

POTTIER DYLAN

Licence 3 de Géographie



Le secteur de Nagano (Japon)

RAPPORT A RENDRE LE 06/04/2020

Table des figures

Figure 1 : Carte de localisation du secteur de Nagano	3
Figure 2 : Evolution des séismes au Japon du 6ème au 20ème siècle	4
Figure 3 : Ensembles géomorphologiques du secteur de Nagano	6
Figure 4 : Relief général du secteur de Nagano	7
Figure 5 : Mont Tate	7
Figure 6 : Spécifications + codes GitHub pour la végétation	8
Figure 7 : Localisation aérienne de la ville de Nagano	8
Figure 8 : Vue aérienne du secteur de Nagano présentant une parcellisation des champs	9
Figure 9 : Secteur urbain des villes Nagano, Ueda, Okaya et Matsumoto	9
Figure 10 : Zoom sur le secteur des quatre villes de Nagano, Ueda, Okaya et Matsumoto : des lieux touristiques et une population hétérogène	10
Figure 11 : Togakushi-jinja	10
Figure 12 : Plaque lithosphérique du monde et zoom sur le Japon	11
Figure 13 : Echelle de Richter	11
Figure 14 : Tsunami à la suite du séisme de Tohoku	11
Figure 15 : Schéma explicatif des plaques tectoniques dans le secteur du Japon	12
Figure 16 : Carte d'impact du séisme de Nagano de 2014	13
Figure 17 : Tableau récapitulatif de la surface touchée par le PGA	13
Figure 18 : Carte de vitesse de déplacement selon le PGA du séisme de Nagano sur les villes du Japon	13
Figure 19 : Diagramme de la part des villes importantes du Japon touchées par le PGA du séisme de Nagano	14
Figure 20 : Villes les plus proches de l'épicentre lors du séisme de Nagano	14
Figure 21 : Dégâts constatés dans le village d'Horinouchi dans la localité d'Hakuba	15

Table des matières

INTRODUCTION	3
METHODOLOGIE	5
RESULTATS	6
I- Un secteur au potentiel dynamique grâce à son organisation anthropique et naturel :	6
1) Eléments naturels :	6
2) Eléments anthropiques :	9
II- Un secteur au risque sismique omniprésent : le cas du séisme de Nagano de 2014 :	11
1) Le risque sismique au Japon :	11
2) Le cas du séisme de Nagano (2014) :	12
CONCLUSION	16

INTRODUCTION

Le secteur étudié est un secteur proche de la ville de Nagano situé dans la préfecture qui porte son nom sur l'île la plus grande du Japon, Honshu. Il se situe à l'Ouest du Japon et est entouré de plusieurs autres préfectures comme *Toyama, Niigata, Gunma, Saitama, Yamanashi* ou encore *Gifu*.

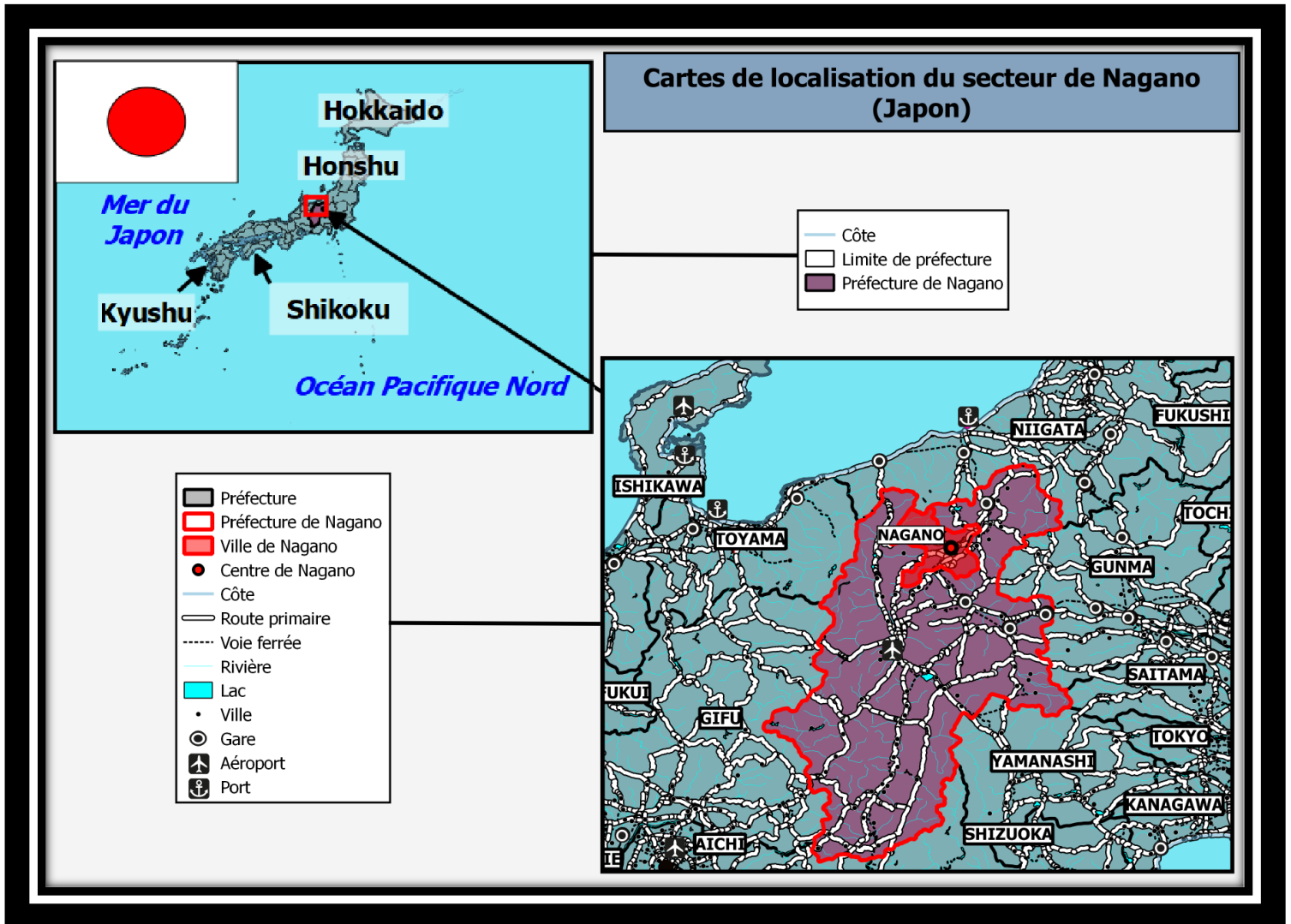
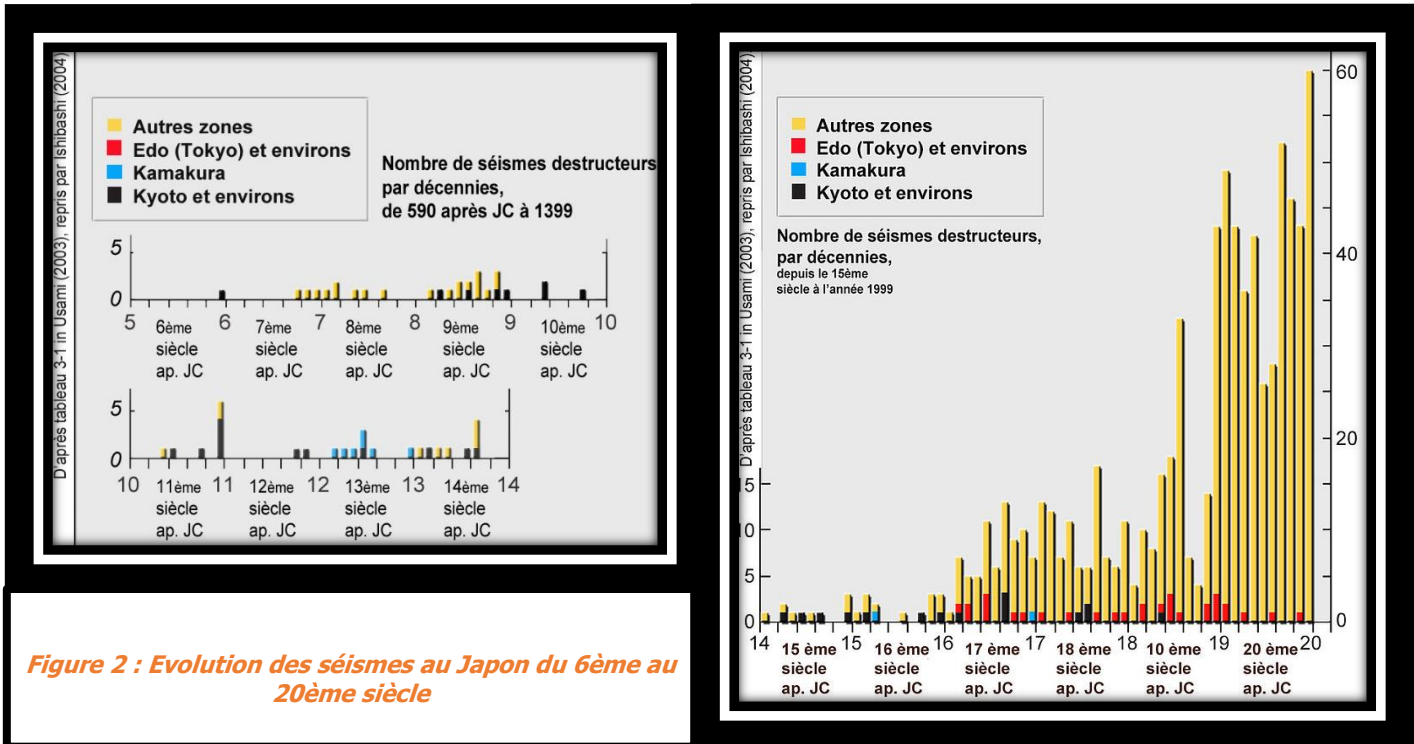


