

LA PERCEPTION DU RISQUE TSUNAMI À SINES, PORTUGAL: DE L'IMPORTANCE DU PAYSAGE DANS LA PERCEPTION SOCIALE DU RISQUE

ALAN LIOTARD¹

LYDIE GOELDNER-GIANELLA²

DELPHINE GRANCHER³

DANIEL BRUNSTEIN³

FRANCK LAVIGNE⁴

RÉSUMÉ – ASTARTE est un programme de recherche qui vise à améliorer la résilience des populations européennes aux tsunamis. Une enquête à l'échelle européenne a été conduite en 2014-2015 dans des secteurs littoraux exposés à ce risque. Cet article en présente quelques résultats, en s'interrogeant sur le rôle que la perception récurrente, voire quotidienne, d'un paysage de mer agitée – en l'occurrence l'Océan atlantique, sur la côte portugaise de Sines – peut jouer dans l'identification d'un paysage de tsunami et, dans les comportements spontanés adoptés par les usagers. Le rôle du paysage dans la perception sociale du risque a été évalué en interrogeant un échantillon d'individus – directement sur le littoral –, en les mettant en situation à l'aide de photographies de divers contextes littoraux (tsunamis, tempêtes et marée basse). Il a été demandé aux populations interrogées d'évaluer le niveau de risque qu'ils percevaient sur chaque photographie. Les principales conclusions révèlent que les tsunamis appréhendés à travers des photos pendant l'enquête ont été perçus comme des situations moins risquées que celles montrant des ondes de tempêtes. Ainsi, au Portugal il faudrait sensibiliser davantage les populations à l'importance des signes précur-

Recebido: janeiro, 2016. Aceite: abril, 2017.

¹ Scientific Research Assistant, Laboratory of Physical Geography – UMR 8591, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 92360 Meudon, France. E-mail: alan.liotard@gmail.com

² Professor in Environmental Geography, Laboratory of Physical Geography – UMR 8591, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 92360 Meudon, France. E-mail: lydie.goeldner-gianella@univ-paris1.fr

³ Research Engineer, CNRS, Laboratory of Physical Geography – UMR 8591, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 92360 Meudon, France. E-mail: delphine.grancher@lgp.cnrs.fr; daniel.brunstein@lgp.cnrs.fr

⁴ Professor in Physical Geography, Laboratory of Physical Geography – UMR 8591, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 92360 Meudon, France. E-mail: franck.lavigne@univ-paris1.fr

seurs et non à la simple hauteur des vagues. L'objectif de cet article est de démontrer pourquoi il est important de prendre en compte le facteur paysager dans les campagnes de sensibilisation au risque.

Mots clés: Tsunami; risque; paysage; perception; Portugal.

RESUMO – A PERCEÇÃO DE RISCO DE TSUNAMIS EM SINES, PORTUGAL: A IMPORTÂNCIA DA PAISAGEM NA PERCEÇÃO DE RISCO SOCIAL. ASTARTE é um projeto de investigação que tem como objetivo melhorar a resiliência da população Europeia em relação aos tsunamis. Durante 2014-2015, foi realizado a nível Europeu um inquérito em diversos locais costeiros sob risco de tsunamis. Este artigo apresenta alguns resultados, questionando qual o papel que a perceção regular, ou diária, de uma paisagem de mar agitado – Oceano Atlântico, na zona litoral portuguesa de Sines – pode ter na identificação de uma “paisagem de tsunami” bem como no comportamento espontâneo que os indivíduos poderão adotar neste tipo de perigo. O papel da paisagem na perceção social do risco foi avaliado através da realização de inquéritos a um grupo de indivíduos – diretamente na zona litoral – apresentando-lhes imagens de vários cenários marítimos (tsunamis, tempestades e baixa-mar). Foi requerido a cada inquirido que avaliasse o nível do risco que percecionava em cada imagem. A conclusão principal foi que as imagens que apresentavam ondas de tsunami foram interpretadas como uma situação menos perigosa que as ondas de tempestade. Assim em Portugal, a importância de sinais percussores deve ser mais considerada em campanhas de sensibilização ao invés da altura das ondas. Este artigo tem como objetivo mostrar como é importante ter em conta o fator «paisagem» nas campanhas de sensibilização.

Palavras-chave: Tsunami; risco; paisagem; perceção; Portugal.

ABSTRACT – RISK PERCEPTION OF TSUNAMIS AT SINES, PORTUGAL: THE IMPORTANCE OF LANDSCAPE IN SOCIAL RISK PERCEPTION. ASTARTE is a research program that aims to improve the resilience of European populations to tsunamis. A survey at the European scale was conducted during 2014-2015 on several coastal sites at risk of tsunamis. This article presents a few results by questioning the role that a regular, even daily, perception of a rough sea landscape – here the Atlantic Ocean, on the Portuguese coast of Sines – can play in the identification of a “tsunami landscape” and in the spontaneous behavior of people. The role of the landscape in the social perception of the risk was assessed by questioning a sample of individuals – directly on the littoral field – putting them into situation by showing multiple pictures of maritime scenes (tsunamis, storms and low tide). People inquired were asked to assess the level of risk they perceived on each picture. The main conclusion is that tsunamis’ waves apprehended through pictures during the survey were perceived as a less risky situation than those showing storm waves. Thus in Portugal, the importance of precursor signs should be better considered in awareness campaigns rather than the height of the waves. This article aims to show why it is important to take the « landscape » factor into consideration for awareness campaigns.

Keywords: Tsunami; risk; landscape; perception; Portugal.

I. INTRODUCTION

Si l'Asie semble plus régulièrement et fortement exposée au risque de tsunamiⁱ, il convient de ne pas sous-estimer ce risque sur le littoral européen, bien que les tsunamis y soient peu fréquents et de faible intensité (Dawson, Lockett, & Shi, 2004). Celui de Lisbonne, en 1755, en constitue un exemple connu (Santos & Koshimura, 2015; Mendes-Victor, Oliveira, Azevedo, & Ribeiro, 2008), mais on peut noter qu'un dixième des tsunamis répertoriés dans le monde depuis 1840 se sont produits en Méditerranée (Tinti, Maramai, & Graziani, 2001), en particulier sur ses côtes européennes. Pour remédier à la sous-estimation par la société du risque de tsunami en Europe, un programme de recherches associant huit pays et intitulé ASTARTE (*Assessment, STRategy And Risk reduction for Tsunamis in Europe*), tente depuis 2013 d'améliorer la connaissance et la gestion de ce risque grâce à l'association des géosciences et des sciences humaines. Le programme s'appuie sur plusieurs sites d'étude, tous exposés par le passé à des tsunamis causés par des séismes, des éruptions volcaniques ou des glissements de terrain. Ces sites sont des stations balnéaires aux Baléares (Espagne) et en Turquie, des villes touristiques de la Côte d'Azur (France), de Sicile (Italie) et de Crète (Grèce), des villes portuaires telles qu'Istanbul (Turquie), Tanger (Maroc) ou Sines (Portugal), et un village dans un fjord en Norvège (Goeldner-Gianella, Grancher, Robertsen, Anselme, & Brunstein, 2017). Partant de l'hypothèse d'une culture insuffisante de ce risque, et souhaitant la développer, les chercheurs en sciences sociales ont déployé en Europe une enquête auprès de 1 373 individus (fig. 1), afin d'étudier le degré de connaissance des populations littorales, de même que leur comportement d'évacuation spontanée en cas de perception d'un tsunami ou d'une alerte publique. Si l'enquête met en exergue des niveaux de sensibilité différents selon les pays, elle souligne aussi les particularismes du site portugais.

