

# *Système canadien d'alerte sismique précoce*

Christopher Boucher  
Analyste Sismique

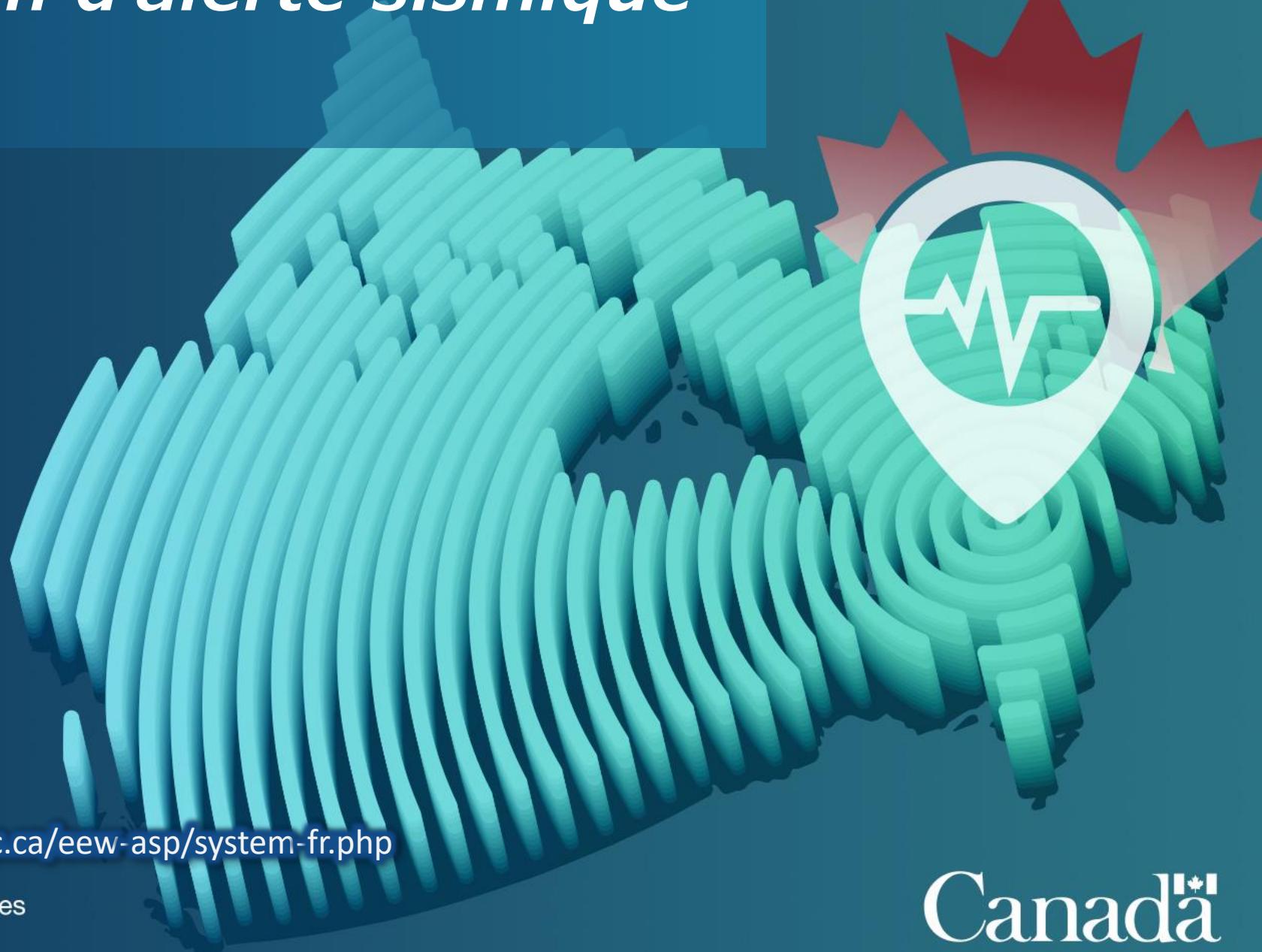
**Les secondes sauvent  
des vies!**

<https://www.earthquakescanada.nrcan.gc.ca/eew-asp/system-fr.php>



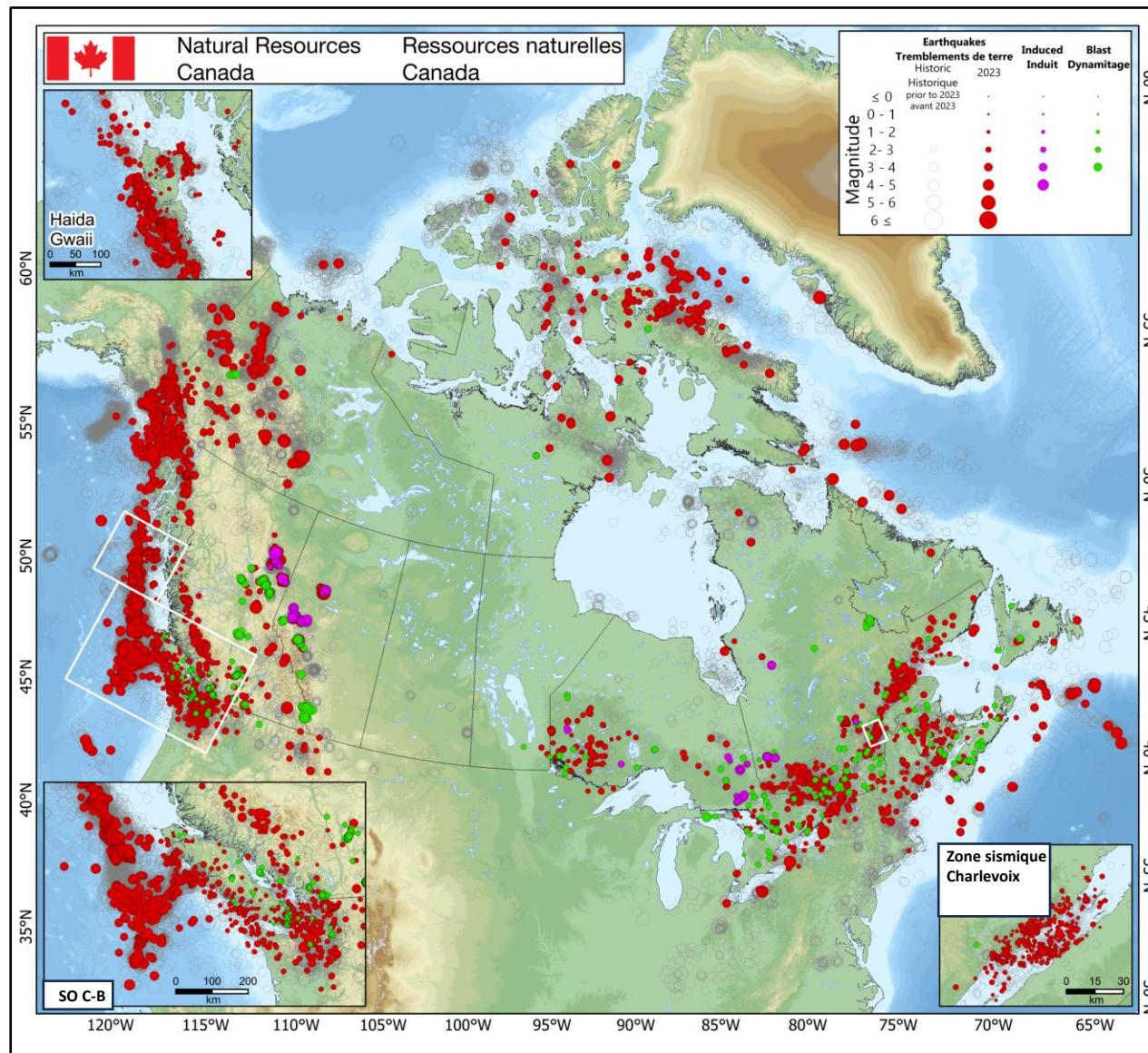
Natural Resources  
Canada

Ressources naturelles  
Canada



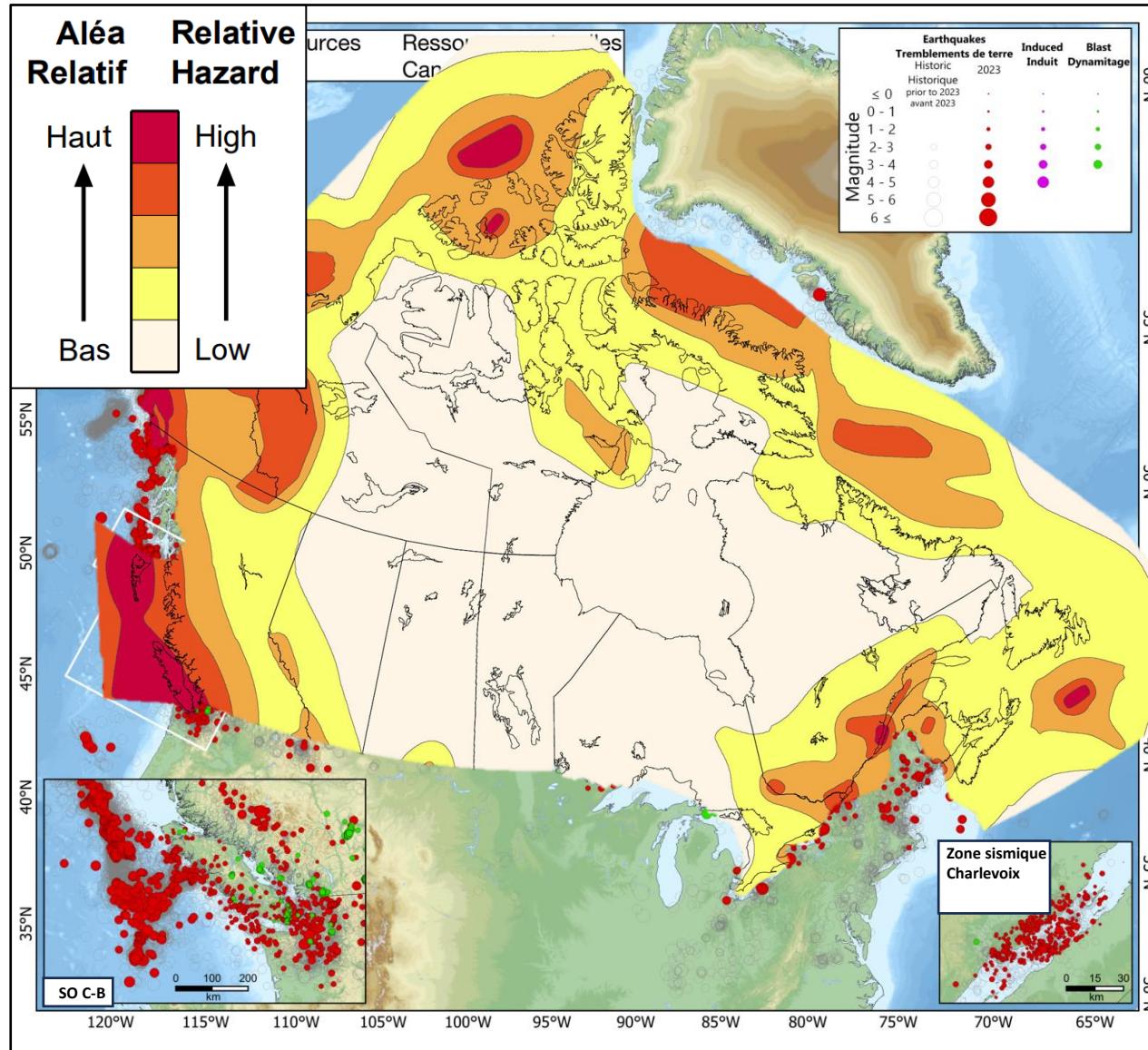
Canada

# Le Canada est à risque de séismes

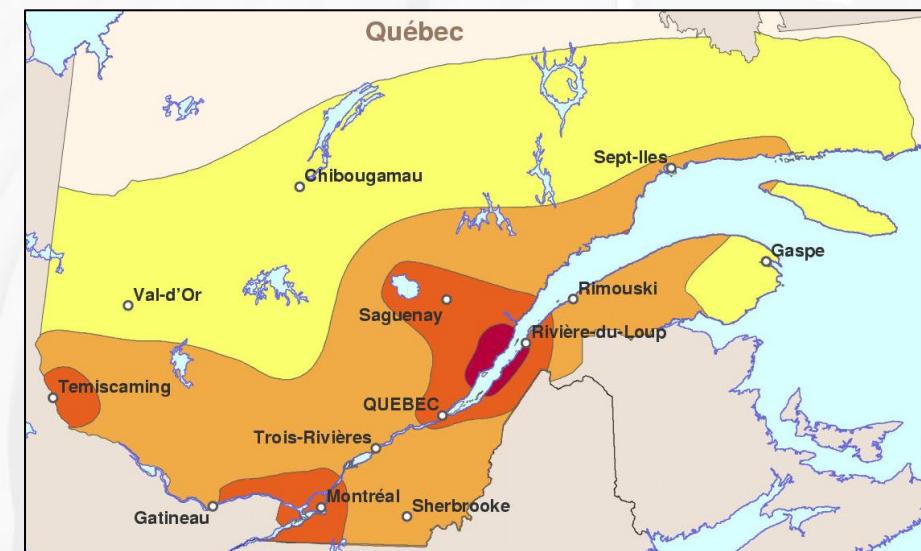


- Histoires Autochtones
- Données géophysiques
- Surveillance depuis 1897
- Plusieurs séismes dommageables
- Données informent le code national du bâtiment

# Le Canada est à risque de tremblements de terre



- Histoires Autochtones
- Données géophysiques
- Surveillance depuis 1897
- Plusieurs séismes dommageables
- Données informent le code national du bâtiment



# Tremblements de terre historiques



M 5,8 Cornwall, ON 1944



M 7,2 péninsule de Burin, T-N 1929



M 6,2 Charlevoix, QC 1925

**Earth Tremor Made Houses In Prince Rupert Quiver--Quake Felt Elsewhere Along Coast**

Prince Rupert Empire May 22, 1929

An earthquake happened in Prince Rupert yesterday afternoon but many did not know it. The tremor, which lasted less than a minute, occurred about 2:40 o'clock, some say three.

