



Géomorphologie : relief, processus, environnement

vol. 30 - n° 4 | 2024

Actes des Journées des Jeunes Géomorphologues
2024

Mutations paysagères dans la région nord de Kyūshū (Japon) induites par les pluies torrentielles de juillet 2017 et les projets de restauration associés

*Landscape mutations in the Northern Kyushu region (Japan) induced by the
torrential rains of July 2017 and associated restoration projects*

**Mélody Dumont, Vincent Siccard, Gilles Arnaud-Fassetta, Christopher
Gomez, Candide Lissak et Vincent Viel**



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/geomorphologie/19616>

DOI : 10.4000/13tov

ISSN : 1957-777X

Éditeur

Groupe français de géomorphologie

Édition imprimée

Date de publication : 31 décembre 2024

ISBN : 978-2-487315-04-4

ISSN : 1266-5304

Ce document vous est fourni par Université Paris Cité



Référence électronique

Mélody Dumont, Vincent Siccard, Gilles Arnaud-Fassetta, Christopher Gomez, Candide Lissak et Vincent Viel, « Mutations paysagères dans la région nord de Kyūshū (Japon) induites par les pluies torrentielles de juillet 2017 et les projets de restauration associés », *Géomorphologie : relief, processus, environnement* [En ligne], vol. 30 - n° 4 | 2024, mis en ligne le 26 avril 2025, consulté le 25 mai 2025.
URL : <http://journals.openedition.org/geomorphologie/19616> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/13tov>

Le texte et les autres éléments (illustrations, fichiers annexes importés), sont « Tous droits réservés », sauf mention contraire.



Mutations paysagères dans la région nord de Kyūshū (Japon) induites par les pluies torrentielles de juillet 2017 et les projets de restauration associés

Landscape mutations in the Northern Kyushu region (Japan) induced by the torrential rains of July 2017 and associated restoration projects

Méloody Dumont ^{a, c*}, Vincent Siccard ^b, Gilles Arnaud-Fassetta ^a, Christopher Gomez ^c, Candide Lissak ^d, Vincent Viel ^a

^a PRODIG UMR 8586 – Université Paris Cité, 75013, Paris, France.

^b EVS-CRGA UMR 5600 CNRS – Faculté des lettres et civilisation, département de géographie et aménagement, Lyon 3 – Jean Moulin, 69000, Lyon, France.

^c ESSH – Department of Maritime Sciences, Kobe University, 658-0022, Kobe, Japon.

^d Univ Rennes, Inserm, EHESP, Irset (Institut de recherche en santé, environnement et travail) - UMR_S 1085, F-35000 Rennes, France.

RÉSUMÉ

Le Japon est soumis à des aléas gravitaires et hydrologiques dus au passage de pluies d'été et de typhons entre les mois de mai et octobre. Malgré le développement d'un système de gestion et de protection, le pays enregistre toujours des dommages matériels et parfois humains. Les pluies torrentielles des 5-6 juillet 2017 ont déclenché de nombreux glissements de terrain et crues torrentielles dans la région montagneuse du nord de Kyūshū. En réponse aux perturbations induites dans les bassins versants, l'État déploie des projets de restauration d'urgence basés sur un large éventail de structures d'ingénierie civile. Depuis plusieurs décennies, le bassin-versant étudié (Akatani) connaît des phénomènes de dépeuplement et de vieillissement de la population, impactant progressivement les pratiques rurales et le paysage. La catastrophe de juillet 2017 et les projets de restauration associés représentent des accélérateurs de la mutation de ces territoires. Cette contribution cherche à montrer et expliciter ces transformations à travers l'étude des principaux éléments constitutifs des espaces ruraux de basse montagne. L'exploitation de données gouvernementales, d'images satellites et d'un suivi de terrain annuel depuis 2022 nous permettent d'appréhender les changements induits par la catastrophe et la restauration sur le réseau hydrographique, le peuplement et le parcellaire agricole. Ainsi, la place laissée aux hameaux se réduit au profit du réseau hydrographique et des structures de protection, tandis que le parcellaire agricole connaît un remembrement, augmentant la superficie des parcelles et simplifiant leur forme.

Mots-clés : aléas gravitaires, aléas hydrologiques, analyse spatiale, mutations paysagères, espaces ruraux, Japon.

ABSTRACT

Every year, between May and October, Japan experiences a combination of gravity-driven and hydrological hazards triggered by the summer rain and typhoons. Despite developing a management and protection system, this still results in material damage and human casualties. The torrential rains of July 5-6, 2017, which triggered numerous landslides and torrential floods in the mountainous northern Kyushu region, are a case in point. In response to the severe disruptions induced in watersheds, such as Akatani, the state is deploying emergency restoration projects based on a wide range of civil engineering structures. For several decades, watersheds have been experiencing depopulation and an aging population, gradually impacting rural practices and the landscape. The July 2017 disaster and the associated restoration projects accelerate the mutation of these territories. This contribution seeks to demonstrate these transformations through the study of the main constituent elements of low mountain rural spaces. Using government data, satellite images and annual field monitoring since 2022, we can assess the changes brought about by the disaster and restoration on the hydrographic network, settlements and agricultural parcels. As a result, the space left to hamlets is shrinking in favor of the hydrographic network and protective structures, while agricultural land parcels are being consolidated, increasing the size of plots and simplifying their shape.

Keywords: gravity hazard, hydrological hazard, spatial analysis, landscape change, rural areas, Japan.

INFORMATION SUR L'ARTICLE

Reçu le 16 décembre 2024

Définitivement accepté le 31 mars 2025

*Auteur correspondant. Tél : +33 (0) 1 88 12 01 34

Courriels :

melody.dumont@u-paris.fr (M. Dumont)

vincent.siccard@univ-lyon3.fr (V. Siccard) gilles.

arnaud-fassetta@u-paris.fr (G. Arnaud-Fassetta)

christophergomez@bear.kobe-u.ac.jp (C. Gomez)

candide.lissak@univ-rennes.fr (C. Lissak)

vincent.viel@u-paris.fr (V. Viel)

1. Introduction

Chaque année, le Japon est touché par des aléas hydrologiques et gravitaires rapides et intenses, mobilisant une quantité importante de sédiments lors des épisodes de crue (Mochizuki et Ueda, 2003). Il est en effet traversé de mai à octobre par des pluies d'été et une saison de typhons, expliquées par la position de l'archipel dans le

bassin cyclonique du Pacifique Nord-Ouest. Le relief, constitué à 70 % d'espaces montagneux, influence le profil des rivières, marqué par de fortes pentes et des bassins versants de taille restreinte (Mochizuki et Ueda, 2003). Il favorise ainsi un transfert rapide de l'eau et des sédiments depuis les zones sources jusqu'à la mer. Dans les plaines alluviales des zones montagneuses, les crues torrentielles et/ou les laves torrentielles constituent donc un danger pour les populations et les structures.

Selon le degré d'exposition des enjeux, les autorités mettent en place des mesures de contrôle des aléas classées entre les mesures structurelles et non-structurelles. Les mesures structurelles font référence aux « constructions physiques servant à réduire ou éviter les possibles impacts d'un aléa, ou l'application de technologies ou de techniques d'ingénierie pour assurer la résistance et la résilience des structures ou systèmes » (UNDRR, 2020). Les politiques de gestion des rivières ont largement employé ces mesures pour la gestion des inondations. Parmi les mesures employées, l'ingénierie lourde, basée sur la rectification de la géométrie des chenaux et la construction de structures de correction a été largement appliquée aux rivières de montagne en Europe (Piton et al., 2019). Pour contrôler le risque inondation et protéger les populations, le gouvernement japonais a développé un système de gestion des risques basé sur le génie civil (Okubo et al., 1997). Depuis la fin du XIX^e siècle, l'État importe depuis l'Occident des méthodes de gestion des aléas hydrologiques et gravitaires, qu'il adapte ensuite au contexte japonais. Le Japon a ainsi développé le système *sabō* constitué d'un ensemble de structures de génie civil permettant de contenir et diriger les flux, retenir une partie des sédiments et limiter les phénomènes d'érosion. L'un des éléments centraux de ce système est le barrage *sabō* dont la grande variété permet d'adapter la forme au contexte et aux besoins des aménageurs (Okubo et al., 1997 ; Mochizuki et Ueda, 2003 ; Chanson, 2004 ; Piton et al., 2019 ; Dumont et al., 2023a).

Depuis la fin du XX^e siècle, on constate à l'échelle internationale une tendance à la gestion du risque inondation par des Solutions basées sur la Nature (SbN) impliquant le développement des « infrastructures vertes » et la prise en compte des enjeux environnementaux (Brierley et Fryirs, 2004 ; Habersack et Piégay, 2008 ; Bennett et al., 2013 ; Kurth et Schirmer, 2014 ; Wohl et al., 2015 ; Morandi et Piégay, 2017 ; Arnaud-Fassetta et al., 2024). La vision ingénieriste du Japon est également reconsidérée depuis la fin du XX^e siècle à la suite de la médiatisation de cas de pollution et de l'intérêt croissant de la population pour les enjeux environnementaux. L'État adapte ses textes législatifs pour les prendre progressivement en compte dans la gestion des rivières. Des travaux de restauration tournés vers ces méthodes voient le jour, autant hors ou dans un contexte post-catastrophe (Nakamura et al., 2006 ; Hoshino, 2020 ; Nakamura, 2022 ; Takata et al., 2023). Malgré ces initiatives, d'autres projets d'urgence continuent à mobiliser le génie civil, modifiant le fonctionnement des hydrosystèmes et paysages associés, notamment après des événements hydro-climatiques de basse fréquence – haute magnitude (BFHM). Ces projets d'urgence interviennent en effet dans des hydrosystèmes déstabilisés au sein desquels les risques de transferts sédimentaires, favorisés par une très bonne connectivité latérale et longitudinale, et les risques d'incision du talweg sont très marqués. Les nombreux enjeux aux exutoires des bassins versants montagneux incitent alors souvent politiques et gestionnaires à intervenir lourdement. Bien que les hydrosystèmes soient en constante évolution, nous considérons donc que les aléas BFHM et la réponse anthropique apportée sont des facteurs accélérant leur mutation. À la suite d'une catastrophe, les sociétés y répondent par des projets de rétablissement post-catastrophe dont les modalités varient selon les inflexions propres à chacune d'entre elles. Afin d'appréhender l'impact des catastrophes et des plans de restauration, les

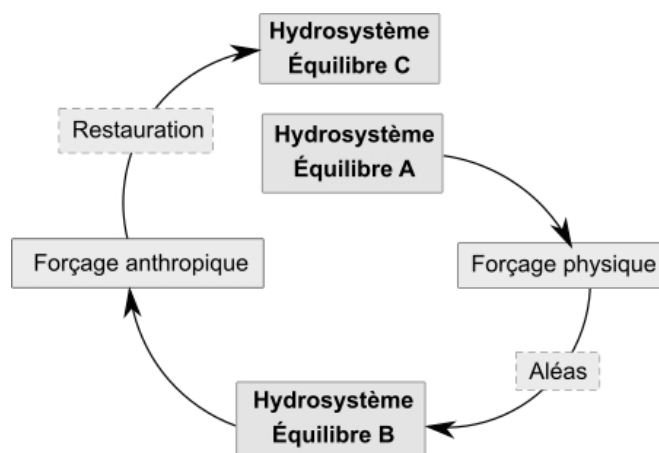


Fig. 1 – Schématisation de l'évolution de l'équilibre de l'hydrosystème selon les forçages physiques et anthropiques.

