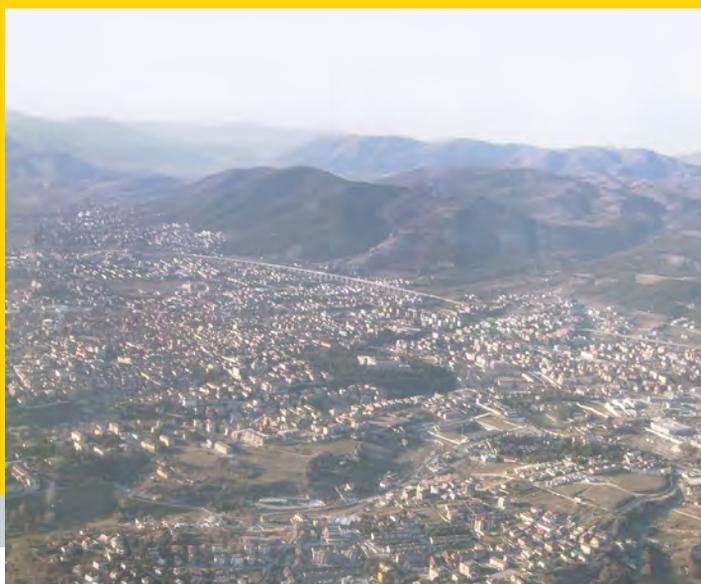


Sous la direction de
Nicoletta Trasi

Recherche

PUCA

Un territoire durable et un habitat de qualité à consommation zéro dans les zones à risque sismique



Un territoire durable et un habitat de qualité à consommation zéro dans les zones à risque sismique

Textes de :

Marcello Pazzaglini

Rosario Pavia, Raffaella Massacesi

Luciano De Licio

Valter Fabietti

Guendalina Salimei , Christiano Lepratti, Mario Ferrari

Gianfrancesco Costantini

Fabrizio Mollaioli

Nicoletta Trasi

L'architecture de la grande échelle -
Programme interdisciplinaire de recherche
Séminaire de coordination scientifique - Session 4 - 2009-2011
Plan Urbanisme Construction Architecture
Directeur de la publication : Emmanuel Raoul
Responsable de l'action : Pierre Bernard
Coordination de la publication : Bénédicte Bercovici
PUCA / Grande Arche de la Défense
Paroi Sud - 92055 La Défense cedex
Collection «Recherche» du PUCA n°221
en vente à la DTTV du Cerema
2 rue Antoine-Charial - CS 33927
69426 Lyon cedex 03
ISBN 978-211-138143-8
15€
2014

SOMMAIRE

LE SYSTÈME URBAIN À RÉSEAU DURABLE POUR L'AQUILA 7

NICOLETTA TRASI

L'ÉCHELLE MACRO 19

MARCELLO PAZZAGLINI

Coll.: FABRIZIO ZONETTI, LEONARDO LA VITOLA

L'ÉCHELLE MACRO. ÉLÉMENTS DU PAYSAGE DURABLE 20

Indications méthodologiques

MACRO - paramètres conceptuels et stratégies pour le projet d'un paysage durable à consommation zéro 21

MESO - paramètres à considérer pour le projet durable d'un contexte urbain de dimensions moyennes 22

MICRO - paramètres à considérer pour le projet des bâtiments bioclimatiques 22

Cas d'étude : la vallée de l'Aterno 24

Données synthétiques de la proposition 41

Etat de l'art 44

Retombées sur la pédagogie 48

ROSARIO PAVIA ET RAFFAELLA MASSACESI

L'AQUILA, UN TERRITOIRE À RECONVERTIR 50

Le système multicentrique polarisé 52

La reconstruction post-séisme. Une décentralisation résidentielle sans centralité 54

Une stratégie pour le centre historique 57

Vers une vision de l'avenir 58

Etat de l'art : références culturelles et scientifiques de la recherche 63

Retombées au niveau pédagogique 64

Orientations opérationnelles de la région abruzzes 64

LUCIANO DE LICIO

COLL.: ROSARIA IPPOLITO, CESARE MUCELI

PAYSAGE ET DÉVELOPPEMENT DURABLE DANS LA PLANIFICATION ITALIENNE

	66
<i>Etat de l'art</i>	66
<i>Sources renouvelables et paysage</i>	68
<i>Les sources énergétiques renouvelables</i>	71
<i>Cas d'étude : la Vallée de l'Aterno</i>	74
<i>Retombées au niveau pédagogique - Activités de formation</i>	76

L'ÉCHELLE MÉSO

79

VALTER FABIETTI

COLL.: IRENE CREMONINI

LA SPÉCIFICITÉ DE L'ÉCHELLE « MÉSO » : LE CAS DE POGGIO PICENZE

	80
<i>L'état de l'art : une nouvelle approche du problème</i>	81
<i>La politique urbanistique de prévention</i>	82
<i>Considérations préliminaires sur le risque</i>	83
<i>Vision stratégique et de prévention : la structure urbaine minimale</i>	86
<i>L'utilisation des programmes complexes dans la définition de la SUM</i>	88
<i>Evolution dans le temps de la SUM et réduction de la vulnérabilité urbaine</i>	91
<i>Réduction du risque sismique à Poggio Picenze :</i>	
<i>Lecture de la vulnérabilité urbaine</i>	92
<i>Les fiches de relevé</i>	92
<i>Analyse des caractéristiques de construction</i>	97
<i>Analyse des points de référence (carte mentale)</i>	98
<i>Analyse de la vulnérabilité urbaine</i>	99
<i>Définition de la SUM de Poggio Picenze</i>	103
<i>Analyse de la structure fonctionnelle urbaine</i>	103
<i>Éléments critiques de la SUM : Analyse de l'état avant le séisme</i>	107
<i>Questions ouvertes</i>	120
<i>Retombées au niveau pédagogique</i>	121

L'ÉCHELLE MICRO

125

GUENDALINA SALIMEI, CHRISTIANO LEPRATTI, MARIO FERRARI

TECHNIQUES D'INTERVENTION DANS L'HABITAT INTERMÉDIAIRE

	126
<i>Introduction et illustration du processus méthodologique</i>	126
<i>Lignes méthodologiques : La constitution de la « matrice typologique » 1</i>	127
<i>La constitution de la « matrice typologique » 2</i>	129
<i>Identification des « Actions architectoniques »</i>	131
<i>Collemaggio : micro interventions dans l'urgence</i>	137
<i>Poggio Picenze : micro interventions dans l'urgence</i>	139
<i>Cese di Preturo : micro interventions dans l'urgence</i>	142
<i>Durabilité sismique</i>	144
<i>Etat de l'art</i>	145
<i>Retombées au niveau pédagogique</i>	147
<i>Interaction entre la recherche et la réglementation : le décret régional n°3</i>	148
<i>Conclusions</i>	150