Figure 1 : Carte de localisation du secteur de Nagano

La préfecture de *Nagano* a une superficie de **13 502,23 km²** ce qui la place **4^{ème}** parmi les 47 préfectures du Japon. C'est aussi la **16^{ème}** préfecture la plus peuplée avec **2 163 761 habitants** et la **37^{ème}** au niveau de sa densité. Dans celle-ci plusieurs villes sont importantes telles que *Nagano* en premier lieu, mais aussi *Ueda, Matsumoto, Komoro, Iida, Ina, Chino, Omachi* ou encore *Okaya*. Ces villes ont un point commun celui d'être situé dans des vallées, c'est l'un des atouts majeurs de la région. A cela s'ajoute donc une densité faible du point de vue du pays (**159.5 hab/km²**) même si en comparaison à la France celle-ci est nettement plus forte (**117.63 hab/km²**). Une population assez moyenne et une superficie importante. Ce qui en fait un territoire très riche d'un point de vue touristique, symbolique, religieux mais aussi économique ! Ce secteur se situe proche du littoral avec d'un côté la Mer du Japon très inscrit régionalement dans ses flux majoritairement et de l'autre l'Océan Pacifique Nord inscrit mondialement avec des ports comme celui de Tokyo. Enfin, ce secteur,

et plus généralement le Japon, est sujet à des catastrophes naturelles fréquemment, notamment des séismes étant une région à forte sismicité. Le Japon depuis le 6^{ème} siècle est touché effectivement par des séismes destructeurs et ces derniers se multiplient et s'intensifient de siècles en siècles même si les données datant de siècles assez anciens sont probablement erronées en raison du manque d'information. Les zones touchées sont diverses, les séismes ne se cantonnent pas à un secteur en particulier ce qui fait que la région est vraiment à risque.



Il convient donc de se demander comment le secteur de Nagano s'organise et se développe malgré un risque omniprésent. Les objectifs de ce rapport seront donc tout d'abord, de présenter ce secteur, son organisation et sa dynamique, puis d'étudier le risque sismique omniprésent de ce secteur à travers le séisme de Nagano de 2014.

METHODOLOGIE

Afin d'exécuter, présenter et répondre à cette étude, le logiciel principal utilisé a été *QGIS 2.18.16* (version *QGIS-OSGeo4W-2.18.16-1-x86_64* plus précisément) sous le SCR *WGS84 EPSG4326*. L'autre logiciel utilisé pour le rendu des cartes a également été *Adobe Illustrator 2020* grâce auquel j'ai pu effectuer des retouches au niveau des rendus (sur la légende notamment).

Pour ce qui est des données, celles utilisées ont été :

- Une image satellite Sentinel-2 centrée sur Nagano (utilisée pour la **figure 9-10**)
- Les limites administratives japonaises (utilisées pour l'**essentiel des figures présentées**)
- Un MNT (Modèle Numérique de Terrain) sur le secteur présentant donc le relief de ce dernier (utilisé pour les **figures 3-4**)
- Sur le site de **Global Map Japan**, des données shapefiles telles que le réseau hydrographique, les villes, les aéroports, les gares, le réseau routier national, les ports, le trait de côte, les lacs, les lignes de ferries ou encore le réseau ferré national. Cependant je suis aussi allé aussi prendre d'autres données telles que la couverture terrestre, l'utilisation des terres, la végétation (et ses différents stades via une vectorisation du raster en .tif) (utilisé pour les **figures 1-3-4-9-10**)
(*Site* : https://www.gsi.go.jp/kankyochiri/gm_japan_e.html)
- Un raster non-géoréférencé « **Seisme.tif** », géoréférencé par la suite présentant le séisme de Nagano de 2014 (**figure 16-18-20**)
- Des données issues du site de **MapCruzin.com** notamment pour tout ce qui est points d'intérêts au Japon (banques, hôtels, restaurants...) (**figure 9-10**)
(*Site* : <https://mapcruzin.com/free-japan-country-city-place-gis-shapefiles.htm>)
- Le site **GitHub.com** afin de comprendre les données et de les identifier via leurs codes
(*Site* : <https://github.com/globalmaps/specifications/blob/master/gmspec-1.2.1.pdf>)
- Des cartes trouvées sur le web pour présenter les plaques lithosphériques et notamment celles entourant le Japon (**figure 12-15**)
(*Site* : https://fr.wikipedia.org/wiki/Plaque_tectonique + <http://reseauuniversel.over-blog.com/article-le-japon-est-situe-dans-une-zone-de-subduction-de-4-plaques-tectoniques-77798730.html> + <http://mathias.attali.free.fr/82455CCC-663E-4623-98FC-14B62CD6C4A7.html>)
- Un site de conversion pour comprendre les données de PGA en gal pour les exprimer en m/s
(*Site* : <https://www.translatorscafe.com/unit-converter/en-US/acceleration/13-19/gal-acceleration%20of%20gravity/>)
- Le site **20minutes.fr** pour les photos et explication du séisme de Nagano (**figure 21**)
(*Site* : <https://www.20minutes.fr/monde/1486210-20141123-japon-40-blesses-seisme-magnitude-62-a-nagano>)
- Enfin, le site **Seismoblogs** pour avoir des informations sur les villes aux alentours de l'épicentre et l'explication du PGA (**figure 21**)
(*Site* : <http://www.seismoblogs.com/2014/12/field-survey-report-earthquake-damage.html#sthash.uoDYsdw5.dpbs>)