Fig. 1 – Schematic representation of the evolution of the hydrosystem equilibrium according to physical and anthropogenic forcings.

événements physiques que sont les aléas et les réponses sociales sont ici considérées comme des forçages physiques et anthropiques dont l'intensité et l'étendue varient au sein du bassin-versant (fig. 1). L'équilibre (A) de l'hydrosystème représente la situation dominante pré-catastrophe. Les forçages physiques modifient l'équilibre (A), e.g., l'endommagement des zones de peuplement et agricoles au profit de l'élargissement de la zone d'écoulement de la rivière. Ces changements mènent à l'équilibre (B) post-catastrophe. Les sociétés imposent ensuite des modalités d'organisation spatiales à travers les projets de restauration (usage de génie civil, SbN), menant à l'équilibre (C). Ainsi, à l'aide de ce schéma conceptuel, nous cherchons à comprendre dans quelle mesure les facteurs physiques et anthropiques accélèrent les changements des territoires ruraux dans la montagne japonaise.

Les campagnes japonaises ont connu une reprise de l'exode rural à compter des années 1980, auquel s'ajoute un vieillissement de la population à l'échelle nationale à partir des années 2010 (Souyri, 2010 ; Département des affaires générales de la ville d'Asakura Division de la politique générale, 2020). Du fait de ces phénomènes socio-économiques, les systèmes agro-sylvicoles de montagne connaissent un déclin dans certaines régions (Takeuchi, 2003). Alors qu'elles perdent progressivement leur attractivité, les catastrophes hydrologiques et gravitaires BFHM déstabilisent fortement les communautés. Les travaux de restauration d'urgence sont alors des opportunités pour remodeler et redynamiser le territoire. Cependant, les choix pris dans le cadre de ces projets peuvent modifier l'organisation spatiale des espaces concernés et les paysages associés.

Afin d'appréhender ces changements dans un contexte rural, cette étude se concentre sur les évolutions qu'a connu le bassin-versant d'Akatani (Kyūshū) à la suite des pluies diluviennes des 5-6 juillet 2017 (fig. 2A-D). Lors de cet événement météorologique, la région montagneuse dans la partie nord de Kyūshū a enregistré de nombreux mouvements de terrain et de crues torrentielles (Cabinet Office, 2018). À Akatani, les précipitations ont été évaluées avec une probabilité d'occurrence de plus de 1/200 (Technical committee for the rehabilitation of erosion control and river in Chikugo right bank catchment, 2017). Alors que les cartes de prévention des



Fig. 2 – Situation post-catastrophe dans le bassin-versant d’Akatani selon les autorités japonaises.

A : cas de remblais de rivières et d’inondations (accumulation de bois flotté dans la section du pont, rivière Akatani) ; B : dommages aux habitations (Masue) ; C : transfert et dépôt des sédiments (rivière Otoishi) ; D : blocage du chenal et débordement des sédiments du chenal de la rivière (rivière Akatani, partie la plus en aval). Source : Préfecture de Fukuoka et Mairie d’Asakura, 2019.

Fig. 2 – Post-disaster situation in Akatani watershed according to Japanese authorities.

A : example of river embankment/flooding (driftwood accumulation at bridge section, Akatani River); B : damages to houses (Masue); C : sediment discharge/accumulation conditions (Otoishi River); D : channel filling and sediment overflow from the river channel (Akatani River, downstream). Sources: Préfecture de Fukuoka et Mairie d’Asakura, 2019.

risques mises à jour en 2013 ne mentionnaient que peu de zones inondables (Ville d’Asakura et Conseil autonome de prévention des risques de la communauté de Matsue, 2013), la catastrophe de juillet 2017 a remis en question la gestion des risques dans ces territoires. Le gouvernement japonais a ainsi déployé fin 2017 un plan de restauration d’urgence contre les inondations dans la région nord de Kyūshū (MLIT, 2017), basé notamment sur des structures de génie civil. Dans un premier temps, nous avons cherché à montrer que le réseau hydrographique du bassin-versant d’Akatani a subi des modifications du fait des aléas déclenchés en juillet 2017 et du projet de restauration d’urgence contre les inondations. Cela s’est traduit par une modification du profil longitudinal des rivières, un élargissement des chenaux ou encore un recouplement de méandres (Dumont et al., 2023b). L’analyse diachronique du réseau hydrographique nous a ensuite poussé à étudier l’évolution des zones de peuplement et du parcellaire agricole. Notre hypothèse suggère que la restauration du réseau hydrographique entraîne une disparition de zones de peuplement et une standardisation du parcellaire agricole dans les vallées étroites. Pour cela, nous avons exploité les documents gouvernementaux mis à disposition, analysé des images satellites et réalisé cinq missions de terrain entre 2022 et 2024. Plus largement, ce cas d’étude permet d’interroger les méthodes de restauration d’urgence et leurs impacts sur la structure des bassins versants ruraux et des paysages associés.

2. Site d’étude

2.1. Contexte morphologique et dynamique

À l’échelle régionale, la lithologie est majoritairement composée de roches volcaniques mafiques non alcalines (30 %), de schistes des formations Sangu-Suo (schistes pélitiques/psammitiques/mafique et calcaire, 26 %) et de sédiments marins et non marins (22 %). Les granites et les granodiorites représentent respectivement 1,5 % et 7 % des roches à l’affleurement. Le bassin-versant d’Akatani est quant à lui constitué de granodiorite (42,5 %) et de schistes des formations Sangu-Suo (34 % ; fig. 3A). Les roches volcaniques mafiques non alcalines représentent 13 % des affleurements rocheux. La propension de ces affleurements rocheux à glisser dépend de leur degré de météorisation. Les précipitations exceptionnelles, associées à la géologie et aux fortes pentes expliquent l’occurrence de glissements de terrain et de crues torrentielles depuis les zones montagneuses vers la plaine de Tsukushi en aval. Ces phénomènes se produisent dans un bassin dont les versants sont majoritairement couverts de forêt, ce qui produit une quantité importante de bois flotté arrivant aux lits de rivière lorsque se produisent les glissements de terrain sur les versants (Shimizu et al., 2020).

Le bassin-versant d’Akatani (20 km²) se situe dans la région nord de l’île de Kyūshū (la plus au sud des quatre îles principales du

Japon) et est drainé par un affluent de rive droite du fleuve Chikugo (fig. 3A). Le bassin-versant d'Akatani est constitué de bas chaînons montagneux, avec des altitudes comprises entre 30 et 700 m (fig. 3A). Son réseau hydrographique est constitué de quatre principales rivières : Akatani, Otoishi, Ōyama et Ogouchi (fig. 3A). Parmi elles, nous nous intéresserons plus particulièrement aux rivières Otoishi (4,2 km) et Akatani (8,2 km). Ces dernières font partie des zones les plus affectées par la catastrophe étudiée. Avec une pente moyenne de 6,7 % pour la première et de 2,7 % pour la seconde, elles sont considérées respectivement comme torrent et rivière torrentielle (Meunier, 1991 ; fig. 3D).

La région est soumise à un climat subtropical avec des étés chauds et humides et de courts et doux hivers (fig. 3B). Les mois de juin et juillet sont les plus arrosés, avec 333 et 413 mm, pour un total de 1953 mm annuel. Cette période correspond aux saisons des pluies d'été et de typhons pour la région de Kyūshū.

2.2. Contexte socio-économique

Le bassin-versant d'Akatani est un espace rural de basse montagne, majoritairement consacré à l'agriculture. La structure des hameaux, les pratiques spatiales, la structure économique et les paysages s'inscrivent dans le *satoyama*, un système socio-écologique associé à des paysages traditionnels ruraux agricoles de montagne (Takeuchi, 2003 ; Indrawan et al., 2014). La réalité couverte par le terme de *satoyama* a évolué depuis son apparition à l'époque Edo (1603-1867), connaissant une sous- ou une sur-exploitation au milieu du XX^e siècle en raison des changements politiques et économiques. Depuis, pour des raisons de protection de l'environnement et de revitalisation socio-économique, l'État japonais ambitionne de préserver le *satoyama* et de l'adapter à la situation contemporaine de la société japonaise (Morimoto, 2010 ; Indrawan et al., 2014). Ces espaces ruraux sont généralement caractérisés par une agriculture divisée en petites parcelles. Cette structure découle d'un système de grands propriétaires terriens contrôlant les terrains agricoles et les louant à des paysans. Ce morcellement agricole est renforcé à la sortie de la Seconde Guerre mondiale par la réforme de 1946 menée par Mc Arthur lors de l'occupation américaine (Amemiya, 2015 ; Whittaker et Scollay, 2017). Depuis les années 1961 cependant, l'État a pour ambition de revoir ce système tenu par de petits paysans avec le regroupement parcellaire et donc l'agrandissement des exploitations (Whittaker et Scollay, 2017). Le secteur agricole souffre depuis la fin du XX^e siècle de nombreux maux liés aux changements socio-économiques de la société japonaise, tels que la politique de réduction des surfaces rizicoles pour réduire la production de riz en 1970 (Amemiya, 2015), ou le vieillissement des agriculteurs, menant à un abandon croissant des zones agricoles (Whittaker et Scollay, 2017). L'organisation agricole pré-2017 dans le bassin-versant d'Akatani s'inscrit dans cette logique de petite paysannerie avec un parcellaire morcelé, à la géométrie irrégulière et influencée par les variations du relief et le réseau hydrographique.

