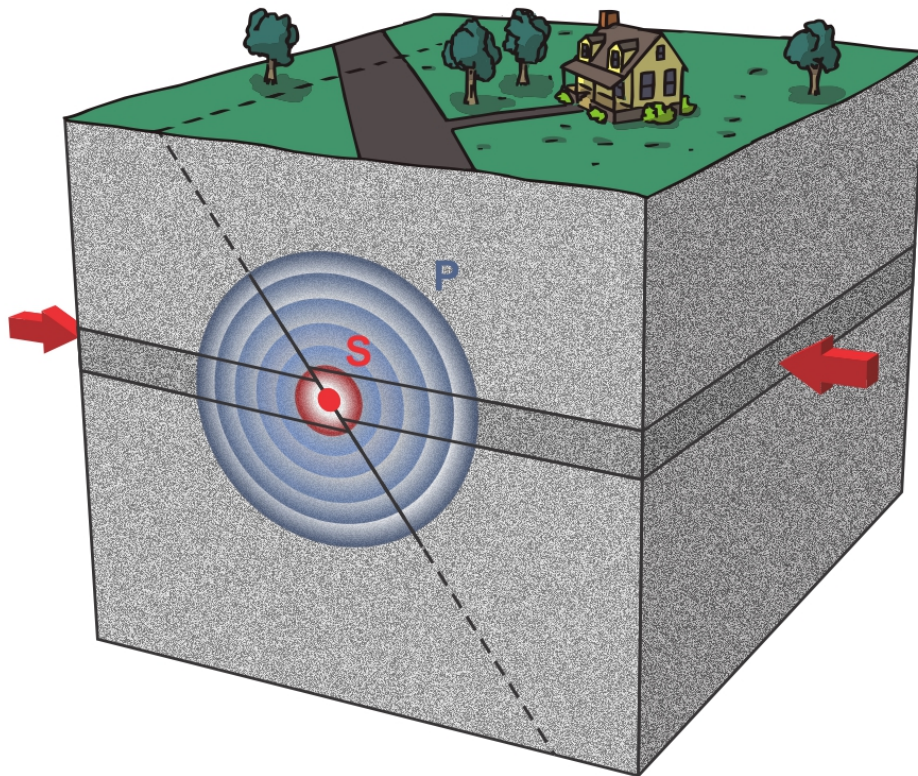
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2021





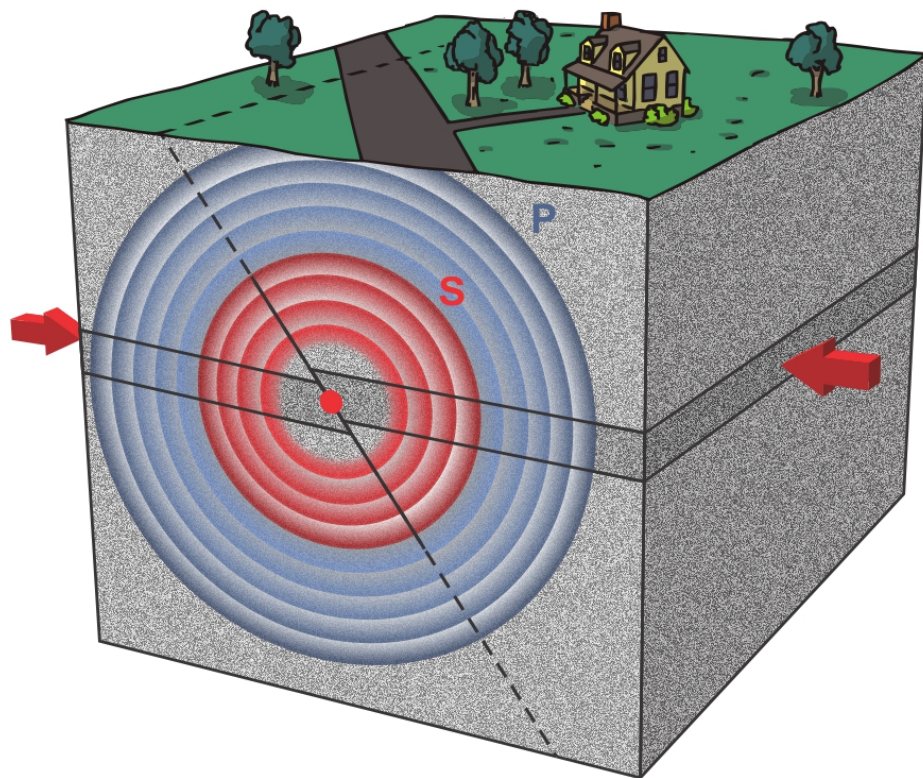
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2021