En effet, le séisme de 1755 et le tsunami associé sont toujours présents dans les mémoires portugaises (Santos & Koshimura, 2015), mais ce dernier risque reste sous-estimé du fait de sa faible probabilité d'occurrence (Rebelo, 2004). Pour améliorer la connaissance et la préparation face au risque, des efforts conséquents ont été réalisés par la Protection Civile portugaise et l'*Instituto Português do Mar e da Atmosfera* (IPMA), afin d'introduire un système national d'alerte dédié aux tsunamis. Ce dispositif a d'ailleurs déjà été formalisé à l'échelle municipale dans les communes de Cascais, Setubal et Lagos. Néanmoins, ce système d'alerte n'est pas encore tout à fait opérationnel ni connu des populations (Ribeiro, Silva, & Leitao, 2011). En guise d'exemple, la fausse alerte tsunami relayée par un garde côte en Algarve pendant l'été 1999ⁱⁱ – qui a été suivie d'un mouvement de panique sur les plages – a contribué à montrer la nécessité d'une meilleure préparation des populations face à ce risque. De plus, il est intéressant de noter que cette erreur est issue d'une mauvaise interprétation paysagère du risque. En effet, l'origine de l'alerte viendrait du fait qu'un garde côte aurait vu un mur d'eau géant vers le large l'amenant à penser à un tsunami, alors qu'il s'agissait en réalité d'une illusion d'optique liée à un mirage. C'est pourquoi une meilleure connaissance de l'aléa tsunami et de ses signes avant-coureurs et une représentation plus juste et nuancée du caractère paysager du risque pourraient contribuer à une meilleure identification de cet aléa, le risque étant bien réel sur les côtes portugaises.



Fig. 1 – Localisation des zones d'études du programme ASTARTE.

Fig. 1 – Localization of the study areas within the ASTARTE program.

1) Lyngen, Norway; 2) Sines, Portugal; 3) Tanger, Morocco; 4) Colonia Sant Jordi, Spain; 5) Nice, France; 6) Syracuse, Italy; 7) Heraklion, Greece; 8) Gulluk bay, Turkey; 9) Haydaparsa (Istanbul), Turkey; n= number of surveyed people on beaches and in their surroundings in 2014 & 2015.

Source: Goeldner-Gianella *et al.* (2015). Deliverable 9.7 (www.astarte-project.eu/index/deliverables.html)

Les organismes de la Protection Civile, chargés de prévenir les risques et d'alerter les populations, travaillent en étroite collaboration avec les organismes de sécurité civile (pompiers, police, etc.) et des laboratoires de recherche en charge de modéliser et prévoir les conséquences des catastrophes. D'ailleurs, les nombreuses modélisations et études sur le tsunami de 1755 ont permis de mieux comprendre ce phénomène, pour anticiper quels seraient les impacts d'un tel scénario en prenant compte les enjeux actuels (Mendes-Victor *et al.*, 2008). A Sines, les équipes de l'IPMA du projet ASTARTE (Wronna, Omira, & Baptista, 2015) ont modélisé les conséquences d'un tsunami comparable au scénario de 1755 : les scénarios modélisés montrent que les limites d'inondation n'atteignent jamais le centre-ville mais qu'elles ont un fort impact sur les plages et l'ensemble des ports de Sines. Ces zones sont donc très vulnérables au risque de tsunami et nécessitent des politiques de sensibilisation adaptées. Toutefois, le port en eaux profondes de Sines ne devrait pas recevoir de « vagues géantes », sachant que plus les littoraux sont profonds, moins le *run up* attendu des vagues est important.

L'intérêt du site de Sines pour l'étude du risque de tsunami réside dans le fait que des enjeux humains et économiques conséquents sont exposés à ce risque. Si le centre historique de la ville surplombant l'océan de 25 à 30 m était à l'abri du risque de tsunami – comme il l'a d'ailleurs été en 1755ⁱⁱⁱ (Falcão, 1987) –, ce ne serait pas le cas de la zone industrialo-portuaire et des plages touristiques situées en contrebas (fig. 2). En effet, la ville de Sines est connue pour son port industrialo-commercial, d'un trafic annuel d'environ 25 millions de tonnes : premier plus grand port du Portugal après Lisbonne, il abrite plusieurs terminaux dédiés à l'accueil des conteneurs, du gaz naturel, du charbon et du pétrole, et contribue fortement aux échanges et à l'économie du pays (fig. 3). Les conséquences d'un tsunami sur les infrastructures du port pourraient être importantes et générer des effets en cascade non négligeables. Enfin, la municipalité a beaucoup investi ces dernières années pour attirer toujours plus de monde sur ses plages. Le réaménagement de l'avenue Vasco de Gama (fig. 2) et l'organisation annuelle du *Festival Músicas do Mundo (FMM)* qui se déroule depuis 2013 sur la plage de Sines témoignent de cette stratégie. En effet, d'après les données disponibles sur le site du FMM, depuis l'été 2013 ce festival a attiré près de 940 000 spectateurs entre 1999 et 2015, soit près de 67 fois la population de Sines composée de 14 000 habitants (INE, 2011). Ce sont donc les enjeux liés aux activités touristiques et portuaires de Sines qui expliquent la vulnérabilité de cette commune.



© Alan Liotard

Fig. 2 – Vue générale sur le site de Sines depuis le Château : la photographie, par une vue plongeante vers l'Est, montre la plage et l'avenue Vasco de Gama (15/03/2014).
Figure en couleur disponible en ligne.

*Fig. 2 – General view of Sines taken from the Castle: this picture, taken from a height looks toward the East, showing the beach and the Avenue Vasco da Gama (15/03/2014).
Colour figure available online.*

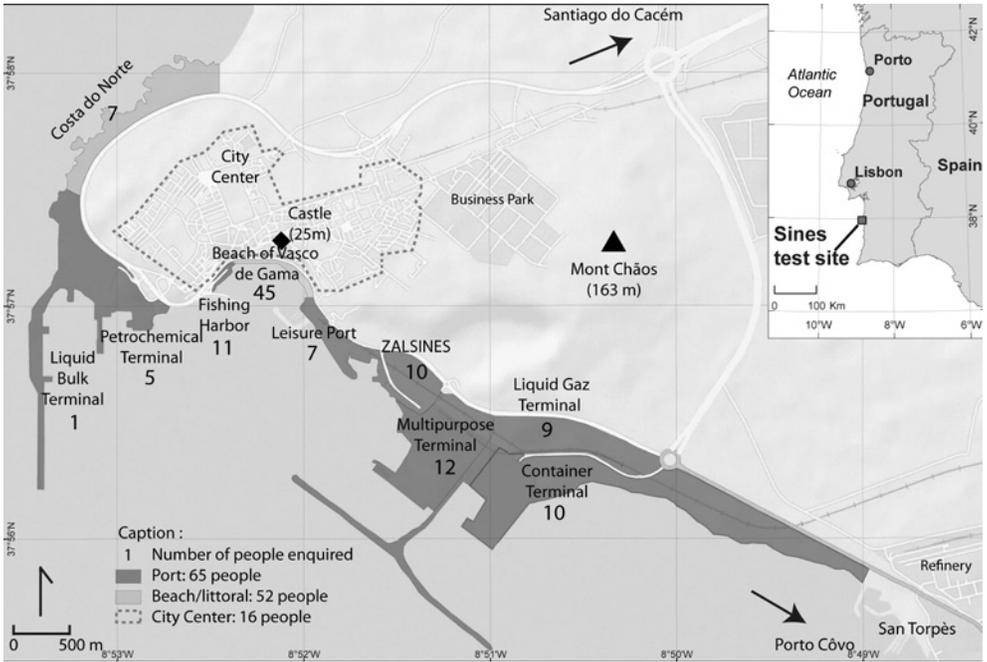


Fig. 3 – Site de Sines et lieux de l'enquête.

Fig. 3 – Site of Sines and zone of the survey.