LA DURABILITÉ SOCIALE 153

GIANFRANCESCO COSTANTINI

LA VULNÉRABILITÉ SOCIALE AUX TREMBLEMENTS DE TERRE ET LA RÉSILIENCE DE L'HABITAT 154

**L'ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ ET DE LA RÉSILIENCE :
UN MODÈLE OPÉRATIONNEL DE SOUTIEN À LA CONCEPTION DE PROJETS 165**

**LE CAS DU TREMBLEMENT DE TERRE DANS LES ABRUZZES :
UN EXAMEN CRITIQUE DES LIGNES DIRECTRICES POUR LA RECONSTRUCTION 169**

INDICATIONS POUR LA FORMATION - RETOMBÉES AU NIVEAU PÉDAGOGIQUE 171

LA DURABILITÉ SISMIQUE 175

FABRIZIO MOLLAIOLI

LE SÉISME À L'ÉCHELLE MACRO, MÉSO ET MICRO 176

Macro, Méso et Micro 178

Méso et Micro 180

Les édifices stratégiques : dommages aux éléments non structuraux des bâtiments et aux contenus 182

Méthode d'approche basée sur la performance (pbd) 182

Considérations générales sur les structures des bâtiments existants 185

Stratégies pour l'amélioration de la performance sismique 188

Augmentation globale de la rigidité 188

Protection sismique : stratégies innovatrices 189

Analyse des caractéristiques de construction 194

Etat de l'art 196

Critères méthodologiques 200

Retombées au niveau pédagogique 204

LES CRITICITÉS DES ÉTATS DE L'ART ET LA PROPOSITION DES LIGNES OPÉRATIVES 207

NICOLETTA TRASI

LES CRITICITÉS DES ÉTATS DE L'ART ET LA PROPOSITION DES LIGNES OPÉRATIVES 208

Les criticités des lignes directrices mises au point par la Région Abruzzes 215

Propositions pour une pédagogie appropriée 217

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET RÉGLEMENTATION DE RÉFÉRENCE 224

LES AUTEURS 238

SOURCES DES IMAGES 240

**LE SYSTÈME URBAIN
À RÉSEAU DURABLE
POUR L'AQUILA**

Nicoletta TRASI

LE SYSTÈME URBAIN À RÉSEAU DURABLE POUR L'AQUILA

Depuis le mois de mai 2009, date à laquelle notre équipe a été sélectionnée pour développer la recherche proposée «Un territoire durable et un habitat de qualité à consommation zéro dans les zones à risque sismique», jusqu'au mois de juin 2011, date à laquelle cette recherche a été achevée, beaucoup d'eau a coulé sous les ponts et nombre d'étapes intermédiaires intéressantes sur le thème en question ont été approfondies par nos soins. J'estime qu'il vaut la peine d'en parler, car ces étapes internationales intermédiaires ont enrichi au fur et à mesure le travail de notre équipe.

Ainsi, à l'occasion du Forum mondial sur l'environnement de Copenhague, en décembre 2009, et du Congrès UIA Cop 15-UIA Open Forum, le directeur du Work Program : Architecture for a Sustainable Future nous a invités à organiser un Workshop de conception de projets auprès de la Royal Danish Academy of Fine Arts de Copenhague, auquel ont participé des étudiants de différentes Facultés d'architecture européennes et dans le cadre duquel G. Salimei, C. Lepratti et moi-même avons été les responsables du Séminaire L'Aquila Challenge, avec la désignation du projet gagnant parmi ceux présentés par les étudiants.

Une ultérieure étape fort intéressante a été la Biennale de Venise de 2010, où l'on a mis à notre disposition un Pavillon dans le cadre des événements collatéraux dont le thème était une réflexion sur la manière de gérer la régénération sociale et économique de la ville et du territoire de la région de L'Aquila frappés par le séisme du 6 avril 2009.

Le nom choisi pour ce Pavillon a été E-PICENTRO. Au deuxième niveau a été

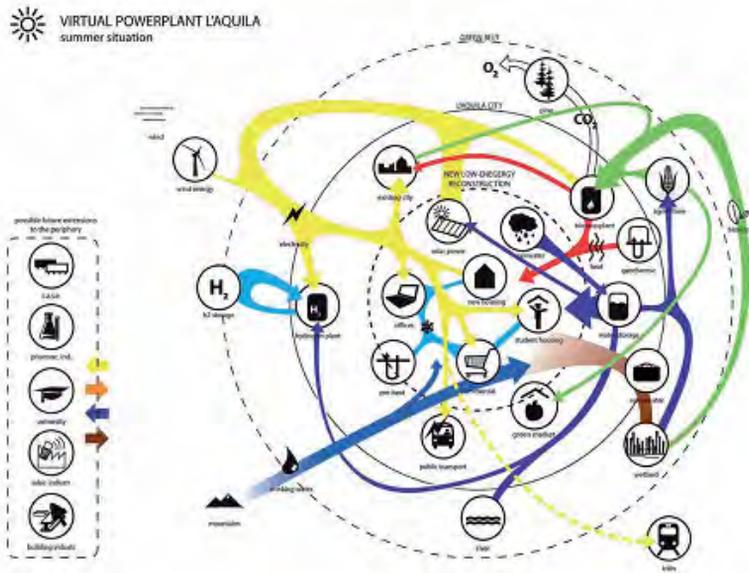


Image du projet lauréat à Copenhague.

exposée une partie des résultats de la recherche AGE, encore en cours à l'époque, sur le thème de la durabilité énergétique, sociale, et sismique appliquée au territoire de la région de L'Aquila.

Pour finir, dans le cadre du Congrès mondial UIA qui s'est tenu à Tokyo en septembre 2011 et dont le thème était : Design 2050. Beyond Disasters, through Solidarity, towards Sustainability, nous avons été invités à présenter le travail effectué sur la base de ces étapes de workshops et de recherche.

Cet ensemble de travaux intermédiaires réalisés avec d'autres organismes internationaux a enrichi le travail de recherche présenté ici qui était alors en train de prendre lentement forme et, surtout, a permis de souligner combien le thème de la régénération urbaine et territoriale s'était imposé désormais comme un défi incontournable pour les architectes et les autres acteurs.