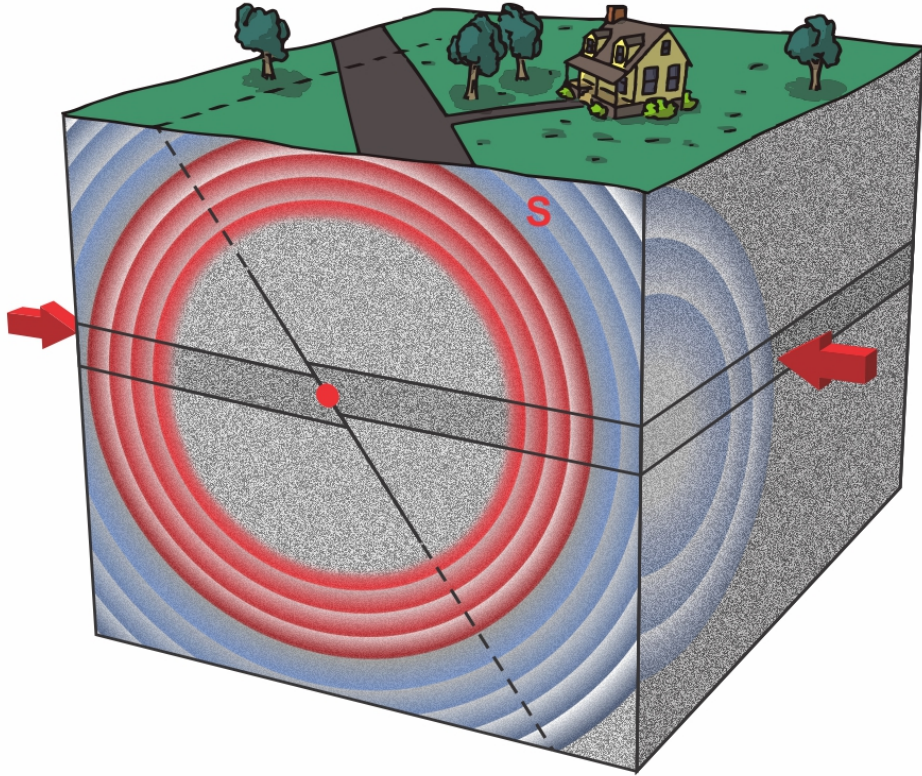
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2021





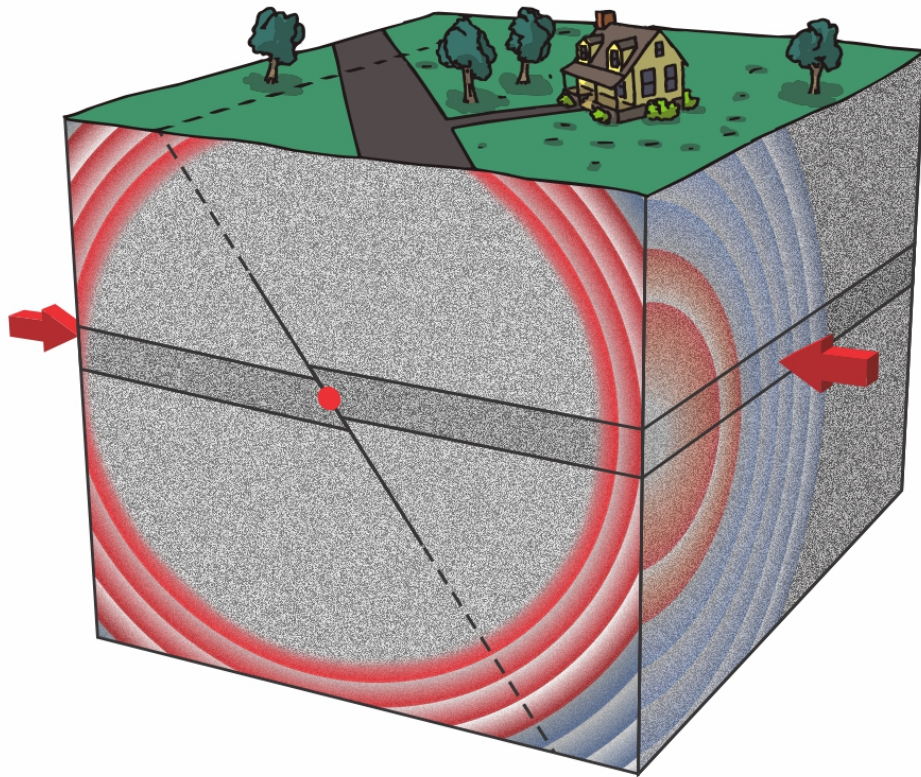
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2021





© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2021

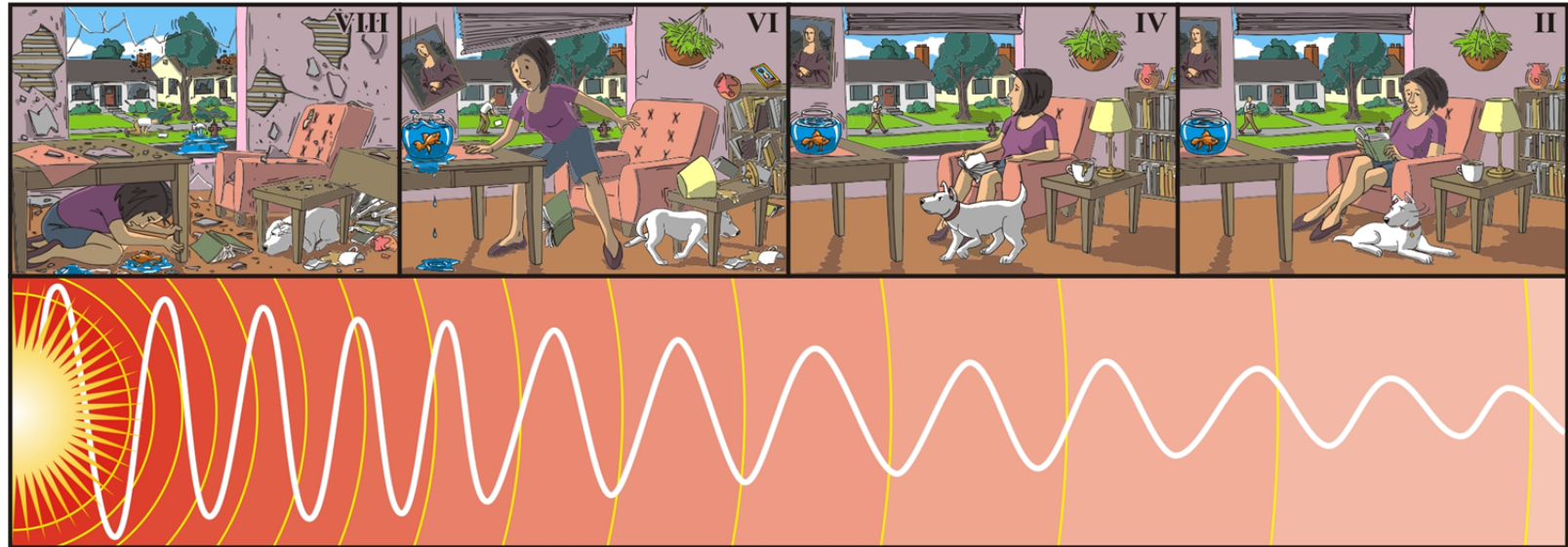




© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2021



Le prochain tremblement de terre nous surprendra tous ... on ne peut pas prédire les séismes



Epicentre
Magnitude 6.5

~200 km

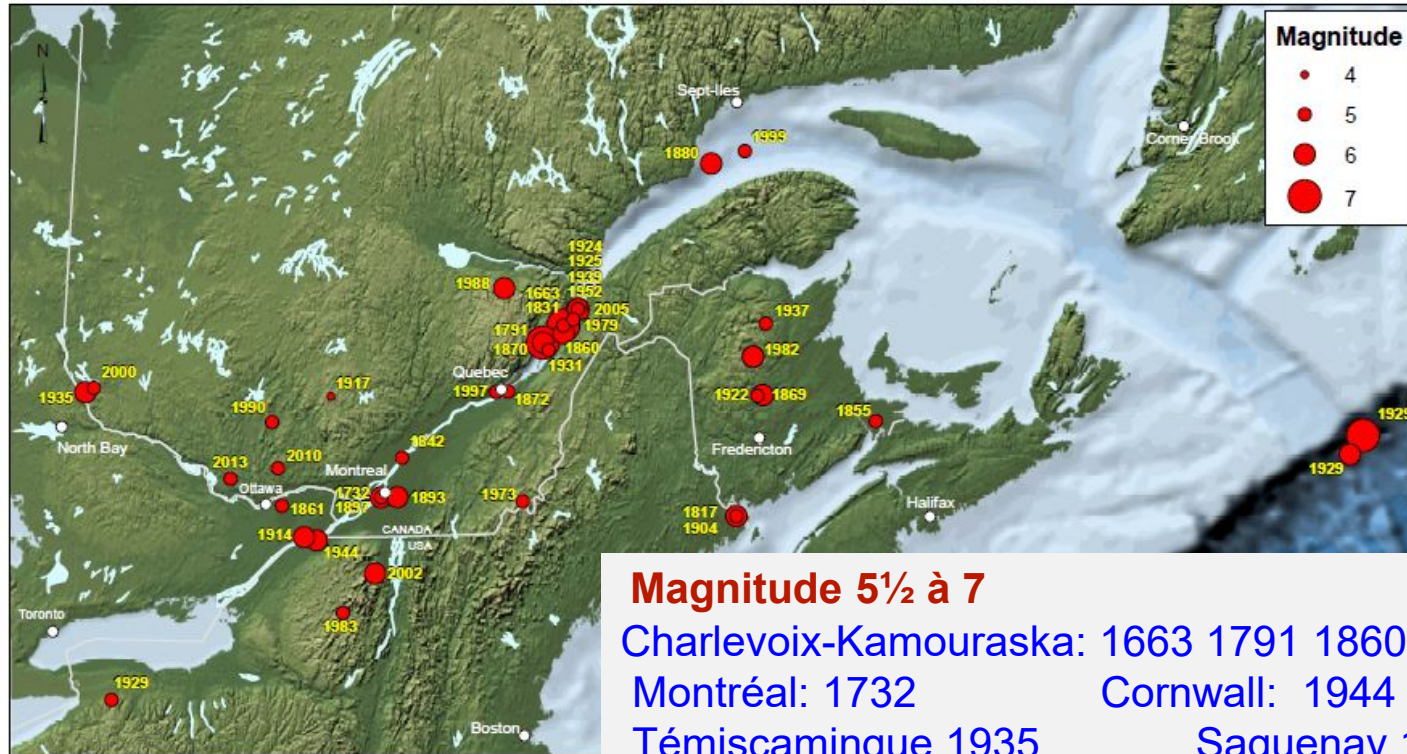
~400 km

~1000 km

Les séismes ... une menace au Québec?