Le fait que la ville de Sines soit le seul site du programme ASTARTE en contexte océanique nous a, de surcroît, permis d'étudier le rôle joué par le paysage dans l'appréhension d'un danger imminent. En effet, d'une manière générale les tsunamis sont appréhendés comme des événements spectaculaires associés au chaos ou à un cataclysme. Les nombreux filtres culturels véhiculés par l'art et le cinéma participent aussi à cette construction (Tibballs, 2005; Hamblyn, 2014). N'appelle-t-on pas « montagnes » (kai e'e) les tsunamis sur l'île de Hawaï, très exposée à ce risque ? Les plaquettes d'information existantes, bien que ludiques et abordant clairement l'essentiel pour se prémunir des tsunamis, représentent elles aussi l'aléa sous forme de vague géante (Santos, Fernandes, & Carvalho, 2015; Santos, Machado, & Fernandes, 2013). Néanmoins, les tsunamis ne se matérialisent pas toujours dans le paysage par une vague géante. D'ailleurs, la signification du terme japonais tsunami qui peut se traduire par « vague au port montre toute l'ambiguïté qui existe autour de ce risque – comme l'a d'ailleurs mentionné la presse au lendemain du tsunami japonais pour décrire le tsunami matérialisé par un soudain « débordement de la mer » qui a déferlé sur l'est du Japon^{iv}. En effet, les pêcheurs au large ne perçoivent pas forcément l'occurrence du phénomène mais s'en rendent compte une fois de retour au port, par la constatation manifeste des dégâts. D'autre part, les signes précurseurs n'impliquent pas systématiquement un retrait des eaux. Enfin, un tsunami peut prendre la forme d'une rapide montée des eaux avec inondation du littoral, à l'instar d'une submersion marine (Lavigne & Paris, 2011; Heintz & Mahoney, 2008). Partant de ce constat, l'appréhension

du risque tsunami nous paraît moins aisée pour les populations littorales qui sont régulièrement exposées à un paysage maritime sujet aux « grosses vagues », si l'on considère que le paysage du quotidien peut influencer la perception du risque.

Le principal objectif de cette recherche est de s'interroger sur le rôle que la perception récurrente, voire quotidienne, d'un *paysage de mer agitée* – en l'occurrence l'Océan atlantique – peut jouer dans l'identification d'un « paysage de tsunami ». Une enquête focalisée sur la perception de paysages marins montrant des situations à risques contrastées a ainsi été mise en œuvre dans ce site. Sines est le site du programme ASTARTE le plus approprié pour vérifier cette hypothèse : bordant l'océan Atlantique, la ville est régulièrement exposée à l'impétuosité des vagues lors des dépressions hivernales, notamment au niveau de Costa do Norte (fig. 4). En effet, les vagues issues de ces tempêtes peuvent impacter le littoral d'une façon similaire à celle d'un tsunami d'origine sismique (Santos, Mendes-Victor, & Corte-Real, 2014). De plus, au quotidien, le caractère changeant des marées pourrait également influencer la perception des signes précurseurs du risque de tsunami, de même que la présence d'une ligne blanche – régulièrement visible depuis la plage *Vasco da Gama* – résultant de l'éclatement des vagues sur les rochers émergents du cap de Sines.



Fig. 4 – Photographie de *Costa do Norte* (Sines), pendant la tempête « Hercules » le 06/01/014. Figure en couleur disponible en ligne.

Fig. 4 – Picture of Costa do Norte (Sines), during the storm “Hercules” on the 06/02/2014. Colour figure available online.

Source: ©Unknown authors (2014) *Sines – Costa do Norte 06 Janeiro 2014* from Facebook page^v

Après une présentation de la méthode d'enquête et de la méthode de l'analyse paysagère du risque utilisées à Sines, nous nous pencherons sur la perception du risque de tsunami dans ce site, de même que sur ses particularités au regard des résultats généraux de l'enquête ASTARTE. Ceci nous conduira à discuter du fait que résider à proximité d'un littoral agité influence la perception du risque de tsunami, et qu'il serait possible d'améliorer la connaissance du risque en y intégrant la variable paysagère, car elle peut aider à favoriser une approche plus pragmatique du risque.

Table I – Structuration et contenu du questionnaire du programme ASTARTE.

Table I – Structuring and content of the ASTARTE program questionnaire.

Parties de l'enquête ASTARTE	Questions	Questions supplémentaires concernant uniquement Sines
Relations de la personne avec le site d'étude	Q1. Depuis combien de temps êtes-vous ou vivez-vous à Sines ? Q2. A quelle fréquence vous rendez-vous à Sines ? Q3. Pourquoi êtes-vous à Sines actuellement ? Q4. Quelle est votre activité principale, ici à Sines ?	
Connaissance du risque de tsunami	Q5. Quels sont les risques qui peuvent potentiellement affecter la ville de Sines ? Q6. Le niveau de la mer s'est abaissé – ceci est surprenant parce que cela ne correspond pas forcément au mouvement habituel des marées – et vous voyez une onde blanche se dessiner au large : que faites-vous ? 1) Je me rapproche pour observer, 2) Je quitte la plage, 3) Je recherche un endroit surélevé. Q7. Vous ressentez un séisme et vous êtes sur le littoral : vous restez sur place car il n'y a pas de risque ou vous quittez la plage ? Q8. D'après vous, qu'est-ce qu'un tsunami ? Q9. ... et comment un tsunami est-il créé ? Q10. Où avez-vous entendu ou appris le terme tsunami ? Q11. D'après vous, le site de Sines a-t-il déjà été affecté par un tsunami ? Q12. Si oui, quand ? Q13. Est-ce que vous pensez que Sines pourrait être affecté par un tsunami, à l'avenir ? Q14. Si Sines était affecté par un tsunami, d'où pourrait-il provenir ? Q15. D'après vous, quelle taille maximale pourrait atteindre la vague d'un tsunami ici à Sines ? Q16. Qu'est-ce qui indique qu'un tsunami pourrait se produire rapidement, quels sont les signes précurseurs d'un tsunami ?	– <u>Photo (Fig. 5a)</u> : Lorsque vous voyez des vagues comme celles-ci, pensez-vous qu'il s'agisse d'une situation risquée, ou peu risquée ? – <u>Photo (Fig. 5b)</u> : même question que pour la photo 5a. – <u>Photo (Fig. 5c)</u> : même question que pour la photo 5a. – <u>Photo (Fig. 5d)</u> : même question que pour la photo 5a.
Comportement et évacuation	Q17. Par quel(s) moyen(s), évacueriez-vous ? Q18. Qu'est-ce qui pourrait vous empêcher d'évacuer ou ralentir votre évacuation ? Q19. Si vous étiez sur la plage, où iriez-vous ? Q20. Carte : Pouvez-vous identifier un site sûr sur cette carte ? Q21. Carte : Quel chemin emprunteriez-vous en cas d'alerte au tsunami ?	
Système d'alerte et information	Q22. D'après-vous existe-il un système d'alerte pour les tsunamis à Sines ? Les autres questions relatives au système d'alerte n'ont pas été abordées dans l'article.	
Profil de l'enquêté	Q23. Nationalité Q25. Pays de résidence Q26. Commune de résidence Q27. Année de naissance Q28. Genre Q29. Avez-vous votre propre voiture ? Q30. Avez-vous des personnes à charge ? Q31. Quel est votre niveau d'étude ? Q32. Quel est votre métier ? Q33. Lieu de l'enquête	

II. METHODOLOGIE

1. Une vaste enquête sur les tsunamis en Europe

Cet article présente l'enquête ASTARTE, réalisée auprès de populations exposées au risque de tsunami dans le site de Sines. S'inspirant de Bird et Dominey-Howes (2007), un questionnaire général, mais comprenant aussi des questions propres à chaque site, a été déployé auprès de 1 373 personnes en 2014-2015 dans huit pays européens (fig. 1), sur les plages et leurs abords. Le questionnaire, d'une durée de 15 à 30 minutes, se compose d'une cinquantaine de questions, majoritairement fermées. Elles portent sur la relation de la personne interrogée avec le site d'étude, sa connaissance du risque de tsunami, son comportement en cas de tsunami, ses connaissances et opinions sur l'alerte éventuellement donnée et son profil personnel (table I). Trois catégories de personnes ont été interrogées dans l'enquête : des personnes vivant, travaillant ou en vacances dans le site d'étude. L'enquête, dans le cas de Sines, a aussi comporté 4 questions supplémentaires relatives aux paysages de tempête et de tsunami (table I), pour nous permettre de tester les liens que nous avons présumés entre la perception des paysages marins et celle du risque de tsunami. En effet, 86% des individus interrogés vivent dans une ville littorale océanique (Sines comprise), et connaissent donc bien *a priori* les paysages marins et les aléas liés à la mer. De ce fait, pour préciser la méthode d'enquête employée, il convient d'approfondir la notion de paysage et le rôle de l'analyse paysagère dans l'appréhension d'un risque.

