

Systeme canadien d'alerte sismique précoce

Christopher Boucher

Analyste Sismique

**Les secondes sauvent
des vies!**

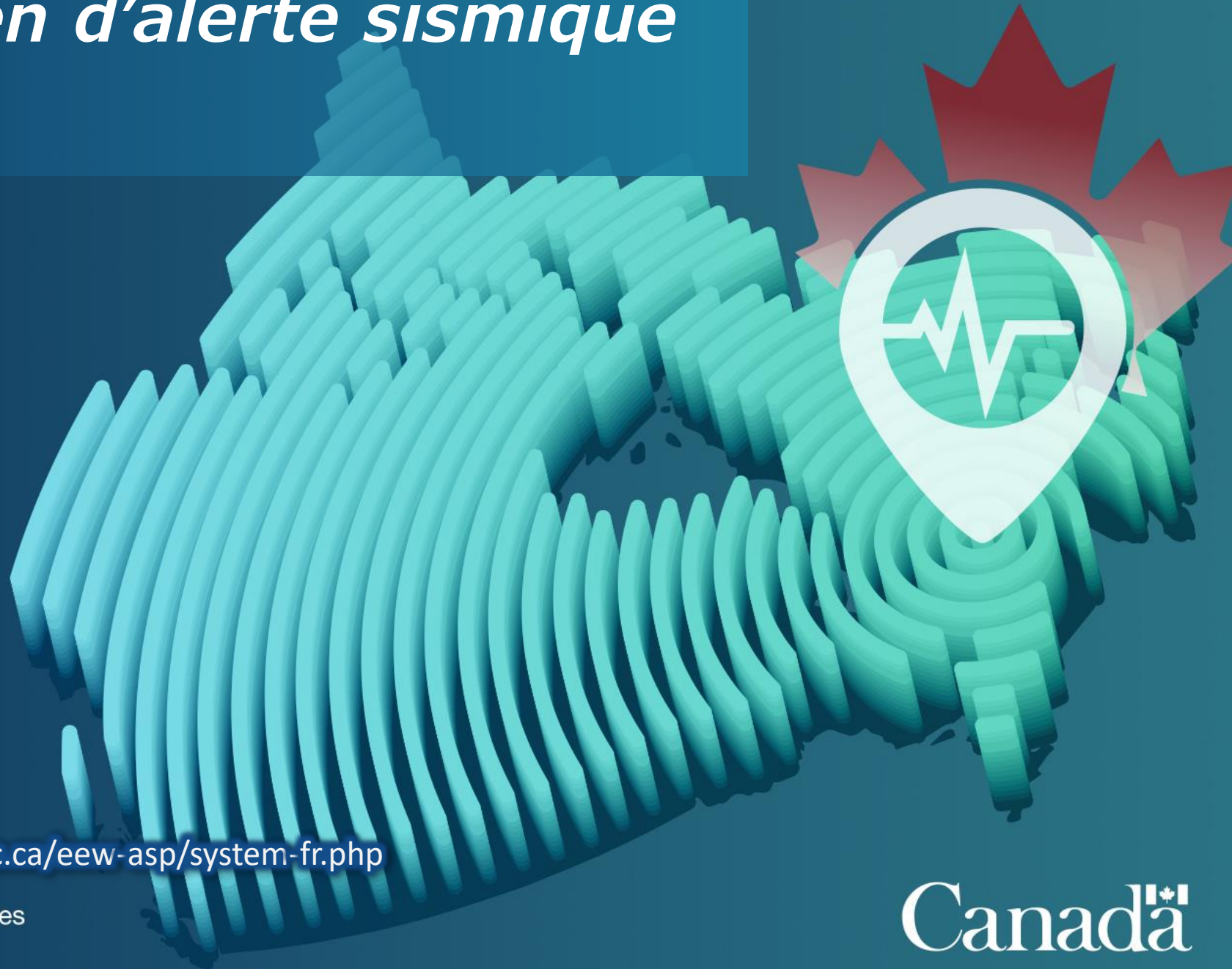
<https://www.earthquakescanada.nrcan.gc.ca/eew-asp/system-fr.php>



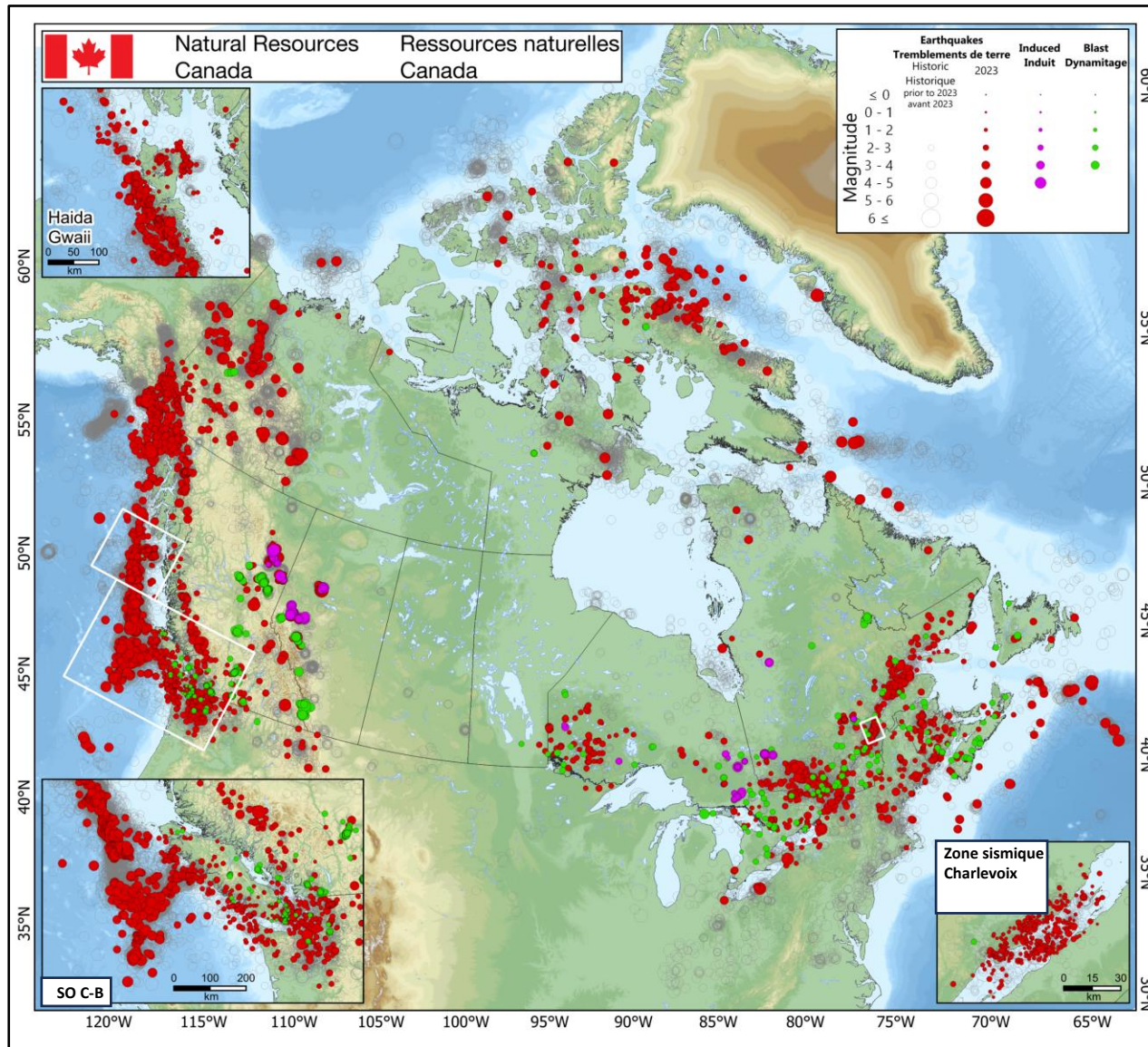
Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada

Canada

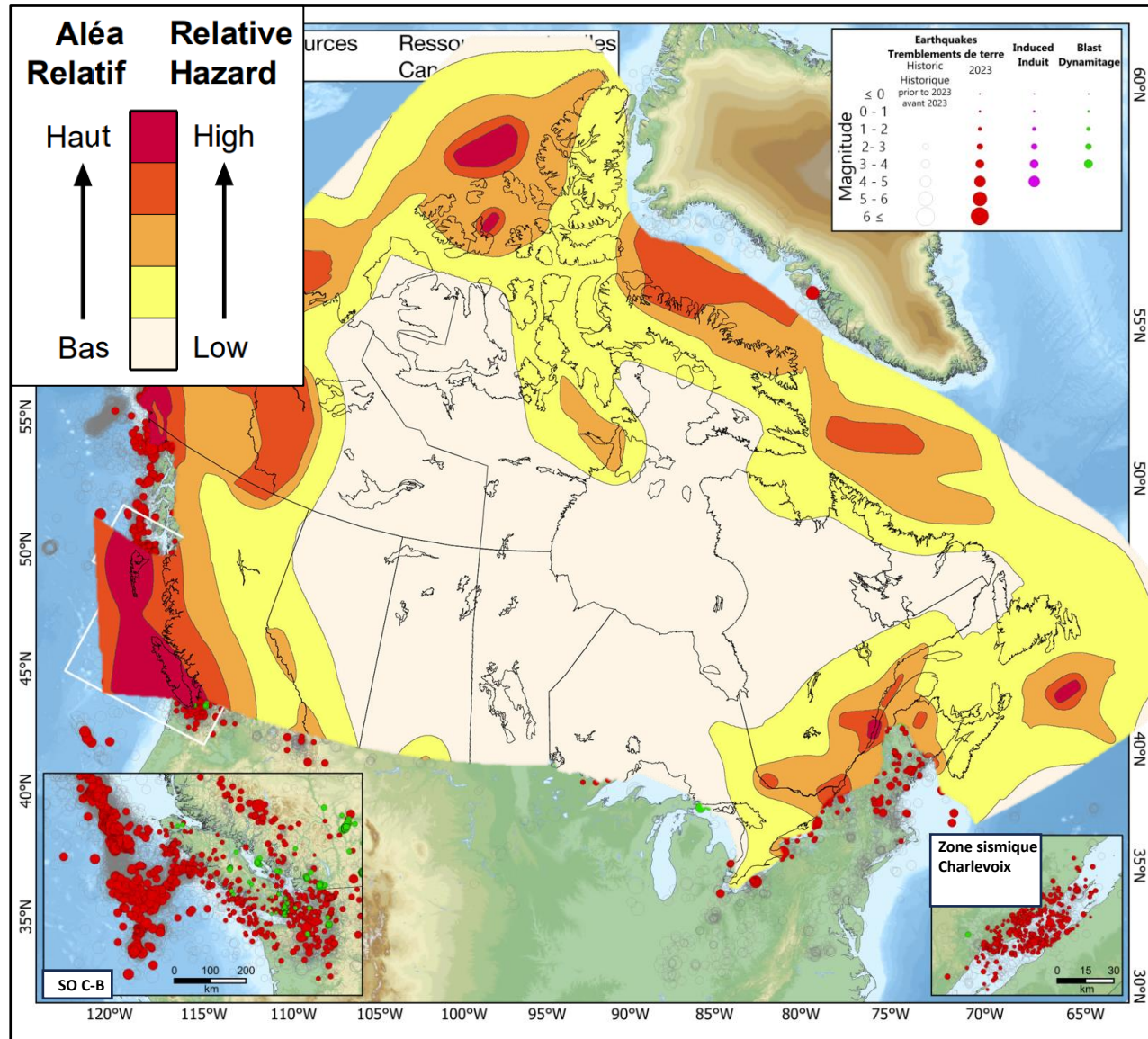


Le Canada est à risque de séismes

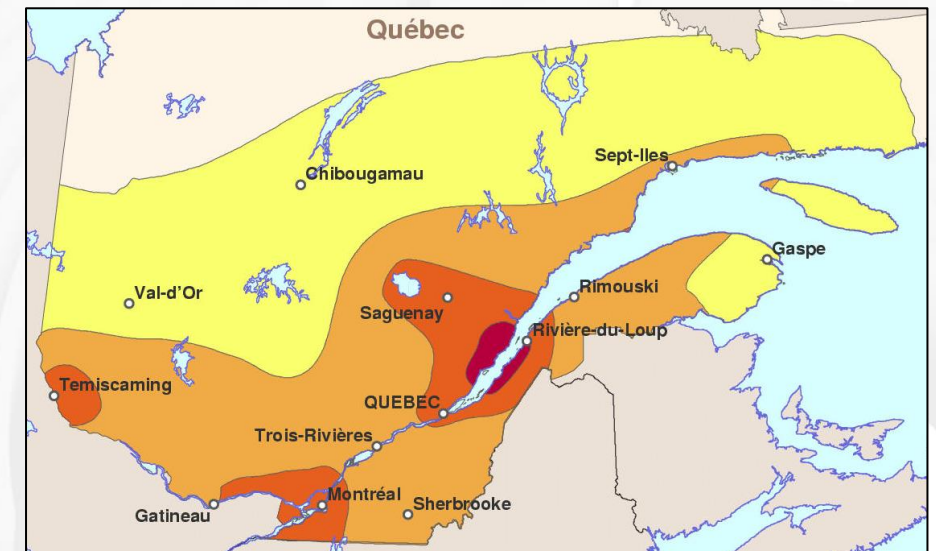


- Histoires Autochtones
- Données géophysiques
- Surveillance depuis 1897
- Plusieurs séismes dommageables
- Données informant le code national du bâtiment