Over at the wireless station on Digby Island, the shock was distinctly felt. The building shook, but the instruments and service were in no way affected.

"It seemed to last all of a minute," said one of the operators. "My first thought was that a sudden gale had developed, for the building felt as if it had been hit by a powerful gust. But there was no gale—just a calm, beautiful afternoon."

Russell M. Smith, local manager Union SS, Co. of No. 409 Fourth Avenue, W., was sitting his home reading.

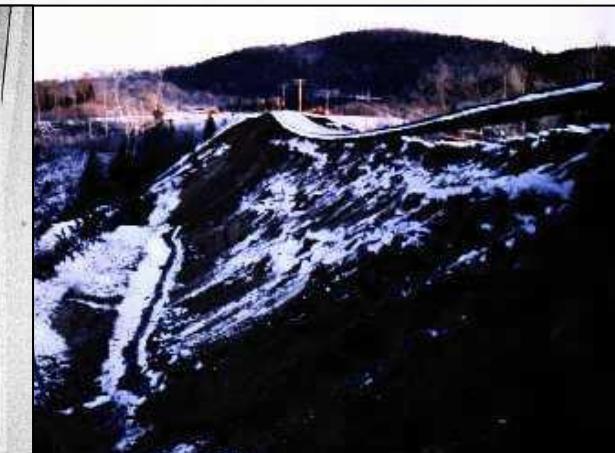
**House Shook**

EARTHQUAKES RECORDED  
Montreal Gazette June 1929  
Epicentre About 5,500 Miles  
Distant from Ottawa

Ottawa, June 1.—An earthquake of a severe nature was registered at the Dominion observatory last night. The tremor began at 7 hours 24 minutes, and 24 seconds p.m., eastern standard time. The distance to the epicenter was 5,500 kilometers or 3,400 miles. The time of the origin was 7 hours 24 minutes and 24 seconds p.m. eastern standard time. The record continued for nearly two hours.

A second earthquake, also severe, was registered this morning at 4 hours 45 minutes and 15 seconds a.m. eastern standard time. The distance