Après de telles catastrophes, il est nécessaire de comprendre comment affronter la reconstruction et comment gérer la régénération sociale et économique de la ville et du territoire. La Recherche AGE en question se pose cet objectif en visant à une «durabilité d'ensemble» de l'intervention, à l'idée que la reconstruction puisse s'affirmer comme une occasion de véritable durabilité, bien évidemment à la fois sociale, économique, sismique et bioclimatique.

La durabilité de villes similaires à L'Aquila et de beaucoup d'autres à travers le monde, frappées par des catastrophes de tout genre et de toute entité, impose une réflexion profonde sur la «façon» d'affronter ces défis que nous lance toujours plus fréquemment la nature.

La recherche que nous proposons a pris en examen l'habitat polycentrique et intercommunal du territoire de L'Aquila et a considéré l'hypothèse d'un modèle d'habitation développant la structure de l'habitat préexistant en la transformant en un système en réseau organisé au travers de l'intégration et de la corrélation de différents réseaux : le réseau de l'habitat au sens strict (les centres habités



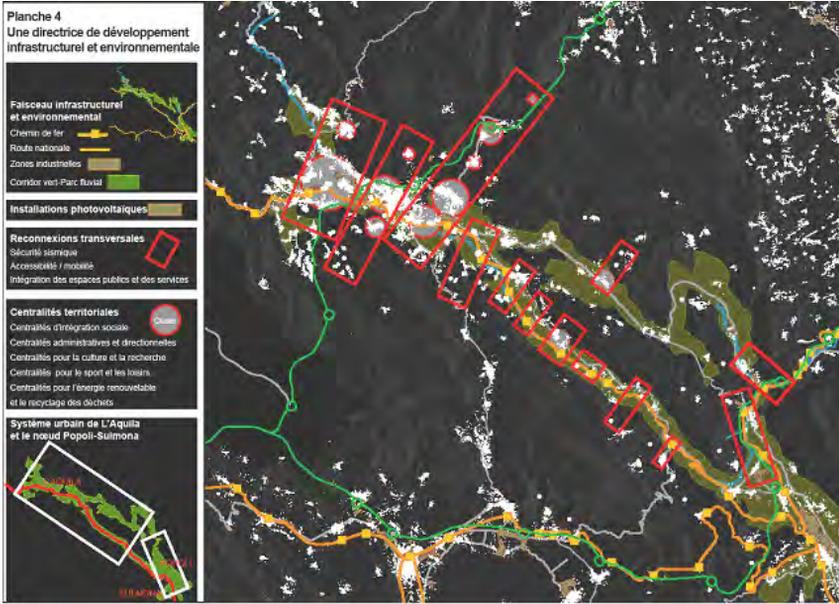
Pavillon Epicentro, Biennale de Venise, septembre 2010.

et les installations mineures), le réseau des services et des zones de production (artisanales et industrielles), le réseau infrastructurel des communications (accessibilité, mobilité des marchandises et des personnes, transport public, réseaux technologiques, plateformes logistiques, points de regroupement et voies de fuite en cas de séisme), le réseau environnemental (ressources naturelles, couloirs environnementaux, réseau hydrogéologique, zones agricoles, terrains incultes et non construits).

La superposition et la corrélation des réseaux ont amené à la définition d'un plan directeur général visant à consolider et à développer les centres mineurs, ainsi qu'à identifier aux points d'intersection les plus significatifs de nouvelles centralités (espaces publics, université, plateformes logistiques, centres civiques). De nouveaux nœuds d'intersection comme polarité, donc, mais également une attention particulière pour l'analyse des zones comprises entre les réseaux, afin d'en vérifier les usages possibles et les potentialités de transformation.

Le modèle d'habitat proposé, d'une part, renforce la structure constructive préexistante et a pour objectif de valoriser les centres mineurs en empêchant leur abandon après un tremblement de terre. D'autre part, il prévoit de renforcer le tissu habité avec des interventions de nouvelles constructions sous de nouvelles « formes » d'habitat qui seront conçues selon des règles morphologiques et typologiques compatibles avec la structure urbaine préexistante et avec le système environnemental. L'attention au contexte et aux évidences morphologiques consentiront une croissance organique des centres et l'expérimentation d'innovations typologiques dans le rapport entre le logement, l'organisme habité, le tissu construit, les espaces publics de proximité et de quartier.

Le plan directeur identifié pour réaliser la structure en réseau, imagine un système de communication fortement interconnecté. Le modèle polycentrique vise à atteindre une mobilité efficace des biens et des personnes. L'accessibilité devient l'une des caractéristiques principales de la ville durable : les chemins de fer, le réseau routier, des transports publics efficaces, mais aussi des réseaux de promenades piétonnières et de pistes cyclables. Le territoire durable est accessible, perméable et à basse consommation d'énergie (chemins de fer, voitures électriques).



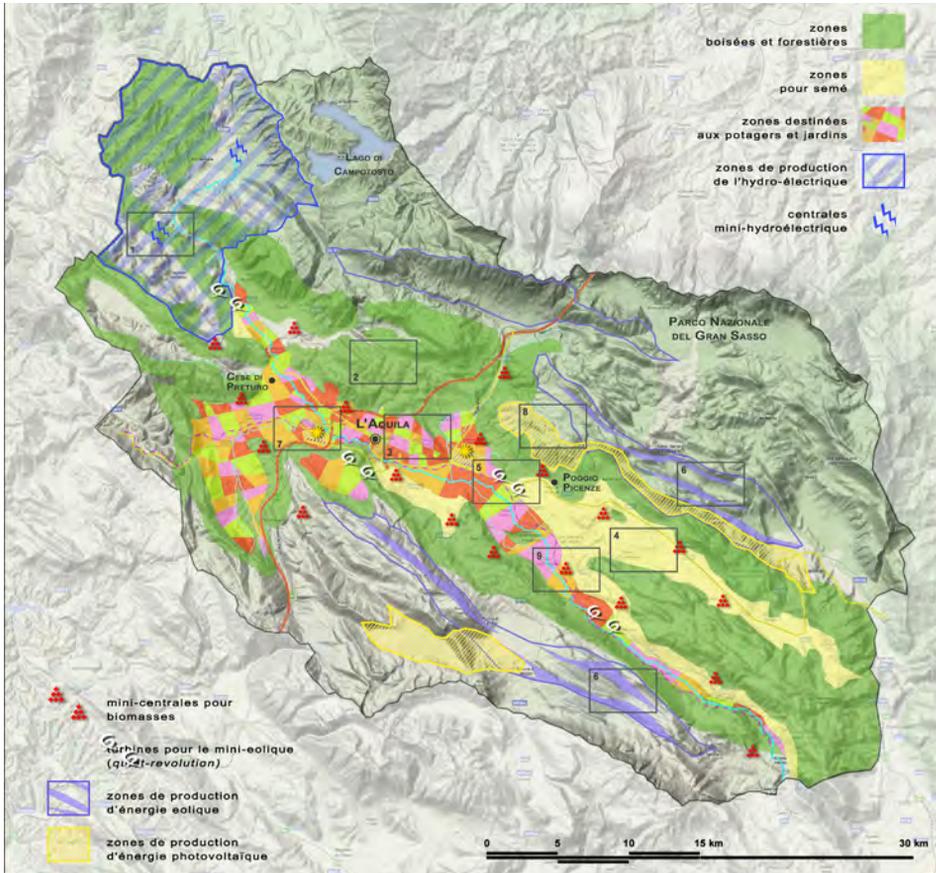
Plan directeur de reconfiguration des réseaux dans la Vallée de l'Aterno.