2. Le rôle de l'analyse paysagère dans l'appréhension d'un risque

Le paysage est défini par la Convention européenne du paysage de Florence comme « une partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leur interrelations » (www.coe.int/fr/web/convention/full-list/-/conventions/treaty/176). Le paysage est donc une réalité visible, voire audible, mais qui s'avère également soumise à la perception des individus et donc à différentes interprétations. Dans le cas de Sines, nous nous intéressons au rôle de la perception sociale du paysage dans l'appréhension du risque. Le débat existant autour de l'estampe japonaise de *La Grande Vague* de Kanagawa d'Hokusai, tantôt appréhendée comme un tsunami, tantôt comme une vague scélérate (Cartwright & Nakamura, 2009), montre en l'occurrence que la représentation paysagère d'un danger peut être soumise à différentes interprétations. Dans *Les Cicatrices du Paysage*, P.-F. Mourier (2000) évoque des paysages potentiellement bouleversés par un désordre de type catastrophe naturelle. J. Cloarec (1989) parle directement, pour sa part, de « paysage catastrophe ». Il différencie le « paysage du chaos », associé au spectaculaire et à la transformation du paysage en temps réel, simultanément à l'aléa dont il découle, du « paysage événement », plus durable et associé aux conséquences d'une catastrophe sur les composantes paysagères. En prenant l'exemple d'une tempête, il démontre que la création d'un paysage-chaos, puis d'un paysage-événement, influencent l'opinion publique et donc la perception du risque de

tempête. Le paysage est donc vecteur d'une certaine information sur le risque. Dans le cas de notre étude le « paysage de tsunami » correspond à la première étape du « paysage catastrophe », celle qui montre une transformation du paysage associé à l'occurrence de l'aléa – avant création d'un « paysage du chaos ». Cette transformation peut prendre différentes formes telles que l'apparition d'une onde blanche vers le large ou une vague géante à l'horizon ou à l'inverse un rapide retrait de la mer.

Allant plus loin, d'autres chercheurs considèrent que l'étude de la relation entre paysage et risque pourrait permettre de rendre compte des spécificités paysagères attribuées à un risque, pour améliorer la connaissance et la prévention de ce risque (Tolle, 2005). L'Association Internationale pour l'Écologie du Paysage prônait, en l'occurrence, dès 2003 de passer par l'écologie du paysage ou la modélisation du paysage pour favoriser l'évaluation et la gestion du risque : c'est ce que font, par exemple, les chercheurs qui travaillent sur la transmission d'un parasite par les renards en lien avec la distribution des prairies permanentes dans un paysage ou, à l'inverse, sur la compréhension de l'évolution d'un paysage végétal à travers l'analyse des risques auxquels il est soumis – comme dans le cas des incendies dans les garrigues catalanes (Vanpeene-Bruhier, 2003).

Dans le cas de Sines, nous avons cherché à mesurer concrètement cette relation entre perception d'un paysage et perception d'un risque, en la proposant aux enquêtés. En effet, dès l'arrivée à Sines et avant la conduite de l'enquête, des échanges informels avec les populations locales sur leur perception de la mer et du littoral portugais, laissaient déjà transparaître que les individus interrogés étaient habitués aux « grosses vagues » (Liotard, 2014). En présentant des photographies d'ondes de tsunamis mais aussi de tempêtes, l'objectif principal était de vérifier si les aléas étaient clairement identifiés par les populations et distingués les uns des autres.

3. Utiliser des photographies de paysage pour appréhender le risque de tsunami

Pour ce faire, nous nous sommes inspirés de la méthode de la photo-élicitation (Le Lay, Piegay, & Cossin, 2005; Bigando, 2013), en l'appliquant à quatre photographies de milieux littoraux plus ou moins soumis à des aléas venus de la mer.

La première photographie montre une vague de 10 mètres ayant touché le littoral de Sendai au Japon en 2011 (fig. 5a) : l'utilisation d'une prise de vue plongeante, comme dans ce cas, paraît bien adaptée à une enquête conduite à Sines car il est possible d'avoir une vue comparable de la mer depuis la ville haute (fig. 2). La deuxième photo montre un tsunami (Heintz & Mahoney, 2008, p. 15) ayant touché les plages touristiques de Thaïlande en 2014 (fig. 5b). Si la présence de touristes pourrait laisser entendre, aux personnes interrogées, que la situation n'est pas risquée, la zone de sable humide devait toutefois susciter la crainte car elle montre que le niveau de la mer est récemment descendu. De plus, cette photographie matérialise très bien le tsunami prenant la forme d'un grand mascaret (ou *bore*), qui ne semble pas s'apparenter à une vague géante de tsunami. Or, ce profil de vague de tsunami se retrouve régulièrement au niveau des littoraux océaniques profonds (comme c'est le cas à Sines) avec des hauteurs de vagues paraissant moins

importantes. Les deux autres photos sont d'origine locale : la première est celle d'une onde de tempête dans le site à risque de Costa do Norte, photographiée peu avant la tempête Hercules de 2014 (fig. 5c); la seconde montre la plage de San Torpes, très fréquentée par les touristes et les résidents locaux pour des activités nautiques (fig. 5d). Il s'agit d'une plage photographiée à marée basse. L'utilisation de ces photographies locales nous a permis de montrer la réalité du terrain, sur le littoral de Sines.