M 7,0 Haida Gwaii, C-B 1929

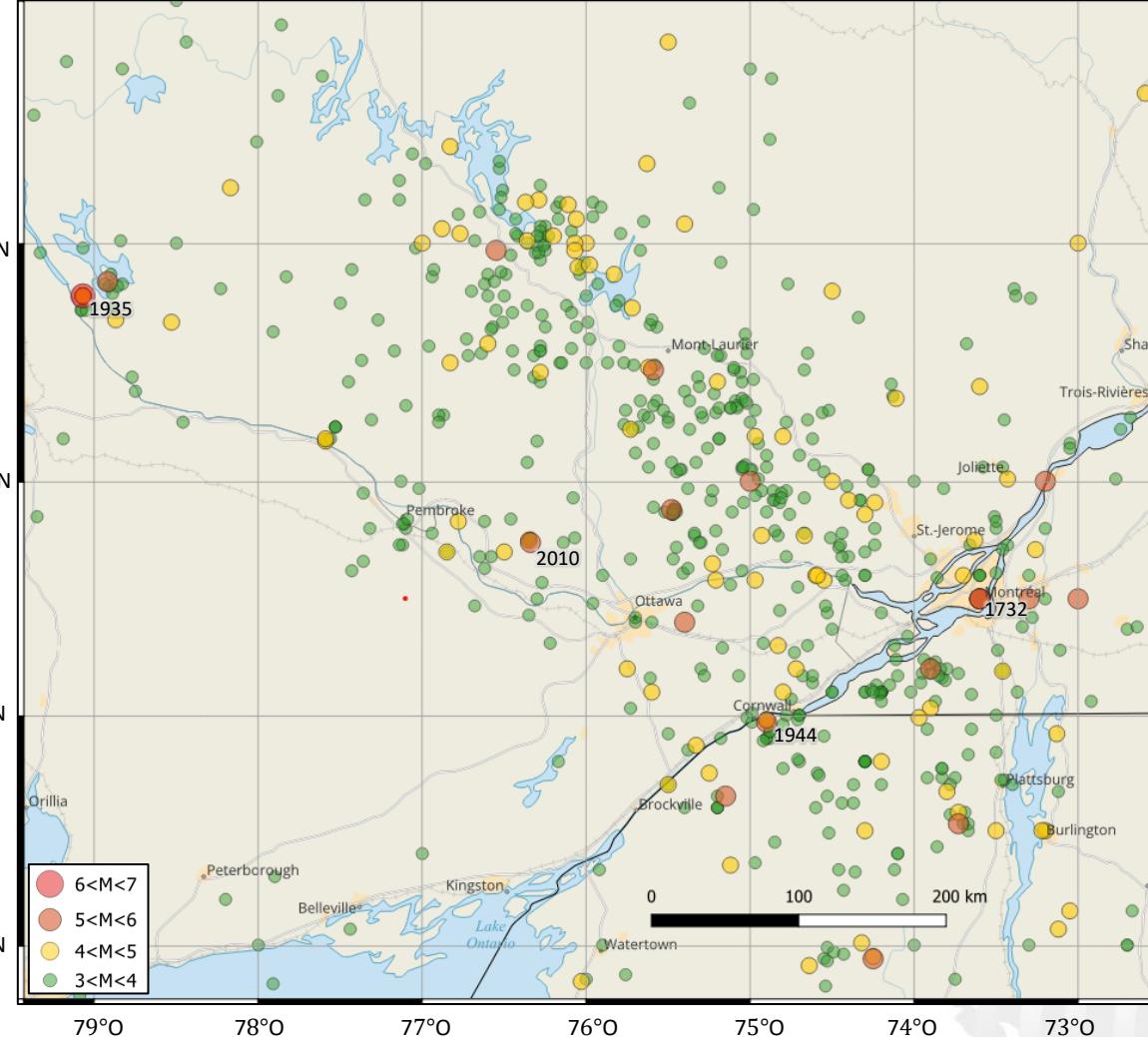


M 5,9 Saguenay, QC 1988



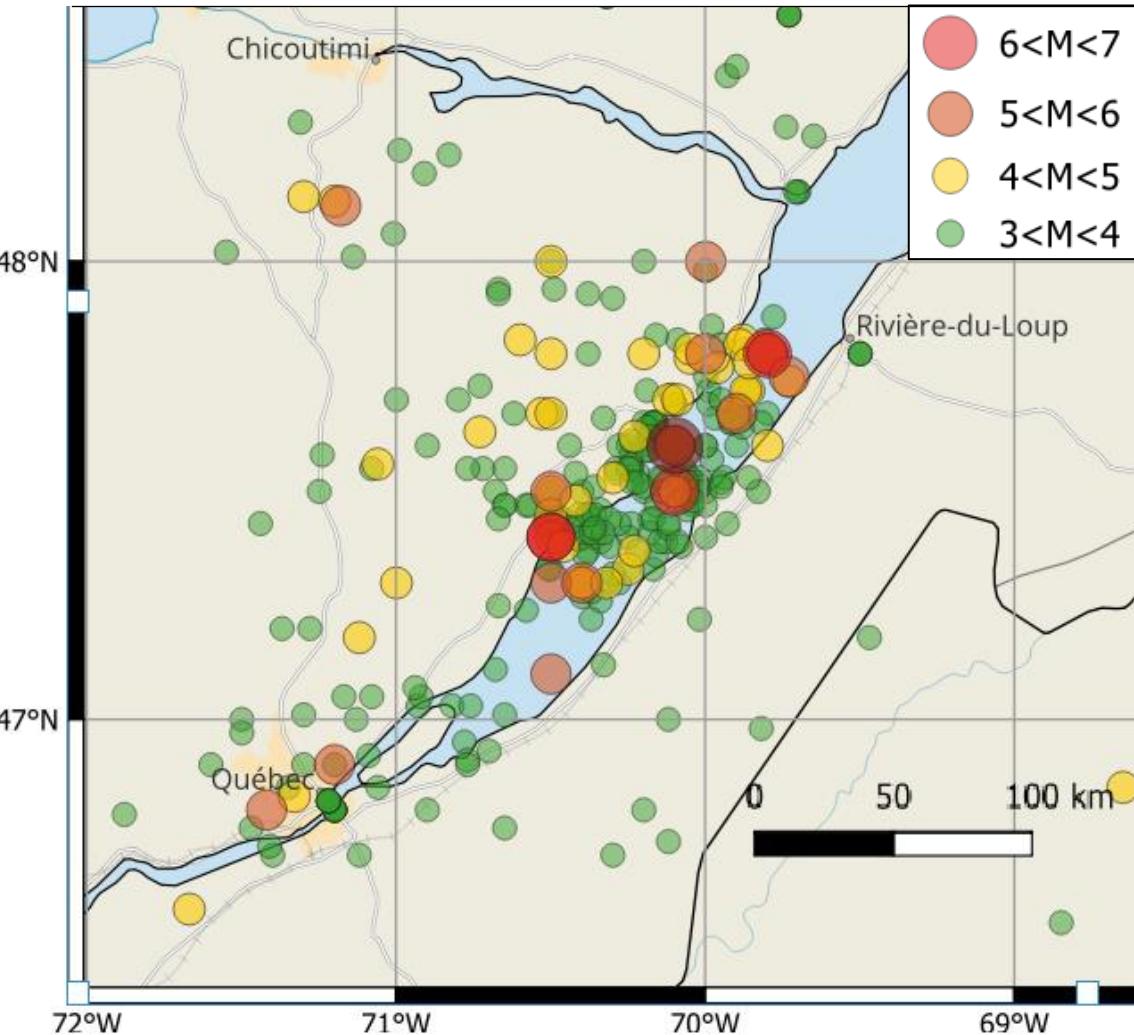
M 7,3 L'île de Vancouver, C-B 1946

# La zone sismique de l'ouest du Québec



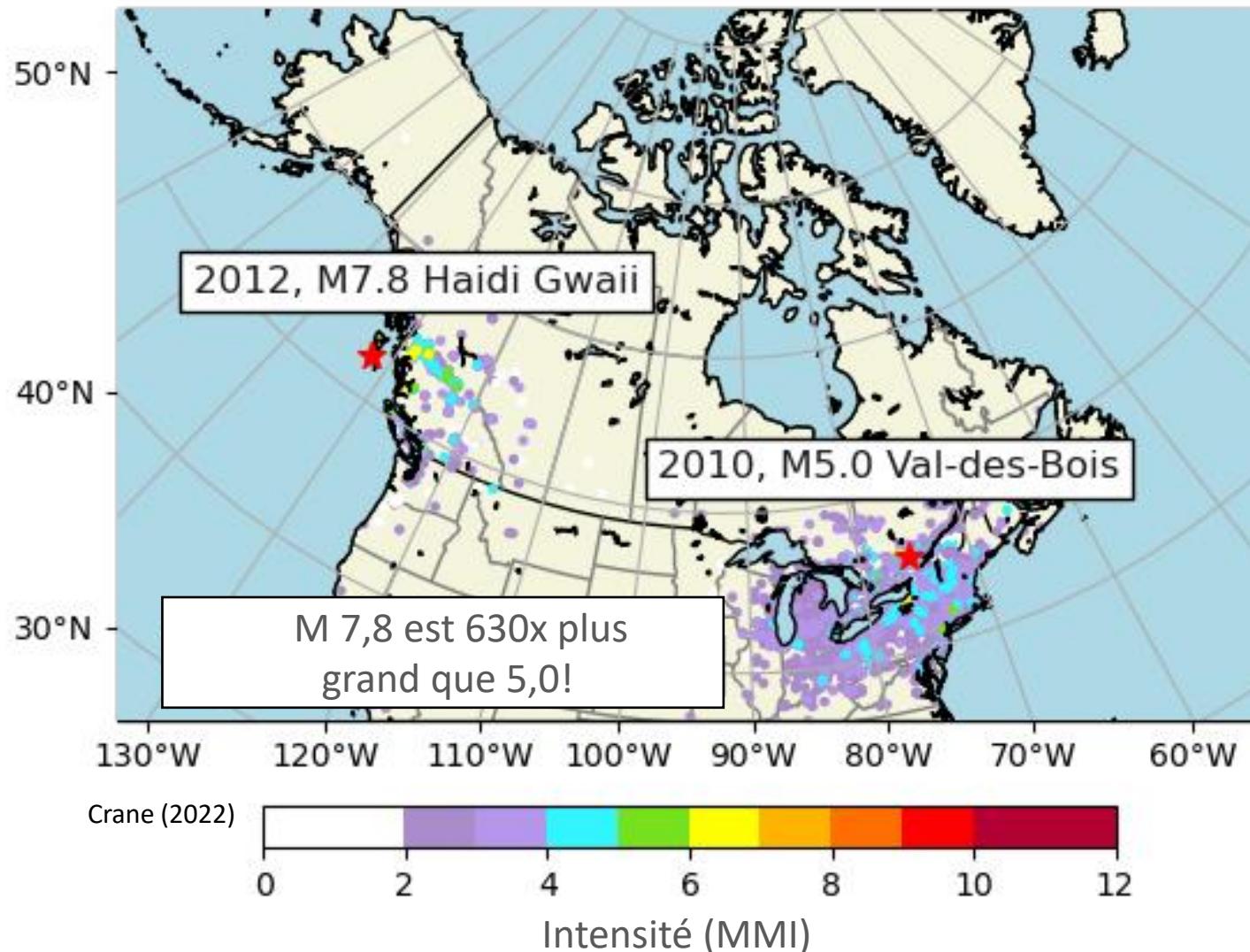
- ~150 séismes enregistrés chaque année dans la zone (~12 ressentis)
- M 6+ chaque 100-150 ans dans la zone (~5% de se produire à proximité de Montréal)
- Séismes importants:
  - 1732: M 5,8 Montréal
  - 1935: M 6,2 Timiskaming
  - 1944: M 5,8 Cornwall
  - 2010: M 5,0 Val-des-Bois

# La zone sismique de Charlevoix



- ~200 séismes enregistrés chaque année dans la zone (~15 ressentis)
- Séismes importants:
  - 1663: M 7,0 Charlevoix-Kamouraska
  - 1791: M 6,0 Charlevoix
  - 1860: M 6,0 Charlevoix
  - 1870: M 6,5 Baie St-Paul
  - 1925: M 6,2 Charlevoix-Kamouraska

# Intensité des secousses: est/ouest



## Facteurs dans l'est du Canada:

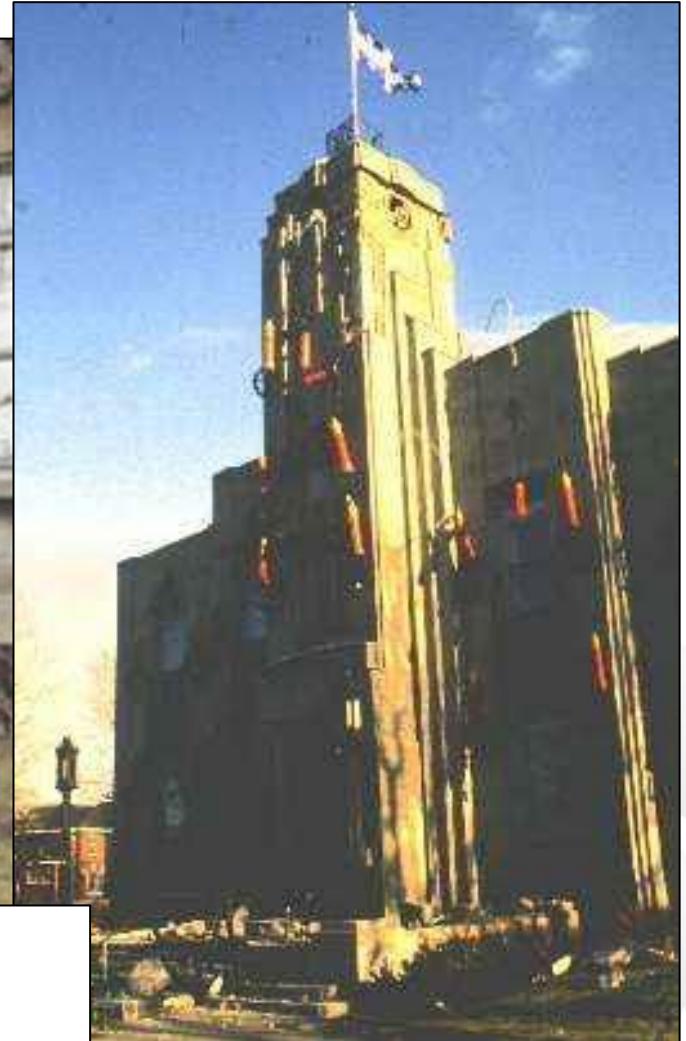
- **Chemin:** secousses ressenties sur de plus longues distances à l'est du Canada (faible atténuation des ondes sismiques).
- **Site:** Villes avec grandes populations (Toronto, Ottawa, Montréal) qui sont situés sur des sédiments à haute amplification (effets de site).