Un autre objectif est de redessiner un paysage « durable » tendant à la consommation zéro grâce à l'utilisation de toutes les sources d'énergie renouvelable possibles et disponibles sur le territoire pris en examen. Ce sont ces sources d'énergie qui permettront justement de parvenir à une reconfiguration du paysage.

Etant donné qu'il s'agit de territoires à risque sismique, une attention particulière a été prêtée à combien une communauté soumise à un tel risque est disposée à dépenser pour se protéger ; en résumé, quelle valeur est attribuée par la communauté aux différentes « parties » qui la composent. Si l'on reconnaît l'impossibilité de parvenir à une « protection totale » et les coûts élevés (tant économiques que sociaux) des politiques de prévention, le problème est donc lié à la quantité de ressources économiques à mettre en jeu, à employer, en d'autres mots, avec le consensus de la collectivité pour protéger l'habitat. Le terme de consensus assume dans ce cas une signification beaucoup plus ample : il ne s'agit pas uniquement de l'acceptation de certains choix opérés par l'administration, mais de la formation préventive du consentement pour la définition du niveau de risque retenu comme acceptable, vu l'impossibilité de l'éliminer totalement.

Une telle politique de réduction du risque ne peut se positionner qu'au sein d'un outil « ordinaire » de gouvernance du territoire : le caractère extraordinaire propre aux politiques de l'urgence ne consentirait pas en effet à atteindre des objectifs sur le long terme (comme ceux de la prévention) car les politiques extraordinaires sont finalisées, par définition, à pallier à des exigences primaires urgentes et non à instaurer des actions de développement harmonieux et durable.

Il est nécessaire, en d'autres mots, de ramener l'exceptionnalité de la réduction du risque dans un cadre ordinaire de processus de planification urbanistique ou, mieux encore, de répondre aux besoins extraordinaires (prévention et réduction du risque) par le biais de politiques ordinaires de développement.



Plan directeur de reconfiguration du paysage de la Vallée de l'Aterno à travers les sources d'énergie renouvelables.

Inclure des éléments programmatiques de réduction du risque (dans ce cas précis, du risque sismique) et de renforcement de la durabilité du développement dans les contenus d'un outil de gouvernance du territoire (en Italie, le PRG) signifie avant tout attribuer une valeur stratégique à certaines actions en mesure d'atteindre à la fois des objectifs de développement, de prévention et de renforcement de la durabilité environnementale et sociale. En d'autres termes, conjuguer le développement, la solidarité et la qualité de l'environnement en élaborant des stratégies partagées et participatives et en définissant des règles innovatrices non négociables.

La planification restitue un cadre complet des utilisations prévues de l'espace physique, ainsi que d'une hiérarchie de ces utilisations en fonction de leur importance et, pour finir, de la programmation temporelle de sa réalisation dans ses grandes lignes.

Si l'objectif final est l'identification d'une structure urbaine minimale en mesure de fonctionner également après une calamité naturelle, il convient de comprendre quel est l'état d'avancement à un moment donné de la protection diffuse envers cette structure, pour corriger le tir et pour programmer d'ultérieures actions qui permettent de transformer la récupération diffuse en un véritable système.

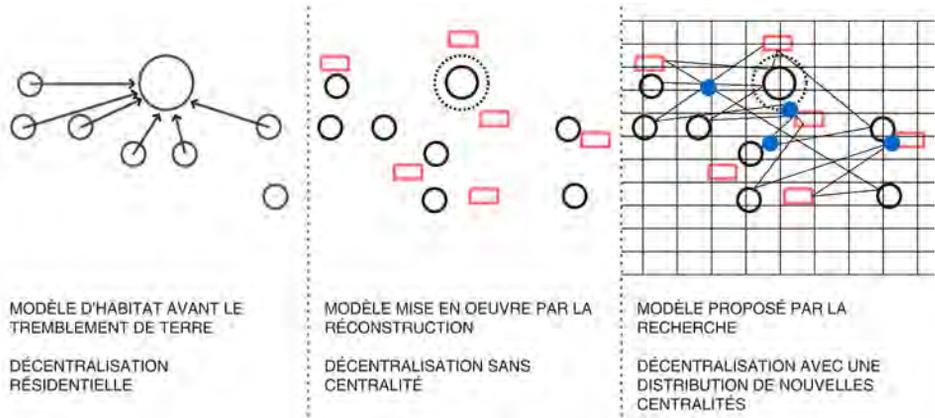


Stratégies pour la durabilité dans l'Habitat intermédiaire.

Il ne faut donc pas négliger non plus le rôle que jouent dans cette opération les espaces collectifs, lieux par excellence de la présence simultanée des sujets privés (le construit) et publics (la route, la rue, la place). Il ne s'agit pas uniquement d'identifier des voies de fuite, mais de construire un véritable système d'espaces permettant la constitution, en cas de nécessité, de la structure urbaine minimale envisagée.

A l'intérieur de cette structure urbaine minimale envisagée, la recherche parvient à définir de nouvelles « formes » d'habitat « intermédiaire » qui utilisent une stratégie intermédiaire entre la dimension collective et la dimension individuelle avec des typologies de logements expérimentaux et durables, non seulement d'un point de vue énergétique, mais également dans un sens antisismique.

Suite au séisme de L'Aquila (plus de 300 victimes, 70 000 personnes évacuées, 50% des bâtiments impraticables, des quartiers entiers et des centres mineurs détruits), le gouvernement a repropoé dans l'urgence la construction de villes nouvelles (« new towns ») décentralisées par rapport au chef lieu.



Le modèle proposé.

Cette hypothèse (réalisée déjà en grande partie) ne tient absolument pas compte des identités locales et du système de l'habitat du territoire. Notre recherche a proposé un modèle d'intervention en réseau en mesure d'être relié à la structure polycentrique de L'Aquila et au système de centres mineurs distribués sur le territoire à quelques kilomètres seulement les uns des autres.