Le Canada est à risque de tremblements de terre



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



Tremblements de terre historiques



M 5,8 Cornwall, ON 1944



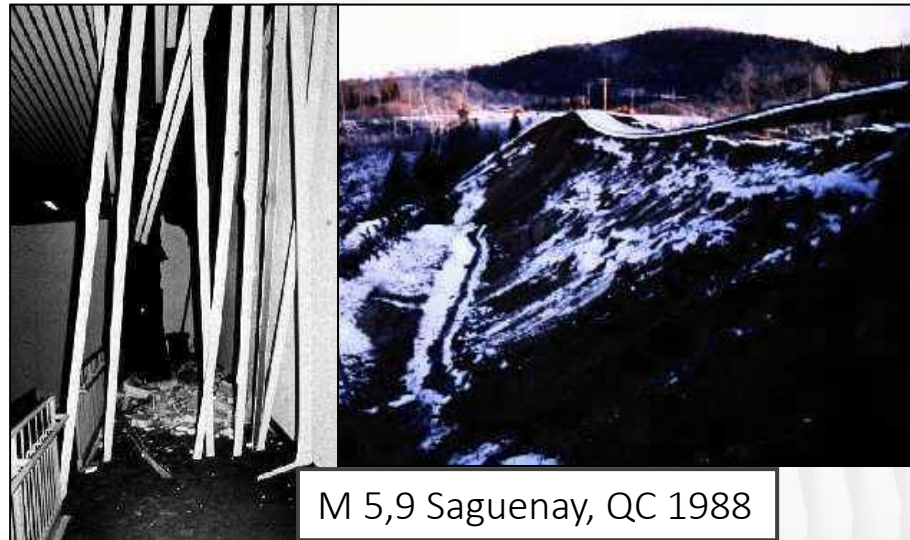
M 7,2 péninsule de Burin, T-N 1929



M 6,2 Charlevoix, QC 1925



M 7,0 Haida Gwaii, C-B 1929

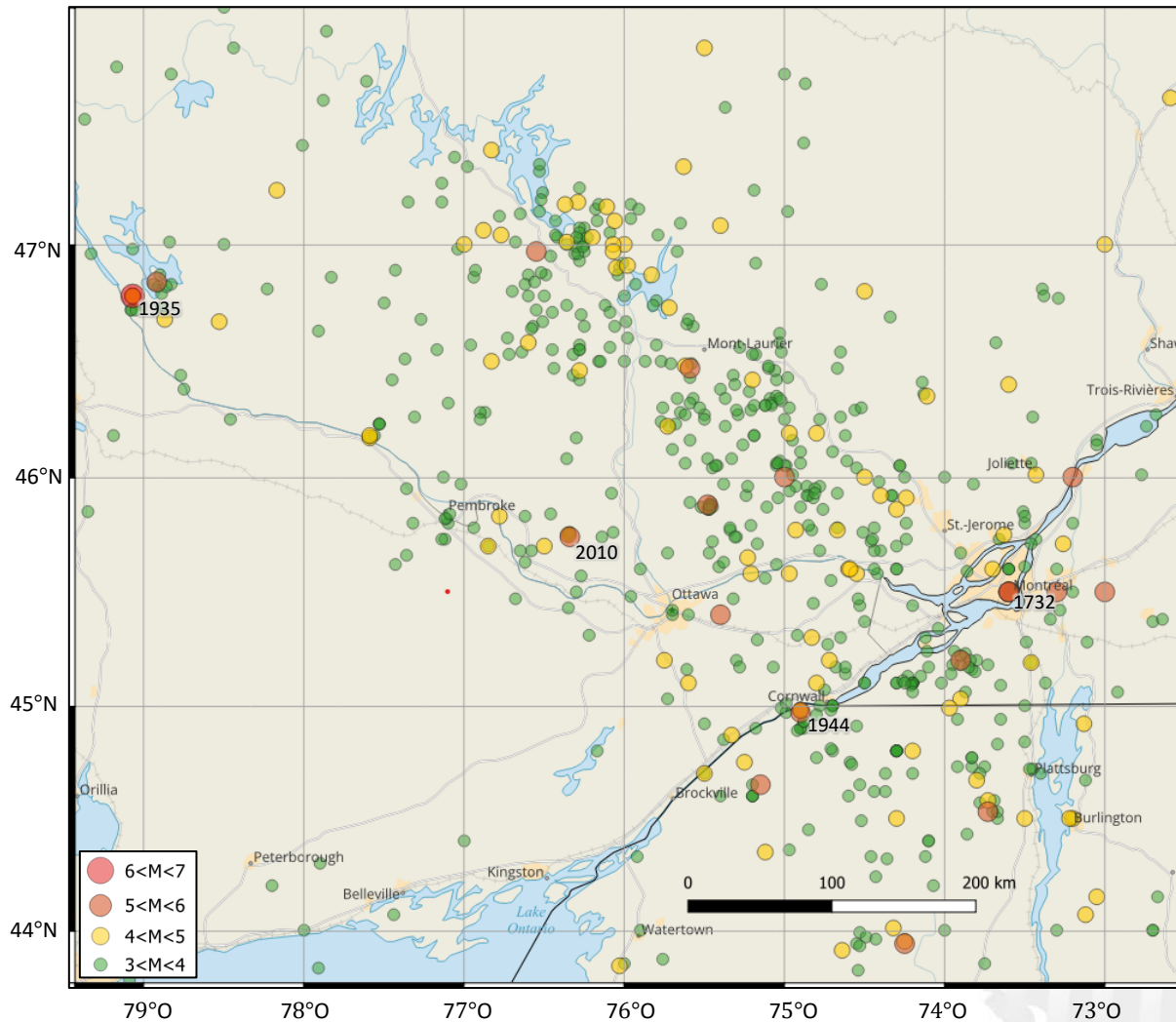


M 5,9 Saguenay, QC 1988



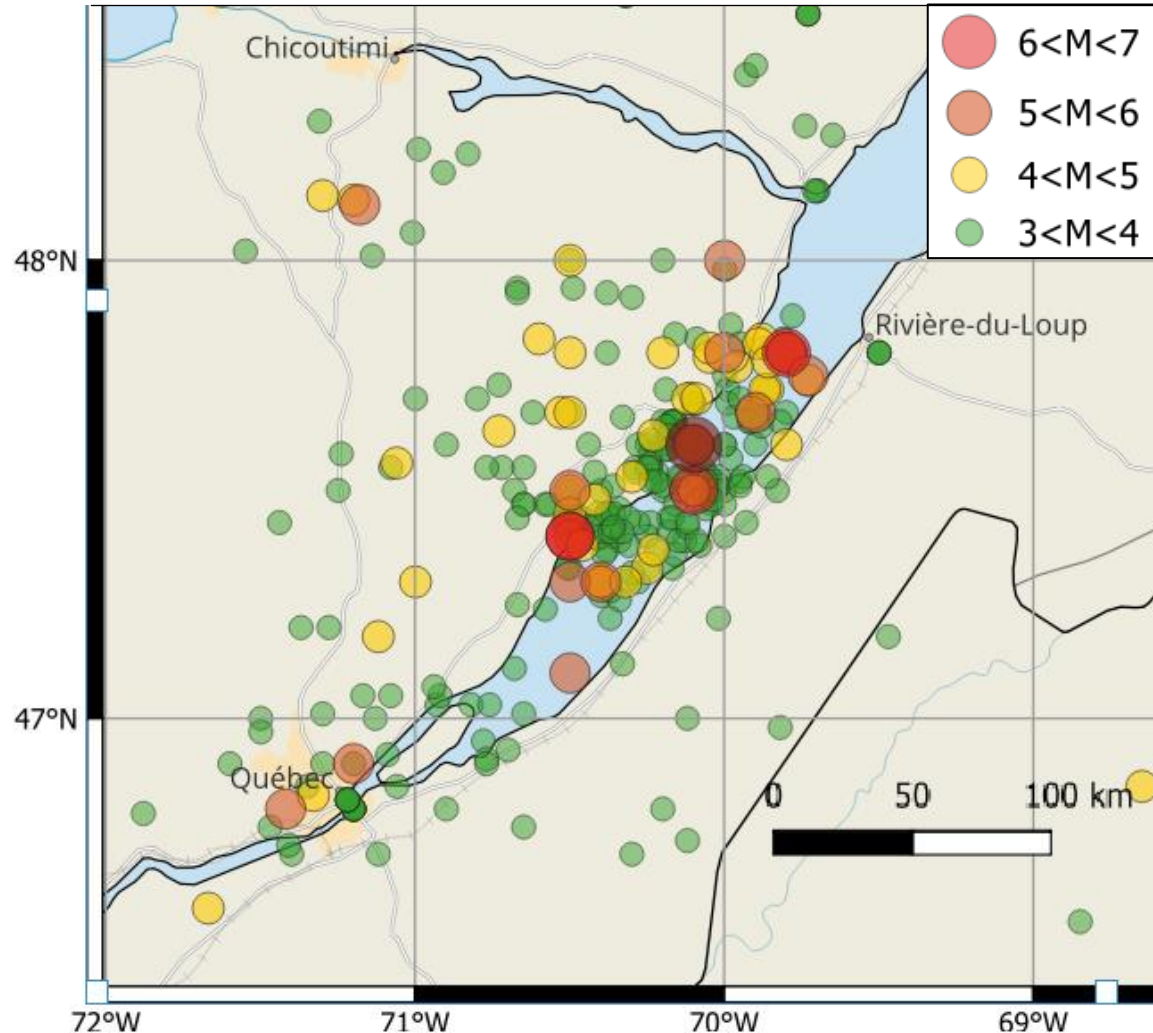
M 7,3 L'île de Vancouver, C-B 1946

La zone sismique de l'ouest du Québec



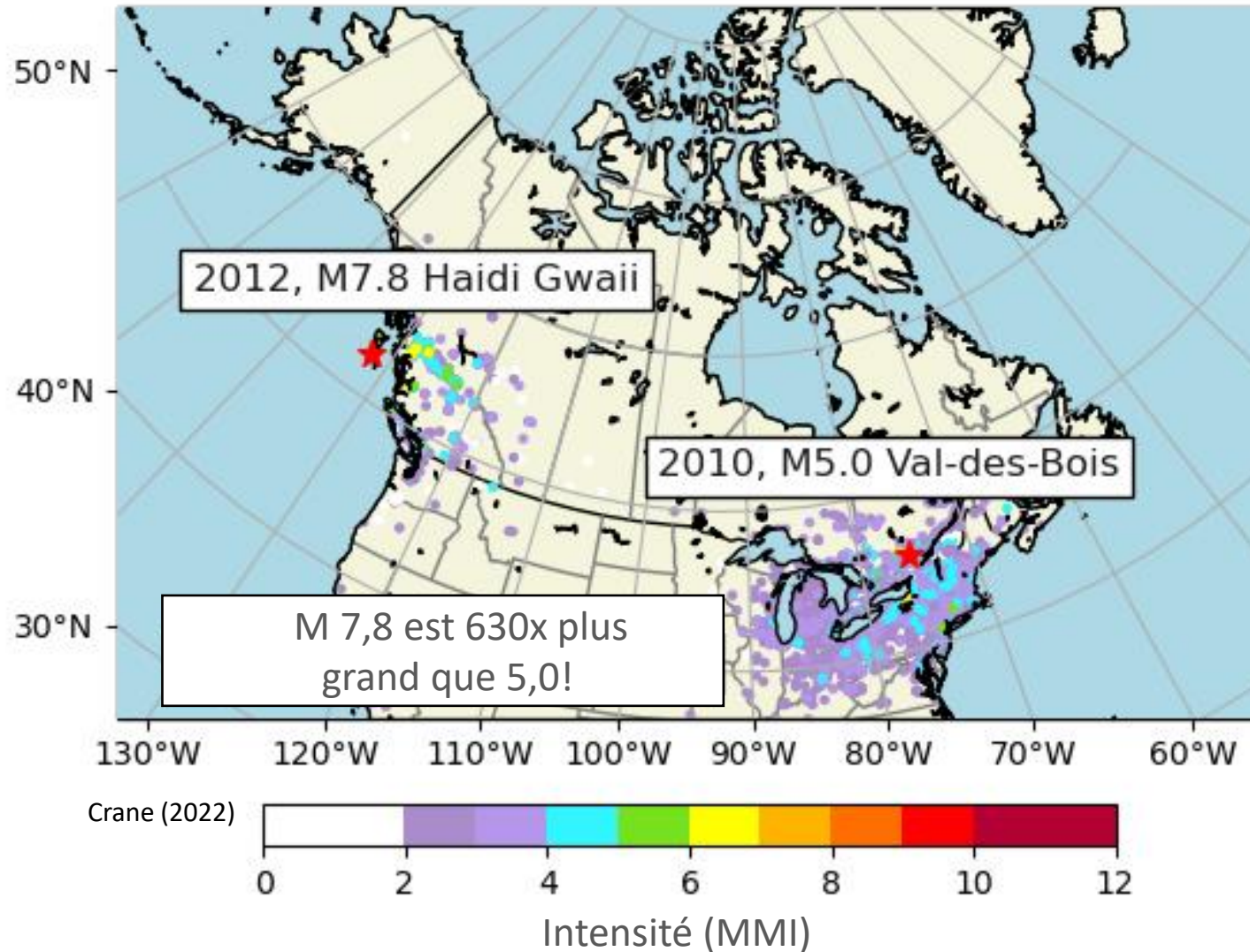
- ~150 séismes enregistrés chaque année dans la zone (~12 ressentis)
- M 6+ chaque 100-150 ans dans la zone (~5% de se produire à proximité de Montréal)
- Séismes importants:
 - 1732: M 5,8 Montréal
 - 1935: M 6,2 Timiskaming
 - 1944: M 5,8 Cornwall
 - 2010: M 5,0 Val-des-Bois

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:

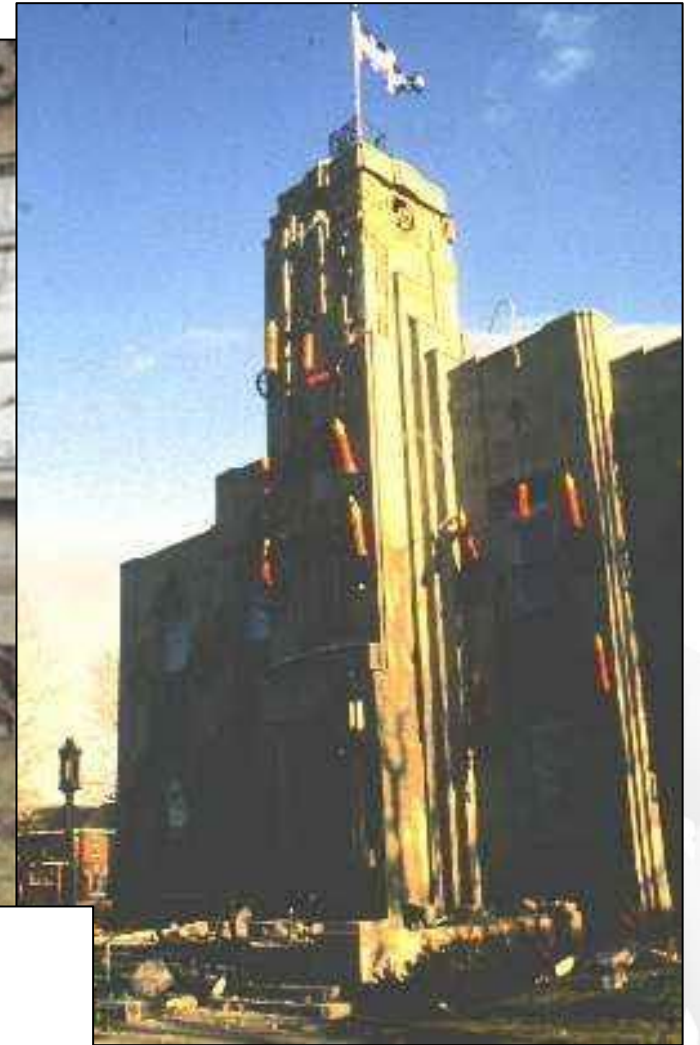
- **Chemin:** secousses ressenties sur de plus longues distances à l'est du Canada (faible atténuation des ondes sismiques).
- **Site:** Villes avec grandes populations (Toronto, Ottawa, Montréal) qui sont situés sur des sédiments à haute amplification (effets de site).

