

# JICA Knowledge Co-Creation Program « KCCP »

## SEISMOLOGY, EARTHQUAKE ENGINEERING, AND TSUNAMI DISASTER MITIGATION

Les Systèmes d'Alerte  
Précoce (Early Warning System) pour les séismes et les Tsunamis  
au Japon.

05/12/2024

Par  
ABBOUDA Moustafa

# Background

- ❑ Le programme de formation en **sismologie, génie-parasismique et au Tsunami** a débuté en 1962 avec la coopération de la JICA.
- ❑ Depuis 2005-2006, ce cours est reconnu comme un programme de **Master** par le GRIPS (**National Graduate Institute for Policy Studies**) et l'**IISEE/BRI**

# Objectifs de la formation



- ❑ Ce programme de formation vise à aider les pays exposés aux risques de séismes et de tsunamis à renforcer leurs capacités par leurs propres efforts.
- ❑ Pour cela, le Japon offre cette formation aux pays en développement afin de former des experts hautement qualifiés capables de planifier, diffuser et appliquer des technologies de prévention et d'atténuation des catastrophes sismiques et tsunamiques, en s'inspirant du modèle japonais.

# Organisation de Programme

## JICA



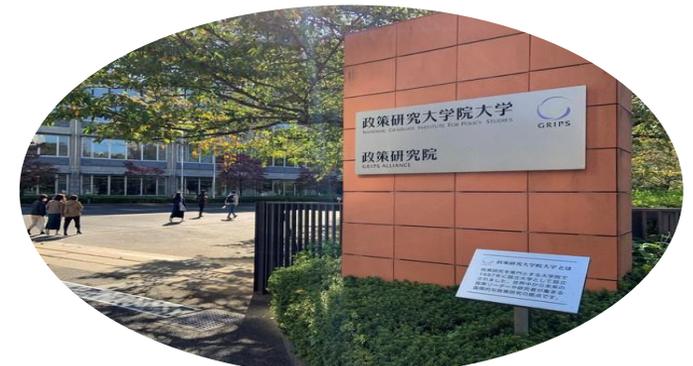
- Organisation et Coordination
- Finance
- Hébergement

## IISEE - BRI



- Aspect scientifique et technique Durand une année de formation

## GRIPS



- Délivre le diplôme de master.
- Organise une formation de deux semaines.

# Concernées et conditions

- Les candidats doivent être titulaires d'un diplôme universitaire en sismologie, génie civil, études sur les tsunamis ou un domaine équivalent.
- Les nominées doivent être employé dans des organismes nationaux, centre de recherches, ou des universités.
- Etre âgée entre 25-42 ans
- IELTS académique avec score de 6 ou bien TOEFL iBT avec score de 79 points.
- Etre en bon sante.

## IISEE



**IISEE** International Institute of  
Seismology and Earthquake Engineering



Plus que 50 Cours et conférences sur la sismologie qui touchent l'aspect scientifique et pratique.

Principe de programmation sur fortran et python.  
Conception et théoriser la sismologie, les ondes sismiques et propagation, mathématique de sismologie, dynamique du sol, prospection géophysique, ground motion et micro-zonation, tomographie, etc.

## GRIPS



政策研究大学院大学  
NATIONAL GRADUATE INSTITUTE  
FOR POLICY STUDIES

15 conférences en  
02 Semaines sur la  
gestions de risques  
Sismiques et volcanique,  
glissements, neige et  
avalanche, tsunami, etc.

# Diplômes et exigences

- ❑ Compléter le programme en suivant tous les cours, soumettant les devoirs requis, en réussissant les examens.
- ❑ Mémoire de master.

- ❑ Certificat de participation au program JICA.



**JICA**

- ❑ Diplôme de post-graduation en sismologie



**IISEE - BRI**

- ❑ Master en gestion de risques.

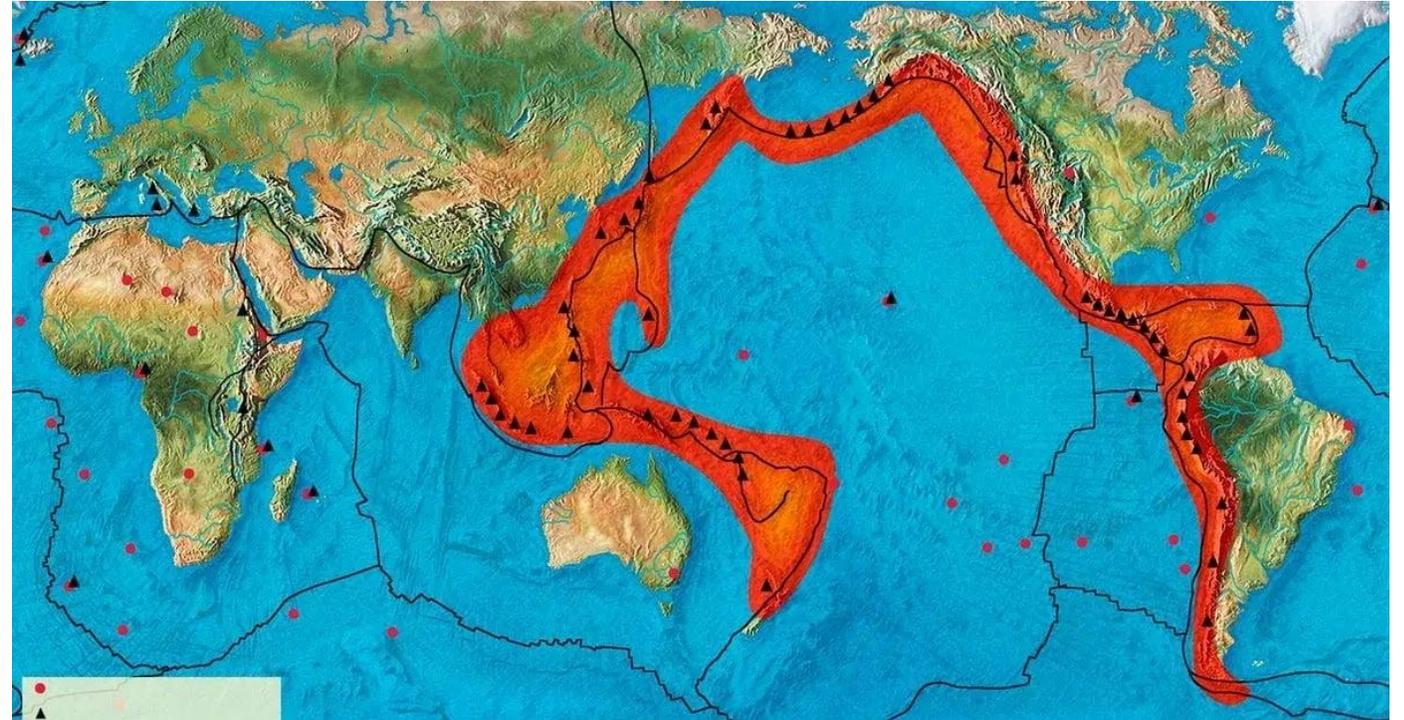


**GRIPS**

***Risques naturels au Japon :  
Séismes et Tsunamis.***

# Introduction

En 2022, selon le **World Risk Report**, le Japon était classé comme le troisième pays au monde le plus exposé aux catastrophes naturelles. Cette position s'explique par sa localisation au cœur de la ceinture de feu du Pacifique, une zone d'intense activité sismique et volcanique.



Chaque année, environ **20 % des séismes forts** (de magnitude égale ou supérieure à 6) enregistrés dans le monde se produisent au Japon. Le pays subit en moyenne **au moins un séisme de magnitude 7** ou plus chaque année



## Glissements

Risque élevé  
dus aux pluies  
intenses et  
aux séismes.