# Effets de site - M 5,9 au Saguenay



Dommages à l'ancien hôtel de ville de Montréal-Est :

- Faible atténuation des ondes sismiques
- Effets de site: situé sur un sol d'argile
- Construction défaillante: maçonnerie non renforcée



# Préparation envers les séismes

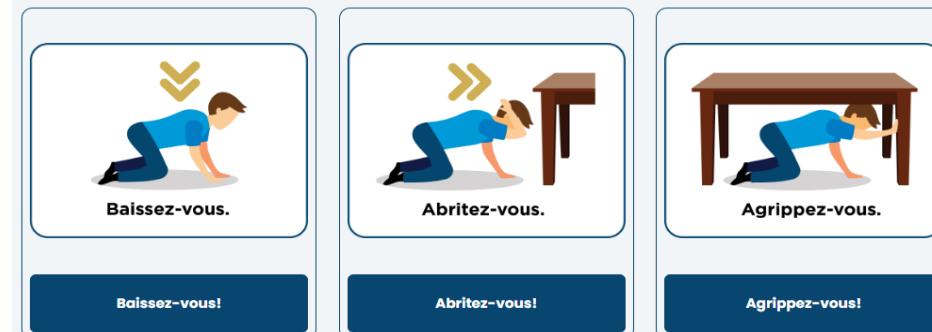
## 1. Sécuriser votre espace



## 2. Établir un plan d'urgence



## 3. Pratiquer les gestes

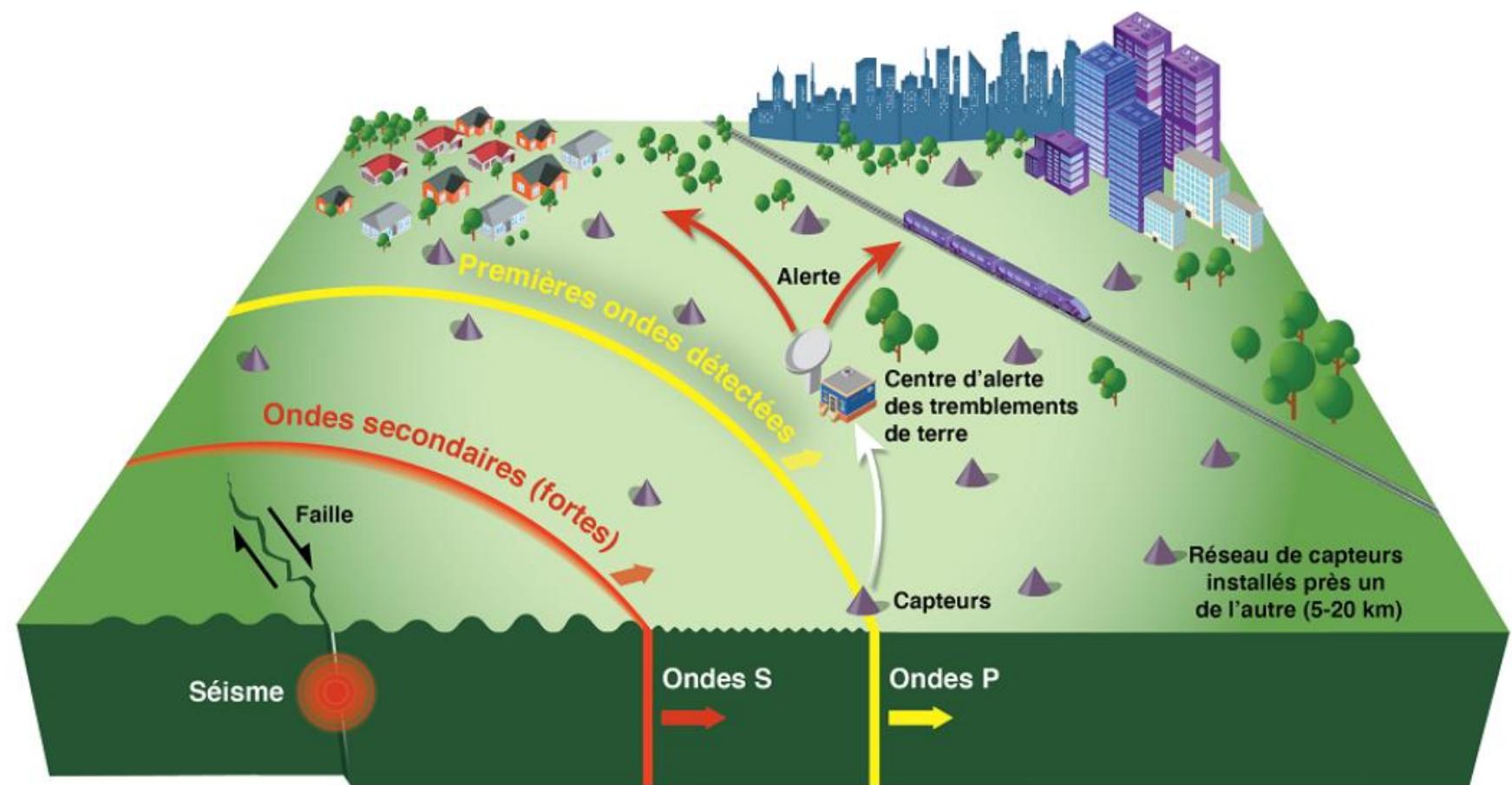


<https://www.grandesecousse.org/fr/>

## Les systèmes d'ASP:

- ont prouvé leur efficacité dans d'autres pays
- sont déclenchés par les ondes P d'un séisme; l'alerte est diffusée **avant l'arrivée des ondes S**, qui causent les dommages
- fournissent un avertissement de **quelques secondes à quelques dizaines de secondes**.
- permettent de prendre des **mesures de protection** afin de réduire l'impact d'un séisme.

# Alerte sismique précoce



# Alerte sismique précoce

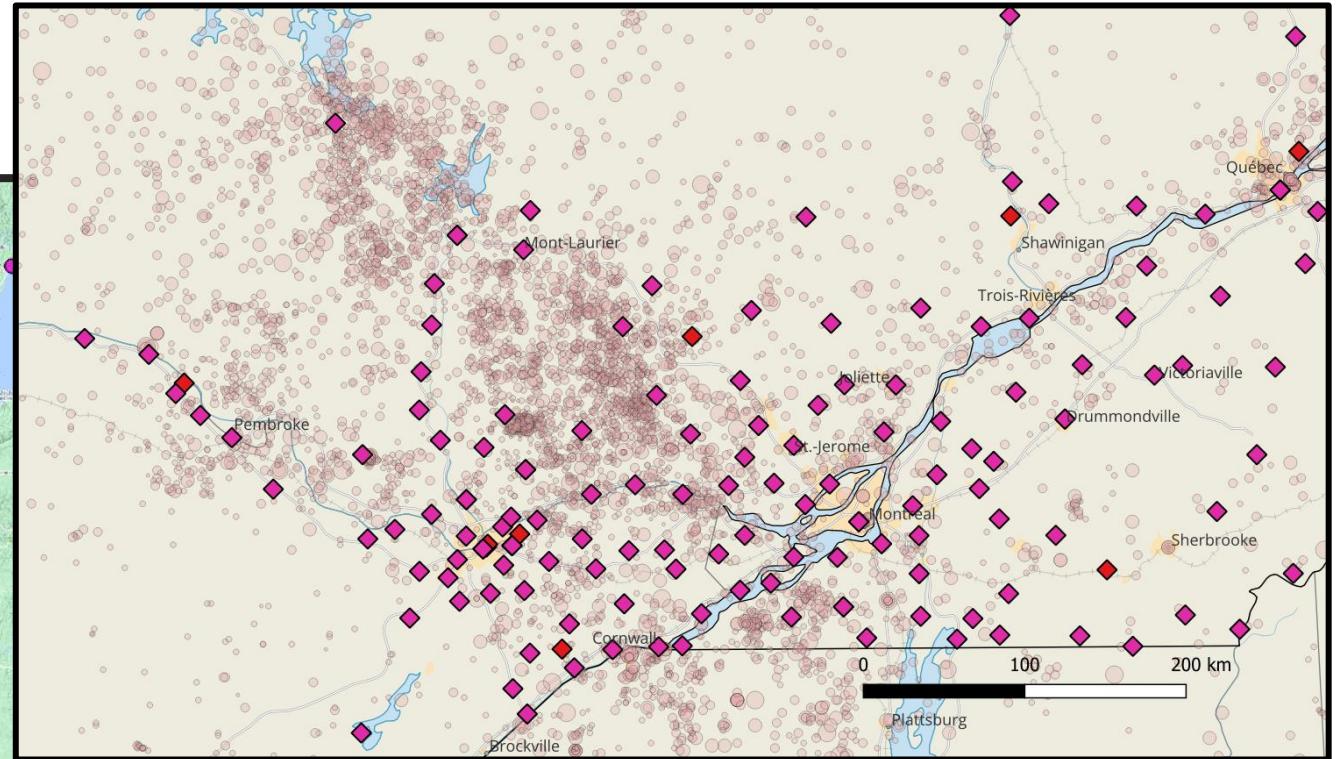
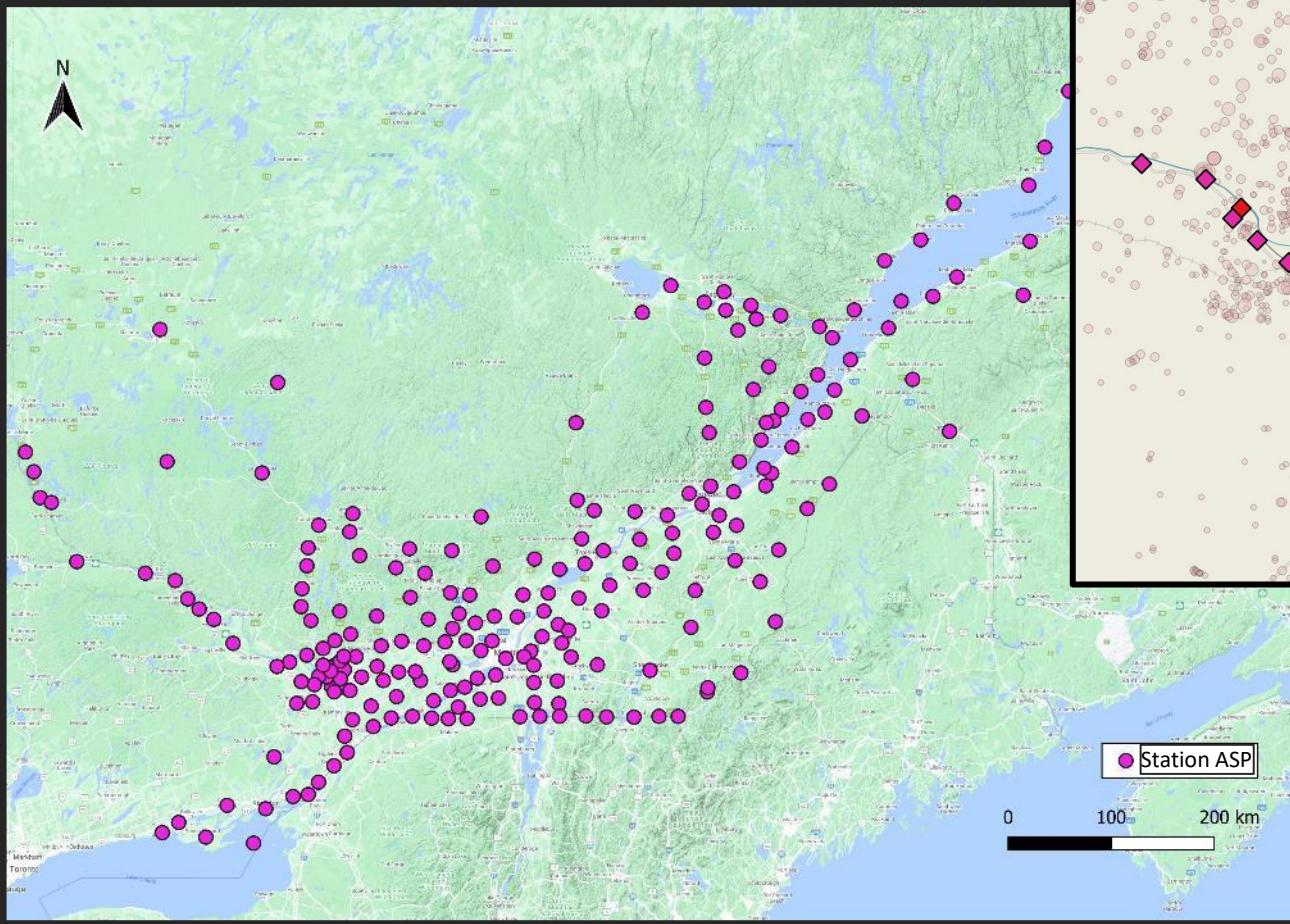
- Les systèmes d'ASP ont prouvé leur efficacité dans d'autres pays
- Déetecte l'onde P et envoie une alerte aux personnes et aux systèmes.
- Fournit un avertissement de quelques secondes à quelques dizaines de secondes.
- Le système ASP permet de prendre des mesures de protection afin de réduire les impacts et les blessures.