RESULTATS

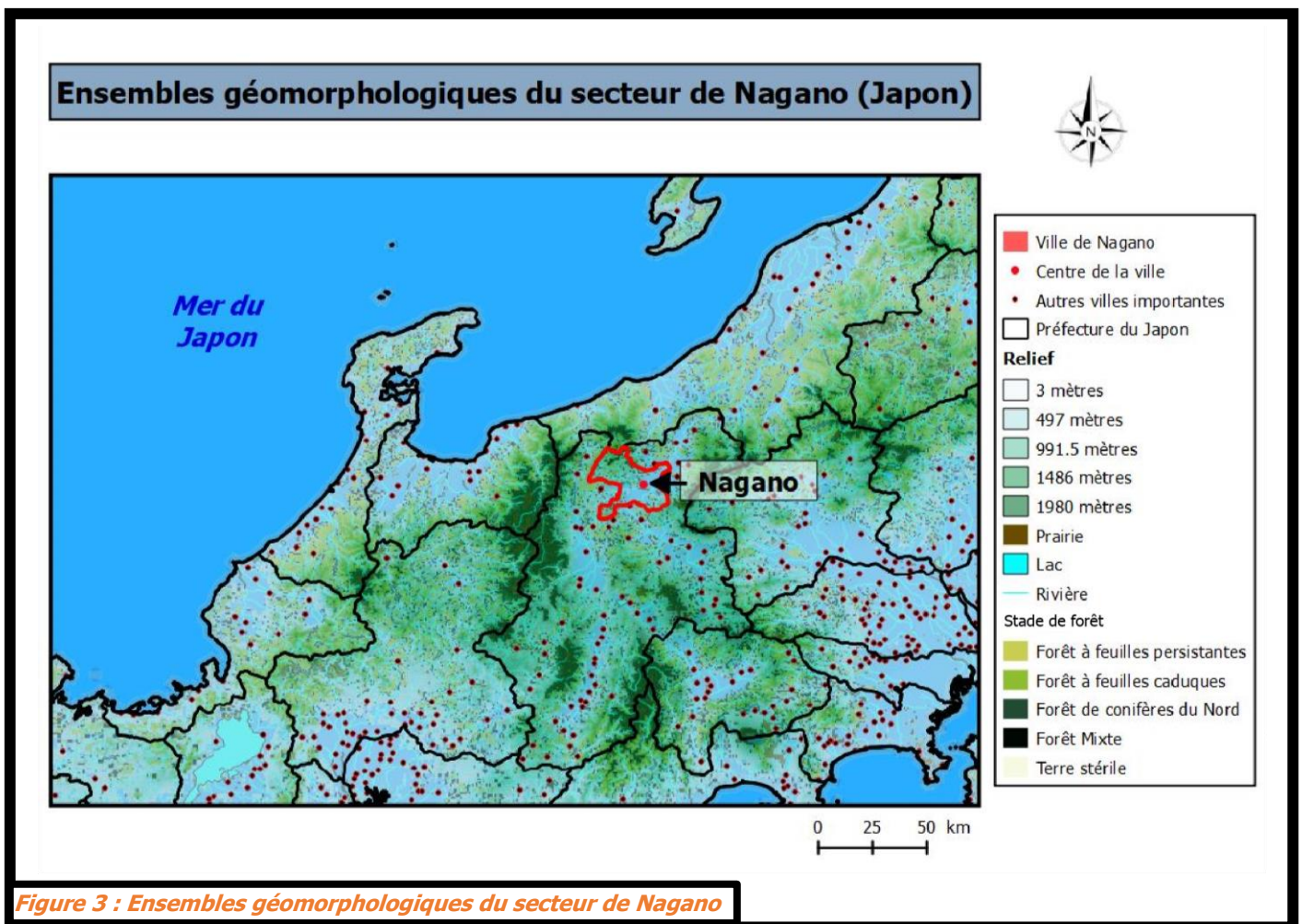
Le secteur proche de Nagano présenté est un secteur dynamique tant du point de vue anthropique, que naturel. En effet, cette zone aux hauts-reliefs est un secteur prisé par les populations pour leur économie, leur tourisme, leur culture et leur religion. Cependant c'est aussi un secteur à risque comme l'ensemble du Japon notamment avec le séisme de Nagano de 2014 présenté ici.

I- Un secteur au potentiel dynamique grâce à son organisation anthropique et naturel :

Le secteur présenté a des atouts naturels que les hommes ont su exploiter. En effet, le secteur a un site et un potentiel très important ce qui en fait un territoire attractif et symbolique notamment du point de vue de ses paysages et de l'architecture qui y est présente.

1) Éléments naturels :

Tout d'abord, le site de la zone est composé de vallées et de relief qui culmine à environ 2 000 mètres (**figure 3-4**) avec notamment des monts tels que le *Mont Tate*, le *Mont Yakushi*, le *Mont Washiba* ou encore le *Mont Hontaka* et des volcans (**figure 4**) (même si ici le *Mont Fuji* et *Ontake* sont externes au secteur) nous donnant des paysages uniques (**figure 5**).



Relief général du secteur de Nagano (Japon)

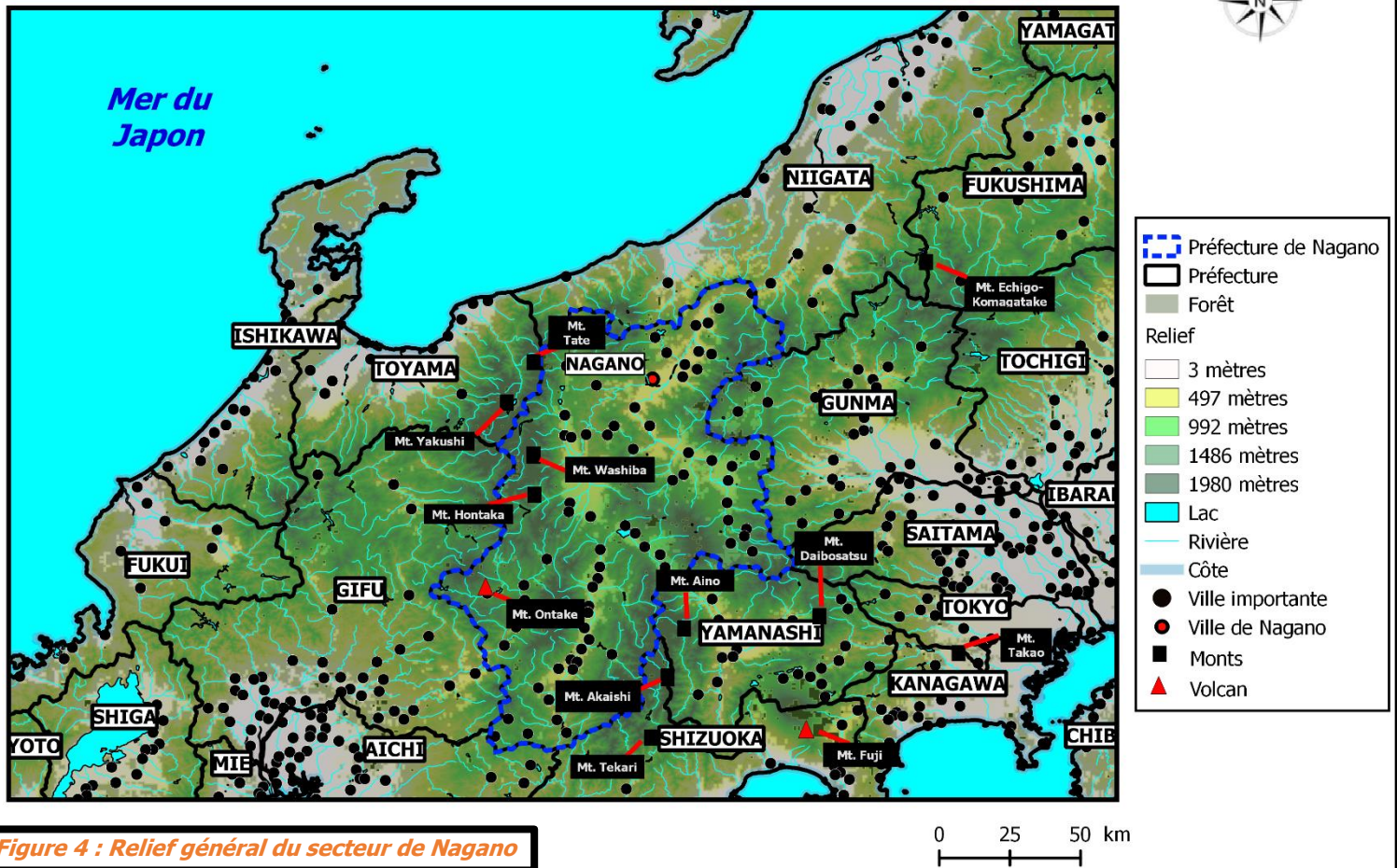


Figure 4 : Relief général du secteur de Nagano

Ceci en fait un atout certain pour le développement dans les vallées mais également le tourisme et la culture (cf sous partie 2). On le voit d'ailleurs avec la majorité des villes situées en talweg (figure 3) et notamment dans ce secteur (figure 7).