**Activité volcanique**  
100 volcans actifs  
10 % dans le monde

**Tempête de  
neige et  
avalanches**



**Tsunamis**  
Tohoku 2011  
20000 morts

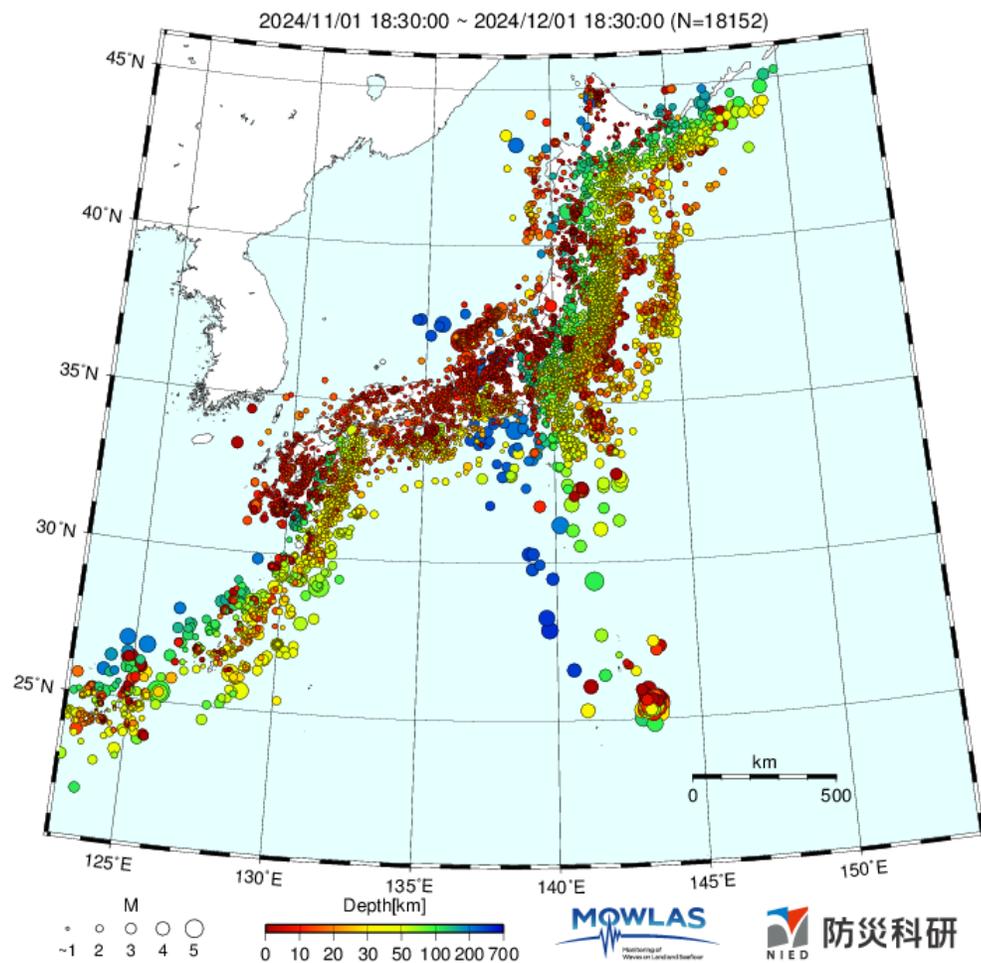
**Inondations**  
Juin-Juillet



**Typhons  
(tourbillon)**

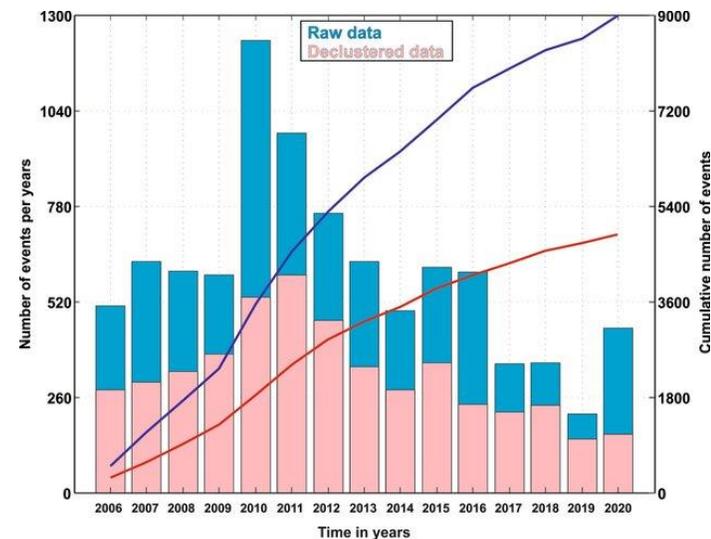
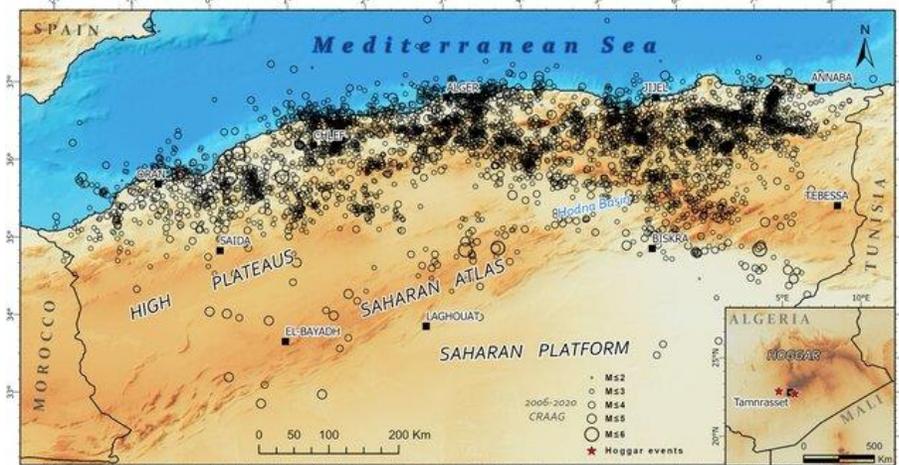
# Distribution de la sismicité autour de Japon dans les derniers 30 jours.

<https://www.hinet.bosai.go.jp/hypomap/?ft=1&LANG=en>



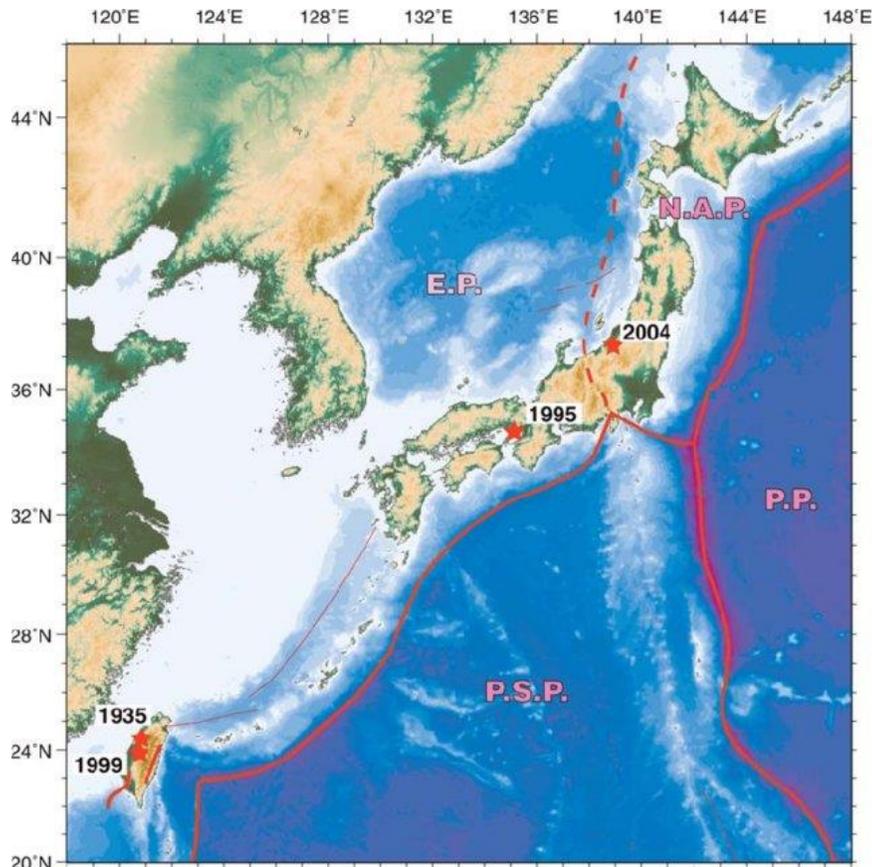
18152 séisme par mois  
605 séismes par jour

# Répartition de la sismicité en Algérie 2006-2020 (Yelles et al, 2022)

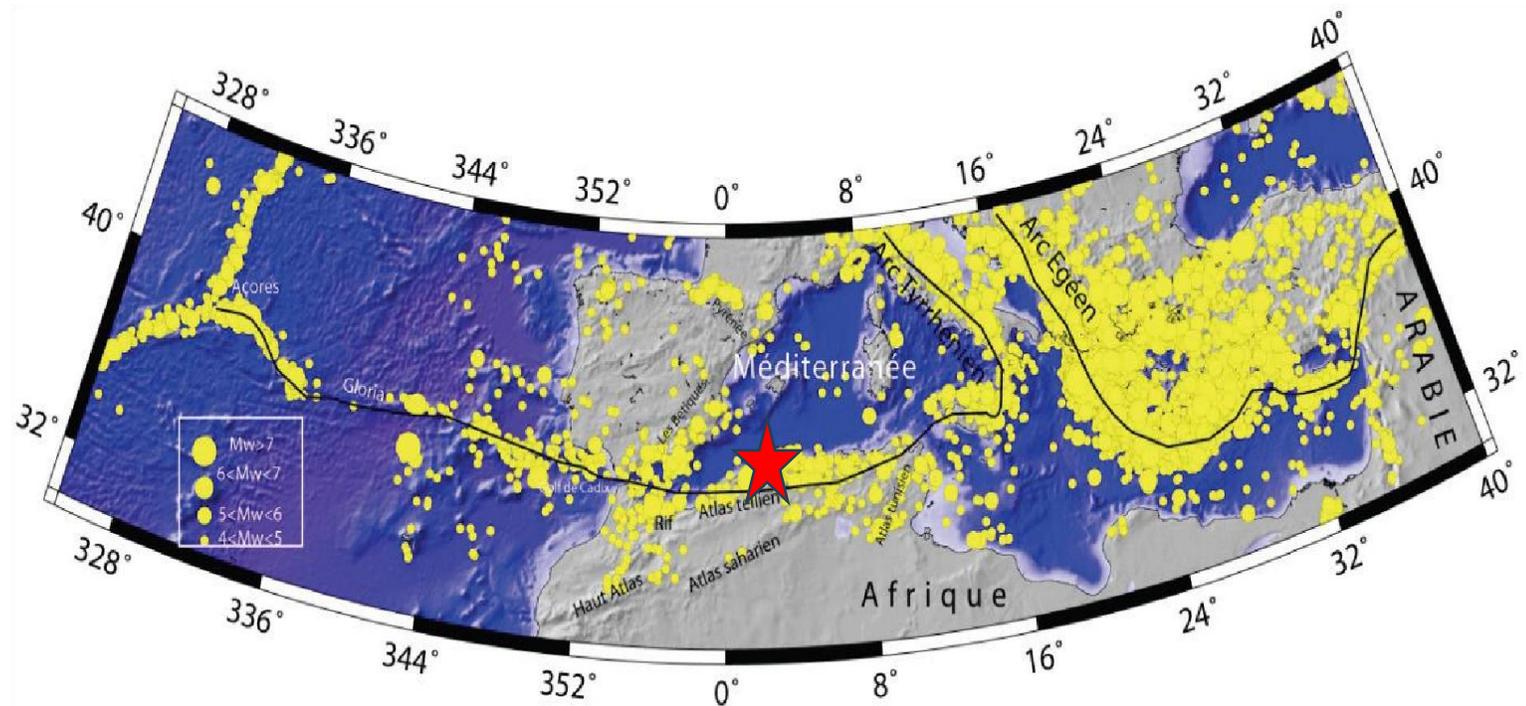


~ 600 séisme par an. 11

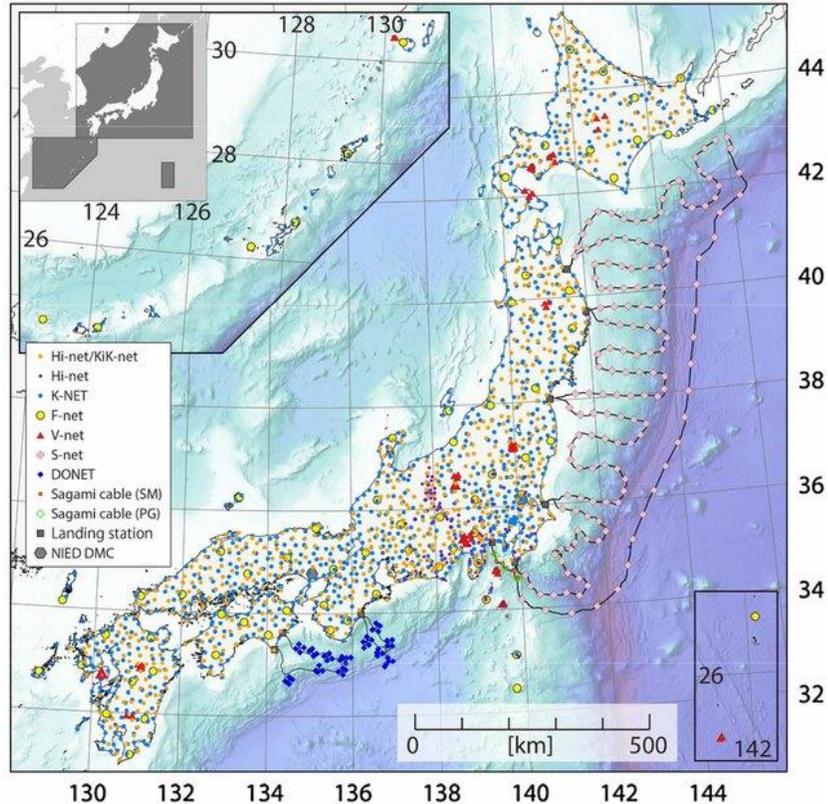
- ❑ Contexte géodynamique : Subduction
- ❑ 4 plaques tectoniques
- ❑ Taux de déplacement: 8-10 cm/an