Le 20 % de la population du chef-lieu, L'Aquila, vit dans des hameaux, des noyaux et des maisons éparses. Les communes mineures du territoire de L'Aquila frappées par le tremblement de terre, en dépit de leur dimension démographique modeste (de 3.000 à 200 habitants) ont vu leur population augmenté sensiblement vu la présence sur le territoire d'environ 5.000 immigrés. La structure réticulaire du territoire s'intègre au réseau routier et hydrographique, avec les systèmes des champs fermés et la décentralisation des petites et moyennes entreprises.

Le système de l'habitat présente les caractères d'une ville polycentrique plutôt que ceux d'une ville diffuse. A la concentration de L'Aquila correspond un réseau de petits centres avec des constructions résidentielles à basse densité (maisons uniformes, villas, tissus irréguliers des centres historiques).

Dans un tel contexte, le rapport entre le logement, les espaces de relation et les espaces publics est encore significatif. Le modèle traditionnel de l'habitat est aujourd'hui définitivement en crise suite à l'introduction de solutions résidentielles radicalement étrangères, comme celles qui ont été réalisées par le Gouvernement. Le modèle existant, s'il est apparemment restructuré et organisé, présente par contre des caractéristiques en mesure de garantir la sécurité en zones sismiques. Avec une densité basse et moyenne, une disponibilité d'espaces ouverts et de voies de fuite, une diversification des espaces publics, une distribution en réseau des centralités urbaines (administration, université, écoles, culture, hébergement, ...), il entend se proposer comme une stratégie à grande échelle en mesure de redistribuer les populations à risque sismique dans les hameaux autour de L'Aquila et dans les centres mineurs.

Le territoire intéressé par la recherche comprend les 37 communes de la province de L'Aquila frappées par le tremblement de terre. L'analyse s'est concentrée en premier lieu sur la structure géologique et géotechnique des sols afin d'en vérifier avec plus de précision l'intensité variable du risque sismique.

requis une approche méthodologique interdisciplinaire du groupe de travail coordonné par mes soins.

Passer d'une vision de projet sectoriel à une culture de conception de projet intégrée est loin d'être facile et comporte une réelle innovation dans la manière de traiter les savoirs et les connaissances.

La recherche a donc expérimenté un dialogue constant entre les différents domaines disciplinaires concernés (sciences géologiques, ingénierie environnementale et structurale, urbanistique, économie, sciences humaines et sociales, conception de projets de paysages, restauration). Je voudrais souligner, pour finir, que le résultat du processus de conception de projet ne peut qu'être formel et influencera profondément la morphologie du territoire, du paysage et des centres urbains.

Le résultat final ne résulte pas de la somme de multiples apports sectoriels, mais de l'interprétation de la réalité physique, économique et réglementaire des lieux et de l'intégration de tous ces aspects.

Pour conclure, l'appareil théorique que la recherche a produit concerne deux aspects : d'une part, une théorie qui identifie de nouvelles modalités du processus de transformation de l'espace à l'échelle territoriale et intercommunale des territoires à risque sismique ; d'autre part, à l'échelle architecturale, l'identification de nouvelles formes expérimentales d'habitation « intermédiaire » entre dimension individuelle et dimension collective, en mesure de répondre de manière innovatrice aux situations de catastrophes naturelles.

A cette fin, la recherche a produit un projet de lignes directrices (voir le chapitre « Les criticités des états de l'art et la proposition des lignes opératives ») utilisables pour les projets d'un nouvel habitat (la structure urbaine minimale) qui sera durable sous trois aspects :

- durabilité sociologique : de par sa dimension « intermédiaire », car à l'échelle urbaine de nouvelles relations sociales entre les habitants et de nouvelles mixités fonctionnelles se créent.
- durabilité énergétique : de par l'utilisation de sources d'énergie renouvelables qui amènera les logements à un niveau de consommation proche de zéro.
- durabilité sismico-territoriale : de par le nouveau modèle de formes d'habitat expérimental mises en œuvre, en mesure de résister à des situations de risque.

L'ÉCHELLE MACRO

MARCELLO PAZZAGLINI

Coll.: FABRIZIO ZONETTI, LEONARDO LA VITOLA

L'ÉCHELLE MACRO. ÉLÉMENTS DU PAYSAGE DURABLE

Indications méthodologiques

Deux objectifs :

- 1) durabilité énergétique vers une consommation zéro ;
- 2) forme du territoire.

La première phase de la recherche a porté sur la délimitation de la zone d'étude en fonction des sources d'énergie renouvelable.

L'objectif du programme est de parvenir à une reconfiguration du paysage et de mise en relation des modèles urbains.

Par rapport à l'art. 1 du Décret de la Région Abruzzes n°3 du 9 mars 2010 (Linee di indirizzo strategico per la ripianificazione del territorio), le Plan directeur proposé ci-dessous affronte deux des quatre points prévus par la stratégie régionale :

- a. renforcement et valorisation des systèmes territoriaux locaux avec l'identification de zones homogènes en fonction de secteurs stratégiques d'intervention
- b. la requalification des réseaux environnementaux et historico-culturels.

Par rapport au point a, le Plan directeur a identifié un système de zones homogènes du point de vue de leurs caractéristiques environnementales et agricoles.

Pour ce qui concerne le point b, le Plan directeur identifie pour les réseaux environnementaux un ensemble de systèmes qui confèrent au paysage un caractère basé en prévalence sur l'intégration des espaces verts avec le bâti et les sources d'énergie renouvelables.

MACRO - Paramètres conceptuels et stratégies pour le projet d'un paysage durable à consommation zéro

L'usage de sources d'énergie renouvelable exploitant l'eau, le vent, la terre, le soleil, la géothermie, les déchets urbains et agricoles, le réaménagement du territoire dégradé, les couloirs verts et la densification sont les principales stratégies adoptées par les projets durables.

Leurs application à un contexte territorial dépend de la quantification d'énergie productible à partir de ces sources, de l'analyse orographique, du système des vents dominants, de la présence potentielle et réelle d'eau, des mailles des installations urbaines et du tracé des parcours, de leur forme. Il s'agit de construire un système en réseau également là où ce système est à peine mentionné, d'organiser un système de formes sur grande échelle en utilisant aussi les suggestions du land art.

Tout ceci signifie projeter et ensuite configurer un paysage durable.

L'adoption de ces stratégies comporte une transformation des méthodes de production et une intégration des savoirs et des disciplines. Une intégration est donc nécessaire entre les caractères de la forme à différentes échelles et les dispositifs techniques et technologiques. Il n'est pas possible d'affronter la durabilité à travers une unique discipline, même si elle est importante.