Pour ce qui est de la végétation du site, plusieurs stades de forêt sont présents, des forêts à feuilles persistantes, des forêts à feuilles caduques, des forêts de conifères du nord et enfin des forêts mixtes. Ceci montre une diversité de l'écosystème notamment selon l'altitude avec des conifères aux feuilles persistantes donc (sapins, pin, mélèze...) en haut-relief et des arbres caduques, qui perdent donc leurs feuilles en hiver, en bas-relief généralement. Pour ce qui est des forêts mixtes (mélange de feuillus et de conifères), elles, sont beaucoup plus parsemées n'étant pas une région où ces forêts se développent le plus à l'instar de l'Europe ou encore de l'Amérique du Nord (figure 3). Ces données ont pu être mise en avant comme d'autres, dans la figure grâce au document de spécifications du site GitHub spécifiant les différents stades forestiers accompagné de leur code dans la table attributaire QGIS (figure 6)



Figure 5 : Mont Tate

Vegetation	Global Map Vegetation Classification (Modified Walter)	cell			
				Tropical rainforest: Evergreen forest which has high rainfall and high humidity throughout the year. This class has an upper canopy formed by trees from 30 to 40m tall and may have occasional emerging trees taller than the upper canopy.	10
				Hydro-tropic forest: Deciduous broad-leaved trees which are defoliated in dry season and foliate in rainy season.	20
				Grassland in tropical or sub-tropical zone: Grassland which has a long dry season and is heavily dried. Trees are only sparsely distributed. Plant density depends on dryness.	30
				Semi desert in tropical or sub-tropical zone: Plants are sparsely distributed in the area which has a little rainfall and is heavily dried.	40
				Desert in tropical or sub-tropical zone: Plants are very sparsely distributed in the area which has a little rainfall and is extremely dried.	50
				Evergreen thick-leaved forest: Forest which has high rainfall in the rainy season and is relatively dried in summer. Trees which have evergreen thick and hard leaves dominate this forest.	60
				Evergreen broad-leaved forest: Forest in the warm temperate zone which has high rainfall in summer, or is humid throughout the year. Broad-leaved trees which have a little larger leaves than evergreen thick-leaved trees are the main component of this forest.	70
				Deciduous broad-leaved forest: Forest which mainly consists of trees defoliated in winter. This forest appears in the area which has sufficient rainfall in cool temperate zone.	80
				Grassland in temperate zone: Grassland in drier climates in temperate zone. No trees grow.	90
				Semi-desert in temperate zone: Heavily dried area in the temperate zone. Grasses, such as mugwort and pigweed cover this area.	100
				Desert in temperate zone: Extremely dried area in temperate zone. Grasses, such as mugwort and pigweed cover this area.	110
				Northern coniferous forest: Coniferous trees in semi-frigid zone which has very cold and long winter. Trees in this forest are usually evergreen.	120
				Tundra: Plant colony consists of shrub, grass with broad leaves, moss and lichen. Trees cannot become tall due to severe cold.	130
				Water body: Water surfaces, such as rivers and lakes.	140
				Ice and snow: Area which is covered with snow and ice throughout the year.	150
				Wetland: Vegetated area with waterlogged soils or surface water for significant periods of the year.	210
				Mixed forest: Forest containing a mixture of types. Usually deciduous and coniferous.	220
				Mixed land: Area containing a mosaic of other types.	230
				Non natural: Cultivated, urban or otherwise modified vegetation.	240
				Unclassified: Areas not included in other classifications. For example, barren land.	250

Figure 6 : Spécifications + codes GitHub pour la végétation

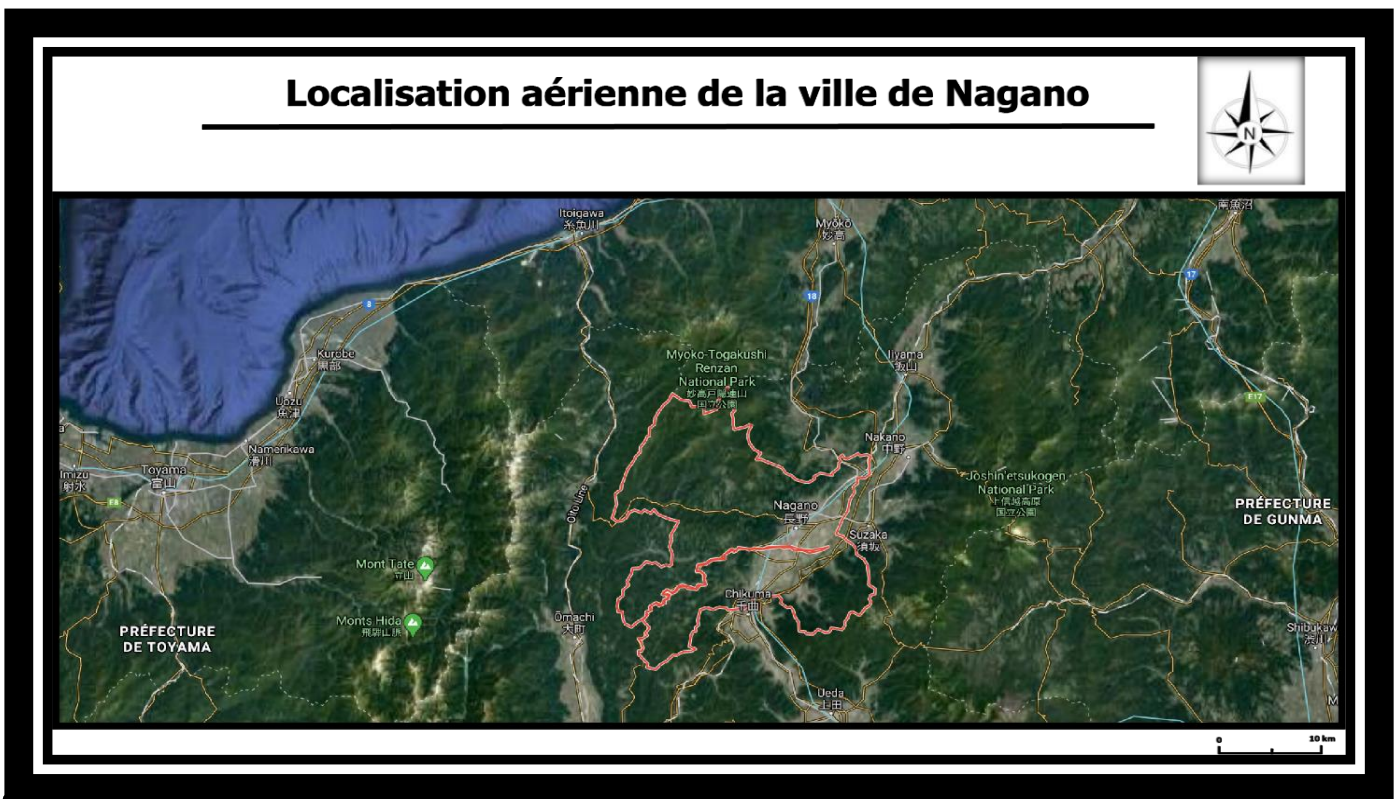


Figure 7 : Localisation aérienne de la ville de Nagano

Le secteur est donc un secteur majoritairement situé en haute altitude avec des paysages uniques et une végétation multiple ce qui permet une organisation basée sur la géomorphologie naturelle pour répondre à la problématique.