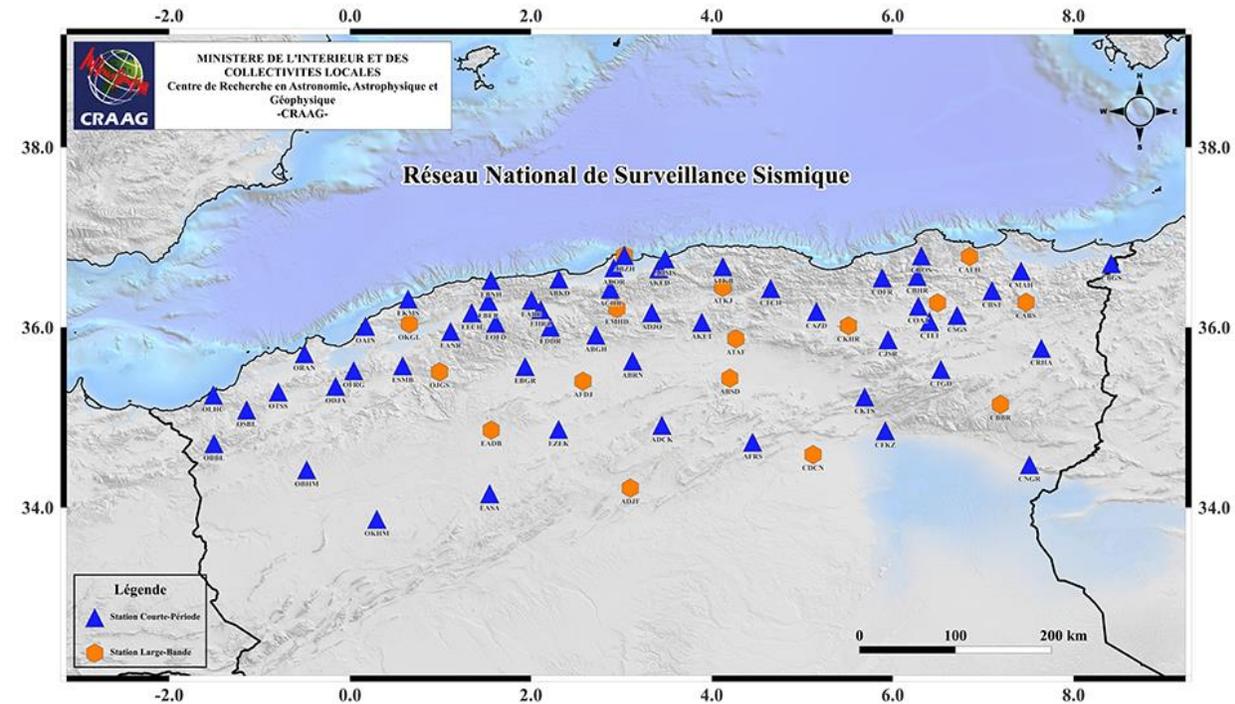
- ❑ Contexte géodynamique : Collision
- ❑ 2 plaques tectoniques
- ❑ taux de déplacement: 4-6 mm/an



- ❑ Real time seismic monitoring in Japan.
- ❑ Plus que 4000 sismomètres et accéléromètres (onshore and offshore)



- ❑ Réseau national de surveillance sismique en Algérie (CRAAG).
- ❑ 80 stations.



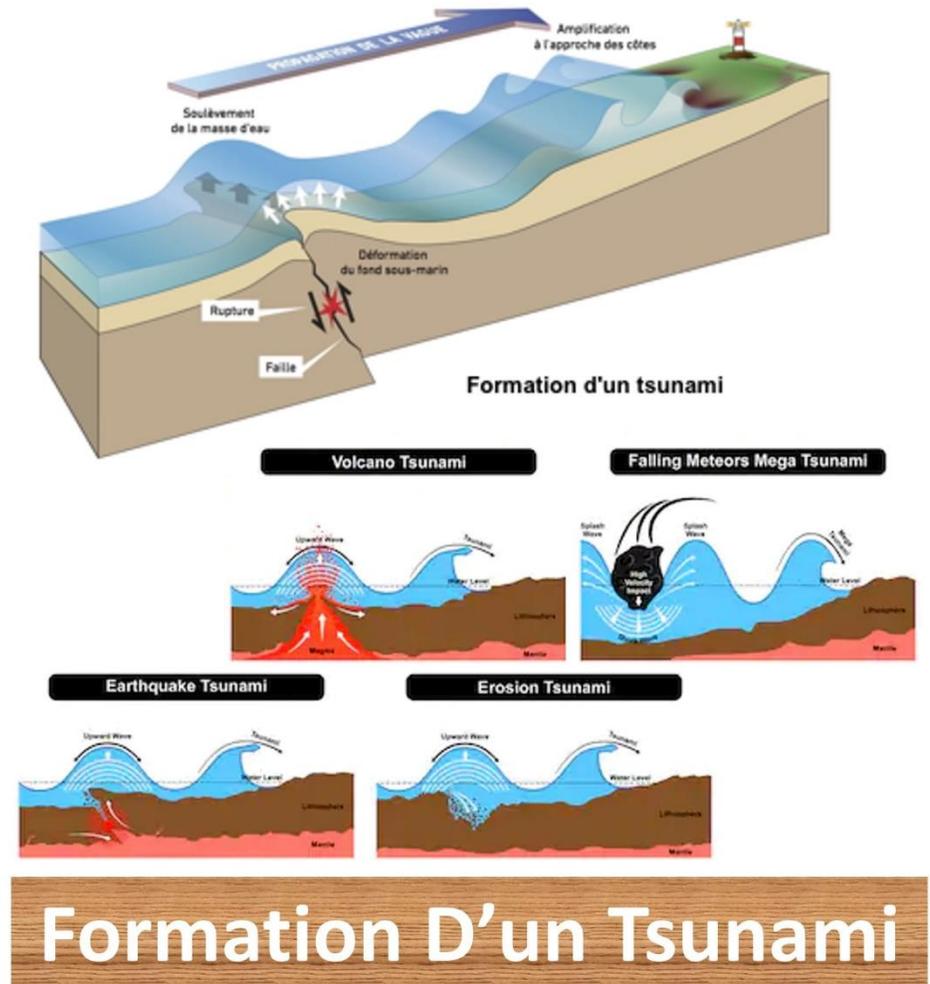
***Early Warning System :***  
***Pour les Tsunamis et les Séismes.***

# Tsunamis and Tsunami Warning System

## Tsunamis:

Tsunami est un terme japonais qui signifie vague du port, est une série de grandes vagues océaniques provoquées par le déplacement d'un volume important d'eau, généralement causé par :

- ❑ Les séismes majeurs sous-marins,
- ❑ Les éruptions volcaniques sous-marines ou côtières.
- ❑ Les glissements de terrain sous-marins ou côtiers.
- ❑ Les impacts météoritiques, bien que rares.

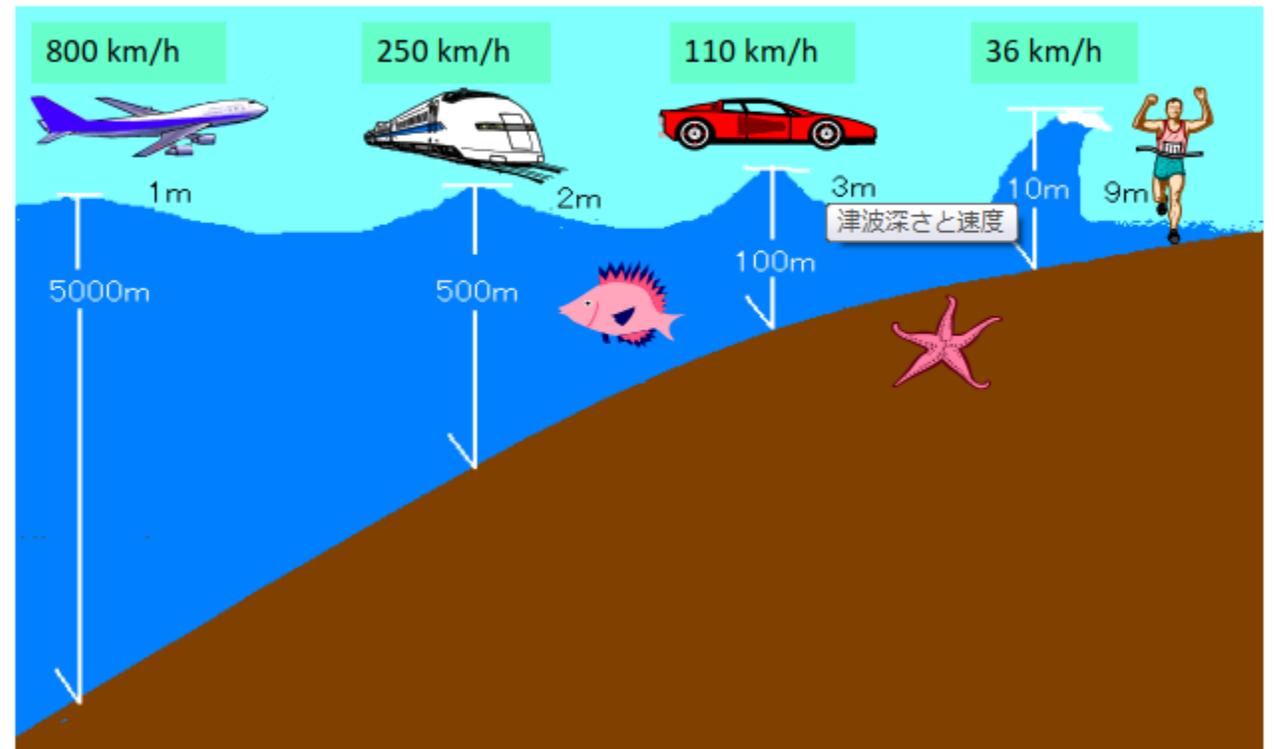


# Tsunamis and Tsunami Warning

## Tsunamis:

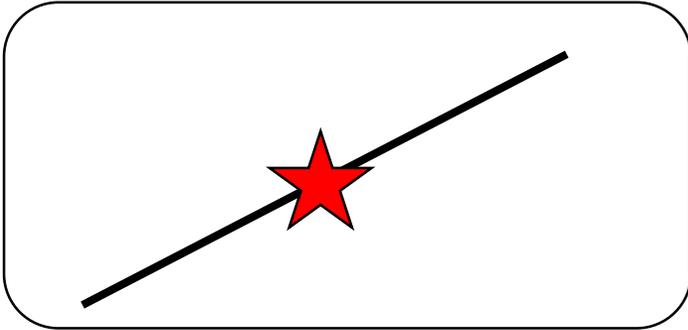
Les masses d'eau ainsi mises en mouvement, vont se déplacer latéralement engendrant des ondes dites gravitationnelles qui peuvent se propager sur des distances considérables de l'ordre de plusieurs milliers de kilomètres, avec des vitesses allant de 10 à 100 m/s dépendant de la profondeur d'eau.