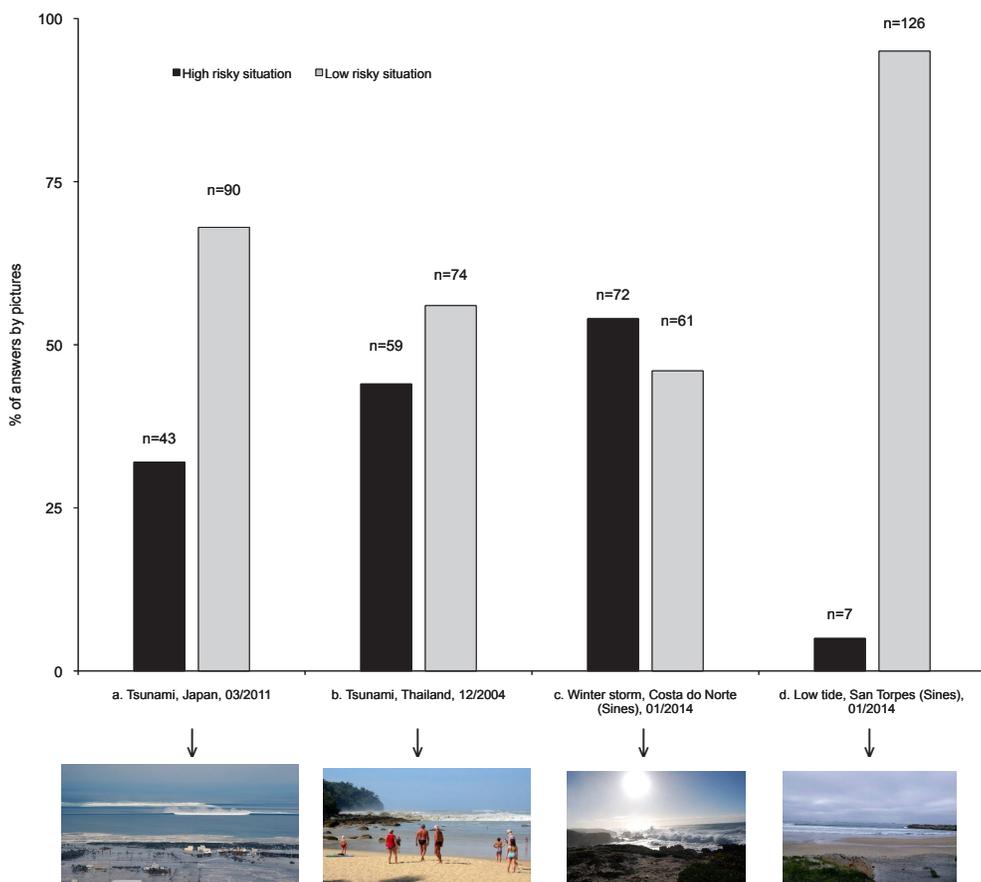


Fig. 5 a, b, c, d – Evaluation de la perception du risque de « submersion marine » sur la base de photographies (n = 133), enquête réalisée à Sines de mars à avril 2014.^{vi}
Figures en couleur disponible en ligne.

Fig. 5 a, b, c, d – Assessment of the perception of the risk of «marine submersion» on the basis of pictures (n = 133), survey conducted in Sines from March to April 2014.
Colour figures available online.

La question suivante était posée quatre fois aux individus interrogés, en même temps qu'étaient successivement montrées les quatre photos : *lorsque vous voyez des vagues comme celles-ci, pensez-vous qu'il s'agit d'une situation risquée, ou peu risquée ?*

Pour limiter les biais relatifs aux photographies, nous avons présenté l'ensemble de celles-ci dans un grand format (A4) et en noir et blanc (Collot, 1986), mais également au début de l'enquête, avant les questions portant sur le risque tsunami, sujet principal de l'enquête.

III. RESULTATS

1. Résultats généraux de l'enquête : la perception du risque de tsunami à Sines

Au Portugal, ce sont 133 personnes qui ont été interrogées, parmi lesquelles la grande majorité travaille à Sines sans y vivre (77%) et 10% et 13% respectivement y vivent ou y font du tourisme (Q3). L'échantillon se compose d'une population assez jeune, avec 82% des enquêtés de moins de 49 ans (Q27). Les hommes sont surreprésentés (Q28, 58%) et la majorité des individus est plutôt surdiplômée (Q31, 40% d'entre eux ayant un diplôme de l'enseignement supérieur) – mais les personnes faiblement diplômées sont également très nombreuses. La catégorie socioprofessionnelle la plus représentée (Q32) est celle des employés (30%), suivie de très près par celles des sans emploi (étudiants, chômeurs, à 23%) et des cadres et professions intellectuelles supérieures (17%). La majorité des répondants se trouvait dans le port (49%) lors de l'enquête, les autres ont été interrogés sur la plage (39%) et au centre-ville (12%) (fig. 3, Q33). La plupart des individus interrogés connaissent très bien la ville de Sines (Q2) : ils y viennent chaque jour (pour 60% d'entre eux) ou depuis plus de 10 ans (38%). Enfin, 86% des individus interrogés vivent dans une ville littorale océanique (Sines comprise) (Q26), et connaissent donc bien a priori les paysages marins et les aléas liés à la mer.

En début d'enquête – et là encore avant d'évoquer explicitement les tsunamis –, il était demandé aux personnes interrogées de citer les risques pouvant potentiellement affecter la zone d'enquête (Q5). Le risque tsunami n'a été spontanément cité qu'en 5^e position au Portugal, derrière d'autres risques d'origine naturelle ou anthropique. Pour autant, le risque de tsunami est relativement bien connu à Sines : près de 8 individus sur 10 définissent le mot comme une « vague », « grande » ou « destructrice » (Q8), et 9 sur 10 attribuent ce phénomène à un tremblement de terre (Q9). Les signes précurseurs d'un tsunami sont également clairement mentionnés (Q16) : le retrait de la mer, un séisme ou une grande vague à l'horizon. La connaissance de ces signes est très importante car elle met les individus en alerte et peut déclencher un processus spontané d'évacuation – au contraire de ce qui s'est passé en 2004 en Thaïlande et en Indonésie, du fait d'une mauvaise connaissance de ces signes. Si la connaissance de l'aléa tsunami paraît donc globalement bonne, ce n'est pas le cas de celle du système d'alerte (Q22) : les deux tiers des enquêtés ne savent pas si un système d'alerte existe à Sines. Seul un quart considère qu'il n'existe pas – ce qui est la bonne réponse.

Plus de la moitié des enquêtés ont appris la signification du terme tsunami (ou *maremoto* en portugais) à l'école (Q10). En 1755, le Portugal a fait face à un important tremblement de terre suivi d'un tsunami (Santos & Koshimura, 2015). Cette double catastrophe fait partie intégrante de l'histoire nationale et est évoquée à l'école. L'enquête montre que cet événement n'a pas été complètement oublié à Sines, bien que la mémoire du risque tende généralement à s'estomper avec le temps. En effet, 71% des enquêtés pensent qu'un tsunami pourrait de nouveau affecter le secteur de Sines (Q13), mais seuls 15% font spécifiquement référence au tsunami de 1755, survenu il y a deux siècles et demi, lorsqu'on leur demande à quelle date un tsunami s'est déjà produit à Sines (Q11, Q12).

La population interrogée a également été sensibilisée à ce risque par le biais des médias, en particulier lors des tsunamis de 2004 et 2011 (Q10). L'utilisation de supports visuels marquants, propre aux médias, a ainsi pu contribuer à diffuser une vision exacerbée du risque, comme on le constate sur un dessin d'enfant réalisé à l'occasion de l'enquête^{vii} (fig. 6) : le tsunami y est représenté de façon « spectaculaire », reprenant peu ou prou la vision dramatique de l'événement telle qu'elle est véhiculée par les médias. La hauteur disproportionnée de la vague, en comparaison de celle des maisons traditionnelles d'un étage de l'Alentejo, et la représentation des nuages noirs et des éclairs viennent corroborer cette idée. Cette exagération du risque ressort aussi de l'enquête : 46% des personnes interrogées s'attendraient à une vague supérieure à 10 mètres (Q15), soit une vague beaucoup plus haute que ce que laissent attendre les modélisations effectuées par l'IPMA (Wronna *et al.*, 2015).