- Contrairement aux risques récurrents, comme les inondations et les incendies, les séismes d'importance sont peu fréquents (50, 100 ans)
- Toutefois, lorsqu'ils surviennent, ils peuvent avoir un grand impact
 - Sur les infrastructures (édifices, routes, électricité, services)
 - Sur les activités normales
 - Sur les gens (qui sont pris au dépourvu)
- Aussi, ils sont suivis de répliques qui perturbent et allongent la période de rétablissement

L'aléa : séismes importants



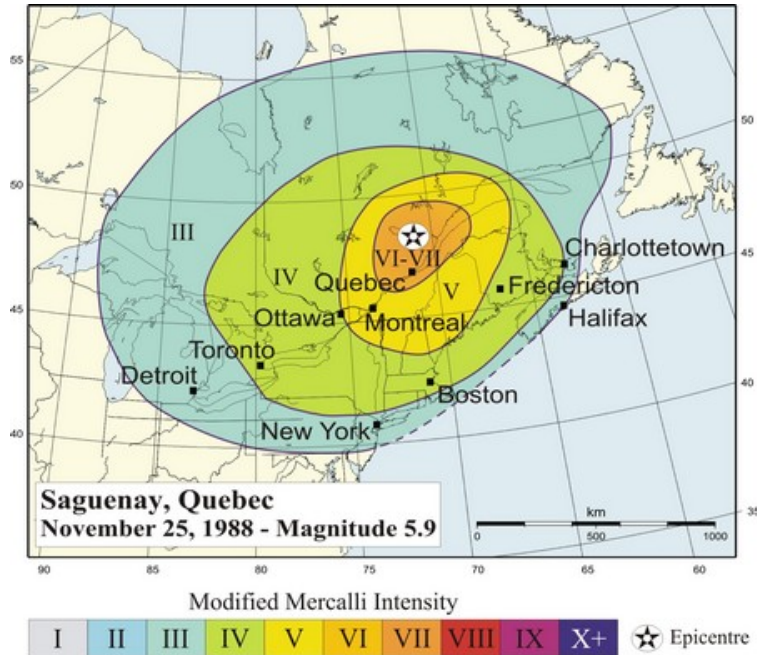
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2021



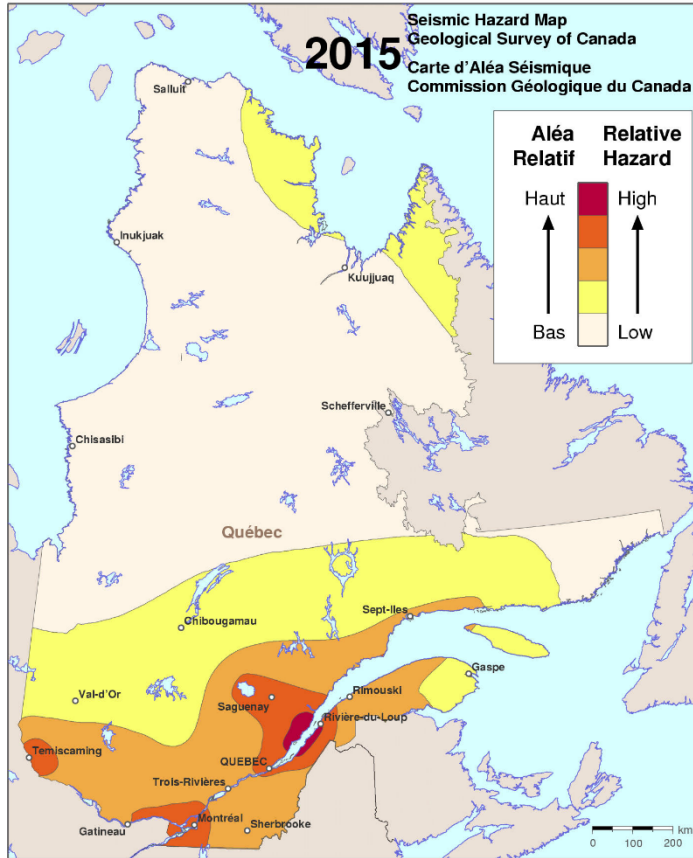
Attention: Votre expérience des tremblements de terre peut vous tromper!

- Un séisme de magnitude 6 à l'épicentre est bien différent à des centaines de kilomètres de distance...
- Un petit séisme: soudain, rapide et peu violent
- Un fort séisme : vibrations intenses qui peuvent durer plusieurs dizaines de secondes; vous pourriez craindre pour votre vie!
- Les séismes se produisent à toute heure de la journée (jour ou nuit)
- On ne peut pas les prévoir à court terme... tout le monde sera surpris!

Lorsqu'un séisme de magnitude 6 survient, une grande région est affectée... comme en 1988



- 11 glissements de terrain jusqu'à 200 km de l'épicentre
- Dommages jusqu'à Montréal-Est (350 km de l'épicentre)
- Écoles, hôpitaux endommagés
- Pannes électriques
- Population locale affectée
- Répliques sismiques
 - Dossier public disponible



Probabilité d'intensité Mercalli V (5)

sur 50 ans :