Comme de nombreuses communes rurales, la municipalité d'Asakura se caractérise depuis les années 1980 par un décroissement de sa population, baissant de 29 % entre 1968 et 2023 (Mairie d'Asakura, 2023). Le quartier d'Haki, qui recouvre le bassin-versant d'Akatani, connaît une tendance similaire avec une baisse de 52 % sur la même période (Mairie d'Asakura, 2023). Dans ce quartier, la population, qui se concentre principalement dans la plaine du Chikugo en aval de la

région montagneuse, est exposée au risque inondation et aux dégâts causés par le bois flotté provenant d'espaces forestiers en amont. La baisse du nombre d'habitants dans les espaces directement exposés aux aléas peut suggérer une réduction locale de la vulnérabilité. Cependant, la municipalité fait également face à un phénomène de vieillissement, avec une augmentation de la part des plus de 65 ans de 18,7 % au détriment des 15-64 ans (-9 %) et des moins de 15 ans (-9,6 % ; Département des affaires générales de la ville d'Asakura Division de la politique générale, 2020). Ce phénomène peut aggraver la vulnérabilité locale du fait de l'inadaptation des programmes de gestion de crise tels que les plans d'évacuation. En effet, une population vieillissante se caractérise par une perte de mobilité et une dépendance plus forte lors d'évacuation (Augendre, 2011). À cela s'ajoute une mémoire du risque lacunaire dans le bassin-versant, telles que des données inexistantes sur les cartes de risque, qui n'a pas permis aux habitants de prendre conscience des risques auxquels ils étaient exposés. Les tendances au dépeuplement et au vieillissement de la population ont été accélérées par la catastrophe des 5-6 juillet 2017 dans le quartier d'Haki, alimentées par le faible retour des habitants sur leur lieu de vie initial.

À la suite des crues torrentielles et des mouvements de terrain des 5-6 juillet 2017 (fig. 3A), les préfectures d'Ōita et de Fukuoka, dans laquelle se situe le bassin-versant d'Akatani, ont enregistré d'importants dégâts humains et matériels (JSCE, 2020). En réponse, l'État japonais a déployé des moyens financiers et techniques pour secourir les populations, reconstruire rapidement les réseaux essentiels et limiter l'occurrence d'une seconde catastrophe. À partir du premier trimestre 2018, le gouvernement a appliqué un projet de restauration d'urgence contre les inondations dans la région nord de Kyūshū pour une durée initiale de cinq ans (MLIT, 2017). Une grande partie du projet s'axe sur la construction de structures de génie civil telles que les systèmes de correction torrentiels *sabō*. Ces travaux s'inscrivent dans une accélération des mutations connues par les sociétés rurales de montagne au Japon.

2.3. Contexte de la catastrophe des 5-6 juillet 2017

Les 5-6 juillet 2017, les précipitations atteignent 516 mm en 24 h, soit 1,2 fois la moyenne du mois de juillet (fig. 3C). Ce cumul s'explique par la rencontre de masses d'air au-dessus du nord de Kyūshū, bloquant un front de pluie en provenance de la péninsule sud-coréenne (Japan Meteorological Agency, 2017). Les rivières du bassin-versant d'Akatani ont connu une augmentation rapide de leur débit, modifiant fortement l'équilibre pré-catastrophe de l'hydrosystème. Leur chenal unique n'étant pas suffisant pour absorber l'onde de crue, les rivières ont débordé dans leur plaine d'inondation (fig. 4). Les chenaux des rivières Akatani et Otoishi seraient respectivement passés d'une largeur de 8,9 et 7 m avant la catastrophe à 88,4 et 75,4 m après la catastrophe (JSCE, 2020). Dans les zones montagneuses, il s'agit de l'ensemble des fonds de vallées étroites, comme à Otoishi ou en amont d'Akatani (fig. 3A ; fig. 4). À ces crues s'associent des mouvements de masse sur les versants, alimentant la rivière en sédiments (fig. 3A). Au total, 2,9 millions de m³ de sédiments, dont le calibre varie entre 0,5 et 256 mm, ont transité dans le bassin-versant, dont 2,22 millions de m³ s'y sont déposés (Technical committee for the rehabilitation of erosion control and river in Chikugo right bank catchment, 2017). À cela s'ajoute la production de bois flotté, dont environ 264 000 m³

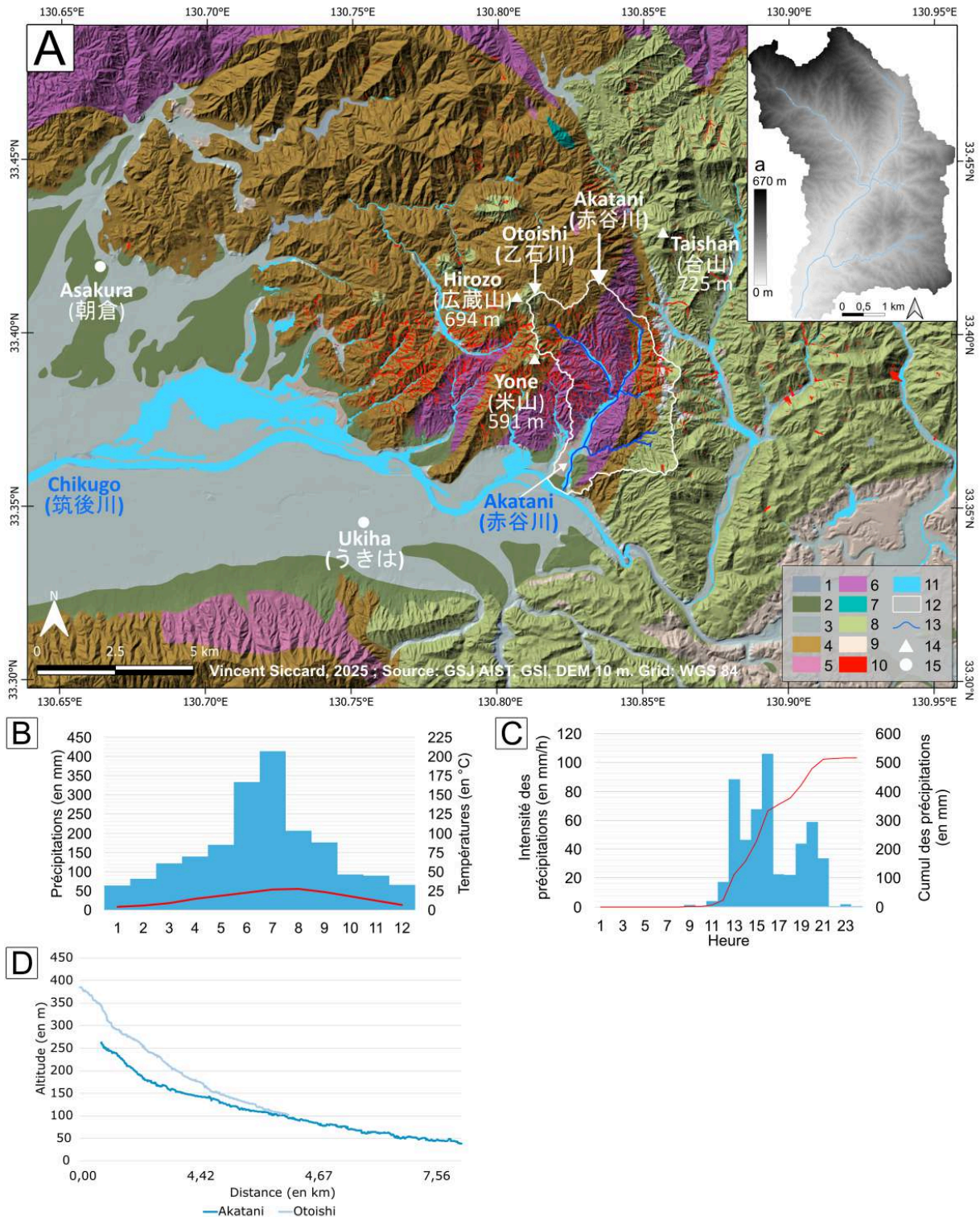


Fig. 3 – Site d'étude.

A : carte géologique simplifiée de la région d'Akatani (WGS84), © Siccard; B : diagramme ombro-thermique de la région d'Asakura; C : cumul des précipitations le 5 juillet 2017; D : profil en long des rivières Akatani et Otoishi.

1 : Étendue d'eau; 2 : Terrasse et cône; 3 : Sédiments marins et non marins; 4 : Roches métamorphiques Sangu-Suo (schiste pélitique/psammitique/mafique/calcaire); 5 : Granite; 6. Granodiorite; 7 : Roches plutoniques mafiques; 8 : Roches volcaniques mafiques non alcalines; 9 : Roches volcaniques à écoulement pyroclastique non alcalin; 10. Zone de glissement de terrain de juillet 2017; 11. Zone inondée en juillet 2017; 12. Bassin-versant; 13. Rivière; 14. Sommet; 15. Ville; a : Altitude (en m).

Fig. 3 – Study area.

A : geological map of the Akatani region (WGS84), © Siccard; B : umbro-thermal diagram for the Asakura region; C : cumulative rainfall on July 5, 2017; D : longitudinal profile of the rivers Akatani and Otoishi.

1: Water bodies; 2: Terrace and fan; 3: Marine and non-marine sediments; 4: Sangu-Suo metamorphic rocks (pelitic/psammitic/mafic/calcareous schist); 5: Granite; 6: Granodiorite; 7: Mafic plutonic rocks; 8: Non-alkaline mafic volcanic rocks; 9: Non-alkaline pyroclastic flow volcanic rocks; 10. July 2017 landslide area; 11. July 2017 flooded area; 12. Catchment; 14. Summit; 15. City; a: Elevation (in meters).

sont arrivés dans le fleuve Chikugo (Technical committee for the rehabilitation of erosion control and river in Chikugo right bank catchment, 2017).