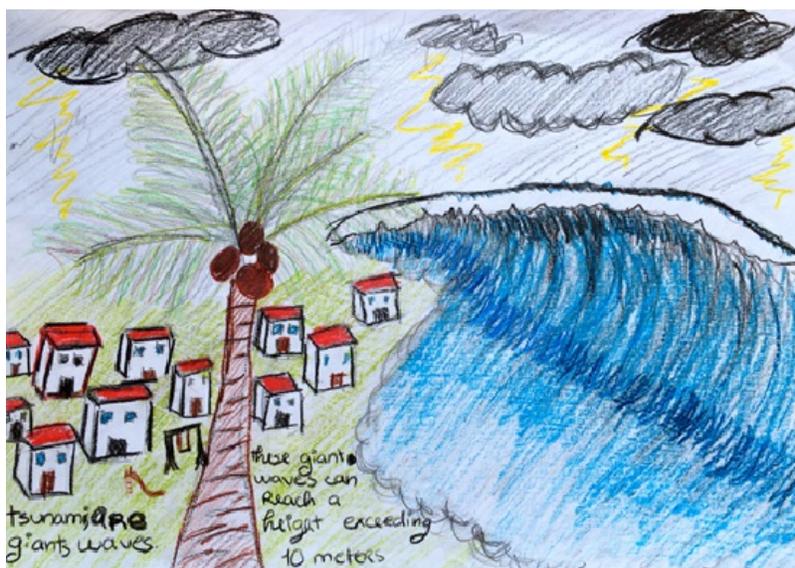


Fig. 6 – Dessin de tsunami réalisé par une adolescente de 12 ans habitant Sines, avril 2014.

Figure en couleur disponible en ligne.

Fig. 6 – Drawing of a tsunami by a 12-year-old from Sines, April 2014.

Colour figure available online.

Cette connaissance ou exagération du phénomène sont sans doute à l'origine d'un comportement majoritairement prudent des personnes interrogées : près de 9 personnes sur 10 évacueraient la plage après avoir ressenti un séisme (Q7). Il faut dire qu'à Sines, la relative faible hauteur des constructions du centre-ville et la présence de nombreux espaces ouverts contribuent à ce que la plage ne soit pas considérée comme l'unique lieu de refuge post-séisme – alors qu'elle est souvent perçue ainsi – à tort – dans des villes plus importantes, comme Nice (France). Sur les 133 personnes interrogées, 39% ont précisé qu'elles trouveraient refuge dans le centre de Sines – dont un peu moins de la moitié dans le Château – et 30% iraient jusqu'au Monte Chãos, point culminant à l'est du centre-ville (Q19, Q20, Q21, fig. 3).

2. Les particularités des résultats du site portugais dans l'enquête ASTARTE

Certaines spécificités du cas portugais sont particulièrement mises en exergue si on les compare aux résultats obtenus dans d'autres sites d'enquête du programme ASTARTE, en particulier en Méditerranée (Lavigne, 2014; Goeldner-Gianella *et al.*, 2015). Ainsi le classement du risque de tsunami en 5^e position des risques spontanément cités à Sines (Q5) ne paraît pas si alarmant au regard du classement obtenu dans les autres pays du programme, où, rappelons-le, le risque tsunami est systématiquement avéré. Ce risque a été spontanément cité en 4^e position en France, mais seulement en 7^e, 9^e et 11^e positions respectivement en Turquie, Espagne et Italie.

Un autre résultat à retenir dans le cas portugais concerne le rôle important de l'école. En l'occurrence, 51% des personnes interrogées à Sines mentionnent l'école comme source de connaissance sur le risque de tsunami (Q10), alors que ce taux ne s'élève qu'à une fourchette comprise entre 15 et 23% dans les autres pays d'Europe du Sud du programme. En contrepartie, le rôle de la télévision est quelque peu amoindri au Portugal, au regard de son importance ailleurs.

Mentionnons, enfin, la bonne connaissance des signes précurseurs d'un tsunami, à Sines (Q16). Certes, en Europe du Sud, les réponses montrent en général un certain niveau de connaissance de ces signes : sur les cinq premières réponses mentionnées, 32% des personnes interrogées citent un séisme, 28,6% un retrait de la mer et 17,1% un comportement animal inhabituel (table I). Toutefois, à comparer les réponses, on constate que celles qui ont été obtenues à Sines tranchent quelque peu (table II). En effet, personne à Sines n'a mentionné qu'il ne savait pas répondre à cette question – ce qui corrobore l'idée d'une bonne connaissance du risque de tsunami dans ce secteur. Par ailleurs, le retrait de la mer est, de loin, le premier des signes mentionnés. Pour autant un autre signe lié à la mer, comme la présence d'une grande vague à l'horizon, est lui très en retrait : les enquêtés de Sines sont ceux qui mentionnent le moins ce signe spécifique, en Europe du Sud.

Table II – Réponses à la question : *Qu'est ce qui indique qu'un tsunami pourrait se produire rapidement (les signes précurseurs) ?*, parmi les cinq premières réponses mentionnées (Enquête ASTARTE, Q16, 2014-15, en %).

Table II – *Answers to the question: What indicates that a tsunami could happen quickly (early signs)?, among the first five responses mentioned (ASTARTE survey, Q16, 2014-15, in %).*

	Total	Portugal	Turquie	France	Italie	Espagne
Séisme	32,0	34,2	37,3	32,5	27,6	16,6
Retrait de la mer	28,6	44,5	23,2	23,9	33,7	41,2
Comportement animal	17,1	9,6	20,0	17,8	14,8	13,3
Grande vague	15,4	11,6	14,4	14,6	19,8	18,0
Ne sait pas	6,9	0,0	5,1	11,2	4,1	10,9

3. Une insuffisante reconnaissance des « paysages de tsunamis » dans un contexte maritime agité

L'étude des relations entre la perception des paysages marins et la perception du risque de tsunami permettra d'éclairer ce dernier point. L'analyse du commentaire des photographies montre, en effet, que les individus ont généralement sous-estimé le risque lorsqu'il était associé à un paysage de tsunami, alors qu'ils l'ont surestimé pour des paysages de tempête, localement plus fréquents et davantage « vécus ». Ainsi, la photographie représentant une onde de tempête à Costa do Norte (fig. 5c) a suscité une perception du risque plus marquée que celles des tsunamis de 2004 et 2011 (fig. 5a et 5b). Par ailleurs, alors que de nombreux individus ont cité le retrait de la mer comme signe précurseur potentiel (table II), la photographie de la plage à marée basse (fig. 5d) a été très largement perçue comme peu risquée, en partie du fait du caractère habituel des marées basses sur ce littoral.

Le croisement des réponses obtenues pour chaque photographie avec d'autres données du questionnaire a permis de corroborer ces hypothèses, en identifiant plusieurs relations significatives, validées par le test du khi2. Parmi les personnes qui ont jugé la photographie du tsunami japonais (fig. 5a) comme peu risquée, on constate que 63% d'entre elles vivent à Sines depuis plus de 10 ans et que 64% travaillent à Sines. Celles qui jugent la photographie du tsunami thaïlandais (fig. 5b) comme peu risquée vivent aussi davantage sur le littoral que dans l'arrière-pays. En parallèle, 95% des personnes qui vivent sur le littoral assimilent la photographie de marée basse (fig. 5d) à une situation peu risquée alors que 77% des personnes qui vivent à Sines jugent risquée la situation présentant la tempête Hercules (fig. 5c). Ainsi, nous pouvons considérer que le rapport régulier au paysage océanique – qu'on peut même qualifier de paysage quotidien – a rendu l'exposition aux « grosses vagues » tellement habituelle qu'une image de tsunami (sous la forme d'une grosse vague) est moins perçue, ici, par la population de travailleurs ou de résidents comme une situation risquée.

Il reste à discuter de cette spécificité locale et à émettre quelques préconisations en matière d'information sur le risque, adaptées au cas portugais.