2) Éléments anthropiques :

Le secteur a aussi un très fort développement anthropique ce qui fait qu'accompagner d'un site exceptionnel, cette zone a un réel potentiel dynamique. En effet, la majorité du talweg est anthropisé et notamment majoritairement par des champs de légumes, blé, orge... Cependant peu de productions permettent de couvrir totalement la consommation du Japon, ce qui en fait le plus gros importateur mondial même s'il ne faut pas sous-estimer la production japonaise (**figure 8-9**).



Figure 8 : Vue aérienne du secteur de Nagano présentant une parcellisation des champs

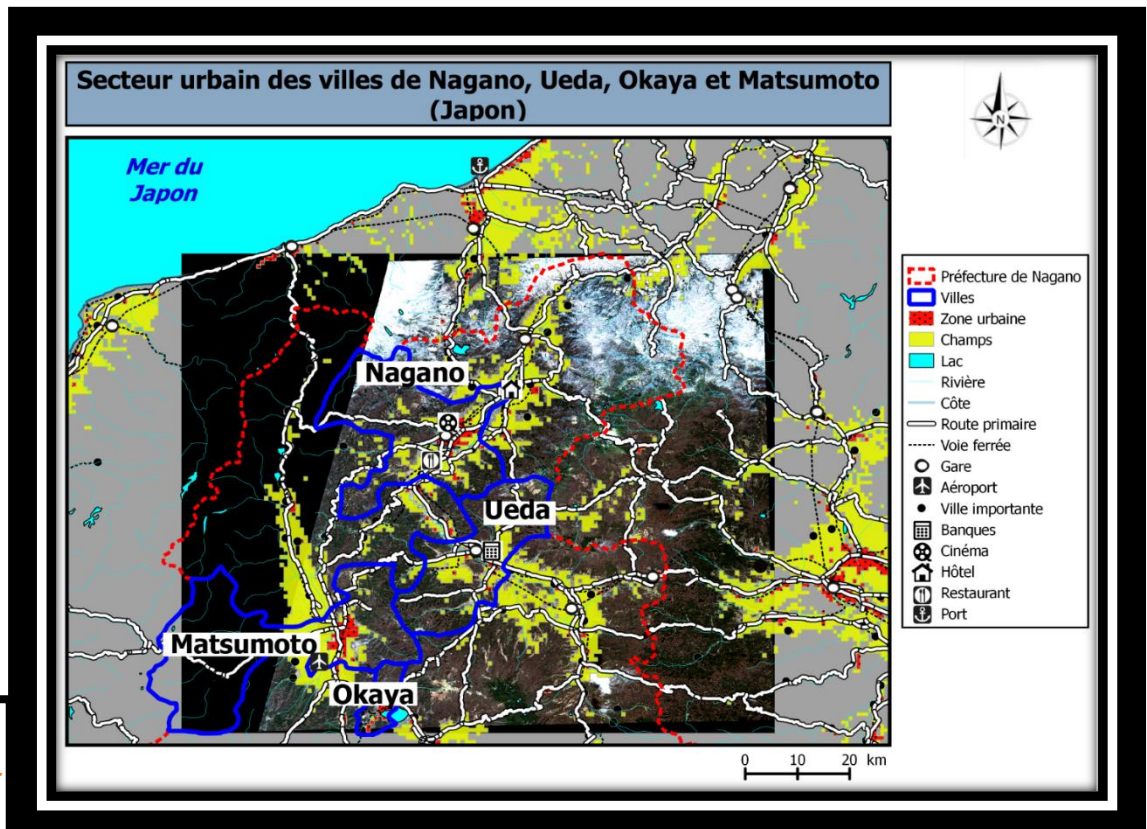
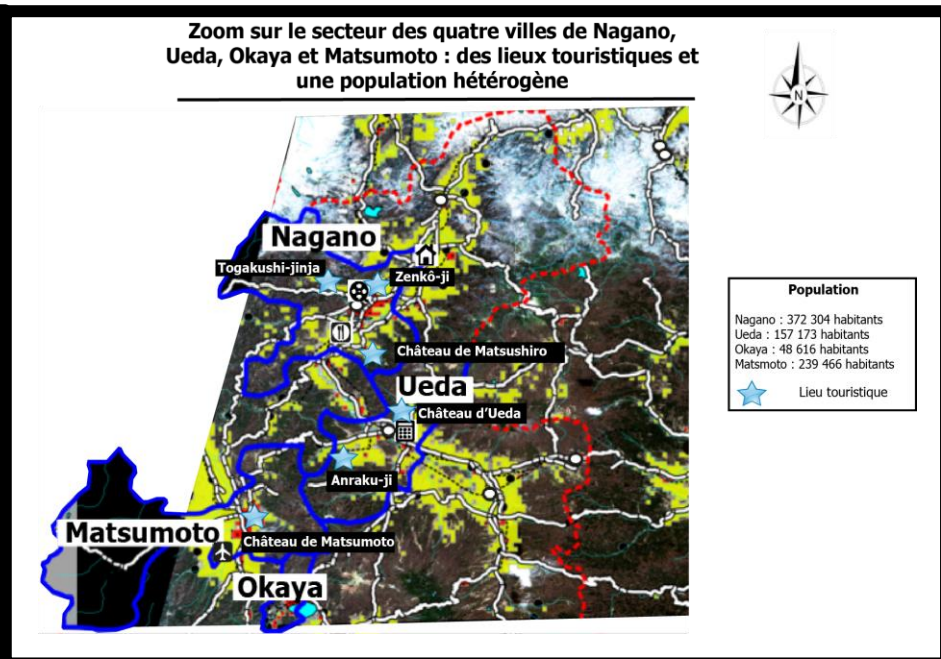


Figure 9 : Secteur urbain des villes Nagano, Ueda, Okaya et Matsumoto

Ce secteur présente notamment quatre villes importantes de la préfecture de Nagano : Okaya, Ueda, Matsumoto et enfin Nagano. Ces derniers concentrent 40% de la population de la préfecture avec respectivement (48 616, 157 173, 239 466 et 372 304 habitants) avec une population totale de 2.052 millions dans la préfecture (**figure 10**).

Figure 10 : Zoom sur le secteur des quatre villes de Nagano, Ueda, Okaya et Matsumoto : des lieux touristiques et une population hétérogène



Le secteur est très bien desservi ce qui rend ce dernier dynamique à travers un réseau ferré et routier très dense, avec notamment des gares, un aéroport à Matsumoto mais aussi un port étant une préfecture proche d'un littoral (**figure 9**). Enfin, c'est aussi un secteur à l'identité marquée ce qui rend ce dernier très dynamisant d'un point de vue touristique et religieux (**figure 10**). Des bâtiments tels que le Chateau d'Ueda, de Matsumoto ou encore le Togakushi-jinja sont des lieux insolites et présentant parfaitement cette attractivité (**figure 11**).

Le secteur de Nagano à travers ces quatre villes est donc dynamique aussi du point de vue de son organisation anthropique à travers les notions d'économie, de transport, d'utilisation du sol mais aussi de la culture et de la religion.

Le secteur étudié est donc dynamique par son organisation naturelle et anthropique de l'espace via un site insolite mais est cependant marqué par un risque omniprésent.