## Tsunami Speed is Faster in Deeper Ocean

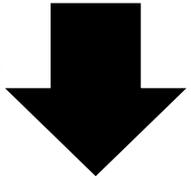


# Tsunami Warning in Japan

Earthquake



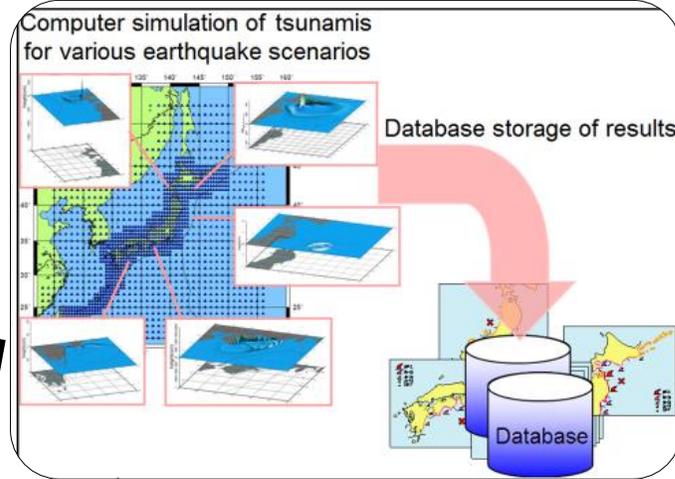
1-2 min



Earthquake parameters

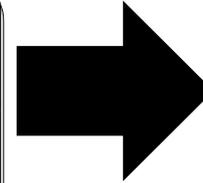
Magnitude

Hypocenter (location)



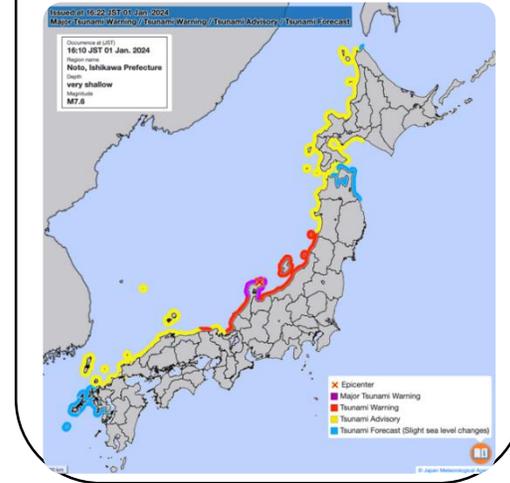
Database

3 min



Initial warning

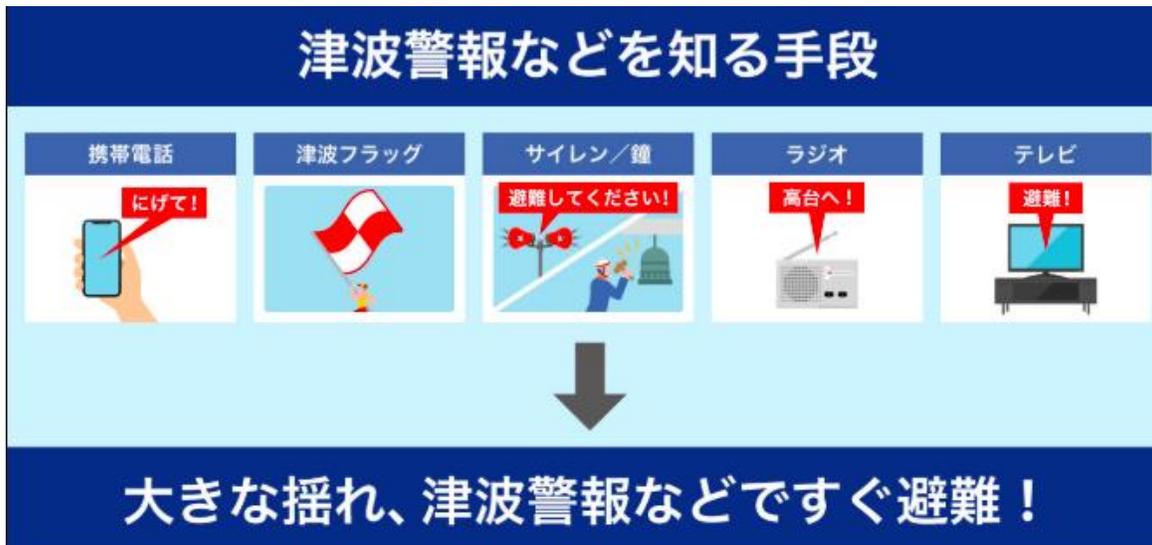
Location/  
Height/  
And arrival  
time



Upgrading of  
tsunami  
warnings

## Mesures de préventions contres le risque de tsunamis

L'alerte est Diffusé sur la télévision, les radios et les haut-parleurs installés dans les zones côtière. Ces dispositifs permettent de diffuser des messages d'urgence en temps réel, avertissant les habitants du danger imminent et des consignes d'évacuation à suivre.



Le panneau a gauche indique une zone a risque du tsunami, alors que le panneau a droite indique les lieux d'évacuation en cas du tsunami.

# Mesures de préventions contres le risque de tsunamis

## Plans d'évacuations et d'entrainements

- Des **routes d'évacuation** bien indiquées.
- Les zones côtières disposent également de plateformes surélevées et de collines artificielles pour permettre une évacuation rapide.

海から離れる	ただちに高い場所へ	車は使わない
		
<ul style="list-style-type: none"><li>• 絶対に海を見に行かない</li><li>• 津波警報などの発表時は戻らない</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 避難所ではなく<b>避難場所</b>へ</li><li>• 日頃から<b>避難場所</b>の確認を</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 渋滞に巻き込まれる懸念</li><li>• 原則、徒歩で避難を</li></ul>

Quitter la mer

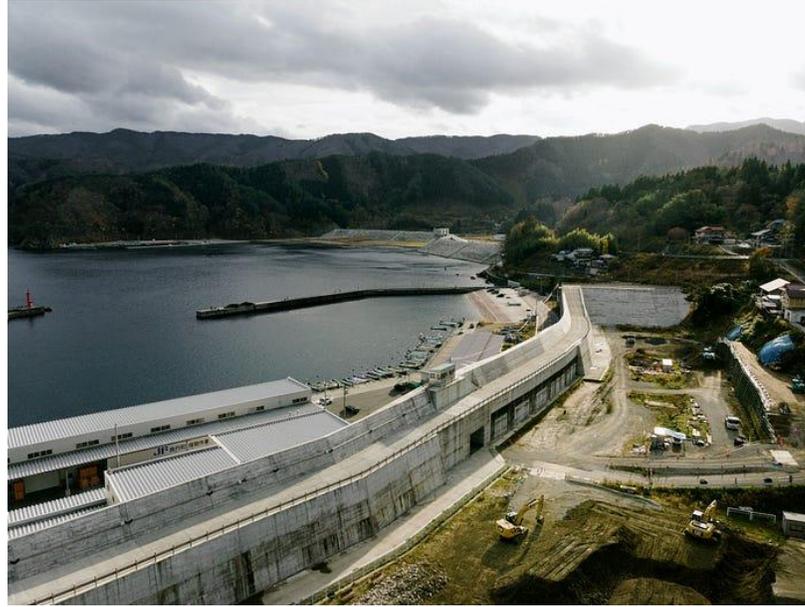
Allez immédiatement  
a un endroit plus  
elevation

N'utilisez pas la  
voiture

## Mesures de préventions contres le risque de tsunamis

Amélioration de la Résilience des Infrastructures et installation des murs anti-tsunami « **Sea walls** »

Après le tsunami de 2011, des murs plus hauts et renforcés ont été érigés dans la région de **Tōhoku**, touchée gravement par la catastrophe.



**Sanriku Coast, East Japn**



Les eaux du tsunami ont atteint une hauteur de 40 mètres environ 30 minutes après le séisme.

## Sensibilisation et éducation du public

- ❑ Le gouvernement japonais organise régulièrement des campagnes de sensibilisation et des entraînements d'évacuation.
- ❑ L'intégration de cours réguliers sur les tsunamis dans le programme scolaire vise à sensibiliser les enfants aux risques liés à ces catastrophes naturelles.
- ❑ Construction des musés pour éduquer les visiteurs sur la préparation aux tsunamis et les leçons tirées de cette catastrophe.

## Arahama school, Sendai plane, Japan.



## Okawa elementary school, Japan.





# Earthquake Early Warning System (EEW)

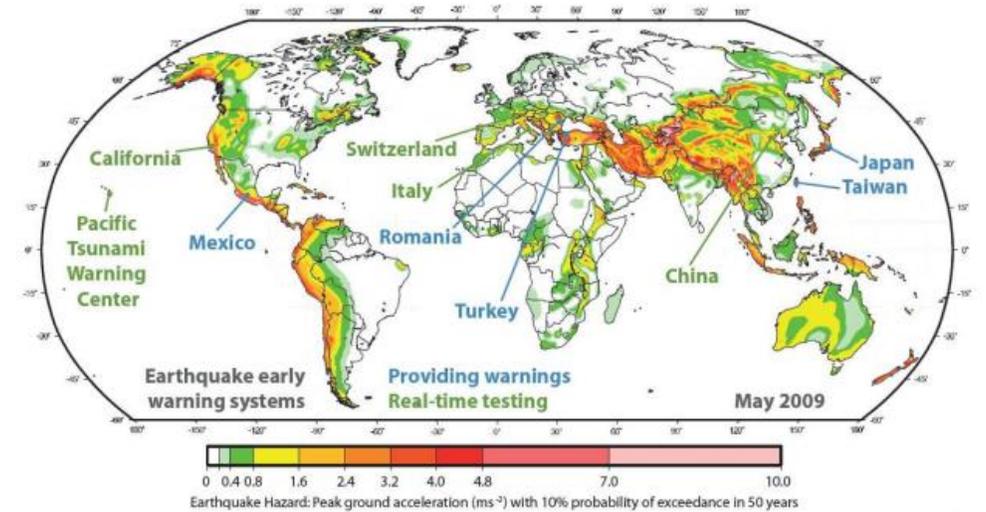
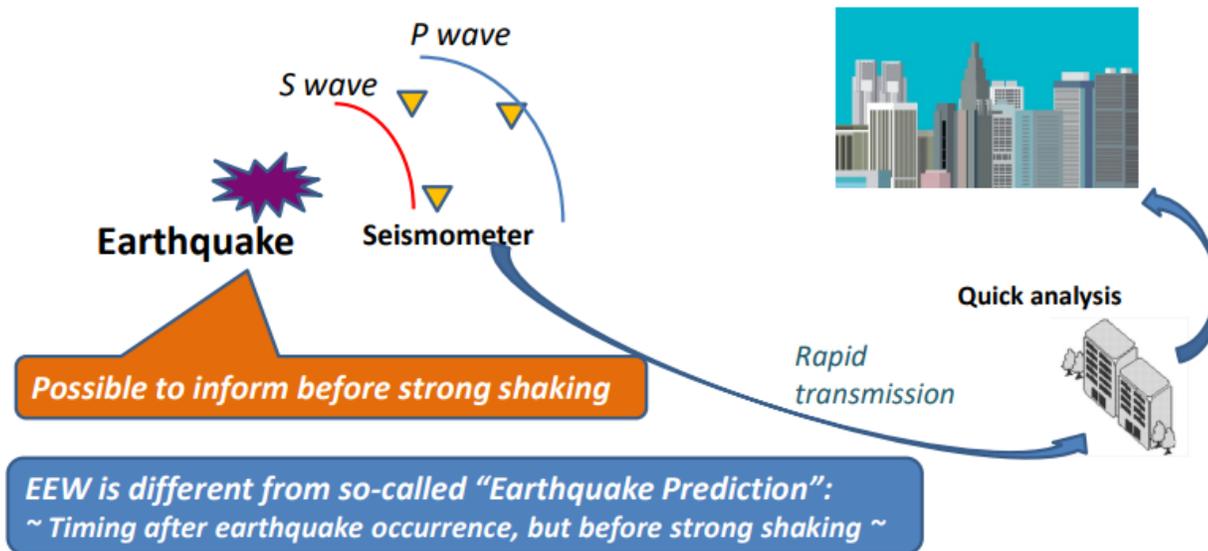


Alerte précoce au tremblement de terre, veuillez vous préparer a des fortes secousse (JMA)

- ❑ C'est un système qui émet des alertes dès le début d'un séisme, offrant ainsi des secondes précieuses pour permettre aux personnes de se protéger avant l'arrivée des secousses fortes.
- ❑ Le 1er octobre 2007, le JMA a lancé le service d'Alerte Précoce aux Séismes (EEW ).

