

# ATLAS DES CULTURES SISMIQUES ANCIENNES DANS L'ESPACE MEDITERRANÉEN

ALAIN RIDEAUD, ARCHITECTE DPLG, BRUNO HELLY, ARCHÉOLOGUE, DIRECTEUR DE RECHERCHES ÉMÉRITE



## Présentation

La connaissance du bâti ancien en zones sismique et l'analyse du comportement de la communauté qui l'a produit, avant, pendant et après les tremblements de terre, prennent une place plus importante dans les travaux des experts en matière de protection du patrimoine culturel et dans les plans de réduction des risques. Entre les historiens, les archéologues, les administrateurs et les architectes s'instaure peu à peu, dans tous les pays, un dialogue visant à approfondir la connaissance de ce bâti ancien et à analyser en même temps le comportement des communautés anciennes, dans le but d'en réduire la vulnérabilité, en particulier dans les zones à risque sismique. Un rapide tour d'horizon permet de constater que ce corpus de connaissances sur le comportement « global » du système est resté à l'état embryonnaire et empirique, même si de nombreuses initiatives pluridisciplinaires se sont manifestées dans cette direction de recherche.

## Histoire du projet

Notre projet d'Atlas des cultures sismiques anciennes dans l'espace méditerranéen n'est pas récent. Nous l'avons esquissé dès la fin des années 1980, dans le cadre des programmes du Centre Universitaires Européen

pour les Biens Culturels de Ravello (CUEBC), nous y sommes revenus à la fin des années 1990 en participant à la création du groupe Archéologie, Pathologies, Sismicité (Groupe APS). Nous n'avons pas cessé, depuis lors, de porter ce projet, de rechercher les documents destinés à en constituer la matière, de réfléchir à sa mise en forme. Cette recherche nous a conduits à accumuler observations et informations, et cependant nous avons conscience de n'avoir pas, loin de là, épuisé la matière. La diffusion de ces observations et interprétations vise donc à apporter un regard d'historien et d'architecte à tous ceux que ce bâti ancien intéresse, professionnels et amateurs. Le projet d'Atlas des cultures sismiques anciennes dans l'espace méditerranéen veut donc d'abord apprendre à voir, à aiguïser la perception des dommages causés par les tremblements de terre sur les bâtis anciens, à distinguer les simples réparations des réponses techniques plus élaborées que certaines communautés anciennes ont su développer dans les contextes environnementaux, économiques et historiques qui étaient les leurs.

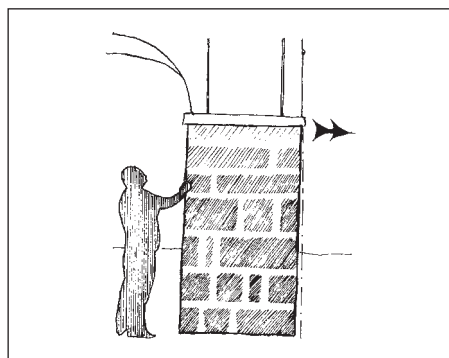
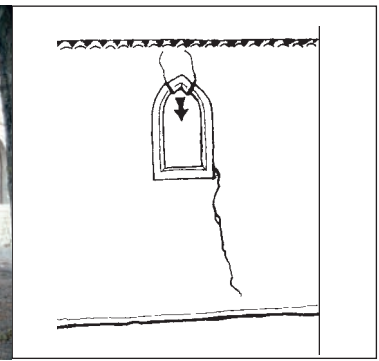
Les hypothèses de départ et les objectifs ont été posés dans un article signé par l'un d'entre nous, dès 1990. Nous pouvons les reprendre ici, car la situation n'a pas changé, ni sur les principes, ni sur les méthodes, ni sur les instruments de la recherche. La question initiale a été formulée au début du programme d'étude engagé à

Ravello : « La vulnérabilité est déjà en soi un sujet de recherche. Nous ne savons pas très bien ce qui dans les temps « anciens » a été pris comme règles de protection sismique. » Mais il est apparu très rapidement qu'il fallait s'accorder sur ce qu'était la vulnérabilité des bâtis anciens. Car la définition que les spécialistes des structures bâties donnent de la vulnérabilité est extrêmement simpliste lorsqu'il s'agit de l'appliquer aux bâtis anciens. Pour aborder ceux-ci, il fallait élargir la définition de ce terme non seulement aux réactions des constructions, mais aussi aux attitudes et aux comportements des communautés qui les ont édifiées, dans une réflexion plus étendue.