II- Un secteur au risque sismique omniprésent : le cas du séisme de Nagano de 2014 :

1) Le risque sismique au Japon :

Le Japon est l'un des endroits les plus sismiques du monde avec quatre plaques qui s'entrecroisent à cet endroit. La plaque Eurasienne, Nord-Américaine, Philippines et Pacifique (**figure 12**)

Le pays est situé dans une zone de subduction et volcanique ce qui fait que des milliers de secousses telluriques sont enregistrées d'intensité variable (de 4 à 9 sur l'échelle de Richter – **figure 13**) par an dans l'ensemble du Japon. Ces derniers peuvent d'ailleurs provoqués des tsunamis aussi (**figure 14**).

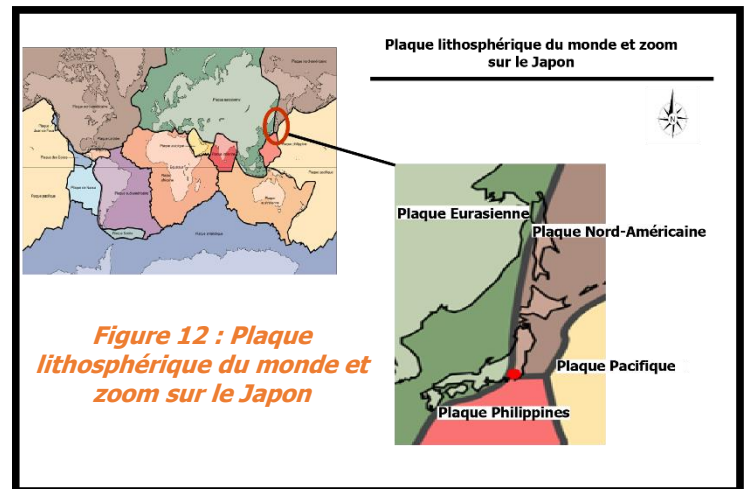


Figure 12 : Plaque lithosphérique du monde et zoom sur le Japon

Magnitude	Effets engendrés
9	Destruction totale à l'épicentre, et possible sur plusieurs milliers de km
8	Dégâts majeurs à l'épicentre, et sur plusieurs centaines de km
7	Importants dégâts à l'épicentre, secousse ressentie à plusieurs centaines de km
6	Dégâts à l'épicentre dont l'ampleur dépend de la qualité des constructions
5	Tremblement fortement ressenti, dommages mineurs près de l'épicentre
4	Secousse sensible, mais pas de dégâts
3	Seuil à partir duquel la secousse devient sensible pour la plupart des gens
2	Secousse ressentie uniquement par des gens au repos
1	Secousse imperceptible

Figure 13 : Echelle de Richter



Figure 14 : Tsunami à la suite du séisme de Tohoku

D'ailleurs 1/5 des séismes d'une magnitude égale ou supérieure à 6 recensés dans le monde surviennent au Japon.

Ce qu'il se passe au contact de ces quatre plaques tectoniques est assez complexe. En effet, la plaque Philippines passe sous la plaque Eurasienne dans la fosse dite de « Nankai » en portant l'arc des Bonins (frontière convergente contenant les îles Izu, Bonin et Mariannes). La plaque Pacifique, elle, passe sous la plaque Philippines en se jetant dans la fosse dite du « Japon » et de « Bonin ». Le nord du Japon (Hokkaido et Nord-Honshu) appartient à la Plaque Nord-Américaine mais les mouvements des plaques Nord-Américaine et Eurasienne sont lents. Nous avons donc quatre plaques s'entrechoquant ce qui produit une activité sismique importante toute l'année et un risque omniprésent étant donné que la population du Japon est de 127 millions environ (**figure 15**).

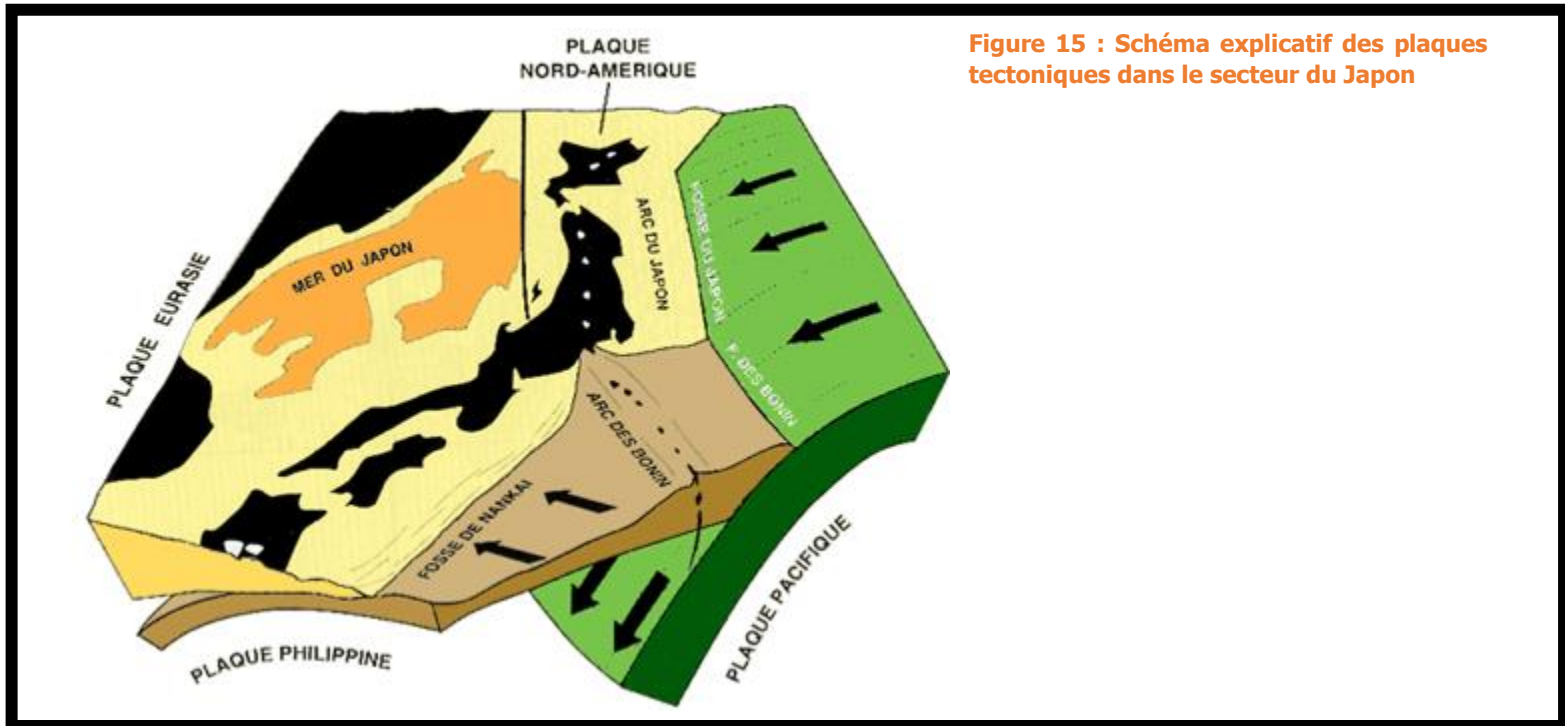


Figure 15 : Schéma explicatif des plaques tectoniques dans le secteur du Japon

2) Le cas du séisme de Nagano (2014) :

Le séisme de Nagano est un séisme de **6.2** selon l'US Geological Survey (*USGS*), il s'est déroulé le 22 novembre 2014 à 22h08. Son épicentre était situé dans la partie nord de la préfecture de Nagano (37.7N de latitude – 137.9E de longitude) avec une profondeur d'hypocentre de 12km. C'est un des plus importants séismes de la région. Le précédent s'était déroulé en 2011, un jour après celui de Tohoku et avait une magnitude de 6.7.