Le EEW est différent de mot prédiction d'un séisme: il désigne le timing après l'occurrence de tremblement de terre, mais avant l'arriver de la grande secousse en quelques secondes.

What is "Earthquake Early Warning (EEW)" ?



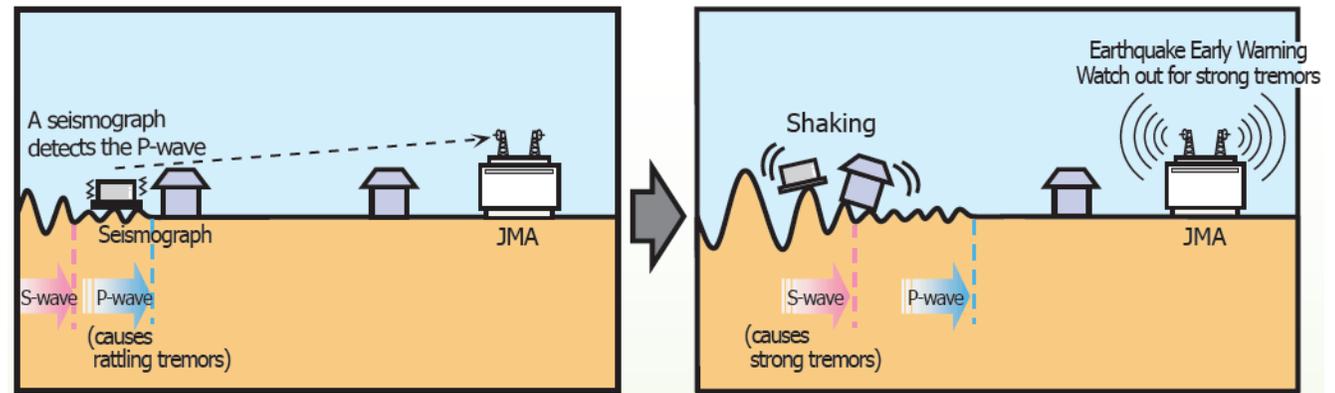
Allen et al.(2009)

Ce système d'alerte est opérationnel dans plusieurs pays à travers le monde, notamment au Japon, en Italie, au Mexique, aux États-Unis, en Turquie, en Roumanie, à Taïwan, en Chine, etc.

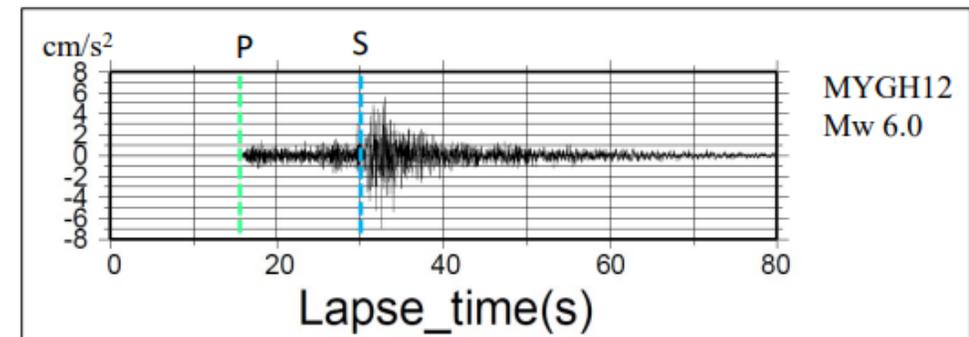
# Fonctionnement de systeme

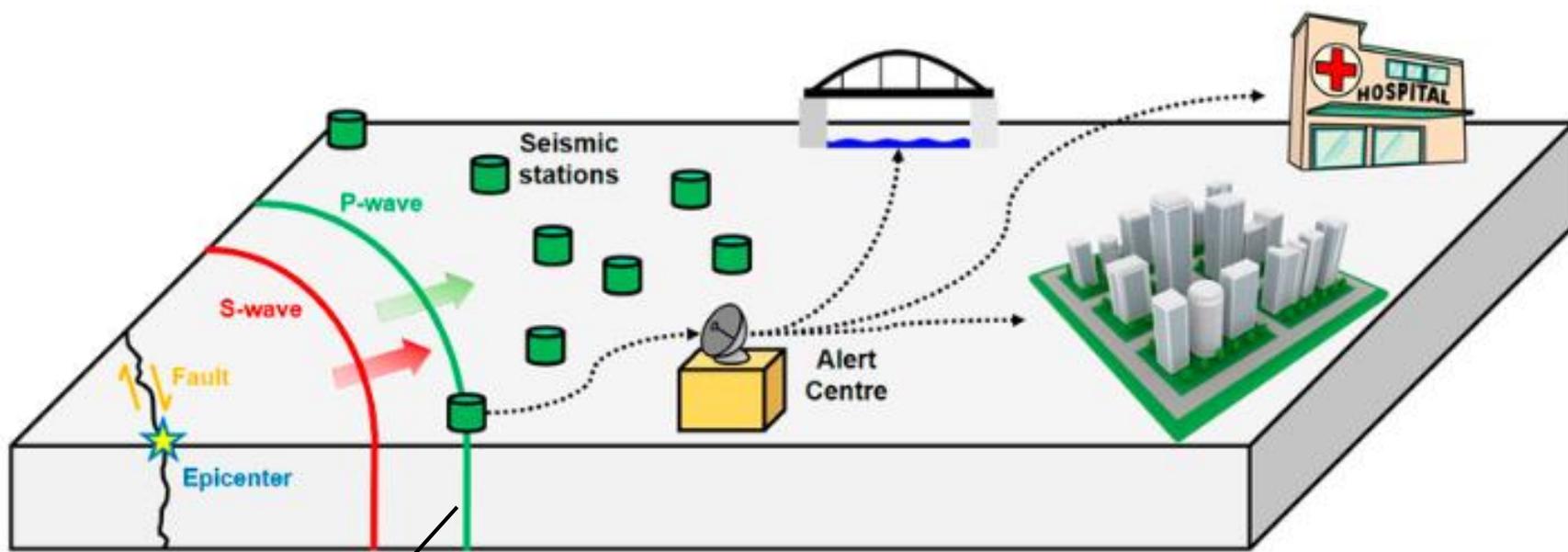
Le système EEW repose sur la différence de vitesse entre deux types d'ondes sismiques :

- ❑ **Ondes P (ondes primaires)** : Ce sont les premières ondes générées par un séisme. Elles se déplacent rapidement mais causent généralement peu de dégâts.
- ❑ **Ondes S (ondes secondaires)** : Elles suivent les ondes P et se déplacent plus lentement, mais sont beaucoup plus destructrices.



P-waves: compressionnel, faster, 5 km/s.  
S-waves: shear waves, slower but more destructive, 3 km/s.





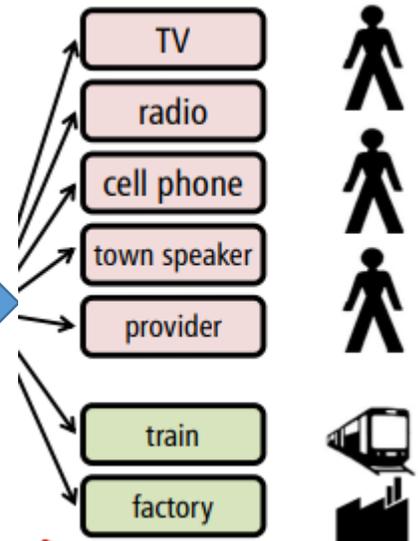
### Japan Meteorological Agency (JMA)

P-waves 1st arrival  
 Estimation de la Magnitude et Hypocentre a partir des 3 premières secondes.

Estimation de l'intensité sismique dans chaque site a partir

- Magnitude,
- la distance hypocentrale
- Loi d'atténuation
- Effet de site

Des alertes sont ensuite émises dans les régions susceptibles de connaître des secousses importantes.



1 Seconde



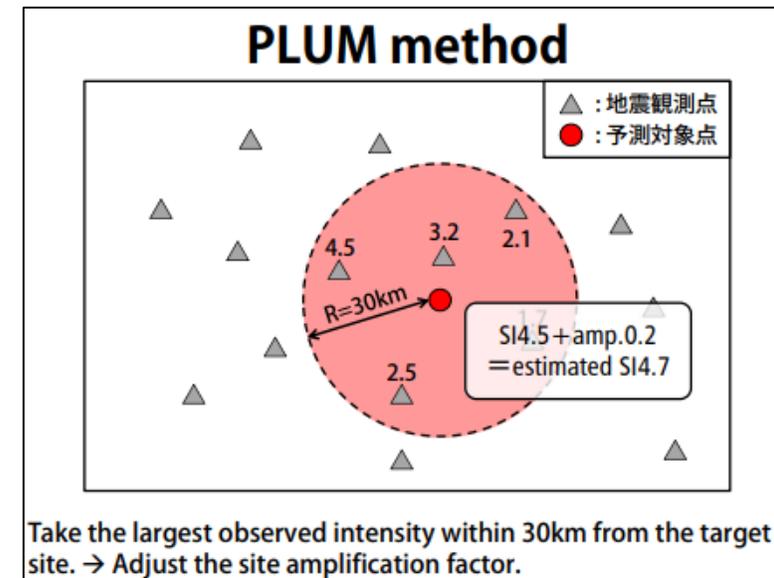
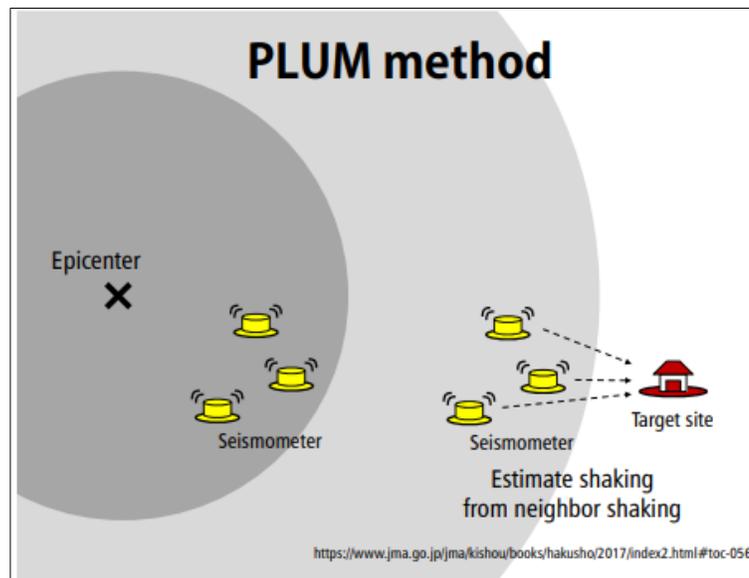
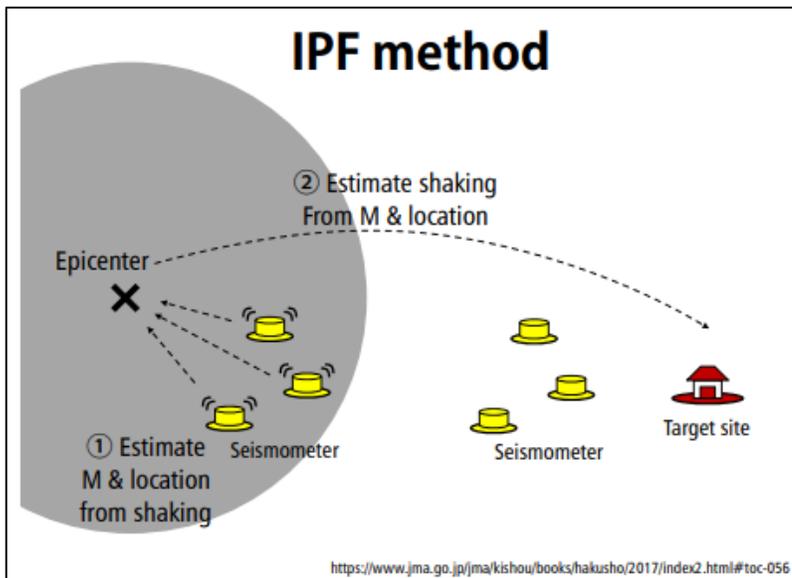
Earthquake