Cette réflexion sur la protection des bâtis anciens dans les zones à risque sismique doit nécessairement avoir pour point de départ la prise en compte de la communauté humaine face aux tremblements de terre. Il est établi en effet que dans les zones traditionnellement sismiques le tremblement de terre a toujours été considéré comme un événement inéluctable auquel on ne peut s'opposer, mais qu'il n'était pas nécessairement le risque le plus important, ni le plus fréquent, ni le plus redouté : l'incendie, les guerres, la perte de richesse et d'hommes ont été plus souvent cause des destructions et des abandons que les tremblements de terre. Face à ces derniers comme aux autres calamités, la communauté en cause n'avait qu'une solution : reconstruire, en fonction de ses moyens, ce qui avait été détruit. Les catastrophes récurrentes devenaient donc le seul test disponible de mise à l'épreuve des techniques de construction sismo-résistantes et constituaient dans le même temps une occasion ou une contrainte pour rénover et améliorer le bâti et l'habitat. Aujourd'hui, à l'inverse, on considère que, même si l'événement sismique ne peut être évité, on doit le prévenir et réduire au maximum les dommages. Mais cela n'est possible qu'à condition de pouvoir prévoir les effets du séisme. On cherche alors à anticiper les réponses des constructions à la sollicitation sismique.



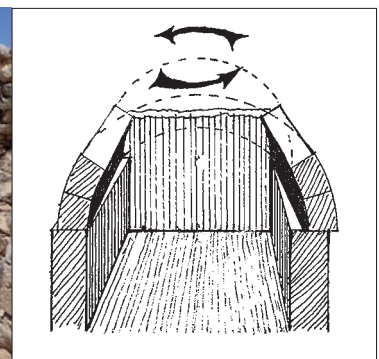
Chute de claveau et fissure, Vendevre-en-Poitou, France.



Basculement de pilier, xviii<sup>e</sup> siècle, église de Garni, Arménie.



Basculement de voûte avec rotation, v-vi<sup>e</sup> siècle ap. J.-C., Umm-ar-Rasas, Jordanie.



Une telle différence dans l'approche de l'événement sismique entre les attitudes d'autrefois et celles d'aujourd'hui a conduit nécessairement à mettre désormais l'accent sur la prévention. Mais elle rend aussi, paradoxalement, la définition de techniques efficaces de protection plus difficile pour ce qui concerne le bâti ancien. Car la mise au point de ces techniques est étroitement liée à la connaissance du comportement des constructions durant le choc sismique, connaissance qui ne s'acquiert qu'à travers des simulations sur modèles. La possibilité d'utiliser à cette fin des procédures de simulation — aujourd'hui largement répandues — ne résout cependant qu'une partie de ces



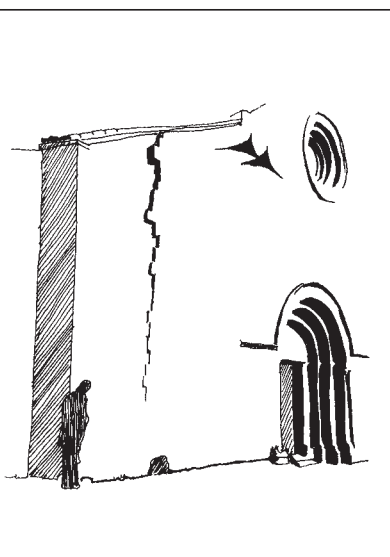
Rotation des blocs d'angle du podium par rapport à leur fondation, Temple d'Hercule, angle nord-ouest, II<sup>e</sup> siècle ap. J.-C., Aman, Jordanie.