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 défailante: maçonnerie non renforcée



Préparation envers les séismes

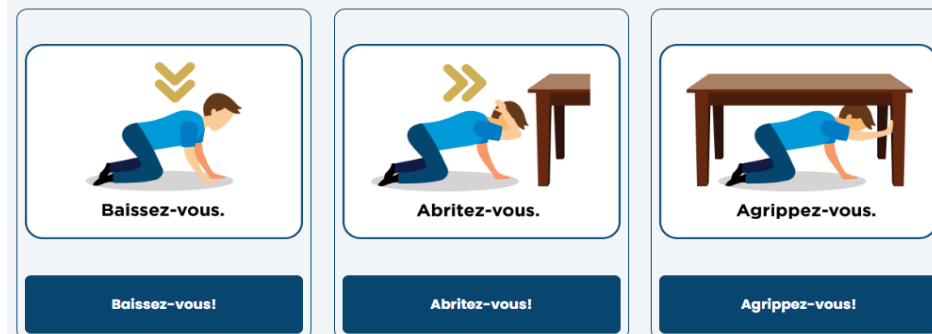
1. Sécuriser votre espace



2. Établir un plan d'urgence



3. Pratiquer les gestes

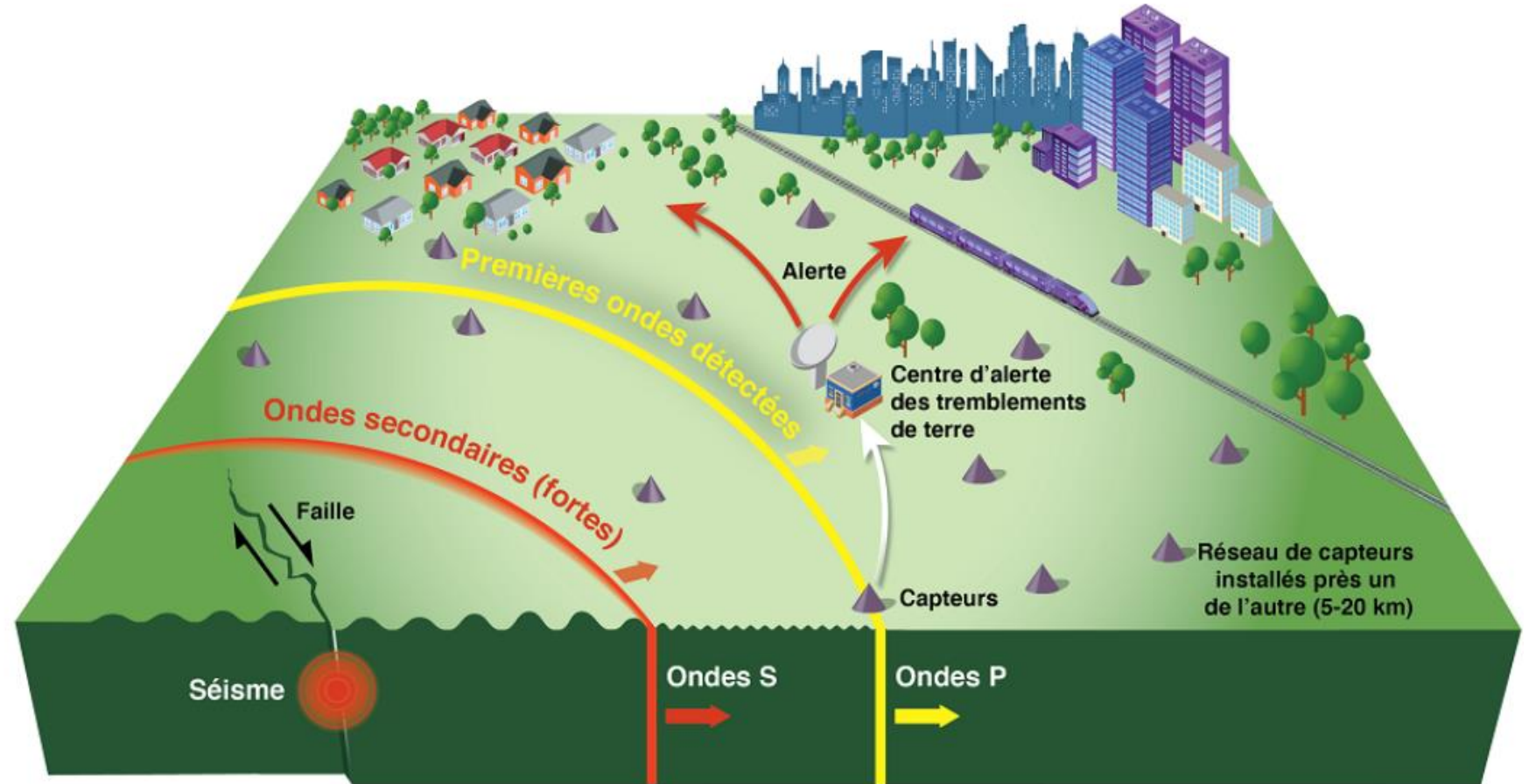


<https://www.grandsecousse.org/fr/>

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

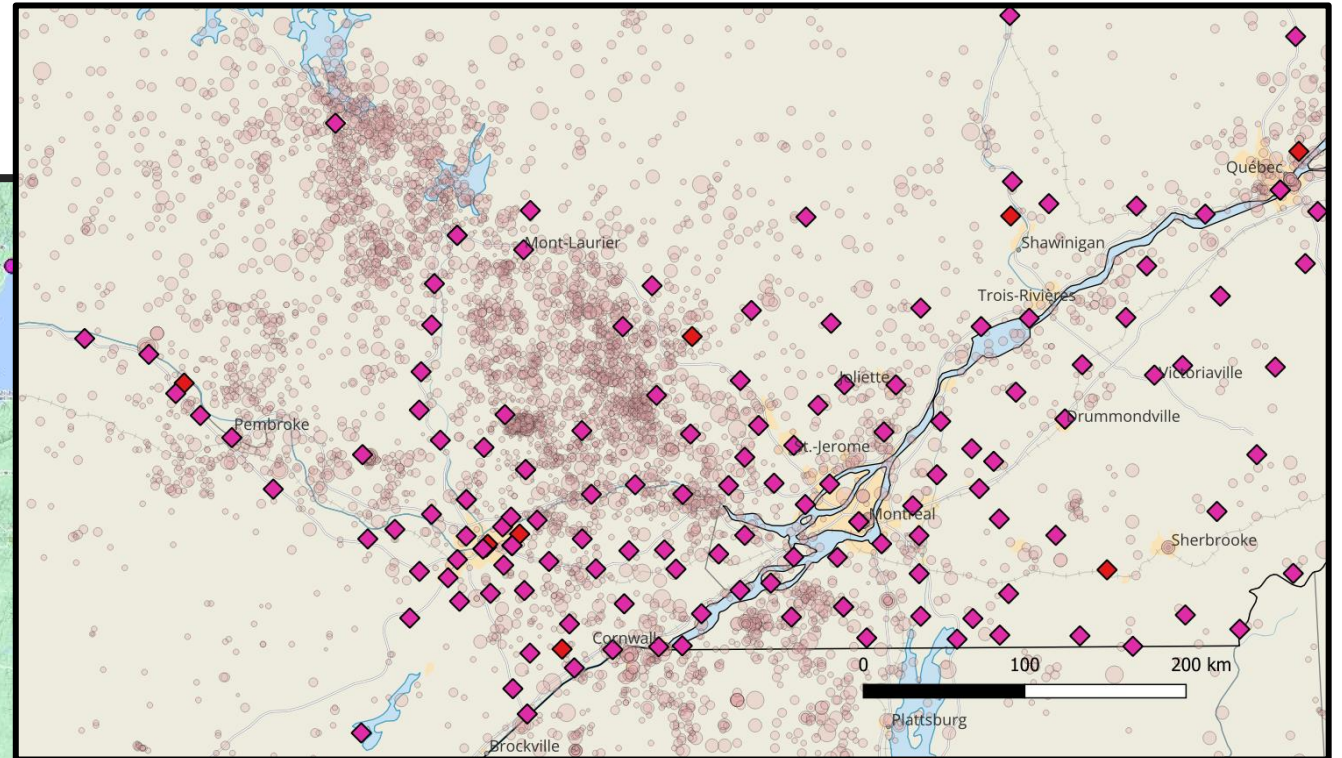
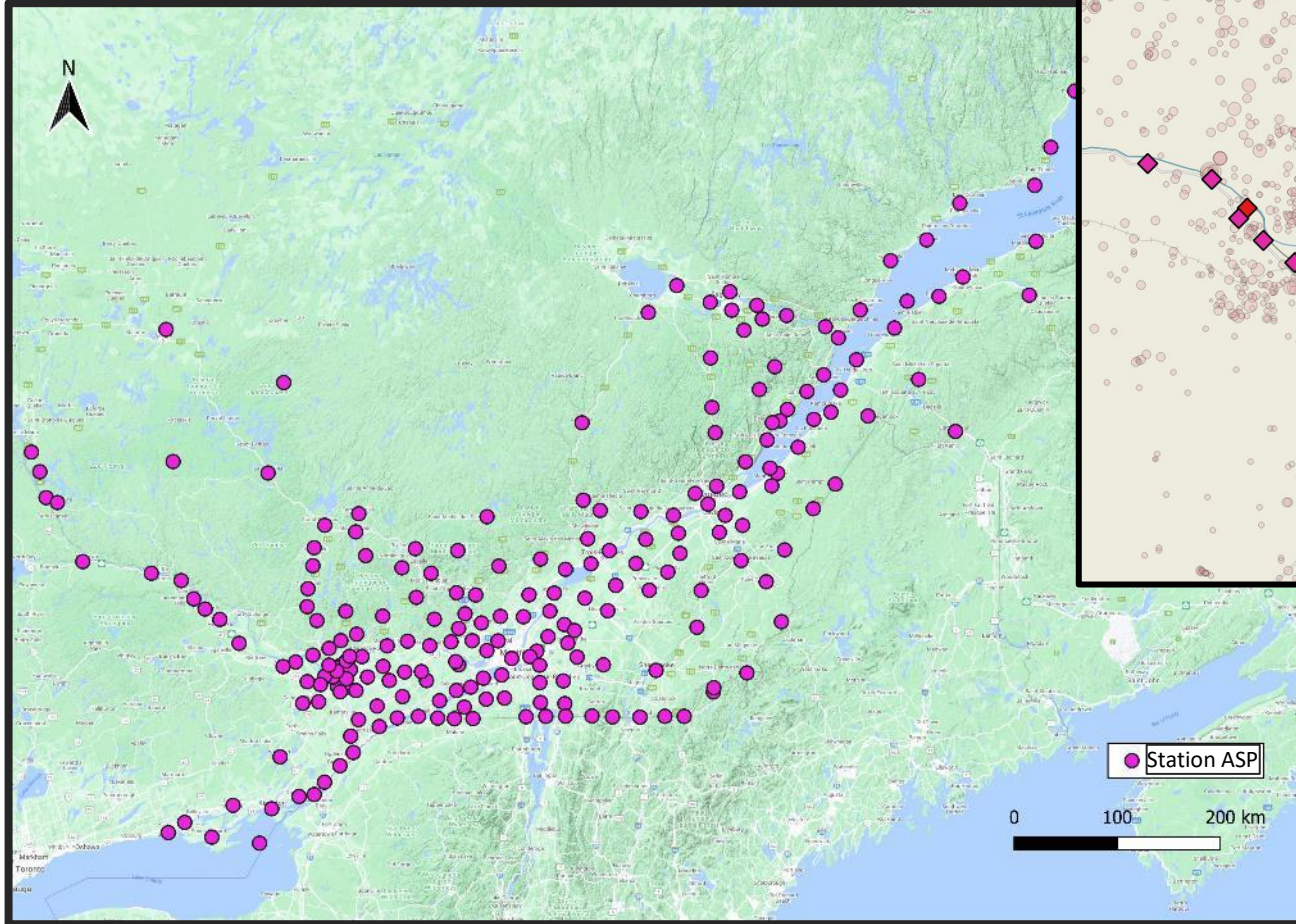
- Les systèmes d'ASP ont prouvé leur efficacité dans d'autres pays
- Détecte l'onde P et envoie une alerte aux personnes et aux systèmes.
- Fournit un avertissement de quelques secondes à quelques dizaines de secondes.
- Le système ASP permet de prendre des mesures de protection afin de réduire les impacts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