## IPF (Integrated Particle Filter) :

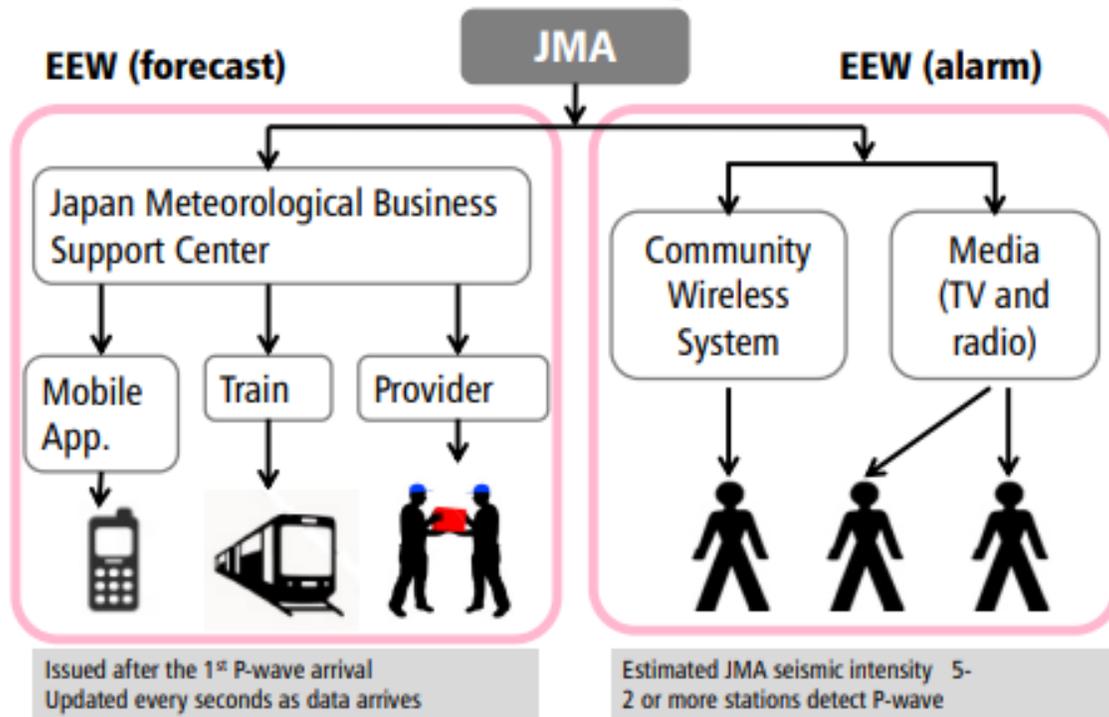
repose principalement sur les ondes **P** (primaires), qui permettent une estimation rapide mais parfois moins précise de l'intensité sismique.

## PLUM (Propagation of Local Undamped Motion) :

Elle utilise directement les données des capteurs sismiques locaux pour prévoir la propagation de l'intensité sismique observée sur le terrain, efficace pour les séismes proches avec une précision forte.



# How to alert public?



□ Elle est utilisée pour informer les opérateurs d'infrastructures critiques (transports, centrales nucléaires, etc.) afin de préparer des mesures d'urgence.

□ Elle est déclenché lorsque l'intensité du séisme prévue dépasse un certain seuil, généralement **5 Lower** sur l'échelle de JMA, via TV, smartphones, hauts parleurs etc.

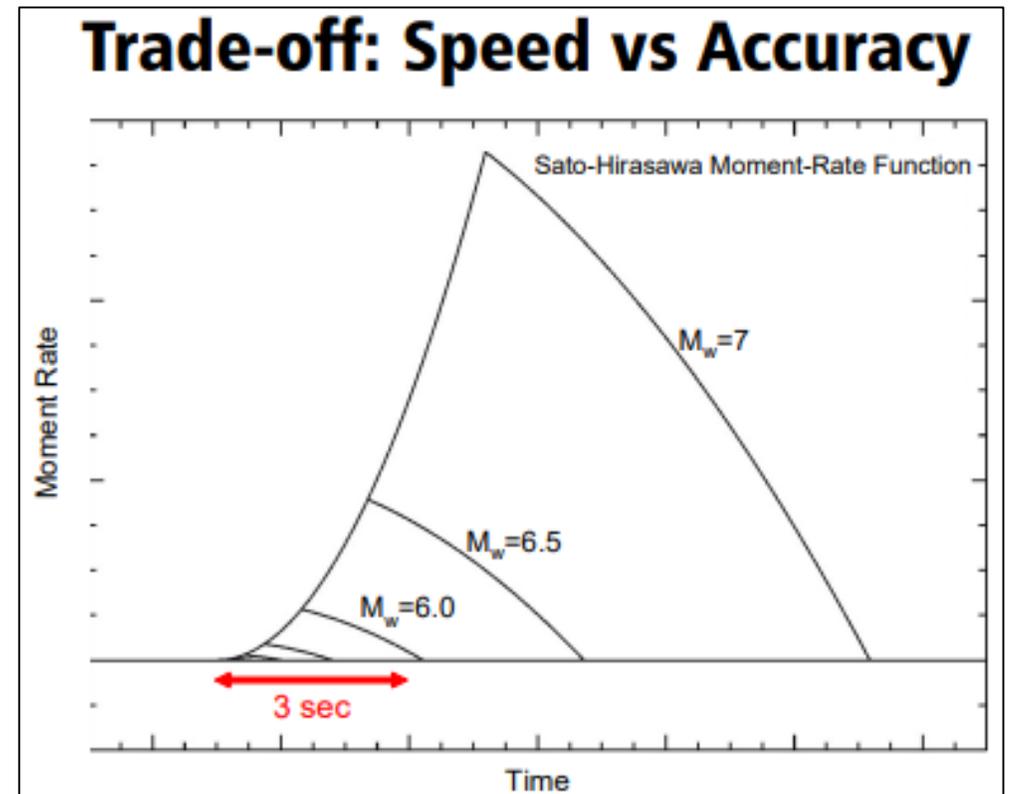
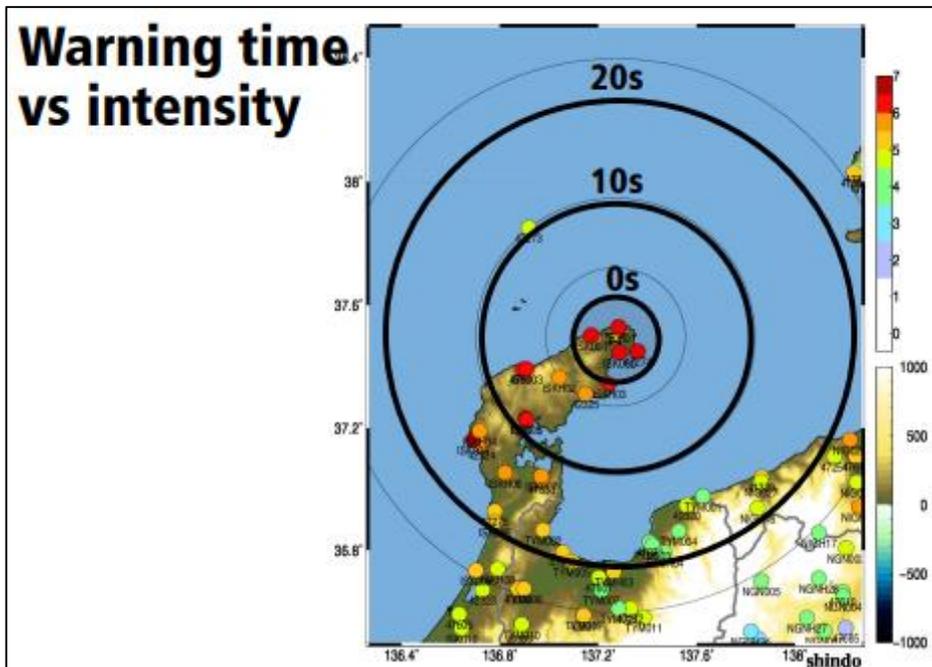
# Échelle d'intensité sismique de JMA