C'est l'hypothèse d'un nouvel organicisme qui s'offre à nous ; un organicisme étroitement intégré aux résultats des recherches scientifiques sur le confort de vie, sur les mécanismes de la perception, sur les techniques et la technologie des dispositifs aux différentes échelles pour les économies énergétiques, sur la connaissance des mathématiques et des géométries des formes complexes en mouvement continu.

La similitude du construit et de l'organisation de notre habitat avec un organisme vivant est une convention, une analogie qui doit être réinterprétée à chaque fois. L'organisme que nous construisons est spécifique dans ses particularités, mais en même temps il s'intègre avec la nature en en tirant, comme nous l'avons vu, des suggestions filtrées par nos capacités.

MESO - Paramètres à considérer pour le projet durable d'un contexte urbain de dimensions moyennes

Les paramètres qui conduisent au choix des solutions spatiales, techniques et technologiques à adopter pour le projet d'un contexte urbain de dimensions moyennes dépendent de données préliminaires qu'il est nécessaire de collecter et qui concernent :

- les conditions climatiques, les vents prédominants, l'excursion thermique annuelle, diurne et nocturne, estivale et hivernale);
- la déclinaison solaire en été et en hiver;
- le cours et le type des précipitations;
- les systèmes arborés et des reliefs présents;
- le positionnement d'autres constructions éventuelles;
- la conformation du sol sur lequel s'insère l'intervention, en plaine ou incliné, la nature du sol lui-même;
- la présence de lacs;
- les vues spéciales et les relations visuelles que l'on entend établir;
- la dimension et l'articulation des destinations qui caractérisent l'intervention;
- les sources communes d'énergie renouvelables.

Ces paramètres définissent les matériels spécifiques également pour l'habitat de dimensions moyennes.

L'objectif est de projeter un système intégré, construit et vert : le construit est constitué d'architectures bioclimatiques et les espaces verts de sources d'énergies renouvelables.

MICRO - Paramètres à considérer pour le projet des bâtiments bioclimatiques

Les architectures bioclimatiques sont conçues comme un organisme dont les différentes parties sont mises en relation. La conformation de l'espace et la forme volumétrique constituent le moment de synthèse et d'intégration entre ces parties.

Le concept le plus important qui règle ce système de relations entre intérieur et extérieur, ainsi qu'à l'intérieur, est :

- une continuité spatiale qui doit être organisée de différentes manières selon la

poétique et la sensibilité du maître d'œuvre, qui interprète la destination d'usage prédominante du bâtiment (habitation, services publics ou privés).

Les matériaux utilisés pour le projet sont donc connexes :

- à la forme volumétrique extérieure et à celle de l'espace intérieur ;
- au système de l'enveloppe.

L'hypothèse du projet se base sur des élaborations de données et des choix préliminaires :

- une analyse des activités prédominantes que doit accueillir le bâtiment ;
- une définition des dimensions des espaces ;
- la détermination des espaces qui peuvent être considérés fermés ou ouverts, ou de toute façon en continuité entre eux ;
- la définition d'un système de parcours de distribution et d'arrêt ;
- la définition des systèmes à adopter pour le captage solaire en hiver et pour le système de refroidissement en été, pour l'intégration du chauffage et du refroidissement passifs avec des installations spécifiques ;
- l'utilisation de systèmes solaires actifs comme des panneaux photovoltaïques et solaires, le recours à des systèmes éoliens ou autres, tout un ensemble de données donc que l'on peut déduire à partir d'une analyse attentive du rapport avec le contexte, et aussi des incitations économiques ;
- la gestion lors des cycles saisonniers des comportements bioclimatiques et la définition du degré de modifiabilité dans le temps du bâtiment et la stratégie pour en permettre le changement.

Les principaux dispositifs et composants que l'on peut utiliser dans un projet d'architectures bioclimatiques sont les suivants :

- des cheminées pour le captage ou l'aspiration du vent ;
- des serres bioclimatiques ;
- des murs et des couvertures ventilés ;
- des vitrages courbes, inclinés, verticaux et horizontaux, avec ou sans brise-soleil ;
- des sheds ;
- des parcours pour l'eau ;
- des panneaux photovoltaïques, des panneaux solaires, des systèmes d'éoliennes, etc. ;
- des espaces verts.

Cas d'étude : la vallée de l'Aterno

L'objet de l'étude est la vallée de l'Aterno qui reste un paysage d'un intérêt particulier de par sa configuration orographique et hydrologique, l'utilisation des terres, les caractéristiques des centres urbains de petite et moyenne échelle qui y sont disséminés.

L'analyse de ces caractères nous permet de définir une stratégie pour remodeler le paysage de la zone considérée.

La reconfiguration du territoire se base sur un certain nombre d'hypothèses pour concevoir l'échelle macro :

- Le paysage est considéré comme un ensemble de systèmes qui se connectent les uns aux autres dans une configuration complexe et intégrée ;
- Les systèmes choisis, avec leur organisation, règlent la configuration et la forme dominante du paysage ;
- Les systèmes sont étroitement liés aux sources d'énergie renouvelable ;
- La mise en œuvre des systèmes définit les phases opérationnelles et leur mise en œuvre et peut s'adapter aux besoins qui pourront intervenir dans le temps. Elle suppose une tension dynamique entre les éléments d'équilibre et les éléments de déséquilibre potentiel.

Les principaux systèmes considérés sont les suivants :

- Le système des vents dominants et de leurs tendances ;
- Le système hydrologique ;
- Le système d'utilisation des sols, qui est principalement lié à la production de biomasse.

Les principales destinations prises en compte sont :

- Les jardins potagers, les terrains à ensemercer, les forêts, les pâturages ;
- Le système des établissements composés de noyaux urbains de petites et moyennes dimensions ;
- Le système des infrastructures.

L'objectif, dans l'organisation de ces systèmes, est d'assurer un faible impact sur l'environnement et un niveau de haute qualité de vie, en utilisant la durabilité de l'environnement à la macro-échelle :

- Équilibre dynamique entre les établissements de petites dimensions et les espaces verts ;
- La diversification variable des zones dans l'usage et dans le temps ;

- La protection active des sols et leurs utilisation pour les cultures agricoles innovantes ;
- La gestion de l'énergie et de l'architecture bioclimatique avec l'utilisation de sources d'énergie renouvelables ;
- Le contrôle du climat à l'échelle géographique ;
- La réduction de la pollution de l'eau, de l'air, acoustique ;
- La collecte et la réutilisation des eaux de pluie ;
- La gestion des déchets et des biomasses.