Coup de sabre sur une chapelle funéraire, XVIII<sup>e</sup> siècle, monastère d'Havouts Tar, Arménie.



Basculement de la façade ouest et reconstruction de l'angle à la verticale, XII<sup>e</sup> siècle, église du Prieuré, Salagon, France.



problèmes. En effet, il n'est pas toujours possible de construire un modèle pertinent de l'objet à renforcer. En particulier, il est apparu que la difficulté augmente au fur et à mesure que l'on passe d'un bâti archéologique simple à un monument isolé, puis à un ensemble monumental, et enfin au bâti des centres historiques où tous les immeubles sont liés voire imbriqués les uns dans les autres. Cela s'explique non seulement parce que la complexité structurelle augmente, mais aussi parce que, étant donné la difficulté de reconstruire l'origine et l'histoire des bâtis, il devient encore plus délicat d'en connaître les particularités structurelles et de les insérer dans le modèle. La difficulté d'utiliser les ou-

tils de connaissance modernes s'associe alors à la perte progressive du savoir empirique et favorise par conséquent des interventions moins appropriées que les interventions traditionnelles. Il a d'abord été reconnu qu'en dehors de la spécificité du système local (ressources disponibles, techniques utilisées, procédures adoptées) la meilleure protection du patrimoine culturel dans les zones à risque sismique est toujours liée à une action efficace d'entretien, c'est-à-dire aux interventions effectuées régulièrement, en respectant les caractéristiques du bâti. La vulnérabilité d'un bâti dépend donc non seulement de sa capacité de résistance mais aussi, ou surtout, du comportement de la communauté qui l'a utilisé avant, pendant et après le séisme.

La connaissance du bâti et l'analyse du comportement de la communauté sont donc devenus les deux pôles de la recherche entreprise par les experts en matière de protection du patrimoine culturel. Entre les historiens, les archéologues, les administrateurs et les architectes s'instaure un dialogue, visant à approfondir la connaissance du bâti ancien et à analyser en même temps le comportement de la communauté, dans le but d'en réduire la vulnérabilité, en particulier dans les zones à risque sismique. Un rapide tour d'horizon permet de constater que ce corpus de connaissances sur le comportement « global » du système est resté à l'état

embryonnaire et empirique, même si de nombreuses initiatives pluridisciplinaires se sont manifestées dans cette direction de recherche.

À partir des expériences déjà conduites, il nous est apparu que l'on peut accroître considérablement l'efficacité des actions de protection du bâti ancien dans les zones à risque sismique au moyen de :

- une recherche à l'échelle régionale sur le bâti ancien toujours en usage ;
- une analyse multi-spatiale et multi-temporelle des différents types de bâti existant dans les zones à risque sismique ;
- une analyse des comportements des communautés



Tirants bois intégrés à la construction, Grangie, Italie.



Loggias-contreforts, XVIII<sup>e</sup> siècle, Procida, Italie.

qui ont construit, modifié et qui utilisent aujourd'hui le bâti ancien.

## Bâti ancien, bâti vivant

La notion de « patrimoine culturel architectural » s'est très nettement élargie au cours des dernières décennies, par suite du renforcement de l'intérêt suscité par le bâti ancien. Aujourd'hui, le patrimoine architectural n'est plus limité aux monuments prestigieux (cathédrales, châteaux, hôtels particuliers, etc.). Il s'est étendu à l'architecture vernaculaire, aux édifices industriels et artisanaux de la fin du XIX<sup>e</sup> et du début du XX<sup>e</sup> siècle, aux boutiques, aux moulins, etc. qui s'imposent peu à peu comme objet d'attention puis de protection, mais avant tout comme témoignages vivants de la culture locale.