2022-03-16: Tohoku, Japon. M 7,4

# Réseau d'ASP

Comprend les stations de RNCan et ses partenaires



Stations dans l'est du Canada: 239

# Station d'ASP

## Installations intérieures et extérieures



- Accéléromètres à fort mouvement avec numériseur
- Alimentation électrique avec source de secours
- Communications à haut vitesse: Internet, cellulaire, satellite
- Sécurité cybernétique et physique
- De nombreuses stations dans des endroits éloignés

# Système d'ASP

- Des réseaux denses de **capteurs** spécialisés
- **Communications** à haute vitesse (Internet, cellulaire, et satellite)
- Plusieurs **centres de données** pour la redondance
- Système transfrontalier, utilisant le **logiciel** de l'USGS
- **Cybersécurité** (ITSG-33)
- Fiable, en particulier dans des circonstances adverses

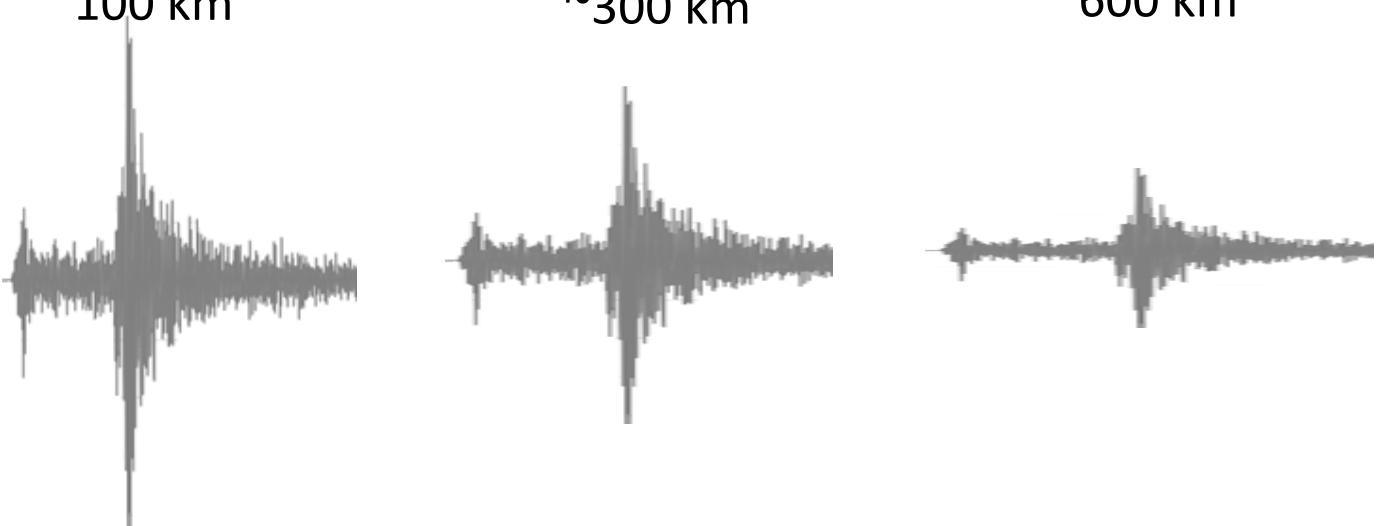


# Seuils d'ASP

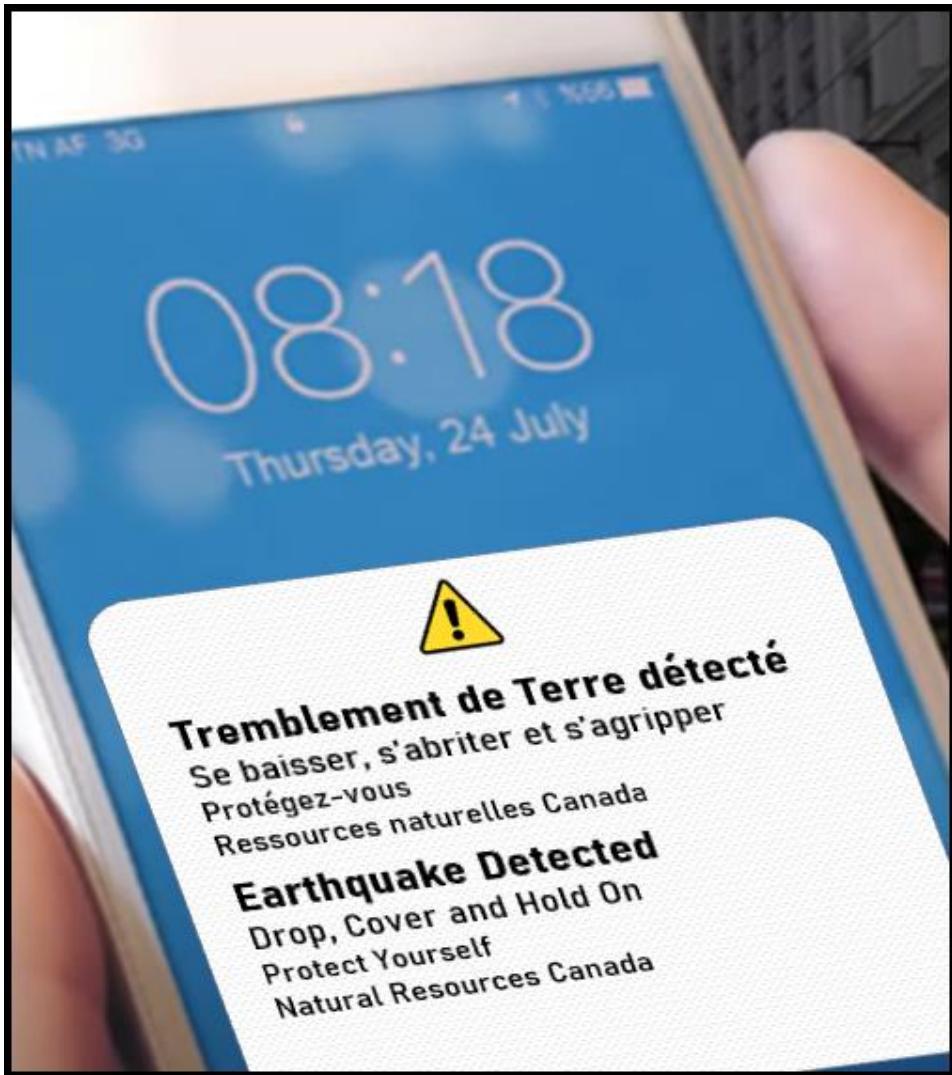
- **Magnitude (M;**  
grandeur du  
séisme)
- **Intensité (MMI;**  
force des  
secousses)
- Alertes seulement  
pour les régions  
avec des secousses  
potentiellement  
dommageables



**M6.5**  
(grandeur du  
séisme)



# Alertes publiques



Les alertes au public sont envoyées via le Système national d'alertes au public (SNAP) – Québec en Alerta

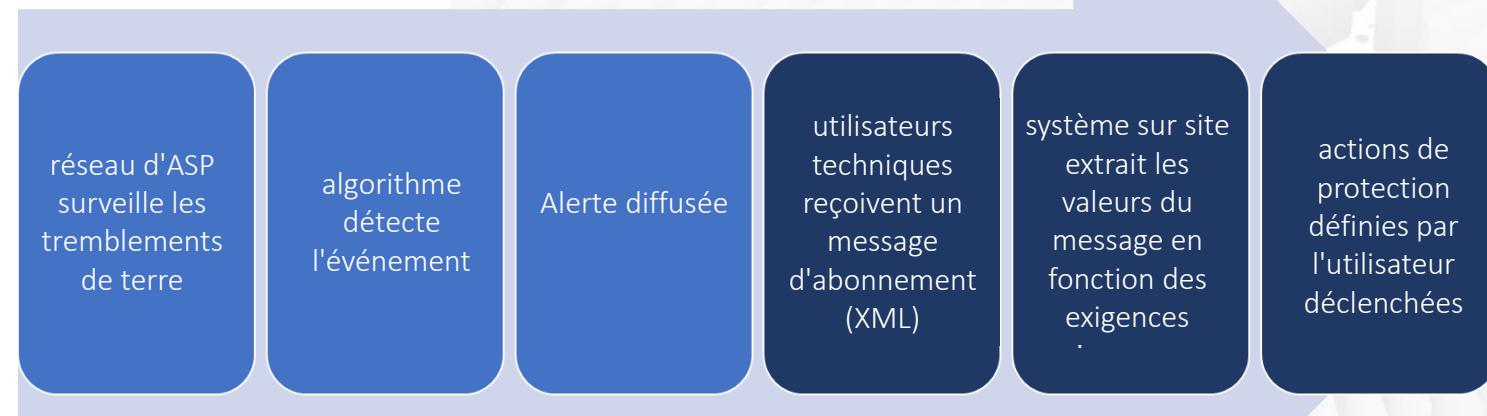
Pour  $M \geq 5$

- Dans les régions avec  $MMI \geq IV$
- Cellulaire, radio, et télévision
- Se baisser, s'abriter, s'agripper