Ce dernier a eu un impact considérable pour le secteur notamment au niveau des infrastructures proches de l'épicentre. Il a fait un total de 39 blessés et aucun mort n'a été déploré malgré sa magnitude de quasi de 7 qui, selon l'échelle de Richter, provoquerait d'énormes dégâts à l'épicentre et des ressentis à des centaines de kilomètres.

La **figure 16** présente d'ailleurs l'impact qu'a eu le séisme grâce à l'accélération maximale du sol (Peak Ground Acceleration (*PGA*) en anglais). C'est un paramètre caractérisant le mouvement des sols soumis à des ondes sismiques, il est notamment lié à la vitesse du sol se déplaçant lors d'un séisme. Il dépend donc de l'intensité de la secousse mais également de la nature géologique du sol.

L'accélération maximale du sol est donc un gradient ici.

A l'épicentre, elle a été comprise en 200 et 800 gal (galileo : unité de la mesure), c'est-à-dire que le séisme est ressenti au bout de 2 mètres/seconde à 8 mètres/seconde autour du Stade appelé sur la carte « 1 » et s'est étendu sur une superficie de 558 km² (**figure 17**). Au Stade 2, le PGA était comprise entre 100 à 200 gal, il est ressenti donc au bout de 1 mètre/seconde à 2 mètres/seconde et couvrent 2 333 km². Pour le Stade 3, il était de 20 à 100 gal c'est-à-dire compris entre 0.2 mètre/seconde et 1mètre/seconde et couvrent une surface de 17 683 km². Enfin, pour le Stade nous avons une surface de 195 031 km² qui a ressenti le séisme de 0.5 à 20 gal, soit 0.005 mètre/seconde à 0.2 mètre/seconde. La surface générale impactée du gradient a donc été de 215 605 km². Le séisme a donc quasiment provoqué un ressenti sur la quasi-totalité de la surface de l'île principale du Japon, Honshu.

Carte d'impact du séisme de Nagano de 2014 (6.2 de magnitude)

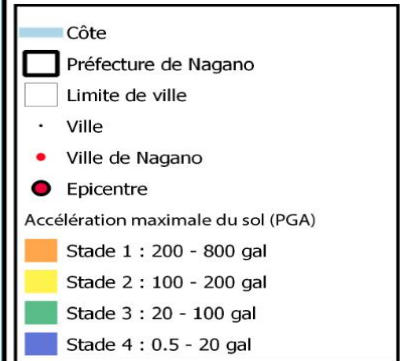
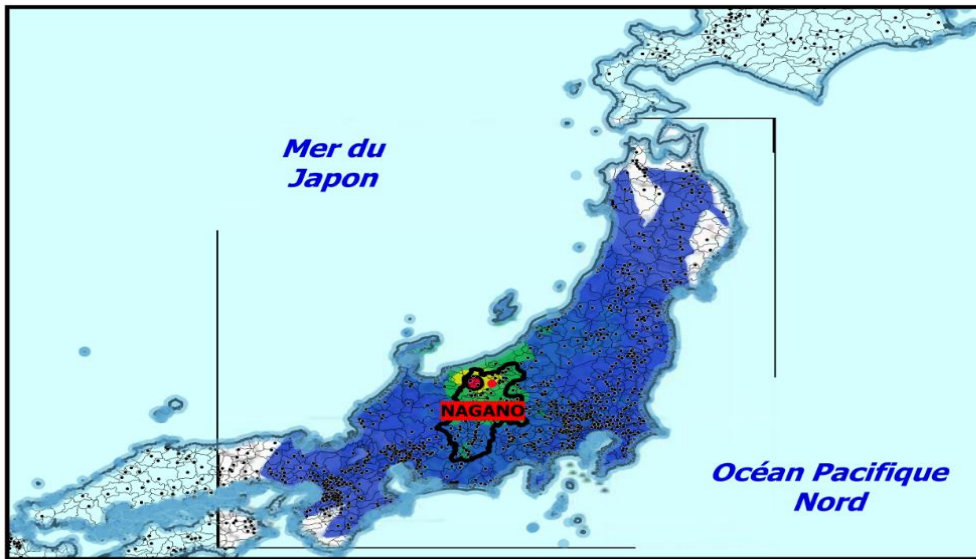


Figure 16 : Carte d'impact du séisme de Nagano de 2014

En kilomètre carré (km ²)							
Surface touchée par le PGA				Surface non touchée par le PGA	Ensemble de l'île d'Honshu	Ensemble du Japon	
Stade 1	Stade 2	Stade 3	Stade 4				
558	2 333	17 683	195 031	11 395	227 000	377 915	
Somme							215 605

Figure 17 : Tableau récapitulatif de la surface touchée par le PGA

Pour ce qui est des villes importantes, 908 ont été touchées par le PGA du séisme et ont donc ressenti ses effets toujours sous un phénomène de gradient amoindri cependant (les villes les plus proches seront davantage touchées que celles les plus en périphérie). Le stade 1 en a touché 3, le 2 en a 4 dans sa zone, le 3 en a 69 au sein de sa surface et enfin le 4, 813 (figure 18).

Carte de vitesse de déplacement selon le PGA du séisme de Nagano de 2014 sur les villes du Japon

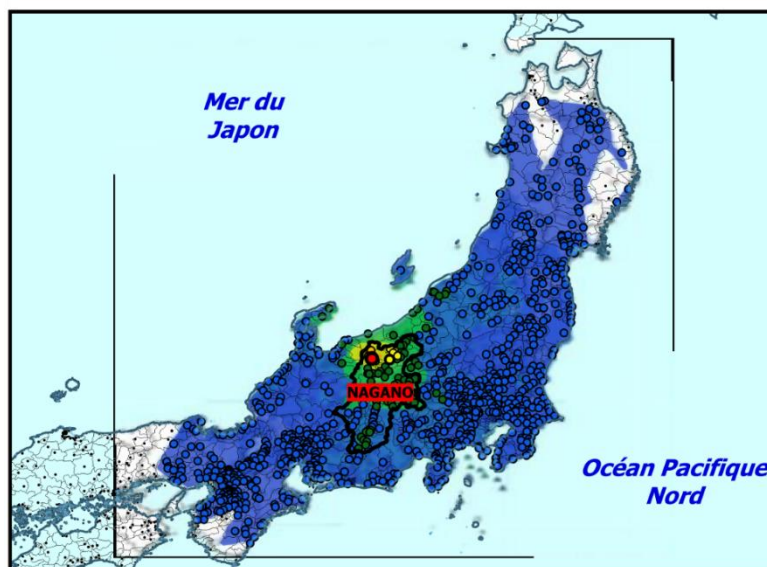
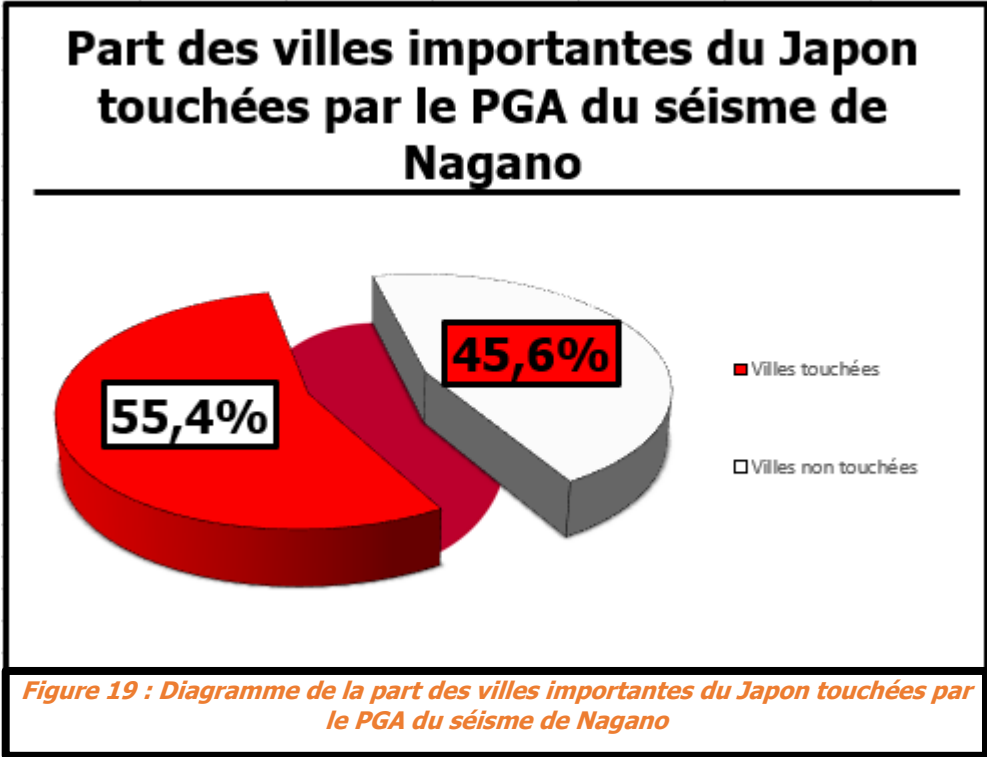