Le second stade a été l'acceptation progressive de l'idée que toute construction du domaine privé possédant les particularités d'un bâti ancien à valeur culturelle peut être considéré comme un élément du patrimoine commun. Mais cette évolution n'est pas dénuée d'embûches, car les règles de protection et de sauvegarde de tous ces édifices ne conduisent pas nécessairement à leur intégration dans le domaine public, les

ressources de l'État n'y suffiraient pas. En revanche, celui-ci peut mettre en place des politiques de subventions et de dégrèvements fiscaux permettant d'assurer autant que faire se peut leur entretien et, dans beaucoup de cas leur présentation au public, tout en maintenant une utilisation qui revient naturellement à leurs propriétaires.

Un troisième aspect de l'évolution culturelle en cours est que le patrimoine architectural ne se borne plus à susciter un simple plaisir esthétique mais qu'on lui attribue de plus en plus une fonction économique et sociale. Ce qui signifie qu'il a passé hors des limites du domaine strictement culturel, pour être intégré dans un secteur de développement économique ou de promotion sociale. La politique de protection est ainsi devenue le lieu privilégié de la relation dialectique entre la culture, l'économie et le social.

Officiellement, l'expression « patrimoine architectural » comprend :

- les monuments : tout édifice digne d'attention en raison de son intérêt historique, archéologique, scientifique, artistique, social et technique, y compris les éléments accessoires ou décoratifs en faisant partie intégrante ;
- les ensembles architecturaux : groupements homogènes de constructions urbaines ou rurales remarquables

Bâti traditionnel à Prespes, XVIII<sup>e</sup>-XIX<sup>e</sup> siècles, Grèce.Maison-tour, XVIII<sup>e</sup> siècle, Pélion, Grèce.

pour leur intérêt historique, archéologique, artistique, social ou technique, et suffisamment homogènes pour faire l'objet d'une délimitation topographique;

– les sites : ouvrages de l'homme et de la nature, partiellement construits, et constituant des espaces caractéristiques et homogènes de façon à faire l'objet d'une délimitation topographique, remarquables de par leur intérêt archéologique, artistique, scientifique, social ou technique.

Les grandes institutions internationales, les pouvoirs publics à l'échelle nationale, régionale et locale interviennent pour la protection des sites, des centres historiques et des monuments qui constituent le patrimoine culturel mondial ou national. Des efforts considérables ont été consacrés aux opérations de conservation, de recherche, d'analyse et de documentation. Il n'en va pas toujours de même pour le bâti ancien appartenant à des particuliers. Dans ce cas, en effet, des difficultés d'intervention de toutes sortes font obstacle à l'étude : propriété privée, histoire du bâti, financement limité, etc. Ce bâti est considéré malgré tout aujourd'hui comme un élément essentiel du patrimoine : il représente le tissu vivant des centres historiques, des grandes villes, des villages et des bourgs de toute l'Europe et du monde entier. Quantitativement, ce bâti ancien « avant béton » consti-

tue plus de la moitié des constructions et sont à la base des classements des « centres historiques » dans tous les pays de la zone méditerranéenne. D'autre part, les actions appliquées à ce bâti sont quasiment toujours soit de type réglementaire et général, soit ponctuel et non coordonné. À cet égard, les législations des pays présentent à la fois de nombreuses différences et d'importantes lacunes dans le domaine de l'analyse des bâtis et de la connaissance des anciennes techniques de construction. C'est pourquoi, pour assurer un minimum de cohérence aux recherches à entreprendre, l'échelle d'analyse la plus fiable semble être l'échelle régionale.