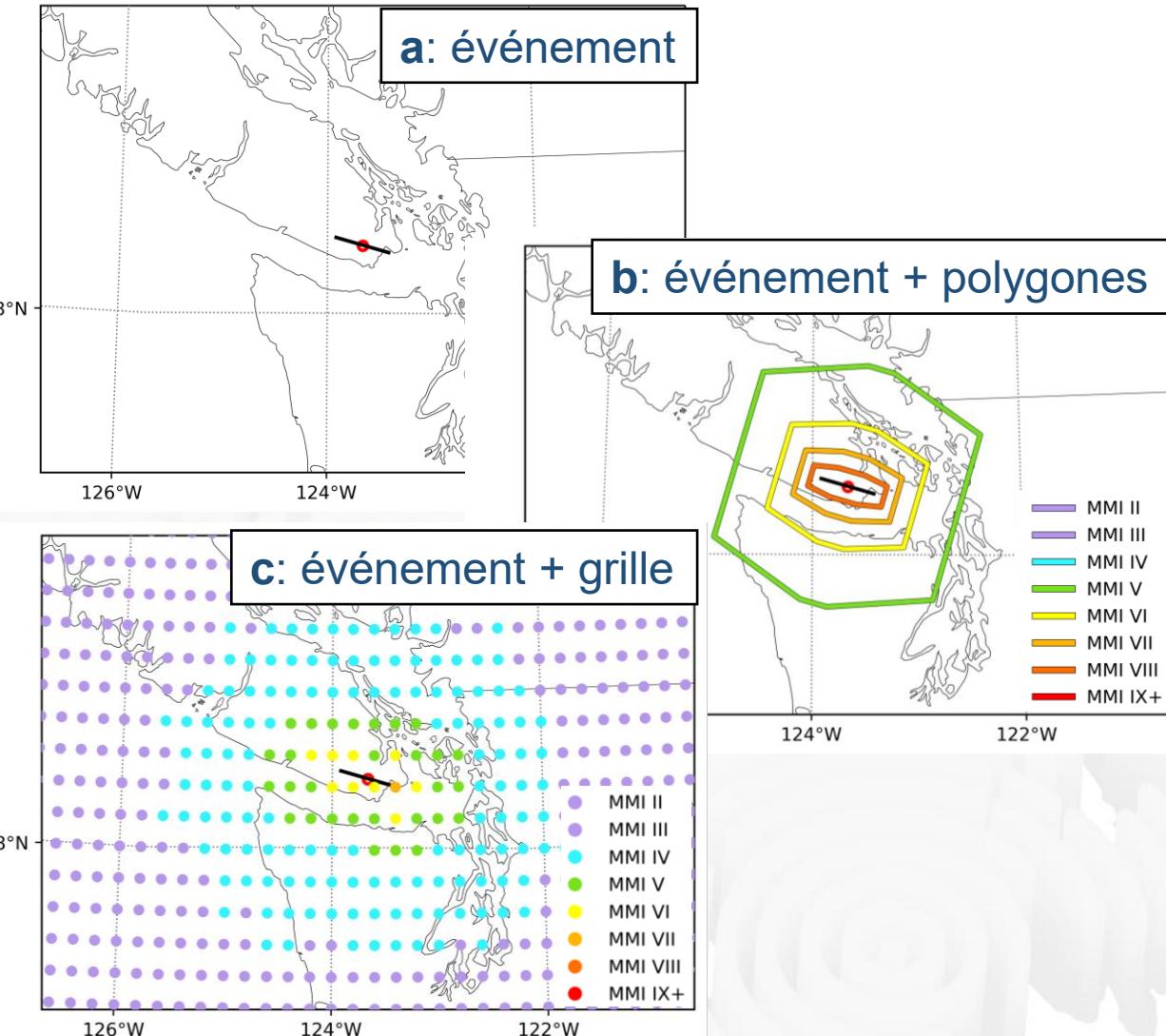
# Alertes aux infrastructures essentielles

- Alertes envoyées directement aux opérateurs d'infrastructures essentielles (transport, utilitaires, santé) et autres utilisateurs techniques
  - Alerte directe par communication de machine à machine
  - Magnitude de 4+; intensité de III+
  - Les messages d'ASP indiquent la localisation, la magnitude, l'intensité, la vitesse maximale au sol (PGV) et l'accélération maximale au sol (PGA) pour les localisations des infrastructures essentielles



# Messages ASP aux partenaires techniques

- Les **partenaires techniques** doivent:
  - s'inscrire auprès de RNCan pour s'abonner aux messages souhaités d'ASP
  - établir une connexion avec le serveur de distribution d'alertes de RNCan
  - recevoir et analyser les messages ASP; mettre en œuvre des actions basées sur le niveau de secousse
- **Messages XML :**
  - **(a) événement** : heure, lieu et magnitude
  - **(b) polygones** : événement plus (PGA, PGV, MMI)
  - **(c) grille** : événement plus intensités projetées (plus précis, mais plus lent)



# Alerte aux IE : Réponses automatiques



Arrêter les trains



Sonner l'alarme pour suspendre les chirurgies



Ouvrir les portes



Rediriger les avions avant d'atterrir



Arrêter la circulation sur les ponts et dans les tunnels



Arrêter les ascenseurs et ouvrir les portes



Sécuriser les grues et les équipements de quai



Fermer les valves

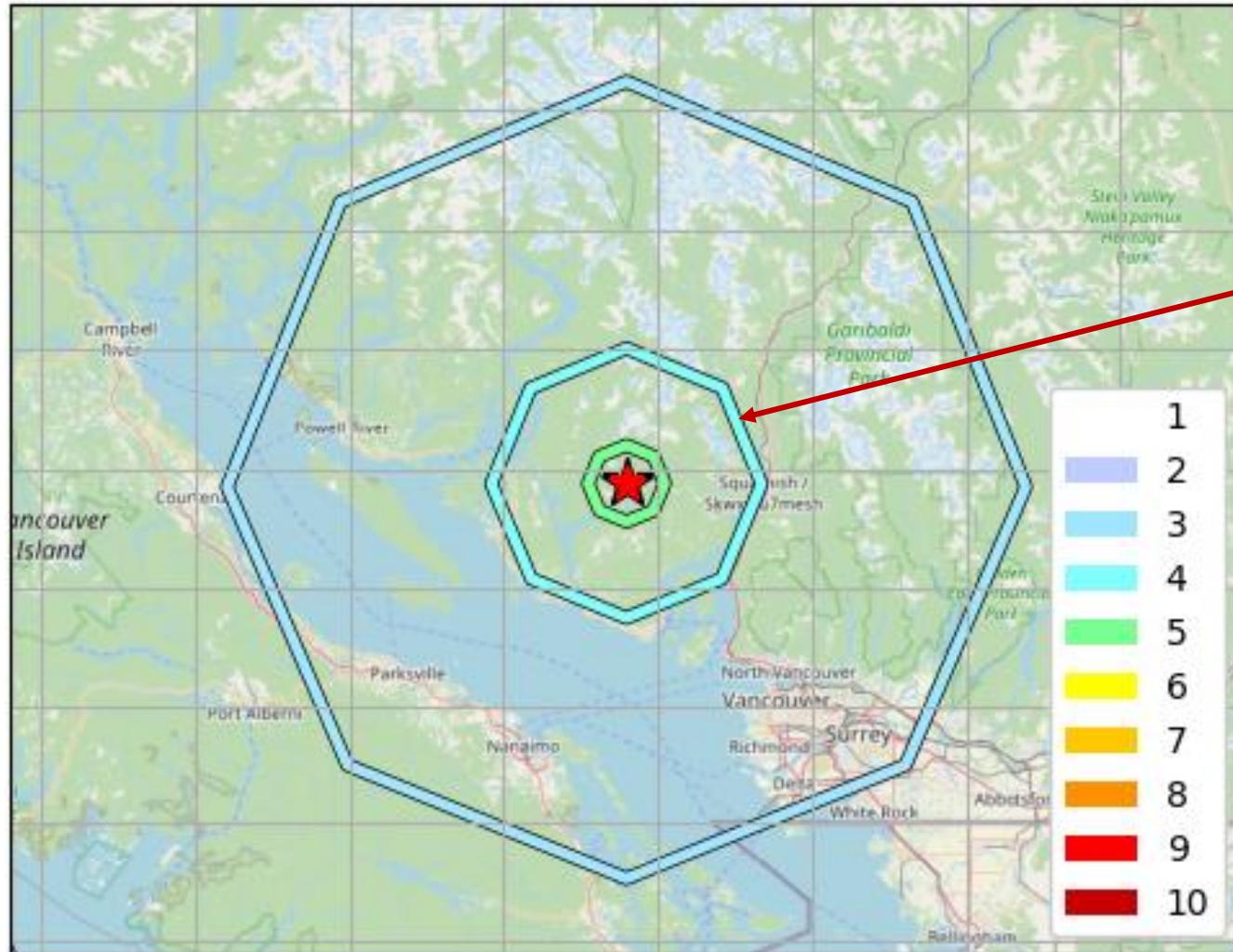


Sécuriser les disques durs



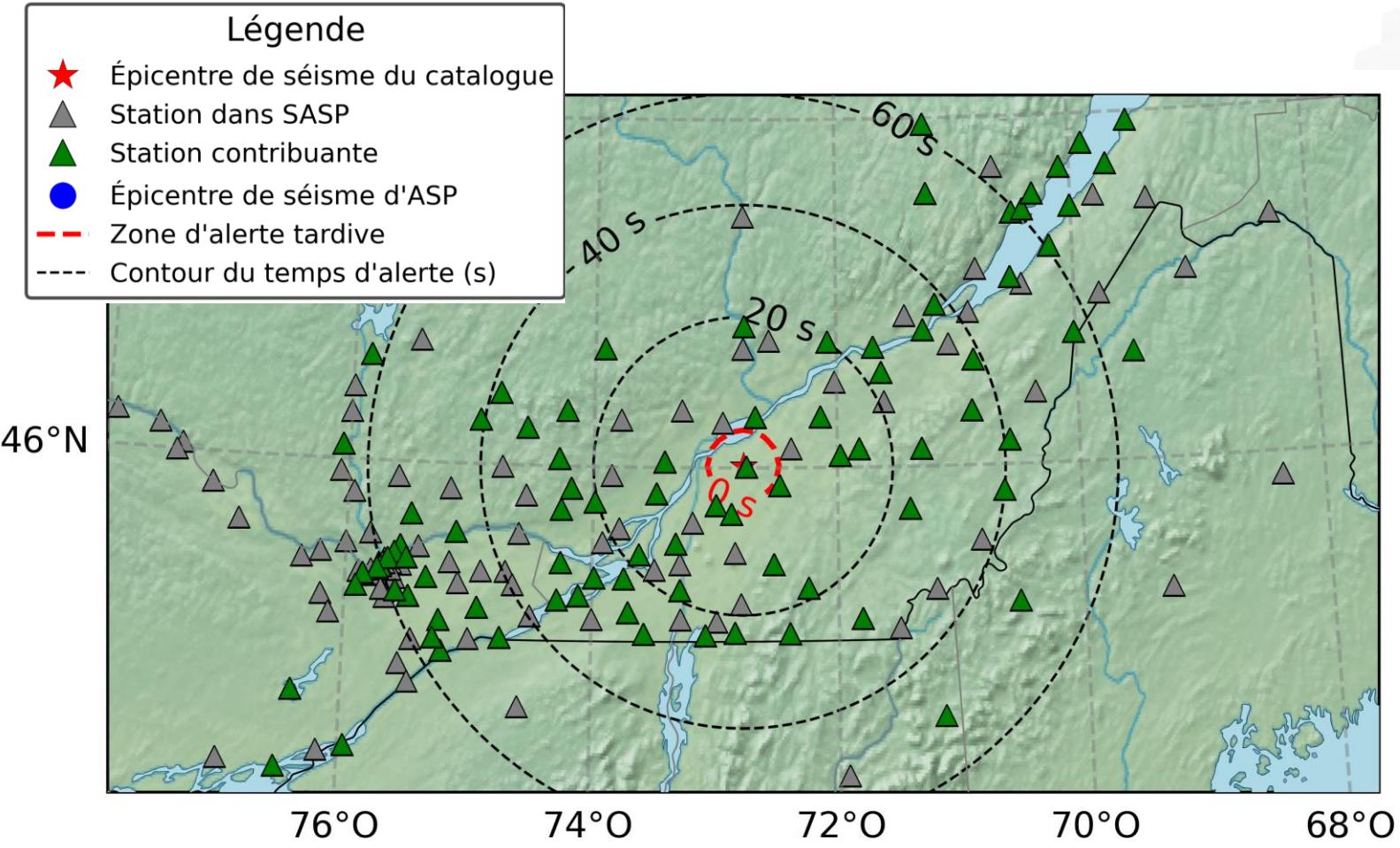
Préparer les générateurs

# Première alerte d'ASP au S-O de la Colombie-Britannique



- 21 février: M=5,1 nord-est de Sechelt
- Secousses fortes prévues pour les environs immédiats
- Message d'ASP transmis au SNAP en moins de 10s