IV. DISCUSSION/CONCLUSION

1. Une lecture difficile du paysage de tsunami, se vérifiant sur le littoral de Sines

A l'image de la figure 6, la synthèse des entretiens que nous avons menés à Sines, en plus du questionnaire, auprès d'habitants et de travailleurs du Port montre que les tsunamis sont appréhendés comme des évènements spectaculaires et qu'ils sont de fait souvent attendus comme étant plus conséquents que les submersions liées aux tempêtes hivernales. Habiter à proximité du littoral atlantique et percevoir régulièrement un paysage de mer agitée, voire un paysage de tempête matérialisé par de grosses vagues, rendrait l'appréhension du risque tsunami plus difficile pour les Portugais. A Sines, en particulier, l'agitation des flots vers le large pourrait être d'autant plus difficile à interpréter que, par beau temps, il est possible d'observer une ligne blanche à l'horizon pouvant faire penser à l'arrivée d'un tsunami. Enfin, si la Commission Intergouvernementale Océanique de l'UNESCO (2013) tolère l'utilisation du concept de « météo-tsunami » pour décrire de fortes vagues associées à certaines tempêtes comme Hercules en janvier 2014, il semble que cette tolérance sémantique ajoute de la confusion à la compréhension de cet aléa par la société portugaise. De plus, les effets des submersions marines risquent d'être accentués dans le futur en considérant les impacts du changement climatique et de la montée du niveau marin. Par conséquent, les tempêtes hivernales pourraient avoir des effets de plus en plus redoutables et connus des populations, en particulier sur la façade atlantique de l'Europe. En considérant cette tendance déjà d'actualité et les similitudes en termes d'impacts entre tsunamis et ondes de tempêtes (Santos *et al.*, 2014), il est fort possible que dans le futur la confusion entre ces aléas soit encore plus importante. C'est pourquoi il conviendrait de bien informer les populations sur les spécificités propres à chacun des aléas maritimes. En effet, si les grosses vagues associées à des tsunamis évoquent moins le danger que celles des ondes de tempêtes, on peut parler d'un biais majeur dans la perception du risque tsunami en contexte océanique. Par extension, il pourrait s'agir d'une limitation applicable à l'ensemble des populations européennes qui nécessiterait d'être davantage et plus largement étudiée, surtout dans le contexte de la montée du niveau des océans.

L'appréhension paysagère du risque de tsunami nous semble donc sous-estimée sur les littoraux océaniques agités, en particulier par les résidents permanents. En outre, il est fort probable que les personnes de passage tels les touristes aient une méconnaissance de l'environnement maritime océanique et des phénomènes physiques qui le régissent (heures des marées, processus de formation des « grosses vagues », etc.) et qu'ils ne soient pas en mesure d'identifier dans quelles circonstances le retrait des eaux serait un signe précurseur. C'est notamment ce qui s'est produit lors du tsunami de 2004 en Thaïlande, lorsque certains touristes ont tardé à évacuer malgré le retrait de la mer et l'observation d'une onde blanche au large (Lavigne & Paris, 2011).

2. Préconisations pour améliorer la prévention du risque tsunami en Europe ?

2.1. Porter plus d'attention au paysage quotidien de mer agitée

Pour améliorer la prévention du risque de tsunami à Sines, et plus généralement en Europe, une première préconisation serait de déconstruire l'image d'un tsunami systématiquement spectaculaire, car celle-ci conduit les populations à ne plus porter suffisamment attention à des vagues moins hautes, qui demeurent pourtant dangereuses, du fait de leur forte énergie, et peuvent être à l'origine de submersions spatialement étendues et de pertes humaines. La constitution d'une plaquette ludique et dédiée aux « submersions marines », qui proposerait différentes mises en scène basées sur le paysage local en cas de tsunami, pourrait palier ces difficultés, de même que l'utilisation de photographies non spectaculaires. Envisager des dessins de paysages de tsunami plus conformes aux réalités locales, séparant donc les cas des mers fermées calmes de ceux des océans quotidiennement agités, nous paraît aussi à prôner.

2.2. Communiquer autrement sur les tsunamis

Une préconisation majeure pour faire face au risque tsunami en Europe serait d'adopter une approche globale dans les campagnes de sensibilisation au risque et dans l'identification des sites sûrs. Malgré une origine physique bien distincte, les submersions de tempêtes et les tsunamis peuvent avoir des conséquences comparables (Santos *et al.*, 2014). Ainsi, il pourrait être intéressant de communiquer sur ces risques en parlant plutôt de submersion marine dans le but d'approcher conjointement ces deux aléas. D'ailleurs, appréhender les risques en considérant une approche par leurs conséquences plutôt que de leurs origines physiques est une stratégie de prévention qui permet d'être plus globale, générique et synthétique. Spécialiste des plans de gestion de crise, Heiderich (2010) préconise ce type d'approche, notamment dans les entreprises, de manière à rendre plus opérationnelles les procédures en cas de crise. Enfin, l'utilisation du terme « submersion marine » pourrait être plus facilement accessible pour un large auditoire et permettrait de capter plus facilement l'attention des Européens qui pourraient, à tort, négliger une fiche dédiée aux tsunamis, du fait d'une fausse certitude que ce risque ne concernerait pas les littoraux européens.

FINANCEMENT

Ce travail a été financé dans le cadre du programme ASTARTE – Assessment, Strategy And Risk Reduction for Tsunamis in Europe – FP7-ENV2013 6.4-3, Grant 603839.

RÉFÉRENCES

- Bigando, E. (2013). De l'usage de la *photo elicitation interview* pour appréhender les paysages du quotidien: retour sur une méthode productrice d'une réflexivité habitante. [The use of *photo elicitation interview* for apprehending everyday landscapes: feedback from a method producing a reflexivity of local citizens.] *Cybergeog: European Journal of Geography*, 645. doi: <http://cybergeog.revues.org/25919>
- Bird, D., & Dominey-Howes, D. (2007). Testing the use of a 'questionnaire survey instrument to investigate public perceptions of tsunami hazard and risk in Sydney, Australia. *Natural Hazards*, 45(1), 99-122.
- Cartwright, J.-H., & Nakamura, H. (2009). What kind of a wave is Hokusai's Great wave off Kanagawa? *Notes and Records of the Royal Society*, 63(2), 119-135.
- Cloarec, J. (1989). Le paysage « catastrophe »: Symboles et réalités [The « disaster » landscape: symbol and reality]. *Ethnologie française*, 19(3), 299-303.
- Collot, M. (1986). Points de vue sur la perception des paysages [Opinions on the perception of landscapes]. *L'Espace géographique*, 15(3), 211-217.
- Dawson, A.-G., Lockett, P., & Shi, S. (2004). Tsunami hazards in Europe. *Environment International*, 30(4), 577-585.
- Falcão, J.-A. (1987). *Memória Paroquial do Concelho de Sines em 1758* [Parochial memories from the County of Sines in 1758.]. Santiago do Cacém: Real Sociedade Arqueológica Lusitana.
- Goeldner-Gianella, L., Grancher, D., Robertsen, O., Anselme, B., Brunstein, D., & Lavigne, F. (2017). Perception of the risk of tsunami in a context of high-level risk assessment and management: the case of the fjord Lyngen in Norway. *Geoenvironmental Disasters*, 4(1), 7.
- Goeldner-Gianella, L., Grancher, D., Karanci, N., Dogulu, N., Kanoglu, U., Tinti, S... Brunstein, D. (2015). *Le risque de tsunami dans quelques pays méditerranéens (France, Italie, Espagne et Turquie): connaissance de l'aléa, perception et gestion du risque* [The risk of tsunamis in some Mediterranean countries (France, Italy, Spain and Turkey): knowledge of the hazard, perception and management of the risk]. Paper presented at the Conférence Méditerranéenne Côtière et Maritime, Ferrara, Italy. Retrieved from: <http://www.paralia.fr/cmcm/e03-41-goeldner.pdf>
- Hamblyn, R. (2014). *Tsunami: Nature and Culture*. London: Reaktion Books.
- Heiderich, D. (2010). *Plan de gestion de crise*. [Emergency planning]. Paris: Dunod.
- Heintz, J.-A., & Mahoney, M. (2008). *Guidelines for Design of structures for vertical evacuation from tsunamis*. Paper prepared by Applied Technology Council and for Federal Emergency Management Agency (FEMA) & National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Retrieved from: <http://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1641-20490-9063/femap646.pdf>
- INE (2011). *Recenseamento Geral da População e da Habitação* [General census of the population and dwellings]. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística. Retrieved from: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=ine_main&xpid=INE
- Lavigne, F. (Coord.) (2017). Report on preparedness skills, resources and attitudes within the communities of Sines, Portugal. *ASTARTE Deliverable*, 9(7), 22-25. doi: <http://www.astarte-project.eu/files/astarte/documents/deliverables/d9-7/ASTARTE%20deliverable%20D9.7%20-%2028.10.14.pdf>
- Lavigne, F., & Paris, R. (2011). *Tsunarisque. Le tsunami du 26 décembre 2004 à Aceh, Indonésie* [Tsunarisque. The tsunami of 26 December, 2004 in Aceh, Indonesia]. Paris: Publications de la Sorbonne.
- Le Lay, Y.-F., Piegay, H., & Cossin, M. (2005). *Les enquêtes de perception paysagère à l'aide de photographies: choix méthodologiques et exemples en milieu fluvial* [Investigations on the landscape perception using photography: methodological choices and examples in fluvial context]. Paper presented at the Septièmes Rencontres de Théo Quant. Besançon, France. Retrieved from: <http://thema.univ-fcomte.fr/theoq/pdf/2005/TQ2005%20ARTICLE%2025.pdf>
- Liotard, A. (2014). *Le risque tsunami dans un espace industriel sensible : étude de la perception du danger dans la ville industrialo-portuaire de Sines, Portugal* [The risk of tsunamis in a sensitive industrial area: study of the perception of the threat in the industrial port area of Sines, Portugal]. (Unpublished Master's dissertation). Paris: Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne.
- Mourier, P.-F. (2000). *Les cicatrices du paysage : après la tempête. Essai d'écologie scientifique* [Landscape scars: after the storm. Essai d'écologie scientifique]. Arles: Actes Sud.
- Mendes-Victor, L., Oliveira, C. S., Azevedo, J., & Ribeiro, A. (2008). *The 1755 Lisbon earthquake: revisited*. Lisbon: Springer.
- Rebelo, F. (2004). Risques et crises au Portugal [Risks and crises in Portugal]. In Y. Veret, G. Garry, & N.-M. De Richemond (Eds.), *Risques Naturels et Aménagement en Europe* [Natural Risks and Land use planning in Europe], (pp. 152-156). Paris: Armand Colin.