3. Méthodes et données

3.1. Méthodes et données mobilisées

Nous avons commencé par inventorier et consulter les différents rapports relatant les événements de juillet 2017 et mis à disposition par le Cabinet de l'État, du MLIT (Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism), de la préfecture de Fukuoka et de la mairie d'Asakura. Il s'agit de documents analysant les conséquences des pluies diluviennes des 5-6 juillet 2017 et présentant en détail les projets de restauration d'urgence. Ces documents ont permis d'inventorier et catégoriser l'ensemble des structures de correction torrentielles réalisées par le MLIT et la préfecture à Akatani après 2017. Les archives sur les structures de correction torrentielles construites par la préfecture ont également permis de souligner le tournant que représente le projet de restauration d'urgence dans la gestion du bassin-versant. Elles nous informent sur la date de construction et les caractéristiques des barrages *sabō*. Ces données sont exploitées dans un SIG afin d'effectuer un travail de cartographie diachronique du nombre de barrages *sabō* construits à l'échelle du bassin-versant.

En complément, un travail d'analyse d'images satellites a été réalisé pour étudier l'évolution du parcellaire agricole et des zones de peuplement entre 2009 et 2024. Pour cela, nous travaillons sur des images satellites de 2009 et 2017 en flux XYZ mises en ligne par le GSI (Geospatial Information Authority of Japan). Pour la période post-catastrophe, nous utilisons des données issues de Google earth datant de 2022. Ces données nous ont permis de cartographier, toujours à l'échelle du bassin-versant, l'état des parcelles agricoles et du bâti en 2009, 2017, 2022 et plus récemment en 2024 à l'aide d'images pléiades.

Enfin, cinq missions de terrain ont été réalisées entre avril 2022 et juin 2024. Elles ont permis de rencontrer une partie des acteurs publics sur le territoire et de récolter des données gouvernementales. Nous avons également eu l'occasion de nous rendre sur les chantiers de restauration avec des représentants des acteurs publics (MLIT, préfecture, mairie). Ces visites ont permis de valider et corriger les données récupérées dans les documents officiels et produites par l'analyse d'images satellite, telles que la typologie du bâti ou des barrages de correction torrentielle. En trois ans, nous avons pu constater et expérimenter dans une moindre mesure les changements rapides dans le bassin-versant d'Akatani. Ces moments ont été aussi l'occasion de rencontrer des survivants de la catastrophe. Notre présence sur place a également permis d'analyser *in situ* les changements dans la hiérarchisation des éléments physiques dans le paysage, *i.e.*, le réseau hydrographique, les structures de génie civil, le bâti et le parcellaire agricole.

4. Résultats

4.1. Des chenaux à la géométrie rectifiée et une multiplication des barrages

La restauration du réseau hydrographique représente alors l'un des principaux objectifs des services publics, avec un important travail de recalibrage des structures hydrauliques. D'après la digitalisation des

nouveaux chenaux et les calculs effectués, les travaux de restauration d'urgence ont élargi les chenaux, passant aujourd'hui à environ 14,7 m pour Akatani et 14,9 m pour Otoishi. La sinuosité des rivières a également évolué entre 2009 et 2022, des méandres se trouvant déconnectés du nouveau chenal beaucoup plus rectiligne (fig. 4). Ainsi, la rivière Akatani passe d'un indice de sinuosité de 1,07 en 2009, à 1,05 en 2022 pour un linéaire de 6,8 km. Sur les mêmes dates, la rivière Otoishi est passée d'un indice de sinuosité de 1,17 à 1,10 pour un linéaire de 3,5 km. Ainsi, la rivière Akatani est passée d'une rivière sinueuse à quasi-rectiligne. La rivière Otoishi a quant à elle perdu en sinuosité, mais n'est pas encore considérée comme rectiligne. Aujourd'hui, les chenaux sont dimensionnés pour des crues avec une probabilité d'occurrence de 1/30 ou 1/50 (MLIT, 2017 ; JSCE, 2020). Un transect réalisé *in situ* montre que les nouveaux chenaux permettent de réduire le débordement en aval (Dumont et al., 2023a). L'objectif est également de favoriser l'écoulement le plus rapidement possible vers l'exutoire (MLIT, 2017). La présence des barrages de correction torrentielle permet également de retenir au maximum le bois flotté et les sédiments dans les têtes de bassin afin que les écoulements soient moins chargés en débris de gros calibre en aval (MLIT, 2017).

Axées sur le stockage des sédiments en amont et l'efficacité des écoulements en aval, les structures de génie civil prennent une place centrale dans le paysage actuel. Le doublement de la largeur dévolue à la rivière en est un exemple (fig. 4). La nouvelle emprise spatiale des chenaux et des structures de génie civil renforce la visibilité de la rivière dans le paysage (fig. 4). Les dimensions des barrages *sabō* construits entre 2018 et 2022 sont comprises entre 18,5 et 110,9 m de long pour 5,3 et 14,5 m de haut (Fukuoka prefecture, 2022 ; MLIT, 2022). Ces barrages cloisonnent alors le paysage, divisant l'espace entre les zones habitées et les espaces forestiers en amont.

4.2. Recul de l'espace habité

L'organisation du peuplement au sein du bassin-versant a été modifiée par la catastrophe de juillet 2017 et la restauration d'urgence post-catastrophe associée. D'après les analyses réalisées sur le bâti (tout type confondu), le bassin-versant d'Akatani a connu une baisse globale de 25,4 % de ses infrastructures entre 2009 et 2022 (fig. 5). D'après les images satellites de GSI en 2017, sur les 1568 bâtiments cartographiés, 40,9 % d'entre eux sont situés dans une zone d'aléa crue / mouvement de terrain. Selon l'analyse de photo-interprétation réalisée, nous les avons classés comme endommagés ou détruits après le 6 juillet 2017 (fig. 5C). La plus grande part de ces bâtiments sont des bâtiments résidentiels (fig. 5C). Ces destructions et endommagements sont principalement localisés à Ogouchi (92,4 % du bâti touché), la zone aval d'Akatani (90 %) et Otoishi (77,4 %).

La période de restauration post-catastrophe influence également l'évolution du parc immobilier dans le bassin-versant. Parmi les 214 bâtiments considérés comme détruits, 88,8 % n'ont pas été reconstruits et les débris de 10,7 % d'entre eux ont été démolis. Les phénomènes physiques connus dans le bassin-versant en 2017 ont donc directement modifié l'espace bâti. À cela s'est ajoutée l'action de l'État japonais sur les bâtiments présents dans la zone d'étude. Sur les 429 bâtiments endommagés, 41,1 % d'entre eux ont été rénovés et 48,1 % ont été démolis. Enfin, sur les 926 bâtiments intacts, 7 % d'entre eux ont été démolis. Malgré la démolition de bâtiments, 5,3 % du parc immobilier recensé en 2022 est issu de nouvelles constructions réalisées depuis

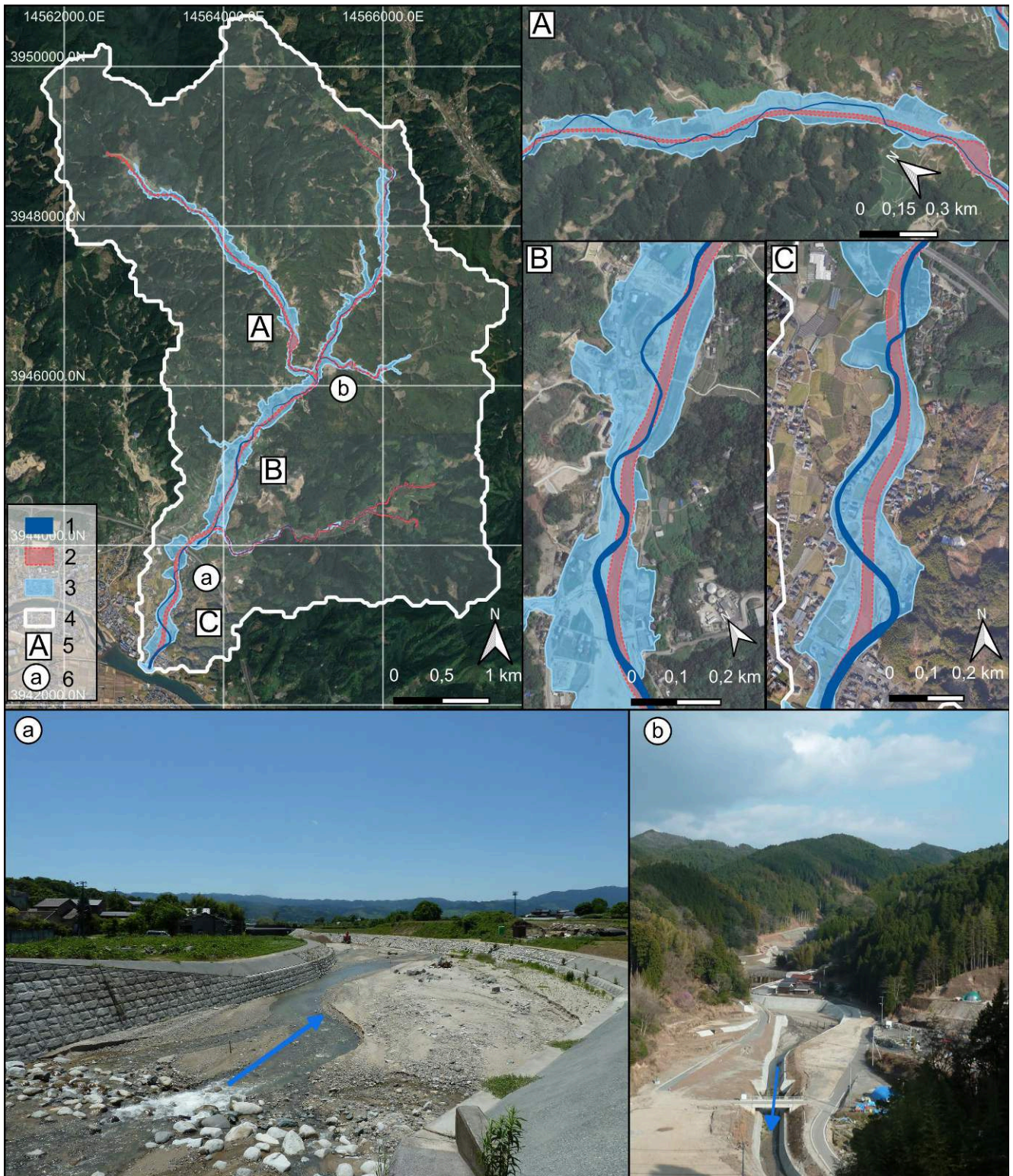


Fig. 4 – Développement des structures de génie civil dans le bassin-versant d'Akatani.