# Exemple: Séisme du 2024-09-01: près de Drummondville, QC



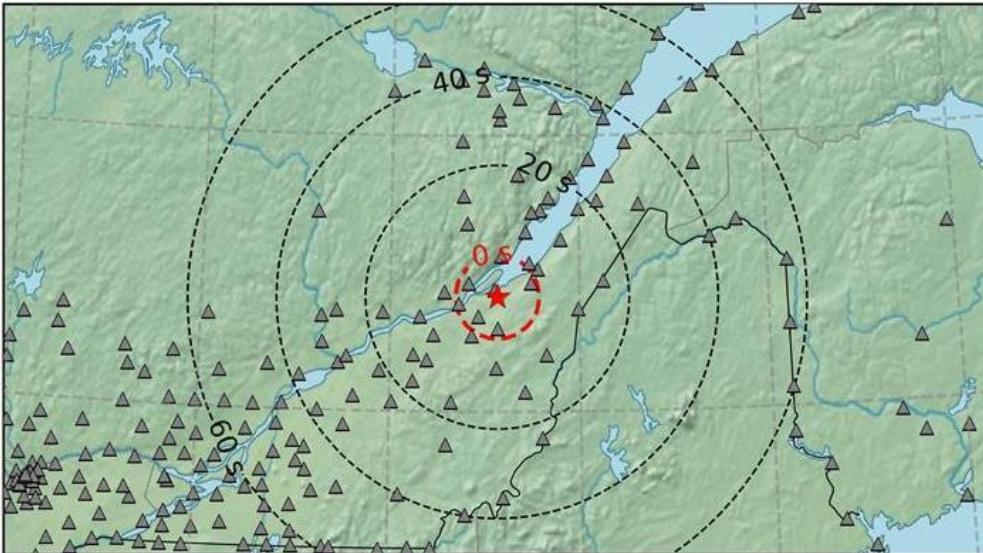
- Trop petit pour créer une alerte au public
- $M = 4,6$ , 26 km ONO de Drummondville, QC
- Bien localisé
- Temps d'alerte théorique:
  - ~17 secondes (Montréal)
  - ~34 secondes (Québec)

# Progrès du système d'ASP - est

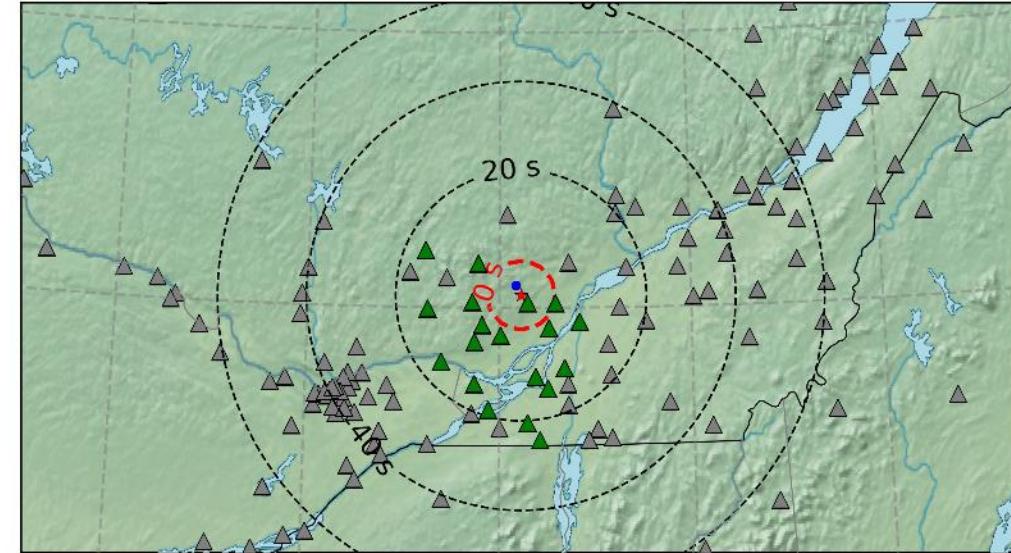
Activation prévue à la fin cette année

- Le système fonctionne en mode test, par exemple :

2024-09-29 : [près de la ville de Québec](#)

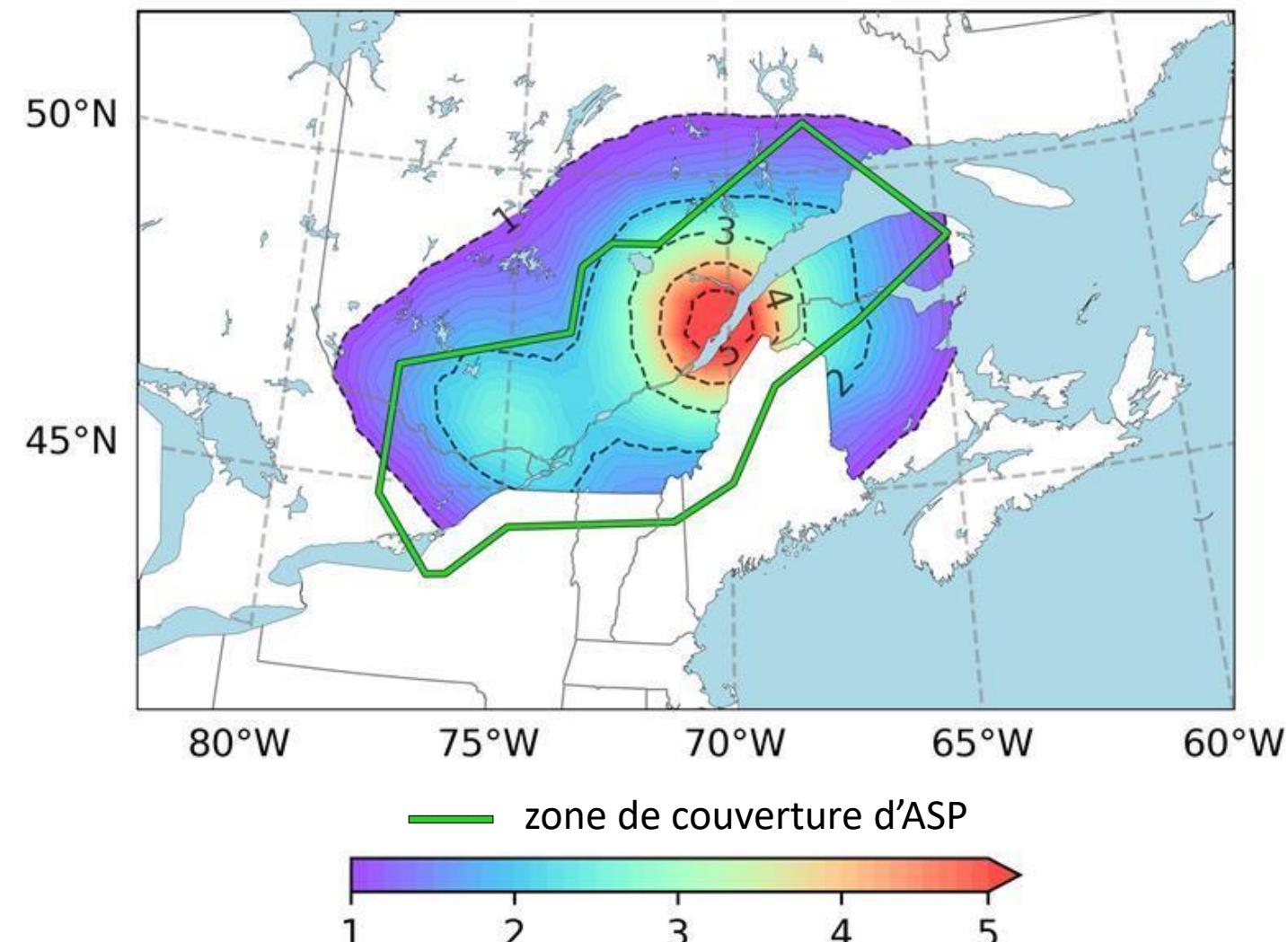
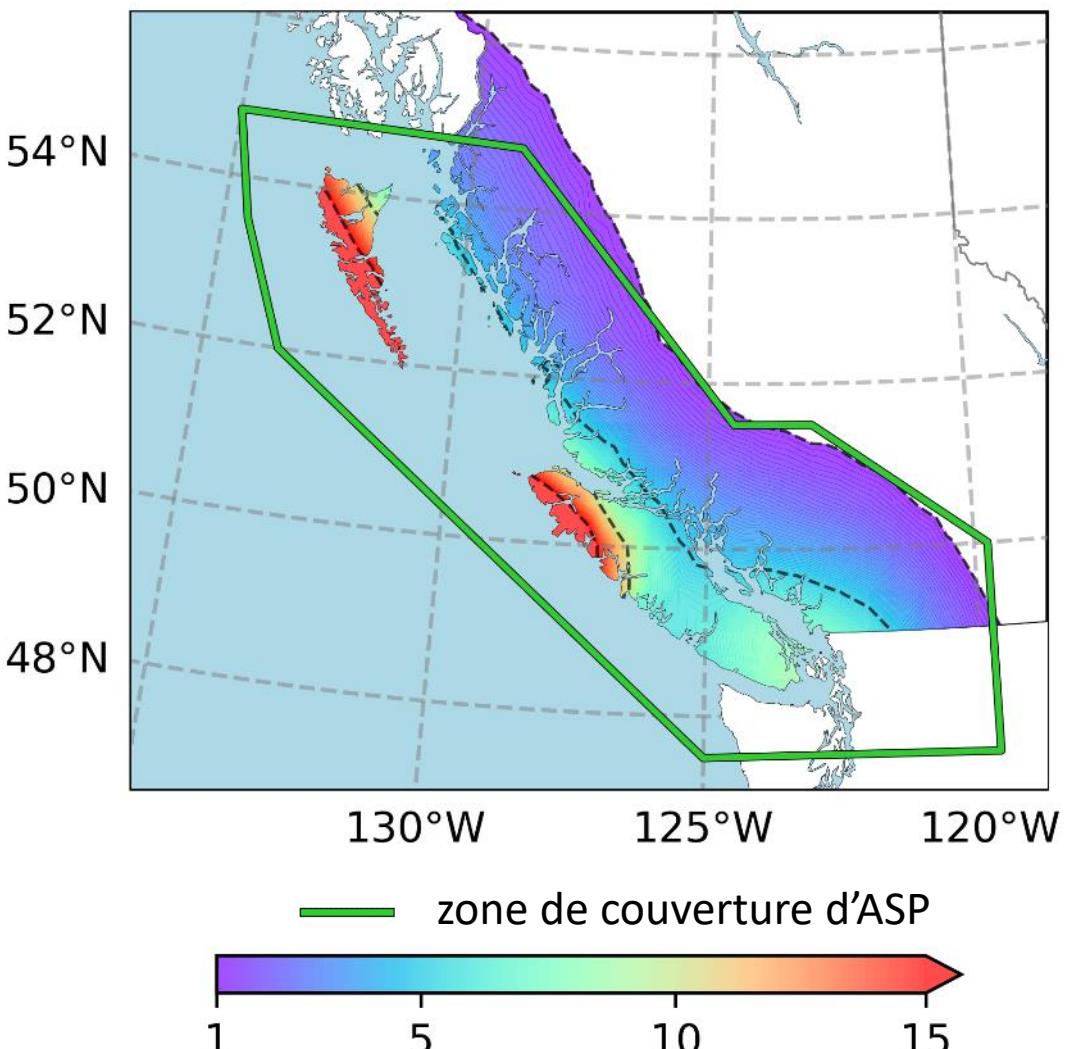