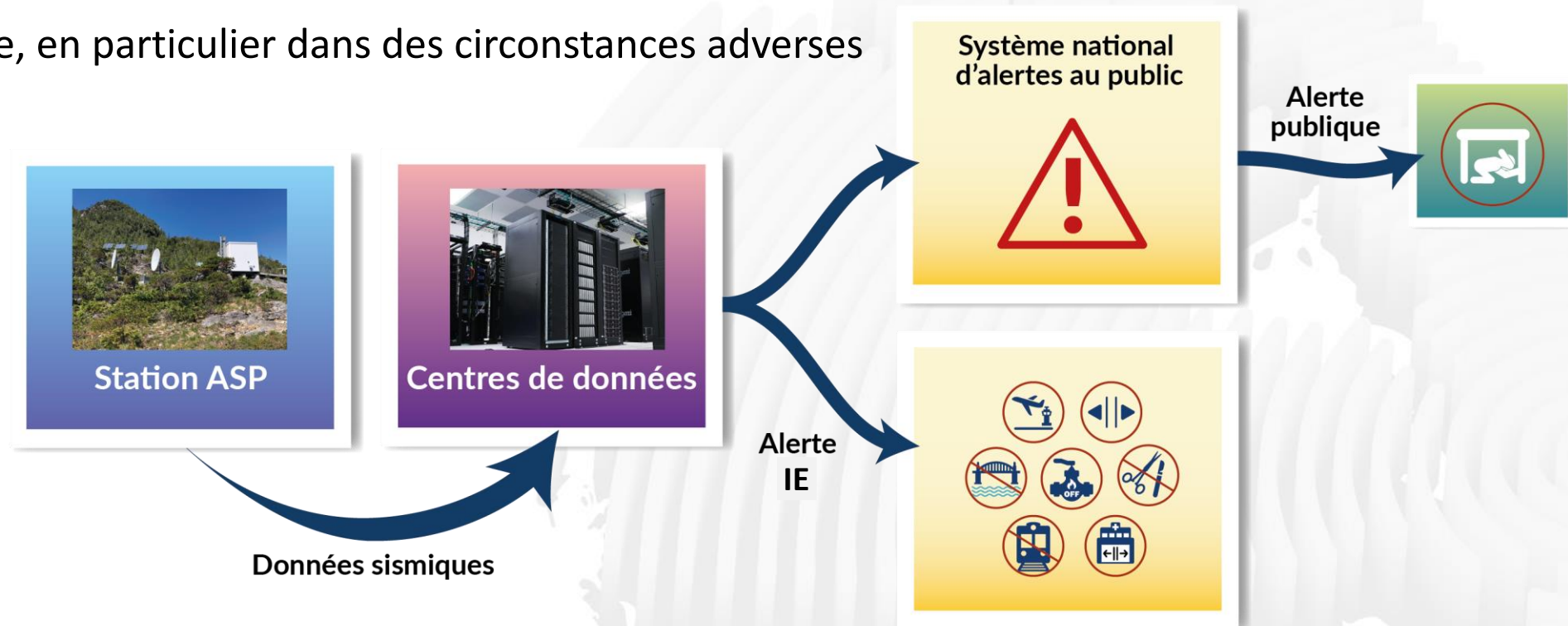
Installations intérieures et extérieures



- 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



~100 km



~300 km

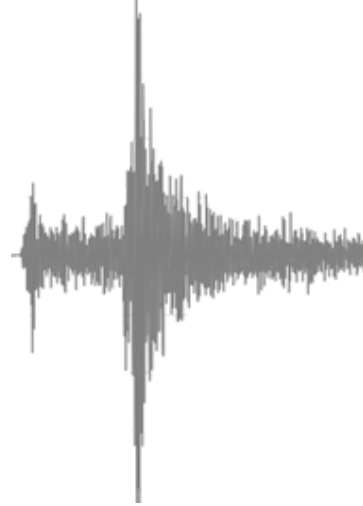


~600 km



M6.5

(grandeur du séisme)