Charlevoix et Kamouraska : 82 %

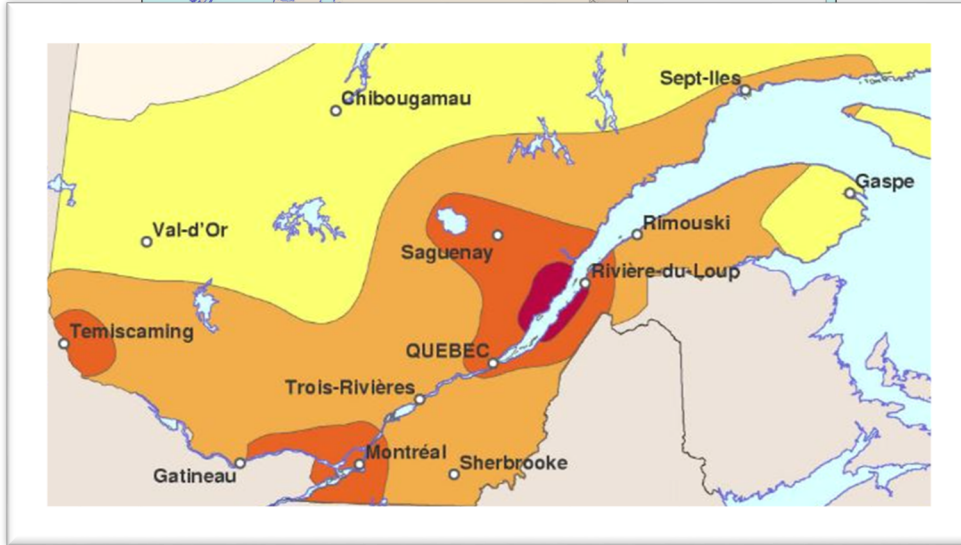
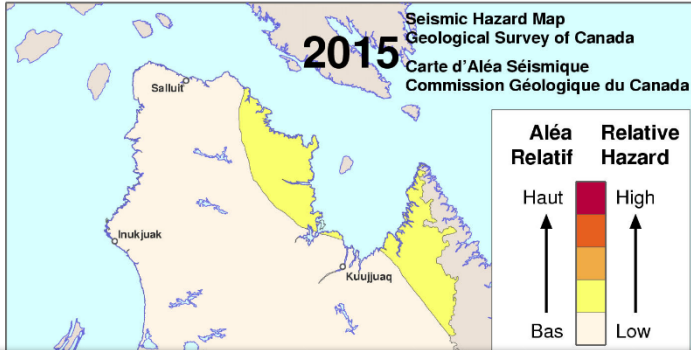
Montréal, Laurentides, Outaouais : 54 %

Québec, Saguenay–Lac-Saint-Jean : 44 %

Note: Sur 50 ans, cela peut vouloir

dire... demain.





© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2021



Probabilité d'intensité Mercalli V (5)

sur 50 ans :

Charlevoix et Kamouraska : 82 %

Montréal, Laurentides, Outaouais : 54 %

Québec, Saguenay–Lac-Saint-Jean : 44 %

Note: Sur 50 ans, cela peut vouloir

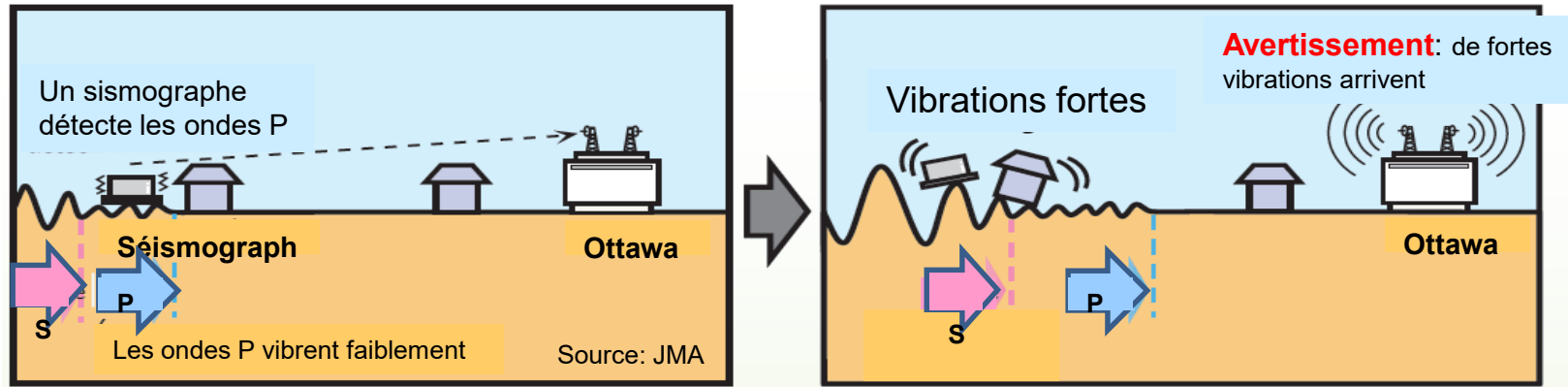
dire... demain.

Les conséquences d'un séisme de magnitude 6

- Dommages et glissements de terrain dans un rayon d'au moins 150 km
- Dommages: - importants aux édifices anciens (surtout ceux en briques)
 - modérés aux édifices récents
 - à l'intérieur qui rendent édifices/résidences hors service
- Pannes de courant
- Lignes téléphoniques et de cellulaires surchargées
- Employés et leurs familles affectés
- Répliques sismiques pendant plusieurs jours