### Analyse multi-spatiale et multi-temporelle

À l'occasion de récents tremblements de terre, les chercheurs et les spécialistes du bâti ancien ont constaté des similitudes entre les variantes régionales des divers types de bâti ancien (en pan de bois, en terre, en maçonnerie pauvre non appareillée, etc.). Celles-ci semblent liées aux conditions de mise en œuvre des différents types de matériaux, indépendamment de la région ou de l'époque, mais aussi en fonction d'un

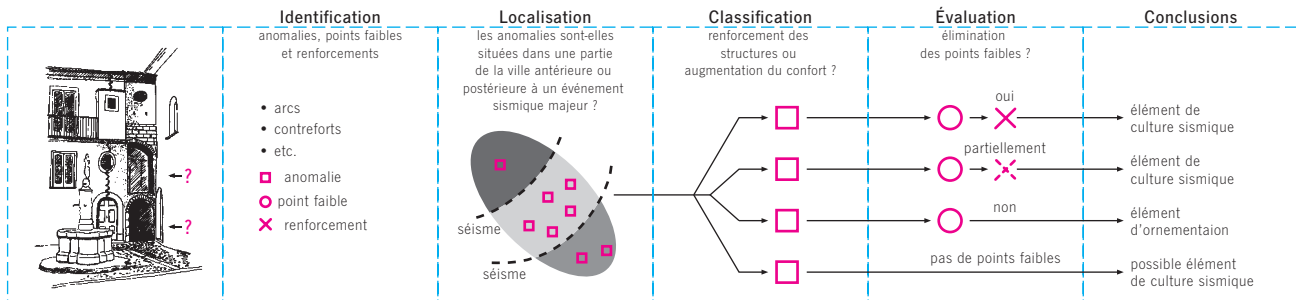
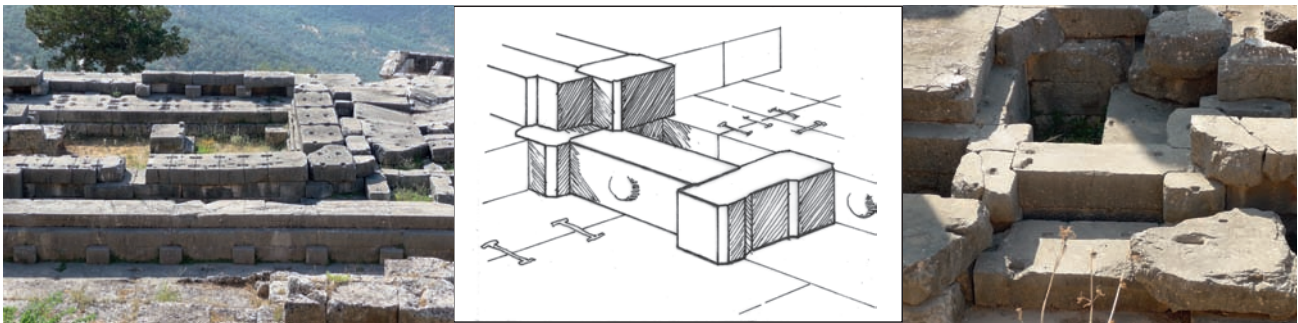


Schéma d'analyse des anomalies constructives



Plateforme du temple d'Apollon reconstruit pour éviter la déformation des fondations après la destruction du début du IV<sup>e</sup> siècle av. J.-C., Delphes, Grèce.

facteur commun : le risque sismique. Autrement dit, dans toutes les régions où il existe un risque sismique important, la connaissance — même empirique — de ce risque par les populations semble conduire, pour un matériau donné, à l'adoption de solutions architecturales très semblables ou même parfois identiques, et à l'utilisation des mêmes techniques de construction.

Une autre caractéristique du risque sismique, à savoir sa récurrence dans le temps, nous amène à en considérer les aspects non seulement géographiques mais aussi historiques. Le bâti peut en effet être perçu comme une structure née de la réponse des populations, qui :

- est conditionnée par un phénomène physique constant, le tremblement de terre ;
- emploie le plus souvent des ressources locales en matière de matériaux, sauf exceptions notables, qui se présentent comme des anomalies et qui doivent être expliquées ;
- suit un comportement social et culturel bien défini par le contexte démographique, culturel et historique.