Alertes publiques



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

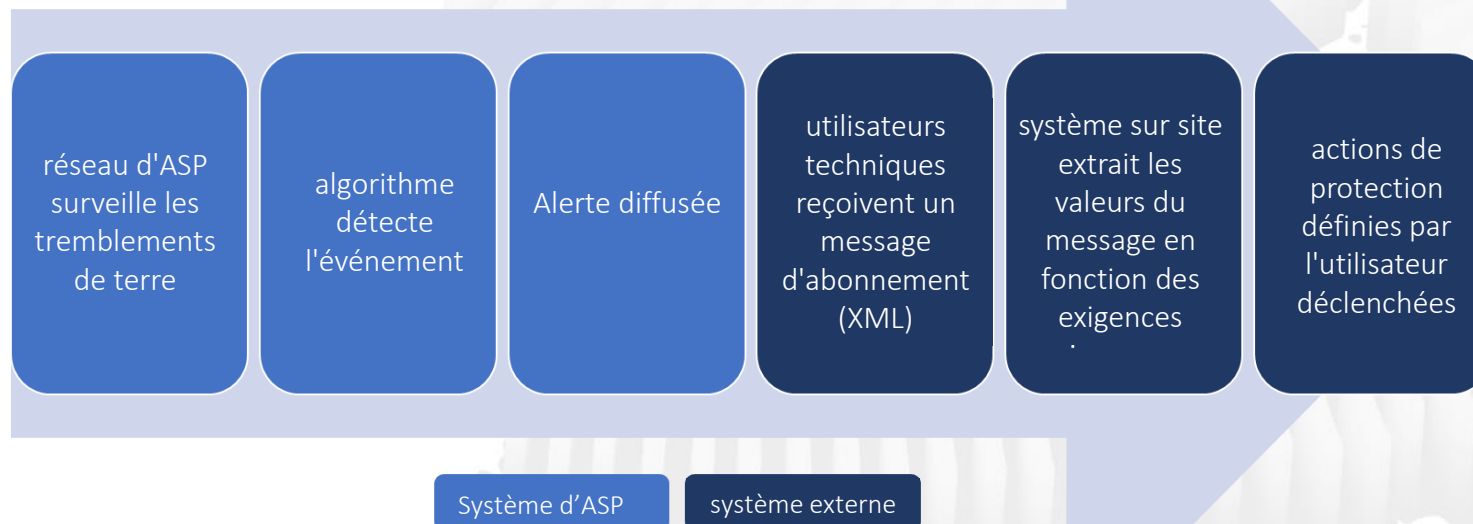
Pour $M \geq 5$

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



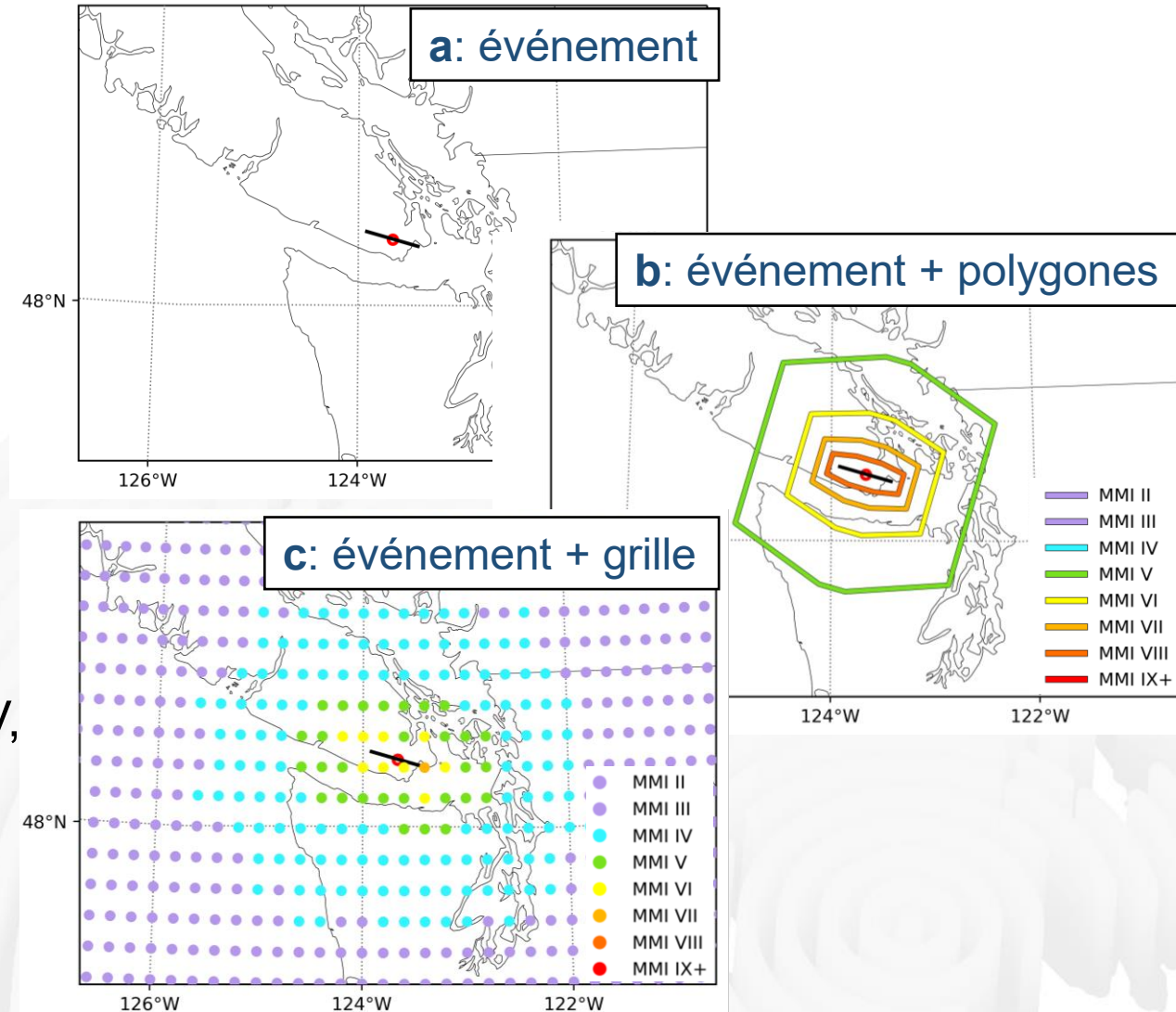
Alertes aux infrastructures essentielles