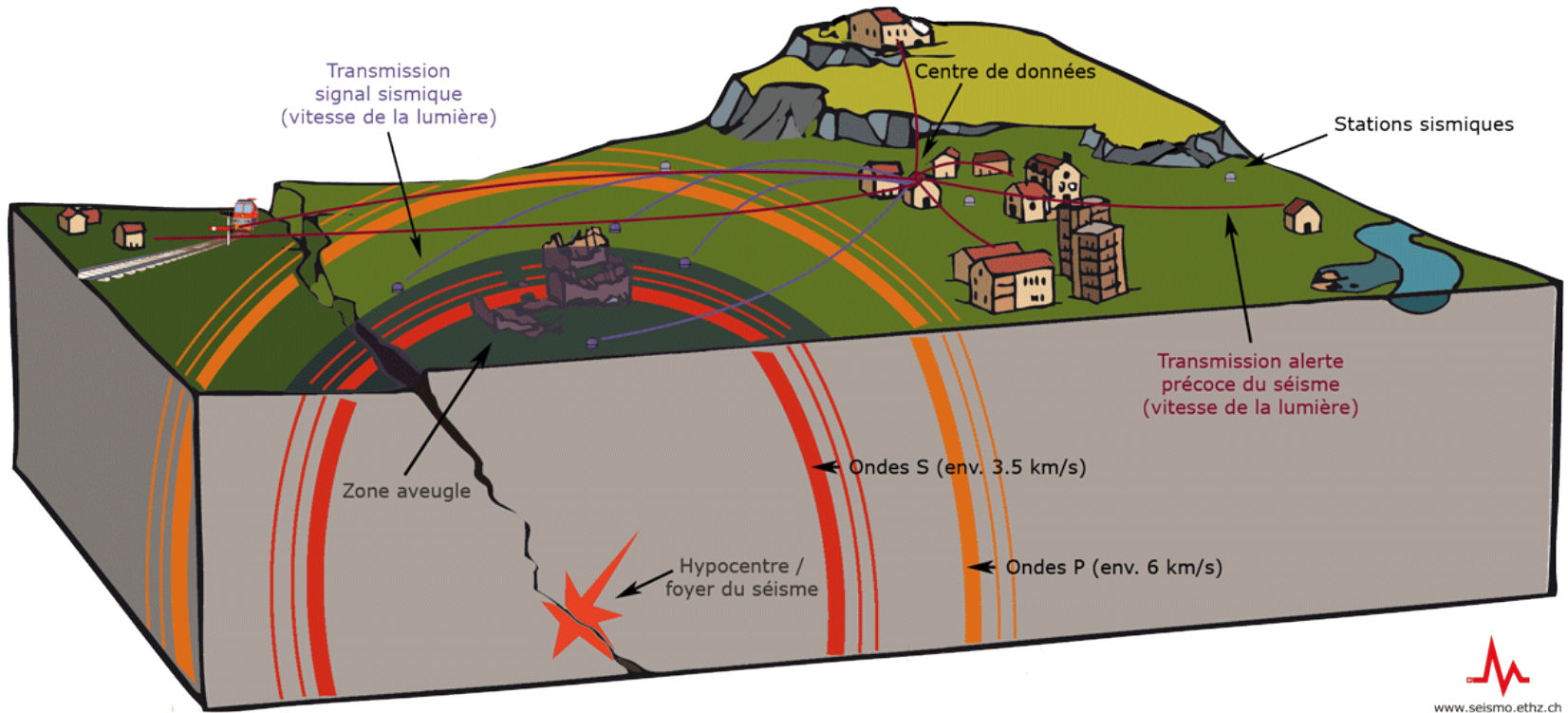
Systeme d'alerte precoce (early warning)

- Les telecommunications voyagent plus vite que les ondes sismiques
- Envoi d'un message aux sites plus éloignes
- Quelques secondes pour se mettre à l'abri et activer des actions de protection automatiques



© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2021





Source: www.seismo.ethz.ch

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2021

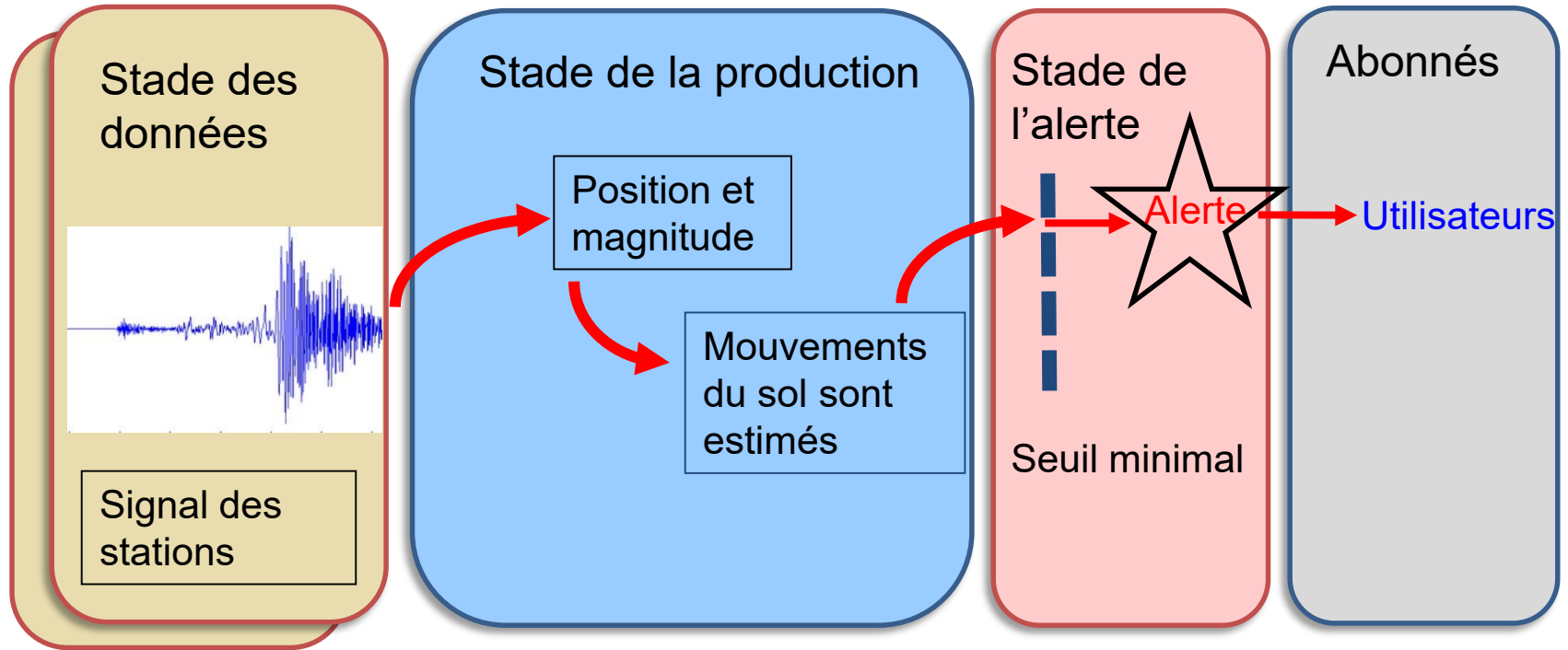
Défis et limites

- Il y aura toujours un temps minimal pour détecter, analyser et diffuser l'alerte.
 - De plus, après la réception du message, un temps de réaction existe
 - Généralement, on l'estime à quelques dizaines de secondes au minimum
- Il y a une zone près de l'épicentre où les ondes sismiques arriveront avant l'alerte (« zone aveugle »)
- Alertes seront diffusées seulement pour les séismes potentiellement dommageables
- L'alerte n'est pas tout : des actions doivent être prédéfinies

Fondements du système

- Réseau de détection
- Communications
- Surveillance et génération de l'alerte
- Diffusion et réception de l'alerte

Processus suivi



1- Réseau de détection

- Accéléromètres (un type de sismographe) sensibles aux mouvements forts
- Plus de 1000 stations à travers le Canada dans la première phase
- Réseau dense de stations dans les régions à risque (espacement de 10-20 km)
- Réseau de base : stations dans les infrastructures critiques fédérales à haut risque

- Réseau complémentaire : En collaboration avec des partenaires
 - Provinces et territoires Premières Nations
 - Municipalités Autres organisations

Exemple de station

- Peu ou pas d'entretien
- Courant normal
- Dimensions raisonnables
- Protégé
- Transmission des données continue par liens sécurisés, cellulaire, téléphone, radio, ou satellite



2- Transmission des données, analyse et production des messages

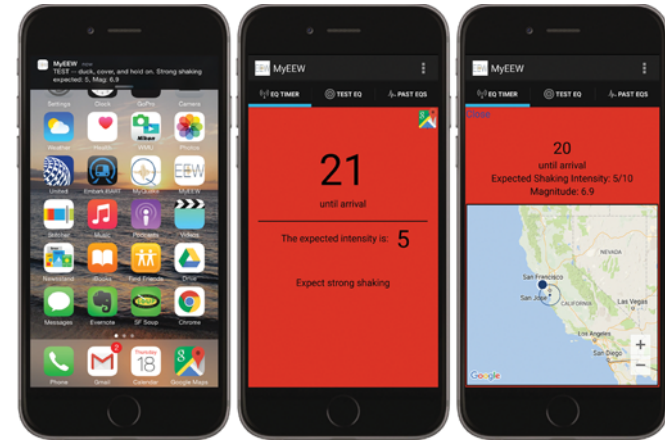
- Les données brutes sont analysées en temps réel et, si un mouvement est détecté, on calcule la magnitude et la position de l'épicentre.
- Si les mouvements du sol excèdent un certain seuil, les messages d'urgence sont préparés automatiquement.

3- Réaction

- Processus automatiques
 - Arrêt automatique de systèmes vulnérables et de procédés dangereux (arrêt de réacteurs nucléaires, réseaux de gaz, réseaux informatiques, etc.)
 - Protection des usagers (arrêt de trains à grande vitesse, ascenseurs, etc.)
- Processus semi-automatiques (avec intervention humaine)
- Public peut se mettre à l'abri
- Détermination rapide des zones les plus touchées

Exemples d'applications

- Arrêt de processus chimiques critiques, arrêt des trains, ou encore sauvegarde de données importantes sur serveurs sécurisés
- Demander au personnel de s'éloigner des processus industriels dangereux
- Public en général peut se mettre à l'abri



Public

- Impératif que les gens sachent comment réagir
- Seulement 15 % des Québécois savent comment...
- Exercices préalables tels que la Grande Secousse du Québec
(Le 17 octobre prochain à 10 h 17)



Petite note...

- Les gens qui seront dans la « zone aveugle » ne pourront pas recevoir le message avant l'arrivée des ondes S
- Toutefois, s'ils savent comment réagir, ils se mettront à l'abri sous un bureau ou une table solide.... dès qu'ils sentiront les ondes P