Les mesures à prendre en considération visent à l'intégration des systèmes passifs et actifs, y compris les solutions bioclimatiques, les installations innovantes, afin de parvenir à une zone géographique qui tende à l'autosuffisance énergétique, sur la base des conditions climatiques et du confort environnemental.

Ces systèmes peuvent être définis comme la base pour une transformation productive - économique - sociale de tout le territoire.

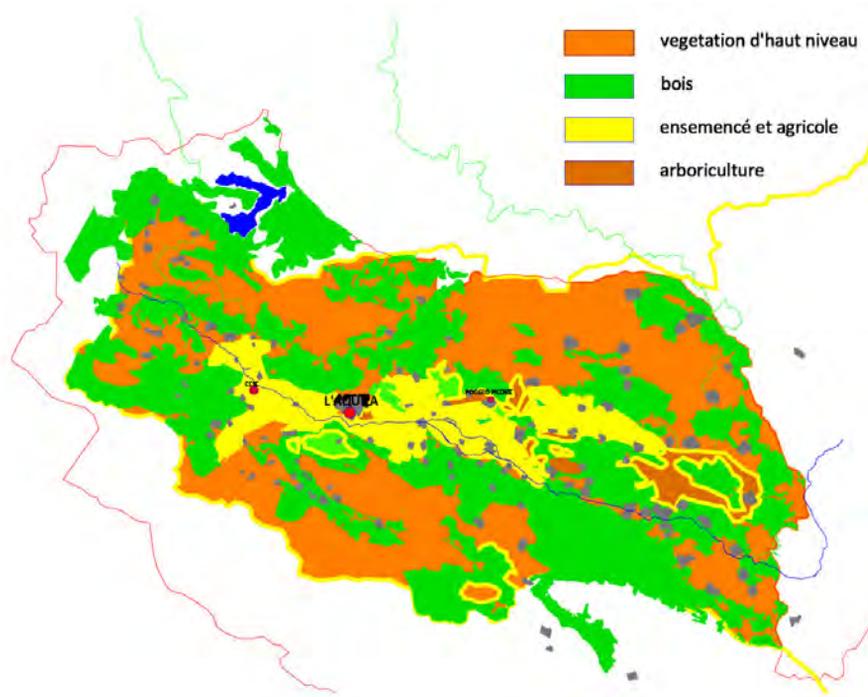
Cette transformation peut impliquer :

- L'utilisation de cultures agricoles innovantes ;
- La transformation du tissu formé par les usines de production en espaces verts ;
- L'encouragement des formes d'association ;
- L'utilisation de centrales intégrées, petites et moyennes, pour la production d'énergie intégrée ;
- L'utilisation des couvertures des centres industriels comme emplacement principal de PV.

Afin de promouvoir l'intervention publique, privée et des associations, et pour suivre les développements économiques, il faut des structures ou bien des modalités de gestion du processus de transformation ; des structures à temps et à bilan zéro.

Les instruments utilisés pour cette première esquisse de reconfiguration de la zone sont les suivants :

- La définition de l'utilisation des terres de la zone à partir des données du projet CORINE Land Cover-en Italie (CLC 90). On utilisera le premier et le second niveau du projet Corine.
- Les documents de programmation de la région Abruzzes qui sont : la carte éolienne, l'accord de programme sur la biomasse, le dossier sur le micro-électrique, le dossier sur les potentialités des énergies renouvelables et le dossier sur les nouvelles technologies à hydrogène ;
- Les études sur le réaménagement durable des petits centres urbains.



La « Carte de la Végétation ».

La configuration envisagée se base sur des bandes morphologiques à destination différenciée, qui se croisent le long de la vallée de l'Aterno : les petits jardins potagers près de la rivière, les surfaces ensemencées situées toujours en plaine, la forêt le long des pentes convergentes vers la vallée, et enfin les aires pour le pâturage.

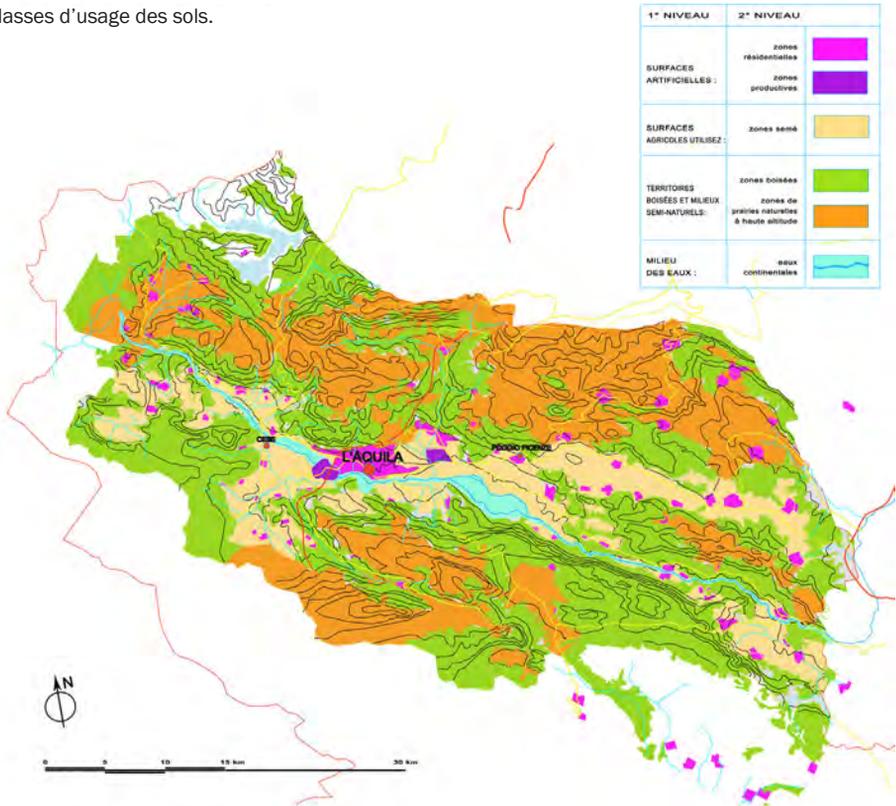
L'entrelacement de ces matériaux formels à grande échelle est structuré avec un réseau de noyaux pour la production d'énergie renouvelable et de noyaux urbains. Des zones boisées et des reliefs artificiels de petite taille (formés par les décombres des tremblements de terre) marquent les zones planes des jardins potagers et le cours de la rivière. Les configurations qui sont proposées sont reproductibles au dessin de la zone et ont leur propre dynamique, car elles peuvent changer au fil du temps et ont également une fonction bioclimatique dans la régulation du système des vents et du système hydrographique.