- 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

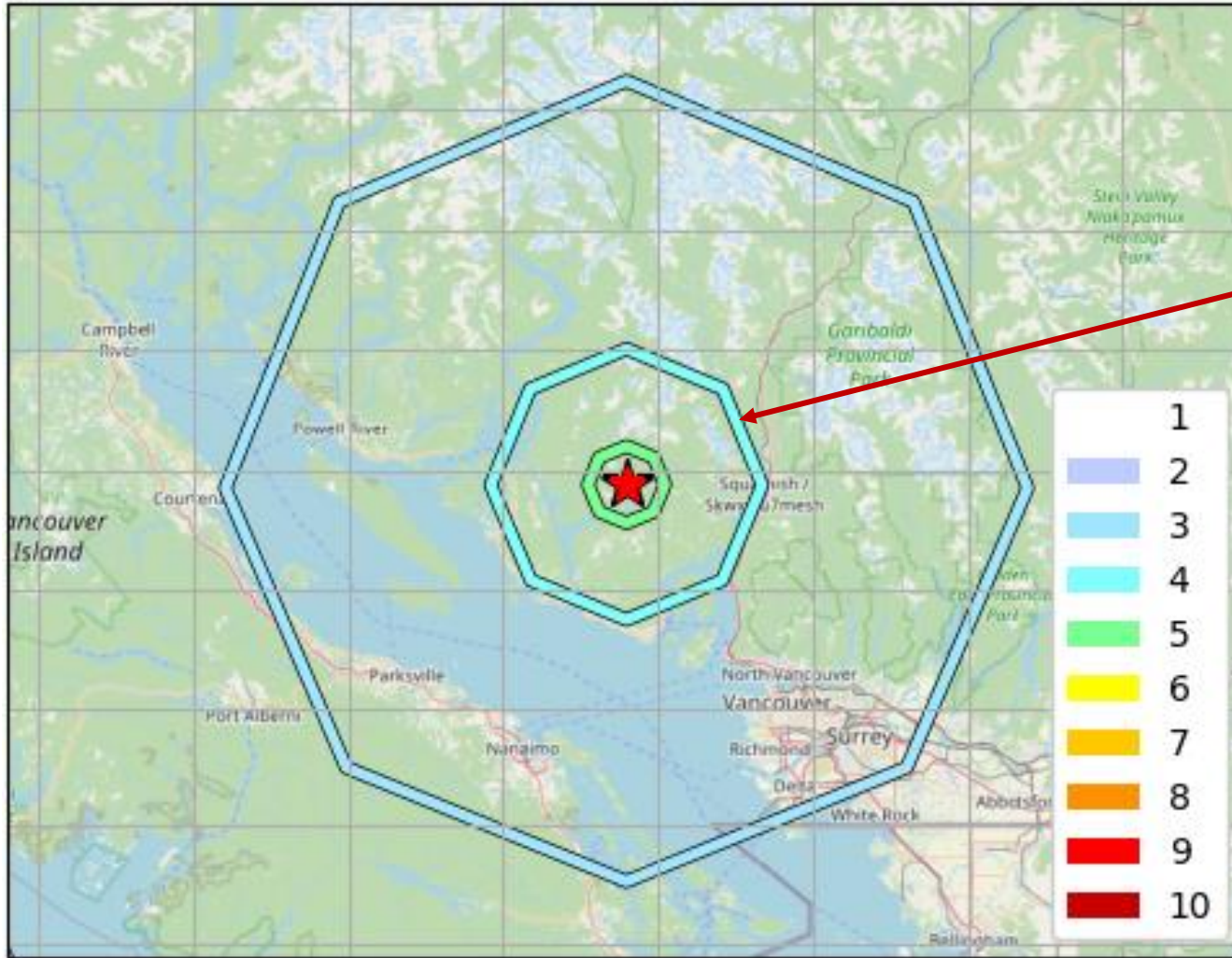


Sécuriser les disques durs



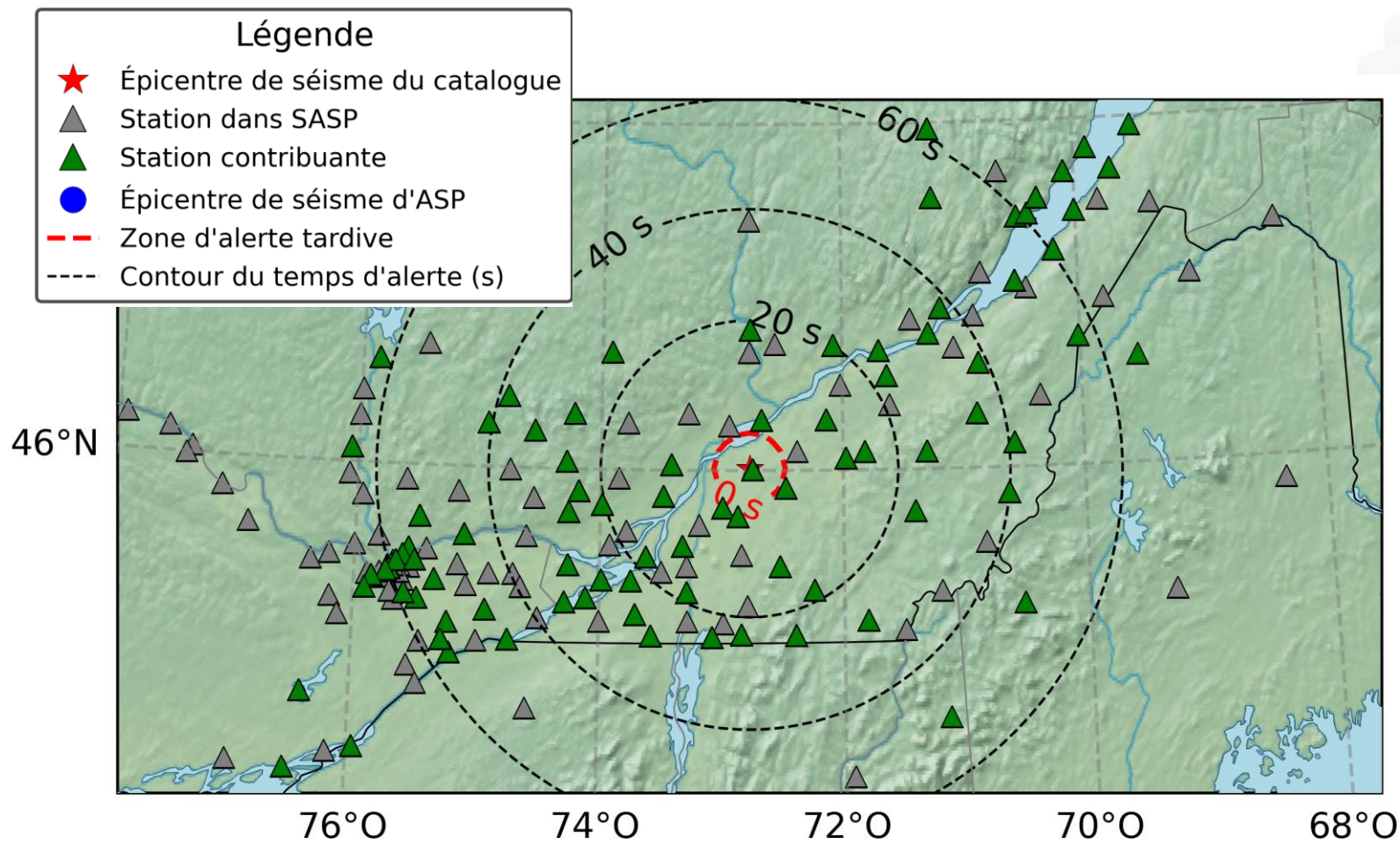
Préparer les générateurs

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



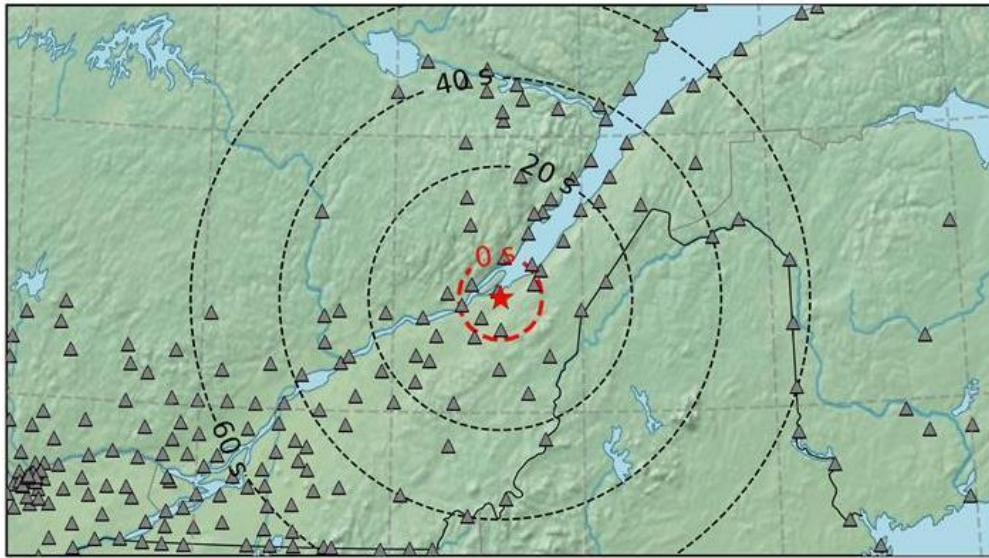
- Trop petit pour créer une alerte au public
- $M = 4,6$, 26 km ONO de Drummondville, QC
- Bien localisé
- Temps d'alerte théorique:
 - ~17 secondes (Montréal)
 - ~34 secondes (Québec)

Progrès du système d'ASP - est

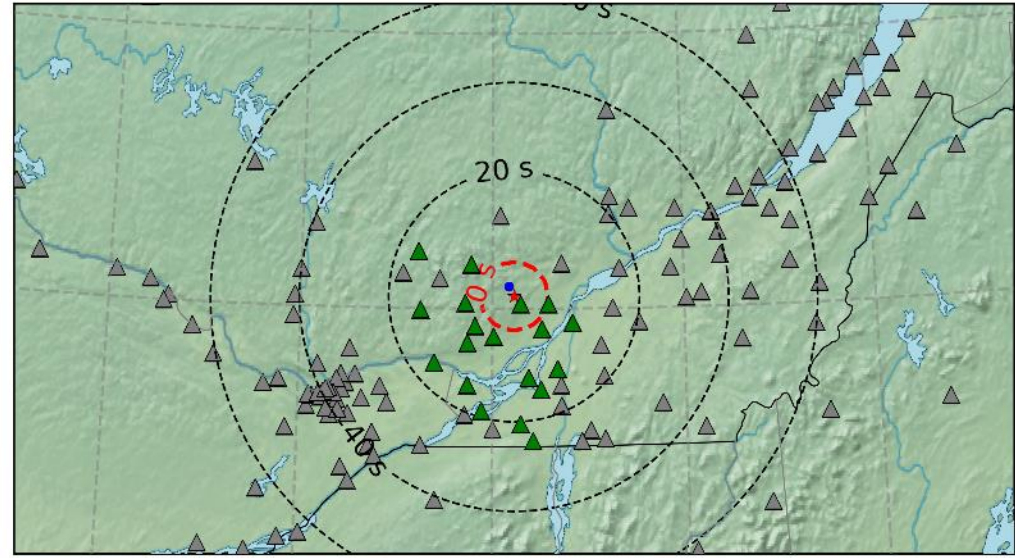
Activation prévue à la fin cette année

- Le système fonctionne en mode test, par exemple :

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

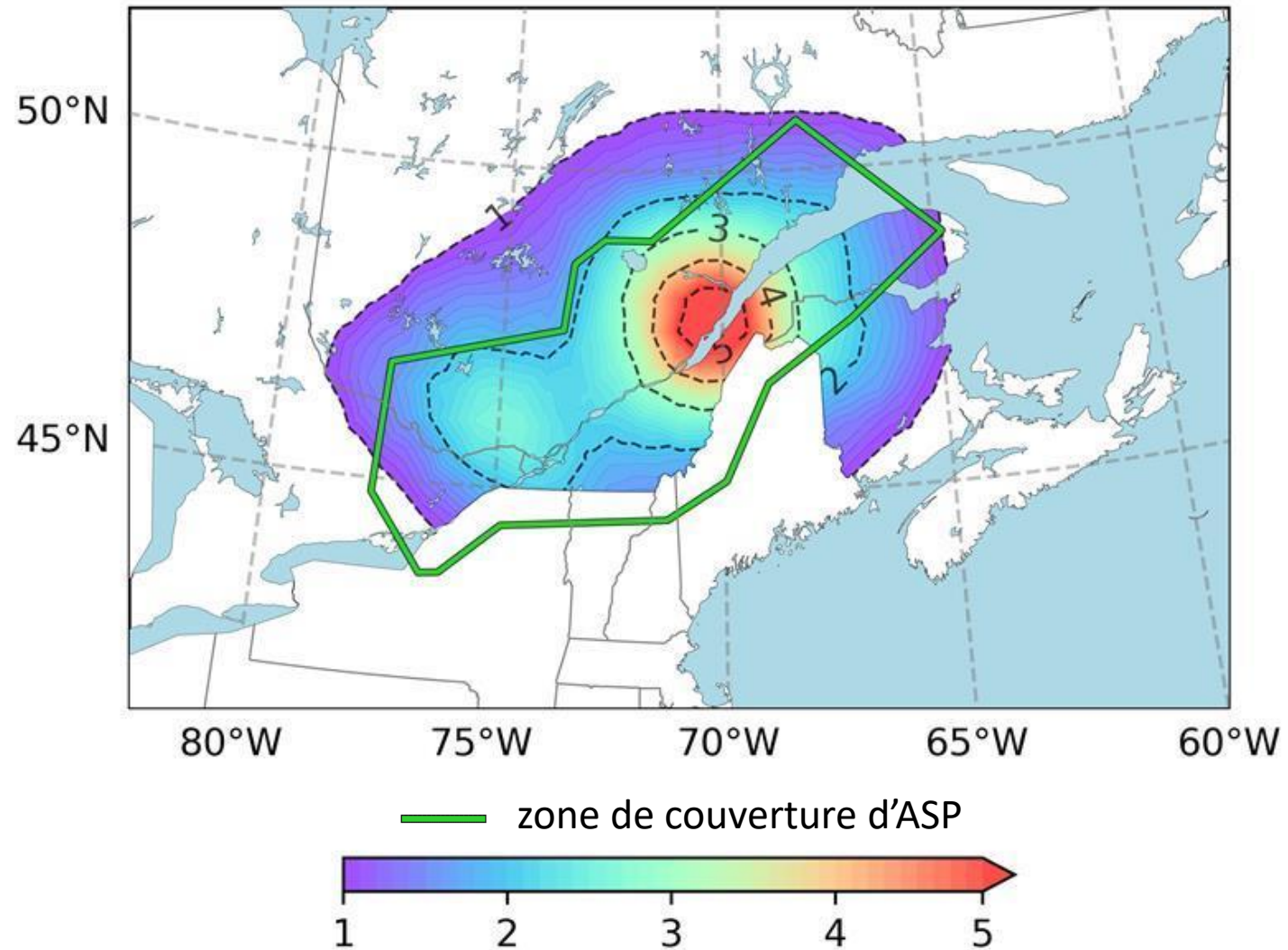
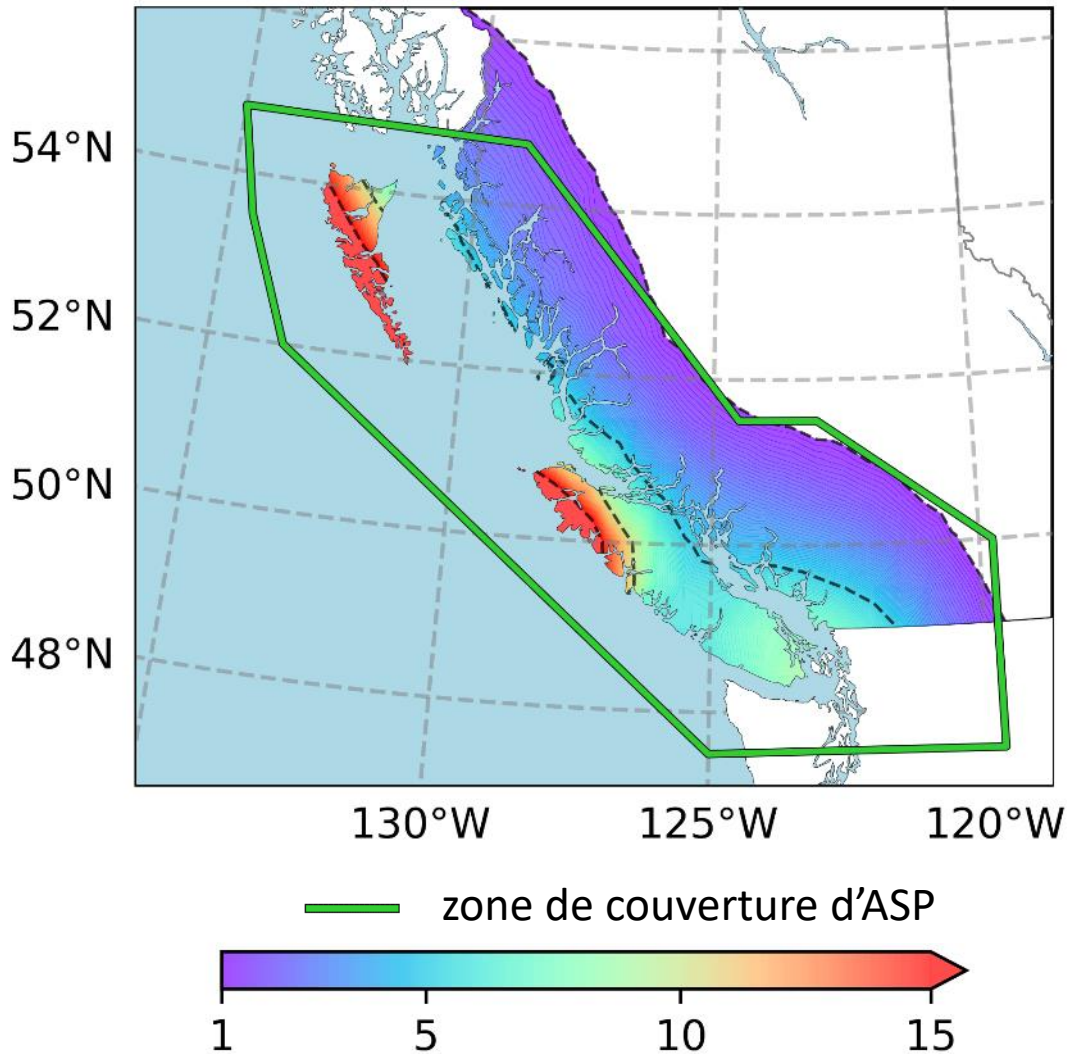