1 : Chenal en 2009 ; 2 : Chenal en 2022 ; 3 : Plaine d'inondation de 2017 ; 4 : Limites du bassin-versant d'Akatani ; 5 : Localisation des plans rapprochés ; 6 : Localisation des photographies (a : rivière Akatani aval ; b : rivière Ogouchi) (WGS84).

Fig. 4 – Development of civil engineering structures in the Akatani watershed.

1: Channel in 2009; 2: Channel in 2022; 3: 2017 floodplain; 4: Akatani watershed boundaries; 5: Location of close-ups; 6: Location of photographs (a: lower Akatani River; b: Ogouchi River) (WGS84).

2017. Les bâtiments démolis se concentrent à Ogouchi, Akatani aval et Otoishi. Les quatre principaux hameaux localisés à Otoishi ont été fortement impactés par la catastrophe de 2017, notamment dans la

partie amont (fig. 5A, B). À la suite de la catastrophe, de nombreux bâtiments se trouvent détruits ou endommagés dans la zone d'aléa. En 2022, les deux principaux hameaux en amont ont complètement

disparu puisque les bâtiments même intacts en 2017 sont démolis en 2022.

Des barrages de correction torrentielle et un nouveau chenal occupent désormais la partie amont d'Otoishi (fig. 5A). Otoishi représente le principal sous-bassin en termes de production sédimentaire pendant l'événement de 2017 (55 %), expliquant les moyens déployés dans la zone à la suite de la catastrophe (Technical committee for the rehabilitation of erosion control and river in Chikugo right bank catchment, 2017 ; Umemoto et al., 2021). Le tissu social dans ce sous-bassin se trouve fragilisé du fait de l'isolement des habitants revenus. Accueillant un hameau plus petit, le bâti du sous-bassin versant d'Ogouchi a été touché dans son ensemble par la catastrophe. Après les 5-6 juillet 2017, seulement 5 bâtiments sont considérés comme intacts. En 2022, il ne reste que trois bâtiments

dans la zone en aval. Le reste du sous-bassin versant abrite un complexe de correction torrentielle avec une zone de décantation, un barrage ouvert et des chenaux (fig. 4b). Sur le terrain, ces changements engendrés par la catastrophe et la restauration se traduisent par un recul des espaces de peuplement (fig. 5A). Des hameaux entiers se trouvent effacés des sous-bassins versants tels que le hameau d'Otoishi pour lequel une stèle commémorative devrait être placée d'ici fin 2025 afin d'entretenir la mémoire du risque. Un monument commémoratif a également été placé à la confluence entre Otoishi et Akatani. Alors que ces espaces ruraux connaissent des phénomènes de dépeuplement depuis plusieurs décennies, cette catastrophe est un accélérateur de ces mutations et le matérialise dans l'espace par la disparition du bâti. En effet, du fait du dépeuplement, une partie du parc immobilier a été

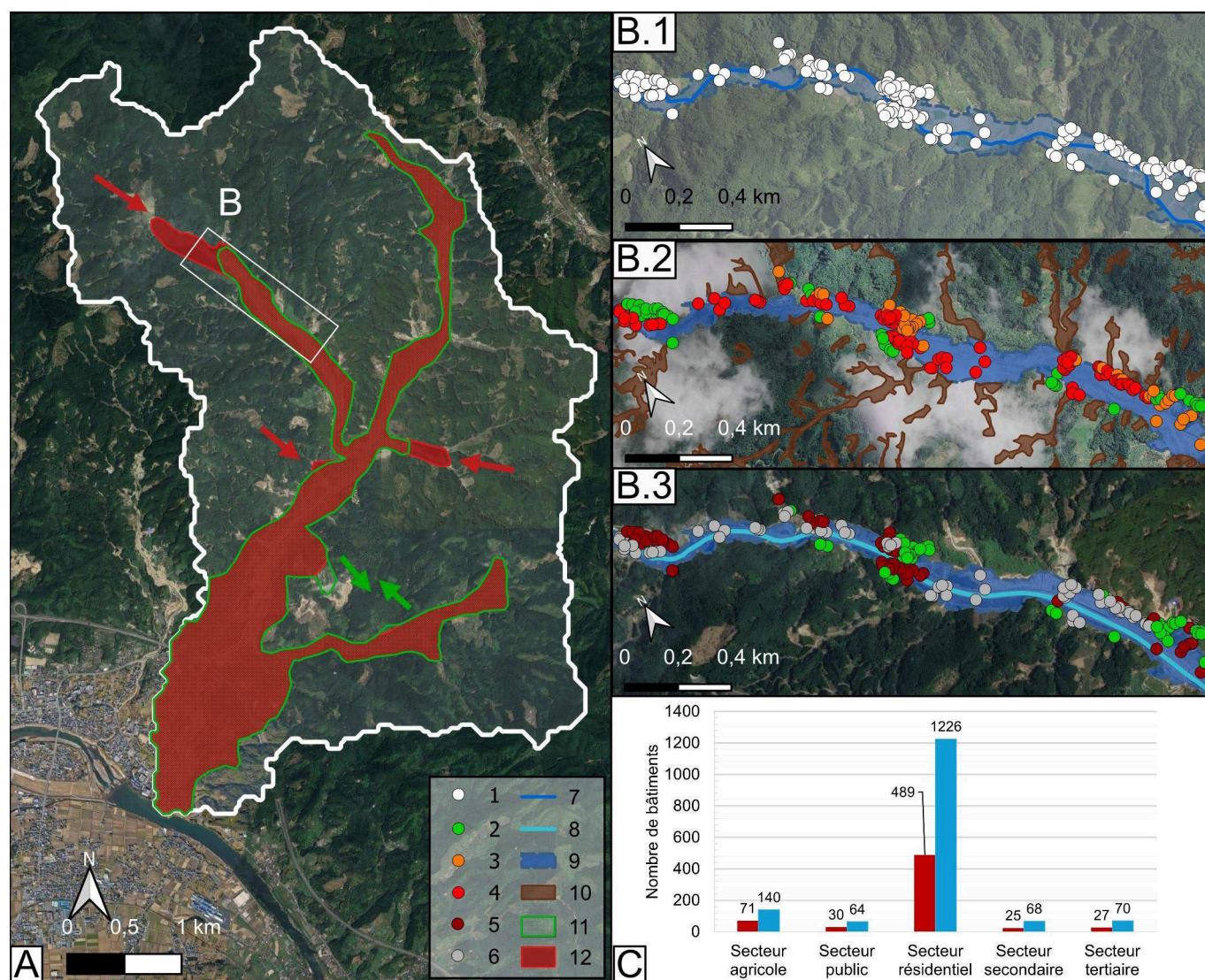


Fig. 5 – Évolution des zones de peuplement et du bâti dans le bassin-versant d'Akatani.

A : évolution de l'espace social entre 2009 et 2022 dans le bassin-versant d'Akatani et du bâti dans le sous-bassin d'Otoishi (WGS84) ; B : évolution du bâti entre 2009 et 2022 ; C : nombre de bâtiments endommagés / détruits à la suite de la catastrophe de 2017 (en rouge) par rapport au bâti total en 2017 (en bleu). 1 : Bâti existant en 2009 ; 2 : Bâti intact ; 3 : Bâti endommagé ; 4 : Bâti détruit ; 5 : Bâti démoli ; 6 : Bâti non reconstruit ; 7 : Chenal 2009 ; 8 : Chenal 2022 ; 9 : Plaine d'inondation de 2017 ; 10 : Zone de mouvement de terrain ; 11 : Espace bâti 2009 ; 12 : Espace bâti 2022.

Fig. 5 – Evolution of settlement and built-up areas in the Akatani watershed.

A: evolution of social space between 2009 and 2022 in the Akatani watershed and of buildings in the Otoishi sub-watershed (WGS84); B: building development between 2009 and 2022 C: number of buildings damaged / destroyed following the 2017 disaster (in red) regarding total buildings in 2017 (in blue). 1: Existing buildings in 2009; 2: Intact buildings; 3: Damaged buildings; 4: Destroyed buildings; 5: Demolished buildings; 6: Non-reconstructed buildings; 7: 2009 channel; 8: 2022 channel; 9: 2017 flood plain; 10: Landslide zone; 11: 2009 built-up area; 12: 2022 built-up area.

progressivement laissé à l'abandon dans ces espaces. Bien que la catastrophe et la restauration aient influencé le (non) retour d'habitants dans la zone, le recul de l'espace habité post-2017 doit aussi être compris comme la manifestation physique à un instant précis de phénomènes progressifs s'étalant sur le long terme.

4.3. Standardisation du parcellaire agricole

D'après le travail de géomatique et de terrain effectué, 2676 parcelles ont été recensées en 2009 contre 1451 parcelles en 2022, soit 42,4 % de moins. Les sous-bassins les plus touchés par les aléas des 5-6 juillet 2017 sont aussi ceux qui ont perdu le plus de parcelles agricoles : Ogouchi, avec la disparition de ses 36 parcelles, Otoishi (-77,2 %) et la moyenne vallée d'Akatani (-73 %). Les chiffres de 2022 doivent être considérés comme temporaires, puisque des travaux menés par la municipalité et la préfecture sont encore en cours pour reconstruire le parcellaire agricole des espaces les plus impactés comme on peut le voir encore en 2024.

Les analyses statistiques confirment une structure parcellaire de petite taille dans la zone d'étude, avec une superficie moyenne de 0,065 ha et une médiane de 0,039 ha. En comparaison, la moyenne nationale en 2015 atteignait 1,55 ha (Amemiya, 2015).

Ainsi, 82,7 % du parcellaire du bassin-versant d'Akatani est constitué de très petites parcelles, *i.e.*, des superficies inférieures à 0,1 ha (fig. 6A). En 2022, elles diminuent de 5,55 % tandis que celles entre 0,1 et 0,5 ha augmentent de 4 %. Au-delà de 0,5 ha, l'augmentation est inférieure à 1 % et ces parcelles restent très minoritaires (fig. 6A). L'augmentation du nombre de parcelles entre 0,5 et 1 ha et la baisse du nombre global de parcelles nous amène à poser l'hypothèse d'un regroupement parcellaire impulsé par le projet de reconstruction post-catastrophe.