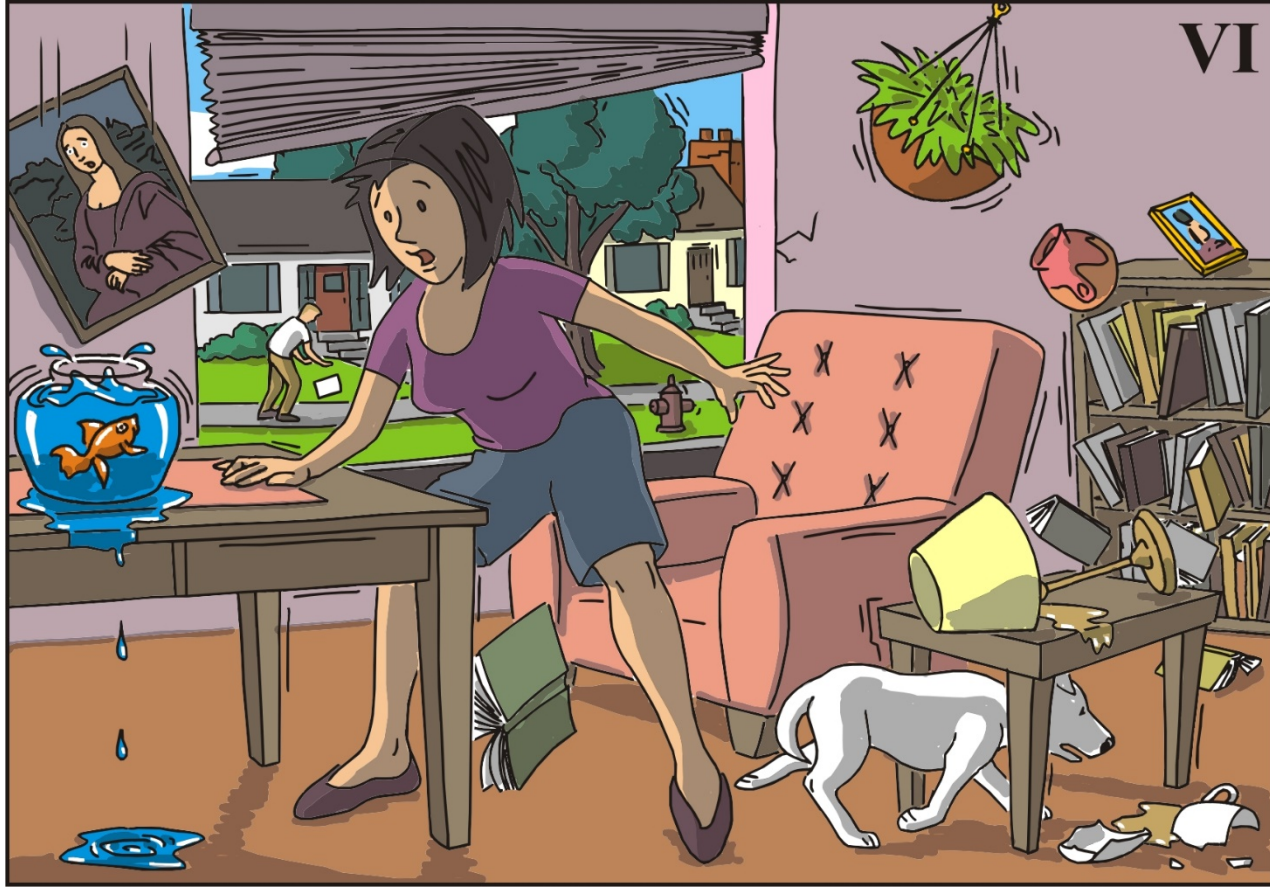
Exemple de message (Région de Los Angeles)

Vous êtes à la position 3,
vous avez
28 secondes
avant l'arrivée des ondes
secondaires qui
causeront des vibrations
d'intensité de Mercalli VI
(objets qui tombent,
cheminées craquées)

Example ShakeAlert Message



(Public domain.)



© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2021



Possibilités de créer un partenariat

- Le réseau de base sera payé par le gouvernement fédéral
- Ce réseau devra être complété par des réseaux locaux avec des partenaires
- Le programme inclut des subventions et contributions (S&C) pour aider les partenaires
 - S&C pour l'achat des instruments
 - Le système canadien couvre les coûts de collecte de données, de production d'alertes et de la structure de diffusion
 - Le partenaire doit couvrir les coûts de l'infrastructure, de l'installation, de même que l'exploitation et l'entretien pour une période de 10 ans
 - Le programme fournira :
 - Les bases de conception des infrastructure des stations,
 - Les caractéristiques techniques et les procédures
 - Formation pour l'installation et l'entretien
 - Un appel pour des propositions sera fait en 2020-2021, mais les discussion informelles sont lancées.

Calendrier du programme

Années	Activités
2019-2020	Développement des caractéristiques techniques, commande du matériel, conception du réseau, développement des logiciels, développement des partenariats
2020-2021	Réception de l'équipement, installation du réseau de base, appel d'offres pour les partenaires, installation du réseau complémentaire, développement des logiciels et du mode de diffusion d'alertes
2021-2022	Installation du réseau de base et complémentaire, développement des logiciels et du mode de diffusions d'alertes, tests
2022-2023	Installation du réseau de base et complémentaire, développement des logiciels et du mode de diffusions d'alertes, tests
2023-2024	Installation du réseau de base et complémentaire, développement des logiciels et du mode de diffusion d'alertes, tests d'alertes provisoires
Après	Opération provisoire, alertes opérationnelles

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2021



Conclusions

- Le système d'alerte précoce peut potentiellement atténuer l'impact d'un séisme important au Canada
- Ressources naturelles Canada (RNCan) lance un programme de cinq ans pour mettre sur pied un tel système avec un début opérationnel vers 2024
- Le système comportera un réseau de base fédéral avec des stations supplémentaires installées et exploitées par les partenaires avec l'appui de RNCan
- Le système canadien sera compatible avec ceux des États-Unis

- Pour plus de renseignements, veuillez contacter :
Henry Seywerd
Gestionnaire de programme, Système d'alerte précoce
Henry.Seywerd@canada.ca (613) 996-3695

Connaissance de l'aléa

- <https://www.erudit.org/fr/revues/rseau/2017-v30-n2-rseau03369/1042922ar/>