# Limitations de EEW system

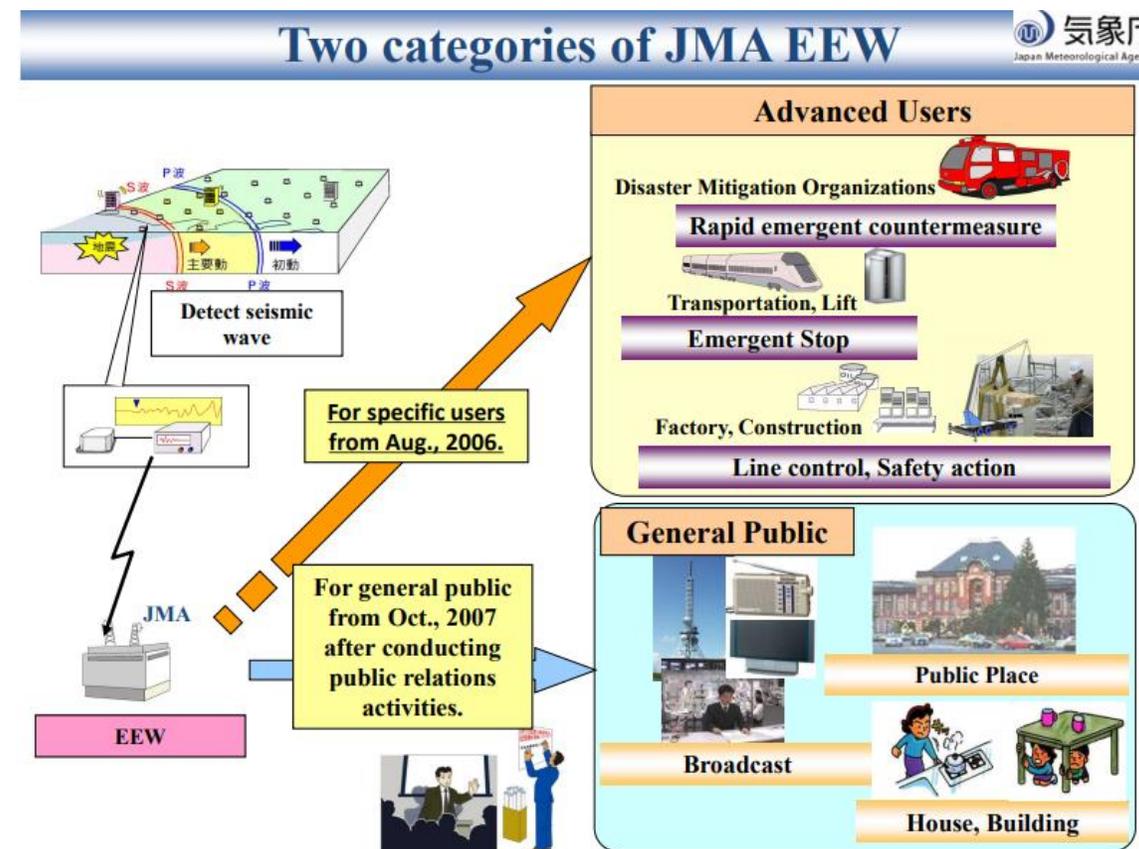
**Temps d'alerte** : Plus une région est proche de l'épicentre, moins le temps d'alerte est important (parfois seulement quelques secondes).

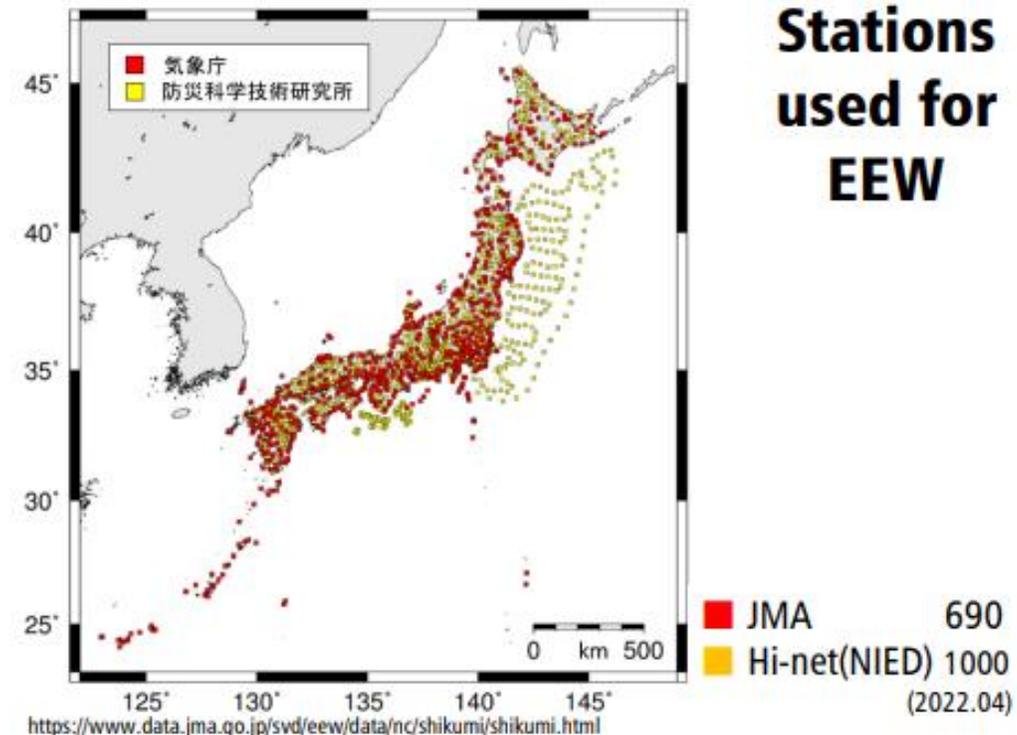
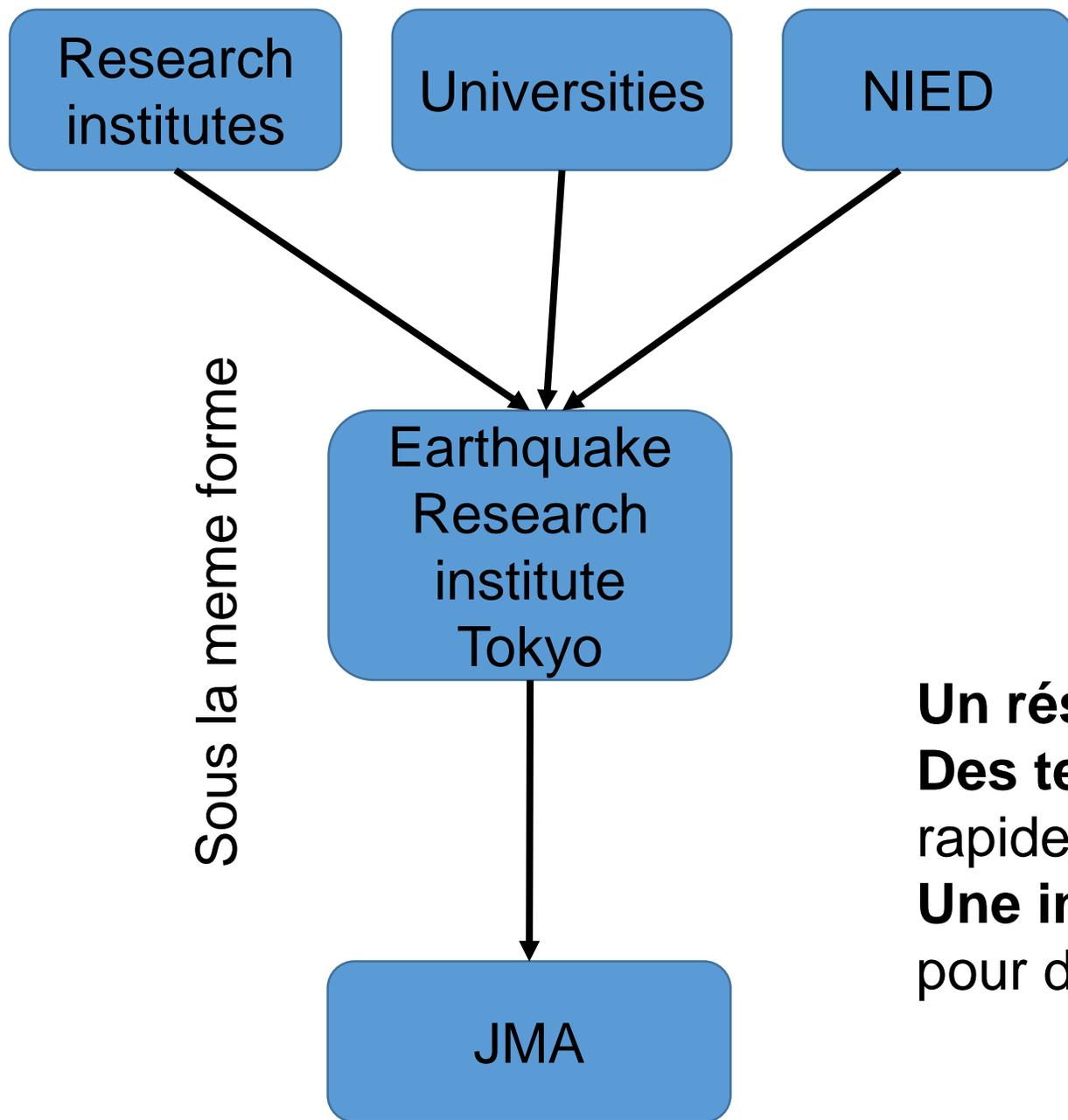
**Estimations** : Parfois, les estimations de magnitude ou de localisation peuvent être inexactes, entraînant des fausses alertes ou des sous-estimations.



Bien que le délai offert par le EEW est court, mais chaque seconde compte. Ce système permet aux personnes de se protéger rapidement en se réfugiant sous une table ou en s'éloignant des fenêtres.

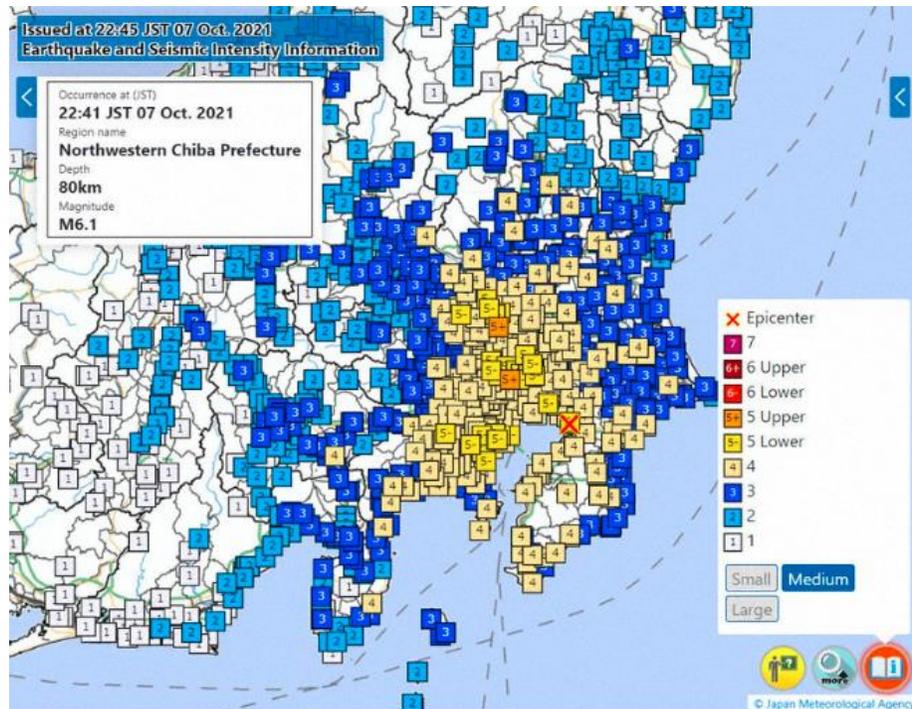
Il déclenche également l'arrêt automatique des trains, des ascenseurs et des machines sensibles dans les hôpitaux et les usines, réduisant ainsi les risques de blessures et de dégâts matériels.