2024-10-02 : [NE de Saint-Jerome, QC](#)



- 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

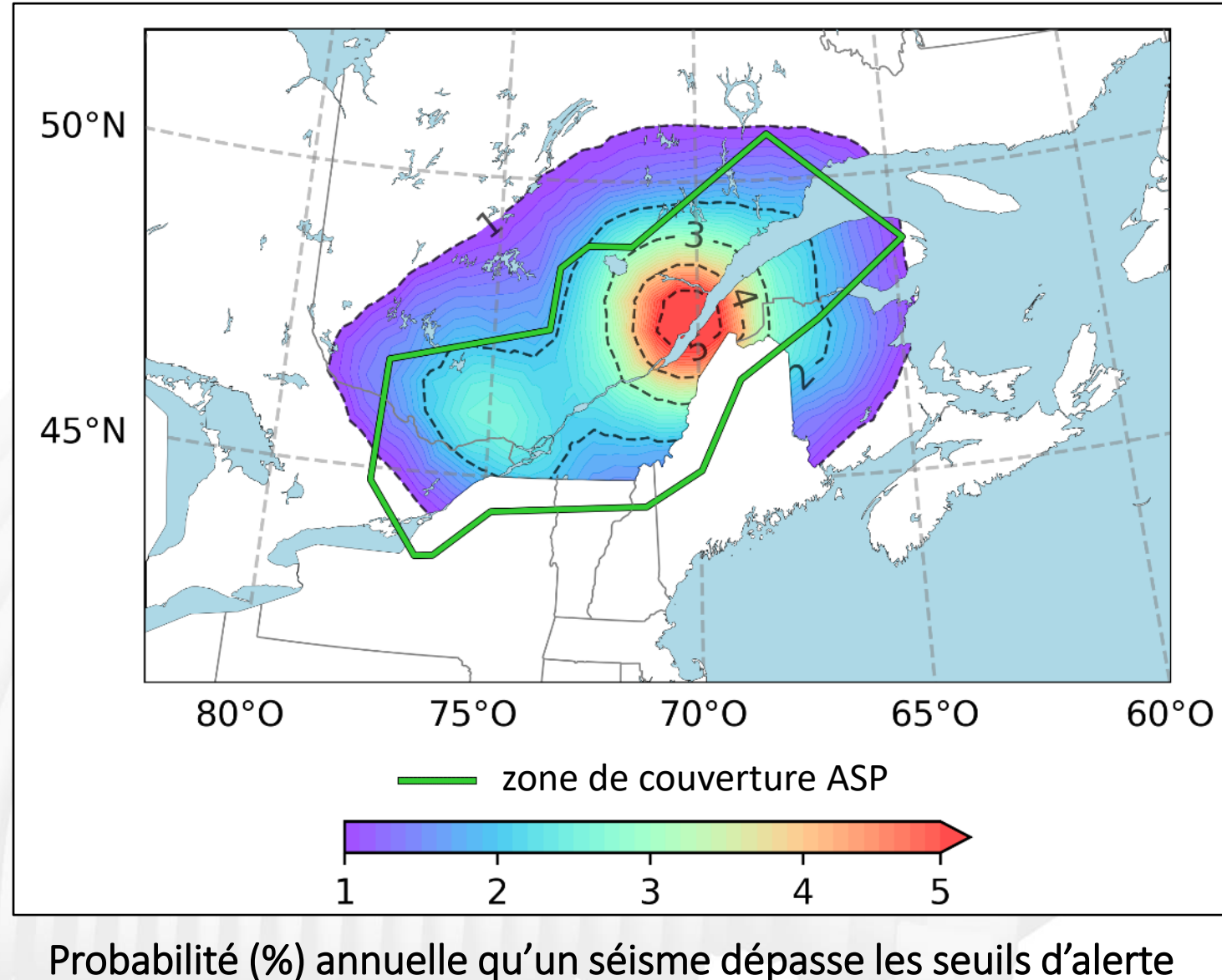
Probabilité annuelle (%) d'une alerte publique



Probabilité (%) annuelle qu'un séisme dépasse les seuils d'alerte

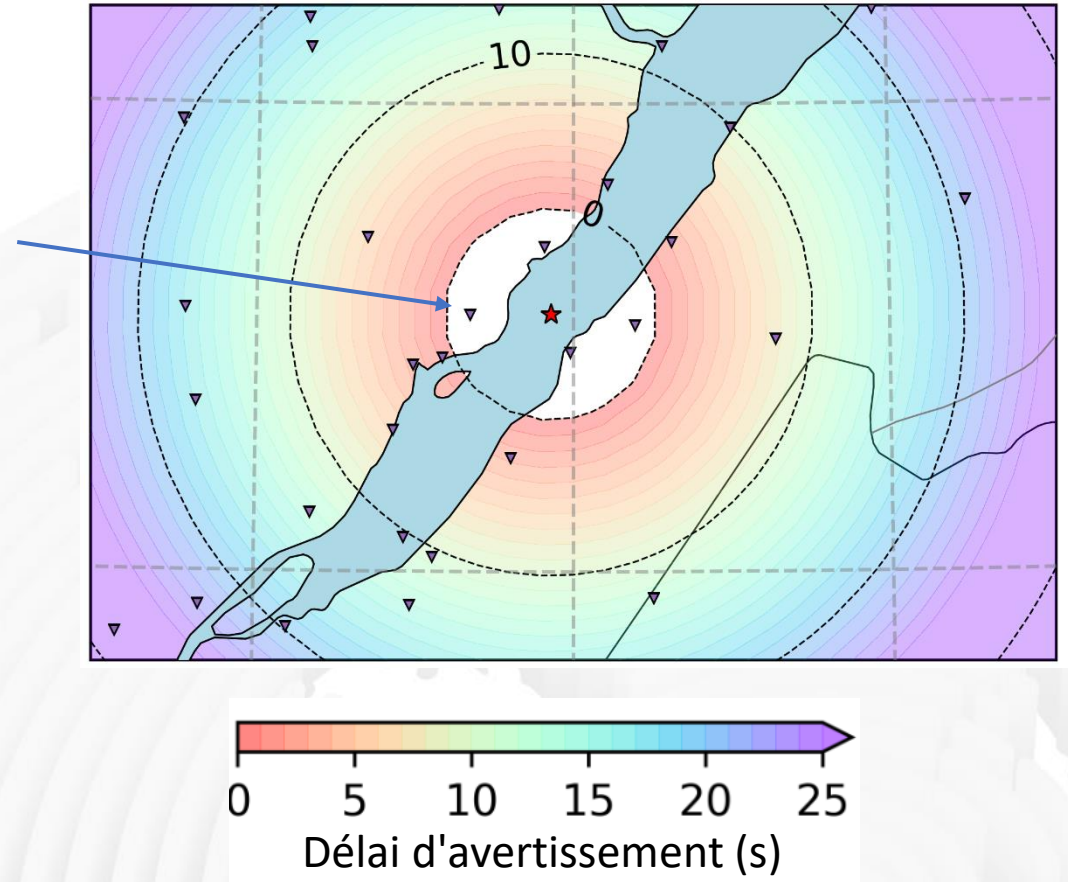
Alerte publique : fréquence et région

- 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 **fausses 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/eeew-asp/system-fr.php>
 - Campagne de sensibilisation.

Canada

2025



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada

Canada