Les recherches sur les bâtis anciens dans les zones à risque sismique doivent donc être trans-régionales et diachroniques et tendre à :

- la reconnaissance du phénomène naturel, le séisme, dans sa réalité aussi bien physique (apports de la sismologie, de la géologie et d'autres sciences qui traitent des différents aspects de la sismicité) que temporelle (sismicité historique), à l'échelle régionale ou locale ;

- la reconnaissance des particularités des ressources disponibles (matériaux et techniques de construction) aussi bien dans leur réalité physique que dans leur mise en œuvre au cours des siècles (géologie, sciences des matériaux, disciplines architecturales, archéologie) ;

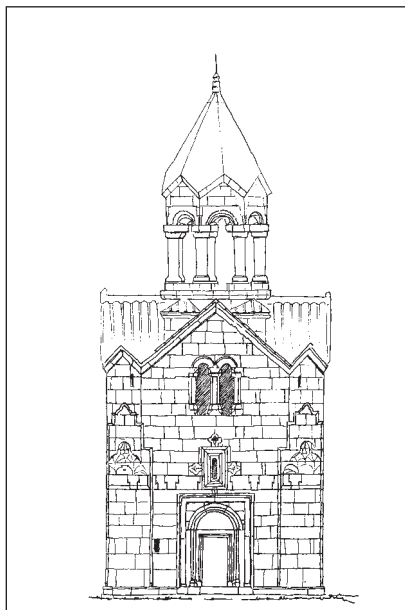
- l'observation et l'étude des comportements de la communauté : la conscience et le degré de risque accepté, les techniques constructives utilisées, l'identification, jusque dans les détails, d'éléments qui révèlent des réponses techniques particulières et nous paraissant souvent comme des anomalies au regard des ressources ou des conditions naturelles. Ce dernier point, qui a été jusqu'à présent sensiblement sous-estimé, mérite d'être étudié de plus près.

## De la notion d'anomalies à celle de culture sismique

Les chercheurs et les pouvoirs publics reconnaissent de plus en plus qu'il est important, voire essentiel, de connaître les comportements habituels de la communauté face au problème de la construction et de l'utilisation du bâti ancien dans les zones à risque sismique. De toute évidence, les techniques qu'une communauté a sélectionnées au cours des siècles ne dépendent pas seulement des ressources disponibles, mais aussi des capacités culturelles de la communauté, de la force avec



Immeuble pombalien, technique constructive développée après le tremblement de terre de 1755, état non altéré par des déviations postérieures, Lisbonne, Portugal.



Chainage horizontal en pierres appareillées (bandeau sismique), Hachpat, Arménie



Dièdres en façade, début XIII<sup>e</sup> siècle, monastère d'Haghardzin, Arménie.

laquelle les autorités ont imposé ces techniques, de la capacité économique des unes et des autres, les techniques les plus efficaces sont souvent les plus coûteuses, mais surtout de la part de ressources destinées à l'entretien régulier, ce dernier aspect étant déterminé par la connaissance de l'efficacité des interventions.

C'est pourquoi il est primordial, d'un côté, de mettre au point des techniques de récupération et de protection sismo-résistantes adaptées aux spécificités du bâti local, et de l'autre, de promouvoir leur diffusion. Une population qui parvient à revaloriser la connaissance du bâti qu'elle utilise, en prenant conscience des réactions que celui-ci a eues ou pourra avoir à l'avenir face au séisme, qui parvient à donner un nouvel élan aux techniques traditionnelles de confortement, de réparation et de transformation, garantit une meilleure protection à son patrimoine culturel, et ses capacités d'organisation avant, pendant et après le tremblement de terre n'en seront que renforcées.

## Organisation et réalisation

L'atlas des cultures sismiques n'est pas un livre de géographie ni une carte à proprement parler. Il vise à organiser le maximum de données se rapportant aux traces de désordres ou dommages qui sont autant de signatures de l'activité sismique qui a éprouvé sur le temps

long telles ou telles communautés anciennes et qui sont matérialisés dans les bâtis qu'elles ont utilisés. On peut définir cette organisation sur trois niveaux.