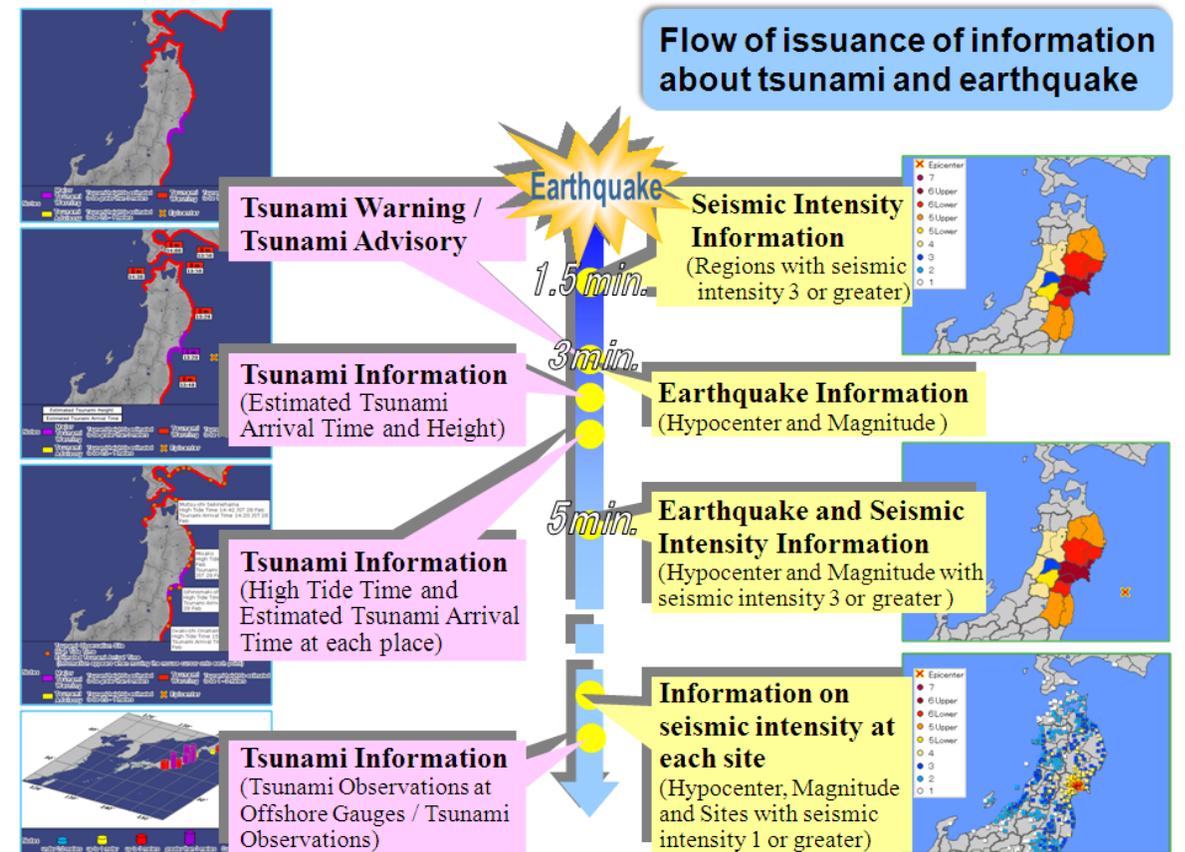


**Un réseau sismique dense** et bien distribué  
**Des technologies avancées** pour le traitement rapide des données  
**Une infrastructure de communication robuste** pour diffuser les alertes en temps réel

# Intensité sismique dans chaque site après un événement sismique.



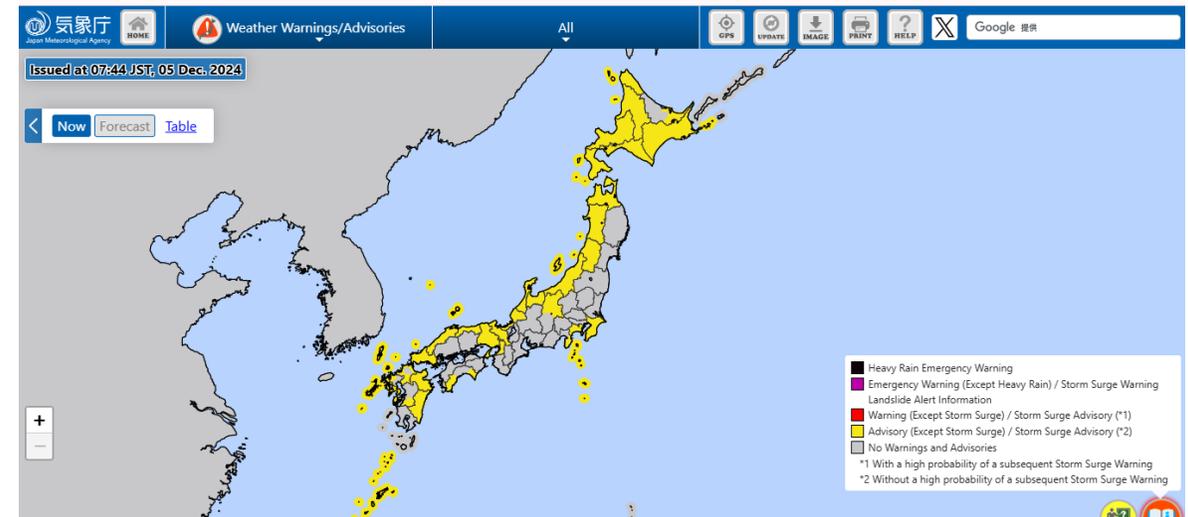
# Schéma de l'émission d'informations sur les tsunamis et les séismes.



# Real time Risk maps

The screenshot shows the navigation menu of the Japan Meteorological Agency's Risk Maps page. The menu is organized into several categories:

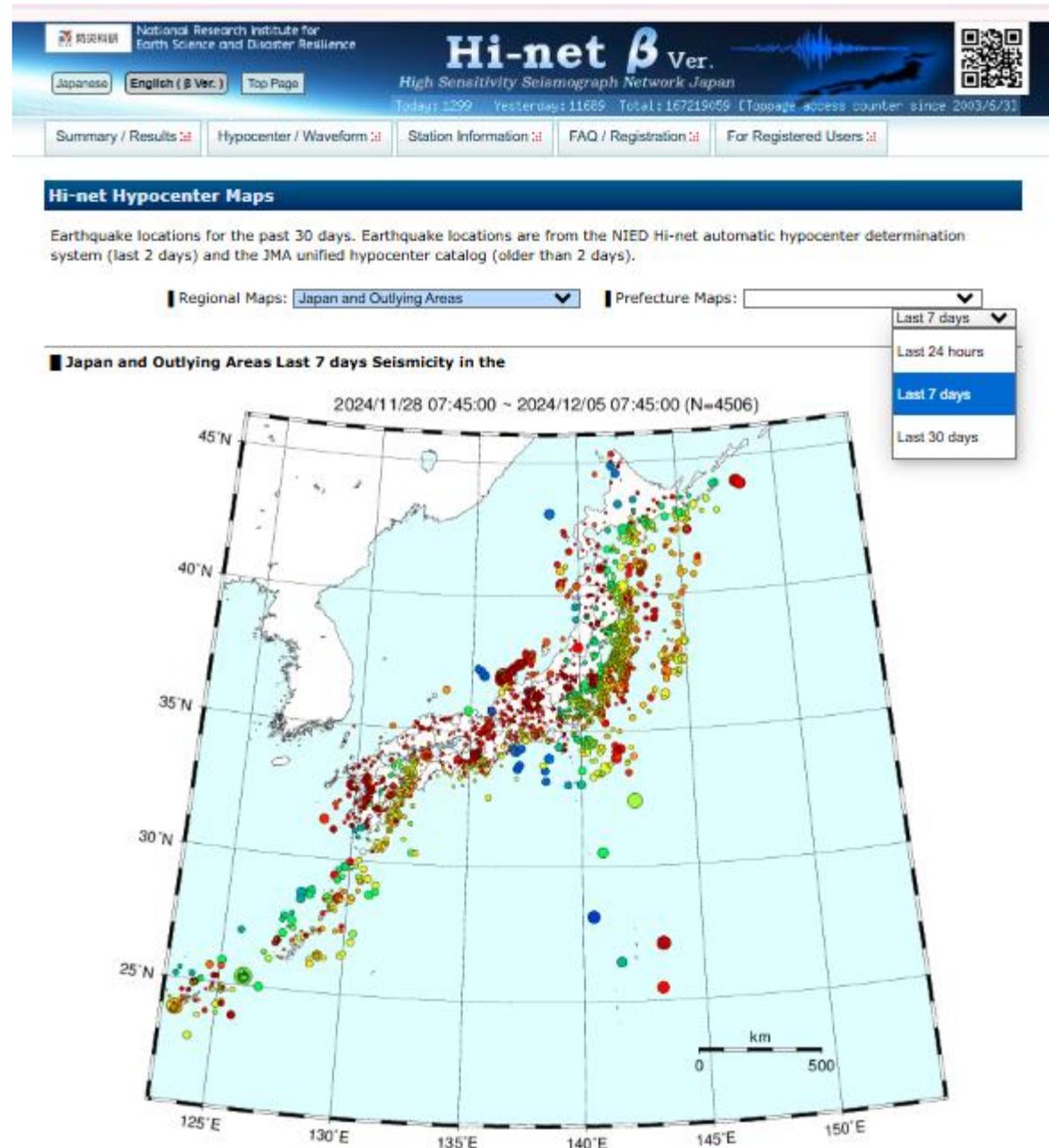
- Information on Disaster Mitigation:** Local Information, Weather Warnings/Advisories, Probability of warnings, Risk Maps (highlighted), Tropical Cyclone Information, Hazardous Wind Watch, Heavy Rain Information, Heat Stroke Alert, Precipitation Nowcasts, Precipitation Analysis/Foreca...
- Weather:** Daily Forecasts, Three-hourly Forecasts, Three-hourly Forecasts, Two-week Temperature Forec..., Early Warning Information on..., Seasonal Forecasts, Weather Maps, UV Index, Dust Information.
- Observation:** Satellite Imagery, Observation Map, Weather Analysis Map.
- Marine:** Marine Warnings/Forecasts, Distribution Marine Forecasts, Sea Waves.
- Earthquakes & Tsunamis:** Tsunami Warnings/Advisories, Earthquake Information, Long-period ground motion I...
- Volcanoes:** Volcanic Warnings, Volcanic Ash Fall Forecasts.



[https://www.jma.go.jp/bosai/en\\_risk/](https://www.jma.go.jp/bosai/en_risk/)

Le site du **National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience (NIED)** vous permet de consulter la répartition de la sismicité au Japon sur différentes périodes, comme les dernières 24 heures, les 7 derniers jours ou le dernier mois. Ainsi que vous pouvez télécharger le catalogue de la sismicité

<https://www.hinet.bosai.go.jp/hypomap/?ft=1&LANG=en>



**Merci pour votre attention**



## References

Earthquake Early Warning, lecture by M. Yamada. Lecture note 2023-2024 for IISEE.

Earthquake Early Warning, lecture by M. Hoshihara. Lecture note 2023-2024 for IISEE.

Earthquakes and Tsunamis , lecture by K. Satake. Lecture note 2023-2024 for IISEE.

JMA website [https://www.jma.go.jp/bosai/en\\_risk/](https://www.jma.go.jp/bosai/en_risk/)

NIED website <https://www.hinet.bosai.go.jp/hypomap/?ft=1&LANG=en>