2024-10-02 : [NE de Saint-Jérôme, QC](#)



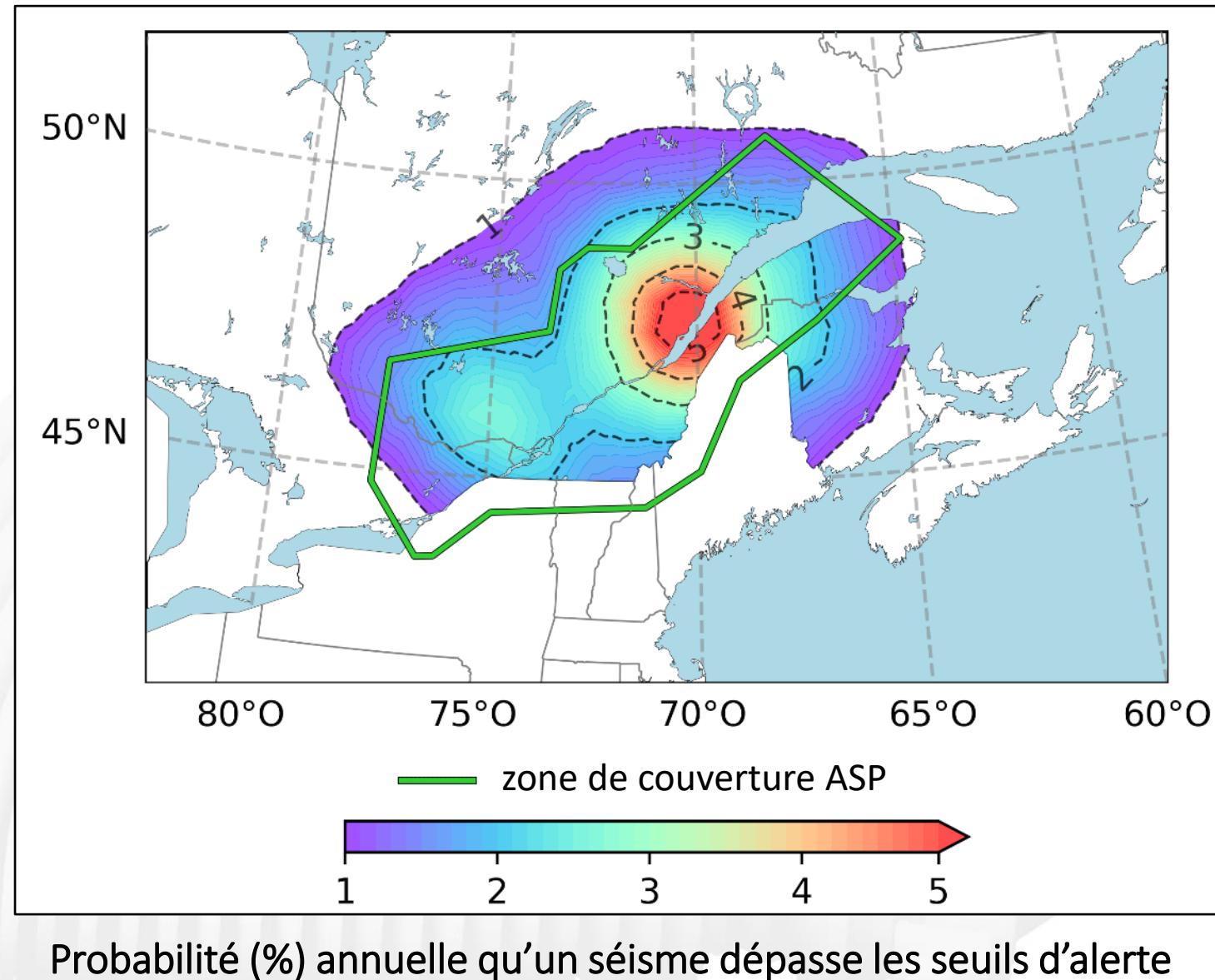
- Nous estimons qu'un nombre suffisant de séismes ont été enregistrés pour garantir le bon fonctionnement du système
- Les préparatifs et les tests ont notamment consisté à ajuster le système aux conditions géologiques de l'est
- RNCan publiera un communiqué de presse pour le lancement du système ; une coordination avec les provinces est prévue

# Probabilité annuelle (%) d'une alerte publique



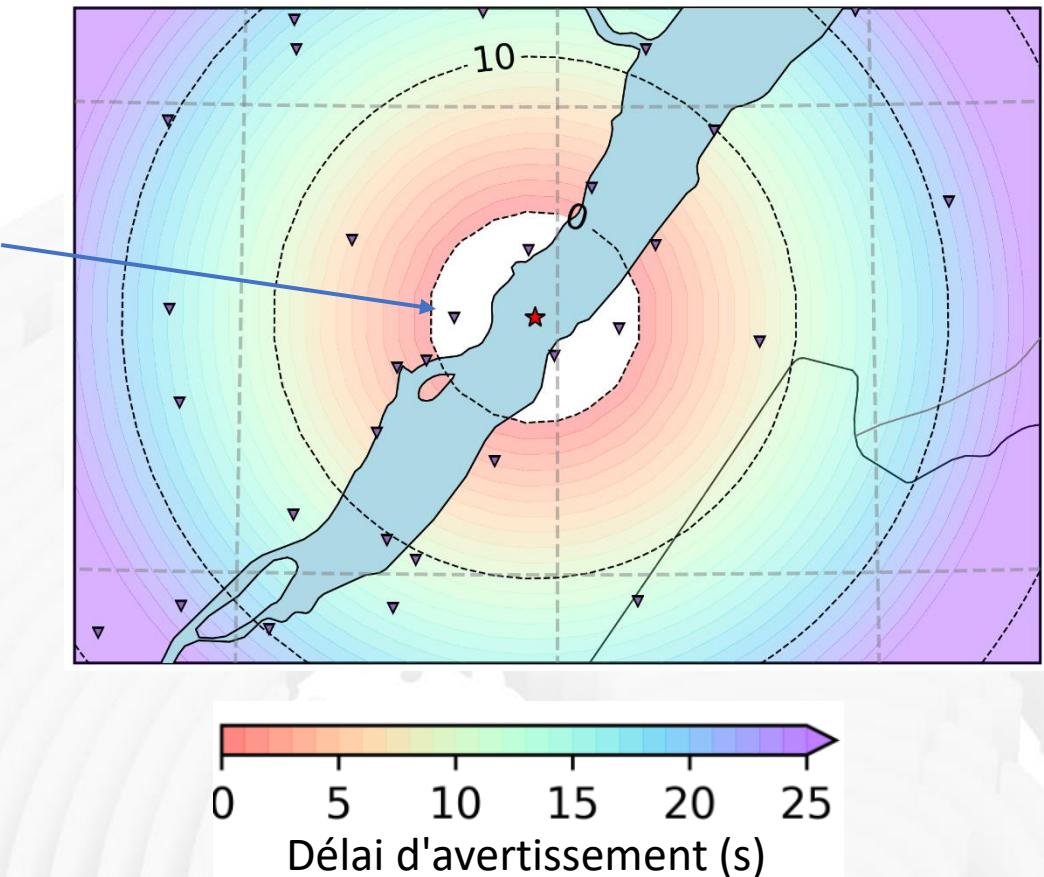
# Alerte publique : fréquence et région

- Dans la zone de couverture d'ASP, le système de l'ASP canadien est conçu pour alerter de manière fiable en cas de secousses potentiellement dangereuses dues à des séismes.
- Les séismes importants dans la zone de couverture qui provoquent des secousses fortes à l'extérieur de la zone peuvent provoquer des alertes en dehors de la zone de couverture.
- Il est peu probable que la plupart des séismes en dehors de la zone de couverture fournissent des alertes en temps opportun.



# Considérations sur l'ASP

- La **plupart des alertes** sont reçues de quelques secondes à quelques dizaines de secondes avant les secousses fortes.
- **Zone d'alerte tardive** : proche de l'épicentre, une alerte peut être reçue après que les secousses fortes ont été ressenties.
- Les alertes **fauuses et manquées** sont inévitables, grâce à l'analyse automatisée et rapide des données.
- Des actions de protection appropriées de la part des personnes et des systèmes sont nécessaires pour assurer l'efficacité du système ASP.



# Sommaire

- L'alerte sismique précoce fournira aux communautés à risque jusqu'à des dizaines de secondes d'alerte, pour la plupart séismes dans la région.
- L'ASP réduira l'impact des tremblements de terre importants, lorsque les personnes et les systèmes prennent les mesures de protection appropriées.
- Le système canadien d'ASP est opérationnel en Colombie-Britannique et sera opérationnel dans l'est du Canada bientôt cette année.
- Prochainement:
  - Intégration progressive des partenaires techniques.  
<https://www.earthquakescanada.nrcan.gc.ca/eew-asp/system-fr.php>
  - Campagne de sensibilisation.

# Canada

2025



Natural Resources  
Canada

Ressources naturelles  
Canada

Canada