Bien que l'évolution de la superficie du parcellaire agricole reste mineure dans les statistiques présentées, l'analyse sur l'évolution de leur géométrie prouve un changement notable à l'échelle locale. Les parcelles restaurées ou modifiées après 2017 se concentrent principalement à l'exutoire d'Ōyama, en moyenne vallée d'Akatani et à Otoishi. Dans ces zones, la réduction du nombre de parcelles s'accompagne d'un changement dans leur géométrie, montrant une homogénéisation de leur forme. Cette organisation est particulièrement visible dans les vallées étroites comme à Otoishi (fig. 6B). En 2009, on retrouve une organisation en mosaïque, suivant les variations du relief et du réseau hydrographique. Après 2017, on constate un recalibrage des parcelles agricoles autour des chenaux reconstruits (fig. 6B).

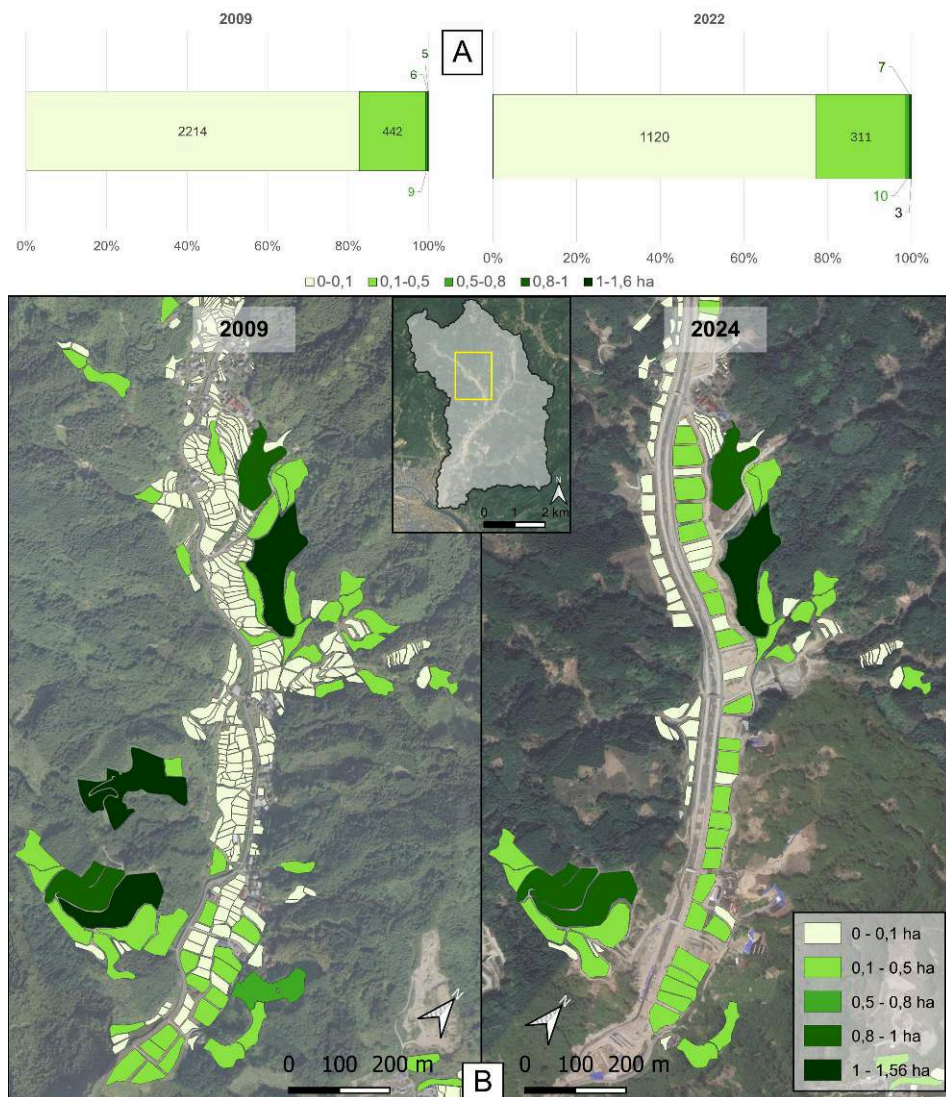


Fig. 6 – Évolution du parcellaire agricole dans le bassin-versant d'Akatani.

A : évolution de la répartition des parcelles agricoles selon leur superficie (en ha) entre 2009 et 2022 ; B : évolution de la forme des parcelles agricoles dans le sous-bassin d'Otoishi entre 2009 et 2024 (WGS84). En légende : classification des parcelles selon leur superficie (en ha).

Fig. 6 – Evolution of agricultural parcels in the Akatani watershed.

A: changes in the distribution of agricultural plots by area (in ha) between 2009 and 2022; B: changes in the shape of agricultural plots in the Otoishi sub-basin between 2009 and 2024 (WGS84). In caption: classification of plots by area (in ha).

La nouvelle organisation se rapproche de ce que l'on peut voir dans la partie aval du bassin-versant, comme dans la basse vallée d'Akatani où ce changement est moins marqué. Les parcelles gagnent donc non seulement en taille, mais aussi en régularité. Ainsi, on assiste à une forme de standardisation du parcellaire agricole qui impacte le paysage rural traditionnel du *satoyama*, dont l'image se base notamment sur une organisation en mosaïque. Ici, les changements ont principalement lieu dans les fonds de vallée touchés par les crues et les coulées de débris. L'analyse de la morphologie du parcellaire permet donc de montrer des changements notables dans l'organisation spatiale du bassin-versant qui sont difficiles à appréhender avec les seules statistiques.

5. Discussion

5.1. Restructuration du fond de vallée par une politique d'urgence

La catastrophe de juillet 2017 a été pour les politiques et gestionnaires l'occasion de revoir la structure du bassin-versant d'Akatani. Alors qu'il connaît une relative stabilité depuis au moins la moitié du XX^e siècle, les crues torrentielles et mouvements de terrain enregistrés à la suite des pluies diluviennes représentent un forçage physique de haute magnitude. Le forçage anthropique, concrétisé par le projet de restauration d'urgence, constitue une restructuration importante du fond de vallée, notamment dans les plus étroites. Ainsi, l'État japonais a la capacité de déployer rapidement des moyens financiers et techniques importants pour rétablir l'hydrosystème, permettre un retour à une vie normale pour les sinistrés et désenclaver les territoires. Dans ces situations, malgré une prise en compte des enjeux environnementaux, les mesures structurelles constituent encore aujourd'hui une part importante de la réponse pour la gestion des aléas torrentiels (MLIT, 2017 ; JSCE, 2020). À l'échelle nationale, des projets de restauration prouvent qu'une considération des enjeux environnementaux est possible, mais reste déterminée par les inflexions politiques contemporaines aux projets et dépend du temps et du financement alloués (Hoshino, 2020 ; Takata et al., 2023). Ainsi, la révision de la Loi Rivière en juin 2017 et la préoccupation de l'augmentation de la fréquence des épisodes extrêmes alimentent le contexte dans lequel s'inscrit le projet de restauration d'urgence du nord de Kyūshū, notamment dans le bassin-versant d'Akatani. La question des choix de restauration des territoires montagneux soumis à des phénomènes torrentiels se pose plus largement, comme avec le cas de l'arrière-pays niçois touché en 2020 par la tempête Alex. Lors de cet événement, les réseaux hydrographiques de la Vésubie et la Roya ont subi d'importants phénomènes d'aggradation et d'élargissement (Liébault et al., 2024). La restauration de ces vallées est également caractérisée par une politique de l'urgence et une approche techniciste qui limite les discussions possibles autour des méthodes appliquées (Le Visage, 2023). Cette politique de l'urgence interroge alors sur la place de chaque acteur et notamment celles de l'ingénieur et de l'habitant dans le processus de décision. Les exemples d'Akatani (cette étude) et de la Roya (Le Visage, 2023) illustrent le poids de la parole

techniciste dans le processus de décision et dans la légitimation des approches par l'ingénierie. Dans le cas d'Akatani, la mise en place de réunions citoyennes a permis de récolter la parole habitante (Shimatani et al., 2020). Cependant, nous restons ici dans un processus de consultation habitante sans certitude de l'application des souhaits ou recommandations des interrogés.

5.2. La résistance des structures de protection à relativiser ?

Le projet de restauration du Nord de Kyūshū a montré ses preuves en juillet 2023 à la suite de fortes pluies dont le cumul a atteint 507 mm en 24 h dans le bassin-versant d'Akatani (Cabinet Office, 2024). Le bassin-versant a enregistré beaucoup moins de dégâts matériels qu'en 2017 et aucune disparition ou décès. Cependant, des traces de la catastrophe et l'endommagement de structures sont toujours visibles en 2024, soit presque un an après (fig. 7A, B). Certains barrages *sabō* sont encore remplis de sédiments et leur curage n'a pas encore été réalisé (fig. 7C, D). L'état dans lequel se trouvent les structures en 2024 interroge alors sur leur viabilité sur le moyen – long terme après une période de travaux de 6 ans. La finitude de ces structures met aussi en avant les logiques économiques sous-tendant au secteur du BTP. À la suite de catastrophes, les investissements par l'État central dans ce secteur relèvent d'une forme de « justice spatiale » auprès des territoires sinistrés en périphérie (Augendre, 2011, p. 200). Elle permet, à court terme, une injection d'argent public dans les entreprises locales et impacte indirectement le reste de l'économie. Sur la zone d'étude, le centre communautaire a par exemple confectionné des *bentō* (panier-repas) vendus aux ouvriers des chantiers environnants. Le béton reste cependant un matériau à la durée de vie limitée qui requiert une maintenance régulière (Jappe, 2020). La construction de structures de protection induit donc sur le long terme non seulement une politique de maintenance, mais aussi de réparation, comme après 2023. Ainsi, au-delà de la réduction de la vulnérabilité, les choix de restauration témoignent aussi d'un soutien des territoires périphériques en déprise via l'injection d'argent public à travers le BTP.

5.3. L'accélération des mutations dans les espaces ruraux en déprise

La petite taille du parcellaire agricole est un fait relativement commun au Japon et une particularité du paysage de *satoyama* (Takeuchi, 1998 ; Amemiya, 2015). Cependant, les déprises agricole et démographique auxquelles font face les espaces ruraux remettent en cause la viabilité de ces territoires. Le cas du bassin-versant d'Akatani exemplifie l'opportunité que représentent dans une certaine mesure les projets de restauration de cette ampleur pour repenser le fonctionnement des bassins versants. Dans le cas du parcellaire agricole, le remembrement effectué permet de revoir les modes de production et leur mécanisation, modifiant le travail des agriculteurs. Cependant, les changements effectués sur le parcellaire agricole interrogent quant à la valorisation et à la reconsidération des intérêts écologiques qui sont portés par ce système parcellaire en mosaïque (Morimoto, 2010 ; Indrawan et al., 2014). Cette restructuration des espaces agricoles et du réseau hydrographique impacte également la biodiversité des bassins versants et les pratiques culturelles associées. La perte de pratiques culturelles liées à la venue de la luciole en début d'été en est un exemple (Dumont,



Fig. 7 – Dégâts sur les structures de protection nouvellement construites.