- Ribeiro, J., Silva, A., & Leitaó, P. (2011). High resolution tsunami modelling for the evaluation of potential risk areas in Setúbal (Portugal). *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11(8), 2371-2380.
- Santos, A., Fernandes, P., & Carvalho, L. (2015). *Livro informativo sobre sismos e tsunamis para estudantes do Ensino Básico* [Informative book about earthquakes and tsunamis for pupils of elementary schools]. Poster presented to pupils in elementary schools in Portugal, University of Lisbon. Retrieved from: <https://sites.google.com/a/campus.ul.pt/tsurima/education>
- Santos, A., & Koshimura, S. (2015). The Historical Review of the 1755 Lisbon Tsunami. *Journal of Geodesy and Geomatics Engineering*, 1, 38-52.
- Santos, A., Mendes, S., & Corte-Real, J. (2015). Impacts of storm Hercules in southwestern Europe, RIMMA – Risk Information Management, Risk Models, and Applications, Horst Kremers and Alberto Susini. *Science*, 7, 39-48.
- Santos, A., Mendes, S., & Corte-Real, J. (2014). Impacts of Storm Hercules in Southwestern Europe. Proceedings of the RIMMA. *Finisterra – Revista Portuguesa de Geografia*, 49(98), 197-220.
- Santos, A., Machado, A., & Fernandes, P. (2013). *Panfleto informativo sobre tsunamis para estudantes do Ensino Básico e Secundário* [Informative brochure about earthquakes and tsunamis for pupils of elementary and high schools]. Poster presented to pupils in elementary schools and high schools in Portugal, University of Lisbon. Retrieved from: <https://sites.google.com/a/campus.ul.pt/tsurima/education>
- Tibballs, G. (2005). *Tsunami: the world's most terrifying natural disaster*. London: Carlton Books.
- Tinti, S., Maramai, A., & Graziani, L. (2001). A new version of the European tsunami catalogue: updating and revision. *Natural Hazards and Earth System Science*, 1(4), 255-262.
- Tolle, F. (2005). *Paysage et risque sanitaire – Le cas de l'échinococcose alvéolaire. Approche multiscalaire* [Landscape and health risks – The alveolar echinococcosis case. Multiscale approach]. (Unpublished PhD dissertation). Besançon : Université de Franche-Comté.
- Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO (2013). *Tsunami Information Centre for the North-Eastern Atlantic and Mediterranean (NEAMTIC), Summary of achievements 2010-2013*. This paper is an IOC Brochure. Retrieved from: <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002206/220651e.pdf>
- Vanpeene-Bruhier, S. (2003). Évolution des risques environnementaux pour une gestion durable des espaces. [The evolution of environmental risks for a sustainable management of spaces]. Paper presented at Journées 2003 de l'Association Internationale pour l'Écologie du Paysage. Gap, France.
- Wronna, M., Omira, R., & Baptista, M.-A. (2015). Scenario based approach for multiple source Tsunami Hazard assessment for Sines, Portugal. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 3(8), 4663-4693.

ⁱ Un tsunami peut se définir comme une élévation anormale et rapide du niveau de la mer, suivie d'une submersion des terres basses littorales sous l'effet d'une ou de plusieurs vagues de forte énergie.

ⁱⁱ Vidéo publiée par l'Université de l'Algarve retraçant l'alerte tsunami de l'été 1999 au Portugal: Retrieved from: <https://www.youtube.com/watch?v=KoBeKEne3yw>

ⁱⁱⁱ Un extrait des mémoires paroissiales de la municipalité de Sines daté de 1758 fait référence au tremblement de terre de 1755 et au tsunami associé. Il est spécifié que « [la ville de Sines] est située sur une plaine si haute que les grands flux d'eau générés par le tremblement de terre n'ont pas atteint la ville, même si les eaux sont montées à des hauteurs encore jamais franchies auparavant » (Falcão, 1987, p. 32).

^{iv} Quelle est la différence entre un tsunami et un raz-de-marée ? (2011, March). *Slate.fr Newspaper*. Retrieved from: <http://www.slate.fr/story/36093/différence-tsunami-raz-de-maree>

^v *Sines em imagem* Retrieved from: <https://www.facebook.com/125962224099871/photos/a.757169827645771.1073741834.125962224099871/768989409797146/?type=3&theater>

^{vi} a) © Tuxboard (2011) *Japan Earthquake, 2011* Retrieved from: <http://www.tuxboard.com/seisme-au-japon-tsunami-11-mars-2011/japan-quake-5/>

b) © Radarheinrich (2004) *Tsunami Archive, Thailand* Retrieved from: For accessing the picture, go to the 6th slide by accessing the following website: <http://fr.slideshare.net/know4drr/01-welcome-introductionszarzynski>

c) © A. Santos (2014) *Sines – Costa do norte 02 Fevereiro 2014* in Facebook's page: *Sines em imagem* Retrieved from: <https://www.facebook.com/125962224099871/photos/a.757169827645771.1073741834.125962224099871/772818846080869/?type=3&theater>

d) © C. Batalha (2014) *Praia de S. Torpes 27 Janeiro 2014* in Facebook's page: *Sines em imagem* Retrieved from: <https://www.facebook.com/125962224099871/photos/a.757169827645771.1073741834.125962224099871/768989409797146/?type=3&theater>

^{vii} La représentation graphique de ce que pourrait représenter un tsunami à Sines a été demandée à un échantillon de 14 élèves suivant un cours d'anglais et âgés de 10 à 16 ans.