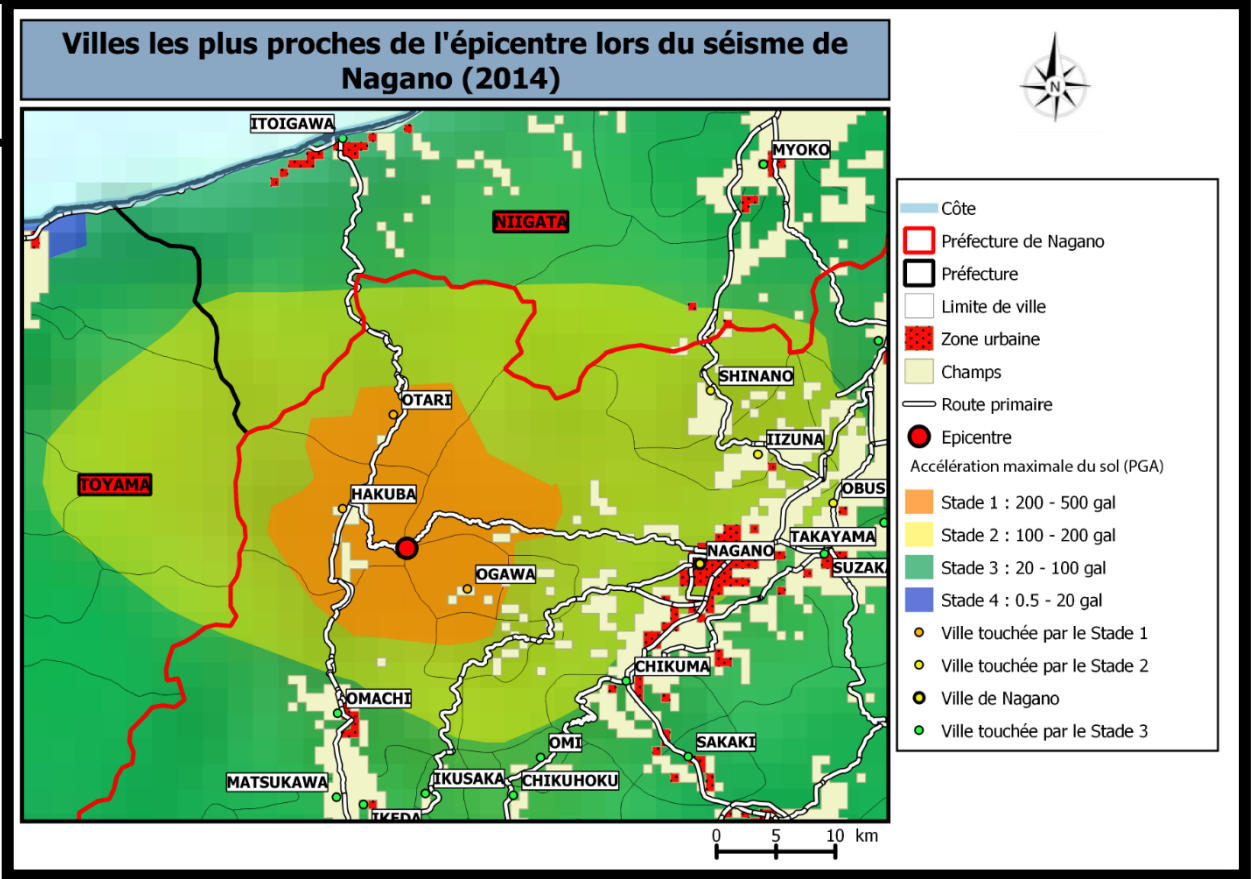
Figure 18 : Carte de vitesse de déplacement selon le PGA du séisme de Nagano sur les villes du Japon

Le Japon comprend 1640 villes importantes à peu près ce qui fait un pourcentage supérieur à la moitié ! 1/2 ville importante a été touché par le PGA (55.4%).



Les villes les plus impactées par ce séisme ont donc été celles proches de l'épicentre notamment celles touchées par le Stade 1 et 2 de PGA. Soit : Hakuba, Otari, Ogawa, Nagano, Iizuna ou encore Shizano.

Figure 20 : Villes les plus proches de l'épicentre lors du séisme de Nagano



Des photos issues de certains journaux ont pu montrer l'ampleur des dégâts dans certaines de ces villes notamment à Hakuba. Dans cette localité, qui est une station de montagne ayant accueilli les Jeux Olympiques d'Hiver de 1998, une trentaine de personnes ont été ensevelies sous les décombres de multiples maisons. Ce qui témoigne encore une fois de la vulnérabilité et du risque omniprésent de la zone. Certaines infrastructures publiques ont également été détruites même si, au vu de la magnitude du séisme, les dégâts sont limités. Des coupures d'électricité se sont également produites pour 1 600 habitations et une partie du trafic ferroviaire a été interrompue. Un des villages de la localité, Horinouchi à environ 6 km de l'épicentre a par exemple été sévèrement touché.



Le séisme de Nagano a donc été un séisme fort mais ayant fait peu de dégât au vu de son intensité.

CONCLUSION

Le secteur de Nagano est donc un site remarquable au développement et à l'organisation naturelle et anthropique inscrite dans le paysage. C'est une zone développée et attractive avec une population plutôt hétérogène et un relief avec des points culminants à plus de 2 000 mètres d'altitude. Cependant il y a donc un risque sismique omniprésent dans ce secteur et plus généralement au Japon dû à la conjonction de quatre plaques tectoniques donnant donc une des zones sismiques les plus actives au monde.

Pour répondre à la problématique, le secteur de Nagano s'organise et se développe donc grâce à ses atouts naturels et sa culture traditionnelle et ce malgré le risque omniprésent de la zone comme démontré dans ce rapport.

Il serait intéressant d'évoquer le risque sismique et le développement dans une zone encore plus urbanisée tel que Tokyo ou encore sur la côte-ouest Nord-Américaine avec la faille de San Andreas notamment et de voir que dû à la conjonction de quatre plaques : Juan de Fuca, des Cocos, Nord-Américaine et Pacifique, le risque est décuplé dû à une vulnérabilité conséquente avec une urbanisation très importante dans cette zone malgré une région à forte activité sismique. La population de cette région attend d'ailleurs « The Big One », séisme à très forte intensité qui a en général 20 à 30 ans de cyclicité mais qui ici ne s'est plus déroulé depuis 1966. Ce qui tend à s'interroger sur cette cyclicité (est-elle réelle ou non ?) ou à l'impact qu'aurait un séisme dans cette zone avec une si forte urbanisation et intensité.