A : effondrement à proximité du nouveau chenal (moyenne vallée d'Akatani) ; B : endommagement d'un mur de protection du nouveau chenal (basse vallée d'Akatani) ; C et D : barrages de correction stockant des sédiments.

Fig. 7 – Damage to newly-built protective structures.

A : collapse near the new channel (middle Akatani valley); B : damage to a protective wall of the new channel (lower Akatani valley); C and D : correction dams storing sediment.

2024). Ainsi, les choix de restauration impactent également des aspects moins visibles tels que les pratiques culturelles locales.

Le recul des zones de peuplement à Otoishi et Ogouchi montre également l'impact direct de la catastrophe et des choix politiques sur les populations. En effet, l'État joue aussi un rôle dans ce recul par ses choix de planification. Bien que la démolition de bâtiments puisse s'expliquer par la construction de structures de correction torrentielle et la classification de zones à risque, il est important de garder à l'esprit qu'une partie d'entre eux pouvaient être à l'abandon avant la catastrophe. La démolition doit donc être aussi comprise comme l'illustration de phénomènes de déprise rurale depuis longtemps amorcée.

6. Conclusions

La catastrophe des 5-6 juillet 2017 représente pour le bassin-versant d'Akatani un forçage physique majeur, menant à un nouvel équilibre post-catastrophe avec l'endommagement des chenaux et l'élargissement des rivières, la production sédimentaire issue des mouvements de terrain sur les versants et leur transfert dans le bassin, l'endommagement du parcellaire agricole et des zones de

peuplement dans les vallées étroites. Cette situation a poussé l'État japonais à monter rapidement un projet de restauration d'urgence de contrôle des inondations pour la région, montrant la capacité et la vitesse de réponse du gouvernement et des gestionnaires lors d'une crise. Notre étude mêlant géomatique et analyse de documents multi-sources met en avant les forçages anthropiques issus de ce projet de restauration avec : (i) une rectification de la géométrie du réseau hydrographique dans les zones les plus touchées ; (ii) un recul des zones de peuplement dans les têtes de bassins au profit de la partie aval du bassin-versant d'Akatani ; (iii) une standardisation du parcellaire agricole dans les vallées étroites tournée vers un regroupement parcellaire. Le cas du bassin-versant d'Akatani prouve la place encore importante aujourd'hui laissée au génie civil dans les plans de gestion des hydrosystèmes. Bien que des alternatives existent et sont appliquées dans l'archipel, le contexte d'urgence à la suite de fortes perturbations continue de favoriser ces méthodes de restauration. Cet aspect de la restauration est important à prendre en compte et comprendre dans les espaces ruraux qui connaissent un vieillissement de la population et un phénomène de dépeuplement. Bien que les structures de génie civil puissent réduire la vulnérabilité

physique et permettre un retour de la population, elles impactent également l'équilibre des hydrosystèmes et peuvent indirectement impacter des pratiques culturelles et spatiales (Dumont et al., 2024). Une plus grande intégration des enjeux environnementaux et de la valorisation du *satoyama* dans les processus de réflexion et de discussion lors de restauration post-catastrophe est à poursuivre, améliorant la gestion intégrée des hydrosystèmes.

Remerciements

Ce travail a bénéficié de financements de la part de Campus France dans le cadre du programme PHC Sakura ainsi que de la part du laboratoire PRODIG 8586 et de l'université de Kobe (Japon). Nous remercions également le comité éditorial de la Revue ainsi que les relecteurs anonymes pour leurs suggestions qui ont permis d'améliorer la première version de ce papier.

Références

- Amemiya H. (2015)** – La longue marche de l'agriculture familiale au Japon. *Revue Tiers Monde*, 1 (221), 107-128. [DOI : 10.3917/rtm.221.0107](https://doi.org/10.3917/rtm.221.0107)
- Arnaud-Fassetta G., Brun M., Brousse G., Michler L., Chauvet Y., Dorval I., Flesch C., Gonod B., Magallon N., Pignot K., Thas E., Yvars M., Berthelot P., Tourade F., Cuisenier C., Jouanny J., Krouch M., Espiaut M.-A., Fontanieu N., Bellon T., Perrine L., Walentin V., Gros J., Vallin T., Theureaux O., Chabre C., Picot M., Fort M., Melun G., Mercier O., Tomanova S., Corenblit D., Housset F., Dupuis M., Pouillat M. (2024)** – Twenty-five years of hydromorphological restoration in the high-energy, gravel-bed rivers of southern France: What are the current benefits for bedload dynamics and sediment balance in the left-bank tributaries of the Aude River within the Minervois region? *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 30 (2), 115-146. [DOI : 10.4000/12m3m](https://doi.org/10.4000/12m3m)
- Augendre M. (2011)** – Risques et catastrophes volcaniques au Japon : enseignement pour la géographie des risques. Édité par November V., Penelas M., et Viot P. (Eds.) : *Habiter les territoires à risques. Espace en société - Logique territoriale*. Lausanne : Presses Polytechniques et universitaires normandes, 185–206. [DOI : 10.55430/05HTRNPV36](https://doi.org/10.55430/05HTRNPV36)
- Bennett S.J., Simon A., Castro J.M., Atkinson J.F., Bronner C.E., Blerch S.S., Rabideau A.J. (2013)** – The Evolving Science of Stream Restoration. In Simon A., Bennett S.J. et Castro J.M. (Eds.): *Geophysical Monograph Series*. Washington, D. C., American Geophysical Union, 1–8. [DOI : 10.1029/2011GM001099](https://doi.org/10.1029/2011GM001099)
- Brierley Gary J., Fryirs Kirstie A. (2004)** – *Geomorphology and River Management: Applications of the River Styles Framework*, Wiley. [DOI:10.1002/9780470751367](https://doi.org/10.1002/9780470751367)
- Cabinet Office (2018)** – White Paper on Disaster Management. Tokyo, Japon, 237 p.
- Cabinet office (2024)** – White paper on Disaster Management. Tokyo, Japon, 326 p.
- Chanson H. (2004)** – Sabo check dams - mountain protection systems in Japan. *International Journal of River Basin Management* 2, 4, 301–307. [DOI : 10.1080/15715124.2004.9635240](https://doi.org/10.1080/15715124.2004.9635240)
- Département des affaires générales de la ville d'Asakura Division de la politique générale (2020)** – Asakurashi jinkō bijion - Vision de la population d'Asakura. Asakura, Japon, 35 p.
- Dumont M., Gomez C., Arnaud-Fassetta G., Lissak C., Viel V. (2023a)** – The Disaster Protection System of Mountainous Rivers in Japan: The Example of the Akatani Watershed's Reconstruction. *Sustainability*, 15 (15331), 24 p. [DOI : 10.3390/su152115331](https://doi.org/10.3390/su152115331)
- Dumont M., Arnaud-Fassetta G., Gomez C., Lissak C., Viel V. (2023b)** – From the disaster to the forced (re)construction: the example of the Akatani catchment. *Proceedings*, 87 (1), 42, 9 p. [DOI : 10.3390/IECG2022-14820](https://doi.org/10.3390/IECG2022-14820)
- Dumont M. (2024)** – Impacts des projets de restauration post-catastrophe sur la relation entre habitants et rivières. Les cas des restaurations d'urgence post-2017 des rivières de Kuro et Akatani au Japon. Séminaire du chantier « Socio-hydrosystèmes : approches relationnelles et critiques », UMR LAVUE 7218 CNRS, 14 octobre 2024, Nanterre, France
- Fukuoka prefecture (2022)** – Kurogawa ryuiki sabō entei ichizu – Carte de localisation des barrages sabō dans le bassin-versant d'Akatani. Fukuoka, Japon
- Habersack H., Piégay H. (2008)** – River restoration in the Alps and their surroundings: Past experience and future challenges. In Rinaldi M., Habersack H. et Piégay H. (Eds.): *Gravel-bed rivers VI: from process understanding to river restoration*, Amsterdam, Elsevier.
- Hoshino Y. (2020)** – Le projet de paysage comme dispositif d'éveil et de prise de conscience du risque : Les cas de (ré)aménagement fluviaux pour lutter contre les inondations catastrophiques dans l'île de Kyūshū au Japon. *Projets de paysage*, 23. [DOI:10.4000/paysage.13857](https://doi.org/10.4000/paysage.13857)
- Indrawan M., Yabe M., Nomura H., Harrison R. (2014)** – Deconstructing satoyama – The socio-ecological landscape in Japan. *Ecological Engineering*, 64, 77–84. [DOI : 10.1016/j.ecoleng.2013.12.038](https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.12.038)
- Japan Meteorological Agency (2017)** – Saigaiji kishōshiryō – Heisei nijūkyūnen sichigatsu itsuka kara muika nikakete no Fukuokaken, Ōitaken no ooame nitsuite (sokuhō) - Données climatiques horaires sur la catastrophe – Informations sur les fortes pluies des préfectures d'Oita et Fukuoka les 5 et 6 juillet 2017 (rapport rapide). Fukuoka, Japon
- Jappe A. (2020)** – Béton : arme de construction massive du capitalisme. Paris, L'Échappée, 194 p.
- JSCE (2020)** – Heisei nijūkyūnen shichigatsu kyūshū hokubu gō saigai - chōsa hōkokusho – Rapport d'investigation à propos de la catastrophe liée aux fortes précipitations dans la région nord de Kyūshū en juillet 2017. Japan Society of Civil Engineers, 175 p.
- Kurth A.M., Schirmer M. (2014)** – Thirty years of river restoration in Switzerland: implemented measures and lessons learned. *Environmental Earth Sciences*, 72 (6), 2065–2079. [DOI : 10.1007/s12665-014-3115-y](https://doi.org/10.1007/s12665-014-3115-y)
- Le visage S. (2023)** – Au nom de l'urgence et de l'expertise technique, (dé)limiter le politique. Reconstruction des routes et berges dans la vallée de la Roya post-tempête Alex. *Annales de géographie*, 754 (6), 55–83. [DOI : 10.3917/ag.754.0055](https://doi.org/10.3917/ag.754.0055)
- Liébault F., Melun G., Piton G., Chapuis M., Passy P., Tacon S. (2024)** – Channel Change during Catastrophic Flood: Example of Storm Alex in the Vésudie and Roya Valleys. *Geomorphology*, 446. [DOI : 10.1016/j.geomorph.2023.109008](https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2023.109008)
- Mairie d'Asakura (2023)** – Jūminkihondaichō ni yoru jinkō-shotaishū no suii (shōwa yonjūsan nen – reiwa roku nen) -