Le premier niveau est celui d'une collecte aussi précise que possible de ces données, sur l'ensemble de la zone méditerranéenne et sur le temps long, dans le cadre des diverses cultures qui s'y sont manifestées par des constructions privées et monumentales. Ces données sont évidemment d'ordre qualitatif, liées à l'observation, et conformes, autant que cela est possible, aux méthodes de lecture archéologique des bâtis et à la connaissance historique des événements sismiques.

Le deuxième niveau est celui d'une mise en parallèle de ces données avec celle de la tectonique et de la géologie, la connaissance des failles actives, celle des niveaux d'énergie délivrée par les séismes à l'échelle locale ou régionale.

Le troisième niveau devrait permettre, dans les situations les mieux documentées, de réaliser des simulations de comportements et de rendre compte de ceux-ci dans la perspective d'une intégration des résultats obtenus dans les échelles d'analyse actuelles en matière d'évaluation des dommages et de prévention (par exemple l'EURO code 8).

La mise en forme de l'Atlas doit aboutir à deux types de produits: d'une part un outil multimédia accessible par Internet, qui recenserait les données connues et actuel-

## Éléments de modèle de fiche de l'Atlas

(un élément architectural = une unité documentaire)

- ♦ standard de présentation
- ♦ identification de l'élément à l'aide de documents visuels
- ♦ situation géographique
- ♦ implantation
- ♦ typologies
- ♦ techniques constructives
- ♦ ressources locales et anomalies
- ♦ bibliographie

## Tables pour l'aide à la recherche

(indices)

- ♦ élément de culture sismique locale repéré et validé
- ♦ relation ou adaptation au site (intégration au site)
- ♦ relation ou adaptation du bâti ancien aux risques locaux
- ♦ relation aux conditions climatiques
- ♦ à l'environnement et aux biotopes

lement disponibles et permettrait d'élargir la collecte et la modélisation en suscitant des apports parallèles ou centrés sur la même méthodologie venant de chercheurs intéressés. Le contenu de ce site internet donnera à la fois une « radiographie » de l'habitat ancien et un ensemble de données techniques pour la mise en œuvre de réhabilitations et de préventions des bâtis anciens, avec trois niveaux de fonctionnement :

- un standard de présentation (charte graphique et données sur fiches-types et protocoles, banque d'images, outils de recherches et tables et cartes) ;
- un outil de communication : une boîte aux lettres pour recevoir les contributions extérieures (e-mails et base d'accueil) ;
- une validation scientifique, corrections ou compléments et réinsertion des résultats dans l'Atlas.

Un ouvrage imprimé, une sorte d'album, pourra être mis en forme et publié, dans un avenir plus ou moins proche, dont la diffusion devrait intéresser les commu-

nautés locales concernées, mais aussi les écoles et les universités.

## Apprendre, collaborer, transmettre

Le projet d'Atlas des cultures sismiques anciennes dans l'espace méditerranéen veut d'abord apprendre à voir, à aiguïser la perception des dommages causés par les tremblements de terre, à distinguer les simples réparations des réponses techniques plus élaborées que certaines communautés anciennes ont su développer dans les contextes environnementaux, économiques et historiques qui étaient les leurs. Mais nous souhaitons aussi que la présentation et la mise en ligne de nos éléments de l'Atlas soit pour beaucoup d'autres une incitation à aller plus loin, dans un projet dynamique et ouvert à toutes les contributions répondant aux objectifs que nous nous sommes donnés.

## ARCHÆOSEISMICITY • ORG

association loi 1901 • Numéro RNA W 71 500 1863

4 place du Champ de Mars  
F-71700 TOURNUS

### Contacts

alain.rideaud@archaeoseismicity.org  
bruno.helly@archaeoseismicity.org

© 2012 Archæoseismicity.org, images et dessins Alain Rideaud, tous droits réservés