- Évolution de la population et du nombre de ménages par quartier (fin mai 2023).
- Meunier M. (1991)** – Éléments d'hydraulique torrentielle. Versailles, Quæ, 232 p.
- MLIT (2017)** – "Kyūshū hokubu kinkyū chisui taisaku purojekuto" ni yori kinkyūtekina chisui taisaku wo susumemasu - Promotion du contrôle d'urgence des inondations par le « projet de contrôle d'urgence des inondations dans la région nord Kyūshū. Japon
- MLIT (2022)** – Chokkatsu sabō jigyo keikaku – Plan du projet de contrôle direct de l'érosion. Japon
- Mochizuki T., Ueda T. (2003)** – Flood Control Works in Japan – Achievements to Date and Future Outlook. *IWRA*, 10 p.
- Morandi B., Piégay H. (2017)** – River restoration in France. Changes in definitions and techniques over space and time. Outlook for the future. Knowledge for action series, p. 28.
- Morimoto Y. (2010)** – What is Satoyama? Points for discussion on its future direction. *Landscape and Ecological Engineering*, 7 (2), 163-171. DOI : [10.1007/s11355-010-0120-5](https://doi.org/10.1007/s11355-010-0120-5)
- Nakamura, K., Kunihiko A., Tockner K. (2006)** – River restoration: European perspectives and lessons for Japan. *Ecology and Civil Engineering*, 8 (2), 201-214. DOI : [10.3825/ece.8.201](https://doi.org/10.3825/ece.8.201)
- Nakamura K. (2022)** – Nature-Based Solutions for River Restoration in Japan. In Ishiwatari M. et Sasaki D. (Eds.): Financing Investment in Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation. Springer Nature Singapore, 173-185. DOI : [10.1007/978-981-19-2924-3_11](https://doi.org/10.1007/978-981-19-2924-3_11)
- Okubo, S., Hiroshi I., Ishikawa Y., Yamada T. (1997)** – Development of New Methods for Countermeasures against Debris Flows. In Armanini A. et Masanori M. (Eds.): Recent Developments on Debris Flows. Lecture Notes in Earth Sciences. Berlin, Heidelberg: Springer, 166-185. DOI : [10.1007/BFb0117768](https://doi.org/10.1007/BFb0117768)
- Piton G., Carladous S., Recking A., Tacnet J.-M., Liébault F., Kuss D., Quefféléan Y., Marco O. (2019)** – Fonctions des barrages de correction torrentielle. *Cybergeo : Revue européenne de géographie / European journal of geography*. DOI : [10.4000/cybergeo.32190](https://doi.org/10.4000/cybergeo.32190)
- Préfecture de Fukuoka et Mairie d'Asakura (2019)** – Heisei nijūkyū nen kyūshū hokubu gō - Asakurashi kirokushi – Les pluies torrentielles de juillet 2017 dans le nord de Kyūshū – Registre de la mairie d'Asakura, 56 p.
- Shimatani Y., Nakano K., Taura F. (2020)** – Record of the village conference in the northern Kyushu heavy rain disaster in 2017: 17 villages 46 build buck better newspapers: From despair to hope. BBB series, Amamizu bunko, 185 p.
- Shimizu M., Kanai S., Hotta N., Lissak C., Gomez C. (2020)** – Spatial Distribution of Drifted-wood Hazard following the July 2017 Sediment-hazards in the Akatani river, Fukuoka Prefecture, Japan. *Forum Geografi*, 34 (2), 96-111. DOI : [10.23917/forgeo.v34i2.12434](https://doi.org/10.23917/forgeo.v34i2.12434)
- Souyri P.F. (2010)** – Nouvelle histoire du Japon. Paris, Perrin, 662 p.
- Takata H., Sato T., Liu Y., Shimatani Y. (2023)** – The effectiveness of mountain river restoration using boulder and Keystone - Changes 10 years after restoration of the Yamatsuki river. *Advances in River Engineering*, 29, 263-268. DOI : [10.11532/river.29.0_263](https://doi.org/10.11532/river.29.0_263)
- Takeuchi K. (1998)** – Traditional View of Nature and Natural Resources Management in Japan: Sustainable Development and Geographical Thought. *Hitotsubashi Journal of Social Studies*, 30 (2), 85-93.
- Takeuchi K. (2003)** – Satoyama, the Traditional Rural Landscape of Japan: With 85 Figures. Tokyo ; New York : Springer. 229 p.
- Technical committee for the rehabilitation of erosion control and river in chikugo right bank catchment (2017)** – Chikugogawa ugan ryūiki kasen-sabō fukkyū gijutsu kentō iin kaihōkokusho – Rapport du comité technique pour la r'habilitation du contrôle de l'érosion et des rivières sur la rive droite du bassin-versant du fleuve Chikugo. Japon, 130 p.
- Umemoto T., Kawai Y., Kitamoto G., Matsuki H. (2021)** – Akatani kawa ryūiki ni okeru kōkatekina dosha-ryūboku hozoku shisetsu no kentō - suiri mokei wo katsuyōshita sabō shisetsu no kentō jirei - Examen de la capture efficace des sédiments et du bois flotté dans le bassin-versant de la rivière Akatani - Étude de cas des installations de contrôle de l'érosion appliquée à l'expérience d'un modèle hydraulique. MLIT Kyūshū Regional Development Bureau, 1 (3), 6 p.
- UNDRR (2020)** – Structural and Non-Structural Measures. United nations for Disaster Risk Reduction. <https://www.undrr.org/terminology/structural-and-non-structural-measures>
- Ville d'Asakura et Conseil autonome de prévention des risques de la communauté de Masue (2013)** – Masue chiiki jishu bōsai mappu - Carte indépendante de risque de l'arrondissement de Masue. 1 p.
- Whittaker D.H., Scollay R. (2017)** – La renaissance de l'agriculture japonaise? Laure Cordesse (trad.). In Allaire G. et Daviron B. (Eds.): Transformations agricoles et agroalimentaires : entre écologie et capitalisme, Versailles, Éditions Quæ, 99-117.
- Wohl E., Lane S.N., Wilcox A.C. (2015)** – The science and practice of river restoration. *Water Resources Research*, 51 (8), 5974-5997. DOI : [10.1002/2014WR016874](https://doi.org/10.1002/2014WR016874)

Abridged English Version:

Located in the mountainous region of northern Kyushu, Japan, the Akatani watershed spans 20 km². It is part of the traditional *satoyama* system, *i.e.*, a socio-ecological framework characterized by small-scale agriculture, rural settlements, social practices, and biodiversity. According to M. Meunier (1991) classification, rivers in Akatani watershed are torrent and torrential rivers (fig. 3D) draining steep terrain in small-sized catchment area, which are common features of Japanese river watersheds (Mochizuki and Ueda, 2003). Coupled with these features, the region's subtropical climate makes it prone to hydrological and sedimentary hazards, exacerbated by geological fragility (fig. 3A, B). Rural depopulation and aging populations further weaken socio-economic stability, leaving communities vulnerable to extreme natural events. The torrential rains of July 5-6, 2017, unleashed 516 mm of rainfall within 24 h (fig. 3C). It represents 1.2 times the region's monthly average. The floods triggered massive landslides and torrents that damaged infrastructure, submerged settlements, and disrupted the watershed's hydrological equilibrium. This rare, high-magnitude event compelled the Japanese government to launch an emergency restoration program focusing on hydraulic engineering solutions (MLIT, 2017). We assume the restoration of the hydrographic network has modified the organisation of the watershed and its landscape, through the disappearance of settlement areas, and the enlargement and consolidation of agricultural plots in the

narrow valleys. The study adopts a diachronic approach to assess the physical and social impacts of the disaster and subsequent restoration. Government data, satellite imagery, and field surveys conducted between 2022 and 2024 provided insights into land use changes, settlement dynamics, and hydrographic alterations. Mapping and Geographic Information Systems (GIS) were used to document the landscape evolution, while field visits validated data and captured first-hand accounts from affected residents.

Due to the hazards triggered by heavy rainfall on the 5-6 July, 2017, channel widths expanded significantly from 8 to over 70 m in places (JSCE, 2020). Recalibration efforts reduced sinuosity, creating straighter, wider channels compared to pre-disaster situation to manage future floods more effectively (fig. 4). New torrential correction dams, known as *sabo* dams in Japan, were installed to trap sediment and driftwood, altering the functional and visual dynamics of the landscape. While these measures improved flood mitigation, they standardized river geometry, reducing its ecological variability. Settlements suffered severe losses, with 40.9% of buildings located in hazard zones. Between 2009 and 2022, the overall built area declined by 25%, with some hamlets entirely erased. Many residents did not return due to policy decisions to avoid reconstruction in risk-prone zones, exacerbating pre-existing rural depopulation trends. Agriculture also transformed dramatically. The number of agricultural plots fell by 42 %, from

2,676 in 2009 to 1,451 in 2022, as smaller plots were consolidated to allow mechanization (fig. 6A-B). This shift undermined the *satoyama's* traditional mosaic-like agricultural system, leading to a homogeneous layout. These changes prioritized efficiency but diminished biodiversity and disrupted cultural practices tied to rural landscapes.

The restoration program demonstrated its efficacy during intense rainfall in 2023, with fewer material losses and no fatalities. However, signs of structural damage, such as sediment-filled dams and eroded channels, highlight concerns about long-term viability. These results question the reliance on rapid, engineering-focused solutions. The 2017 disaster acted as a catalyst, accelerating changes in an already fragile socio-ecological system. While restoration improved infrastructure and agricultural efficiency, it affects ecological diversity, cultural heritage, and traditional rural practices. Limited resident involvement in decision-making underscores a broader technocratic approach, raising questions about balancing rapid and sustainable responses with sustainable, inclusive development in vulnerable regions.