Cette stratégie définie dans ses grandes lignes a été appliquée à la vallée de l'Aterno qui a servi de cas d'étude. Si l'on part donc d'une analyse attentive de ses caractéristiques, l'objectif de la recherche a été de remodeler le territoire selon les utilisations productives et les principales sources d'énergies renouvelables.

Les technologies pour la production d'énergie à partir de sources renouvelables sont variées et requièrent des caractéristiques géographiques et climatiques spécifiques, comme par exemple la présence de cours d'eau, de zones fortement ventilées, bien exposées au soleil ou couvertes de végétation.

Lors de la première phase, la recherche a été conduite afin d'identifier sur le territoire la localisation de zones caractérisées en prévalence par des éléments naturels pouvant faire supposer une utilisation possible du point de vue de la production

Classes d'usage des sols.



d'énergie renouvelable.

La méthodologie de recherche se base sur la classification des types de paysage présents, accompagnée de l'analyse de l'utilisation des sols et de la végétation présente, en utilisant comme outils :

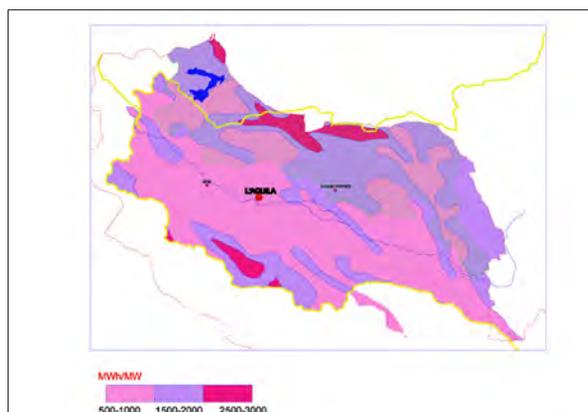
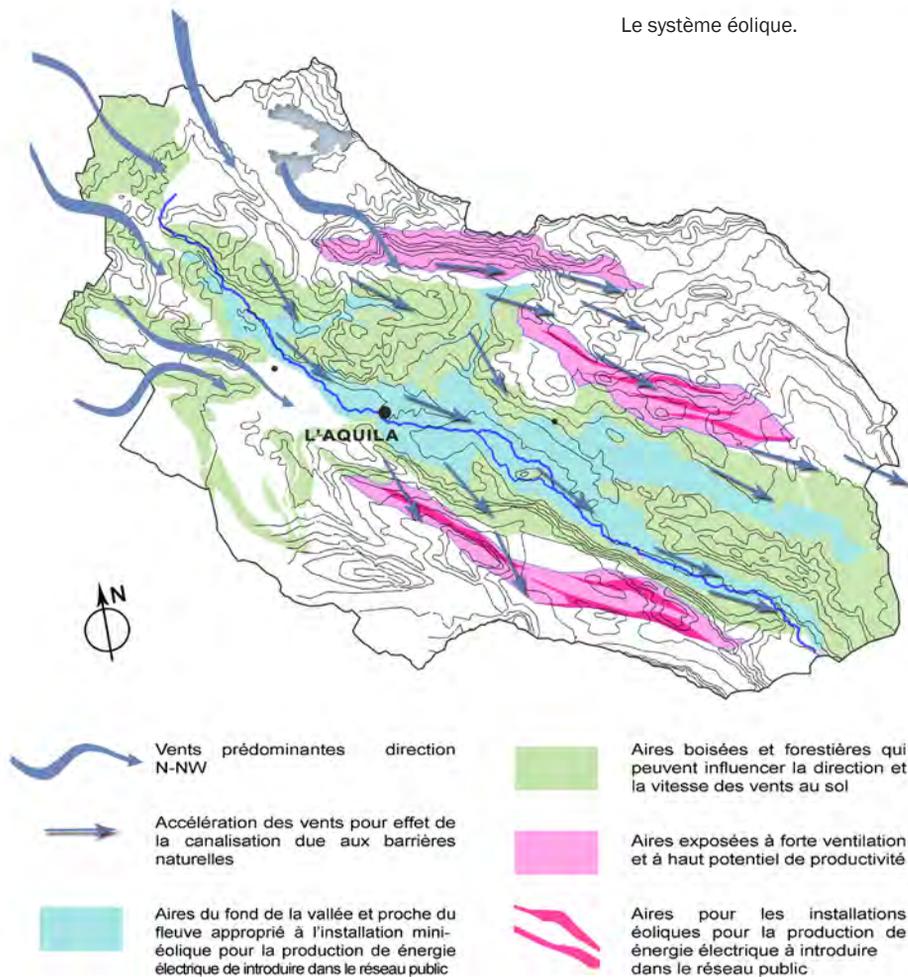
- la « Carte d'utilisation des sols » selon le système CORINE, où l'on s'est arrêté au second niveau d'approfondissement (le système CORINE en prévoit quatre) ;
- la « Carte de la Végétation », rédigée par le Corps forestier Italien.

Une fois que l'on a déterminé, sur la base de caractéristiques intrinsèques, une partie de territoire adéquate au développement potentiel d'énergies renouvelables, des estimations approximatives des capacités de production pour chaque type de source ont été effectuées afin d'identifier quatre typologies de sources renouvelables (éolienne, biomasse, hydroélectrique, solaire) pour lesquelles la mise en place d'un processus productif pourrait avoir un sens.

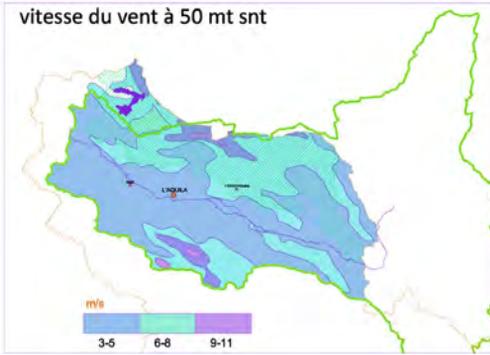
La source éolienne, qui semblait jusqu'à il y a quelques années seulement la plus prohibitive du fait du coût élevé des installations et de leur impact sur l'environnement, rencontre ces derniers temps un succès notable, grâce justement à la baisse des prix et à la moindre résistance que ces installations rencontrent, tant de la part des administrations que de la part des habitants, du fait de l'impact essentiellement visuel que les éoliennes, vu leur hauteur, produit sur le paysage en remodelant leur aspect d'origine.

Cela fait quelques temps que l'on commence à comprendre que le paysage in-

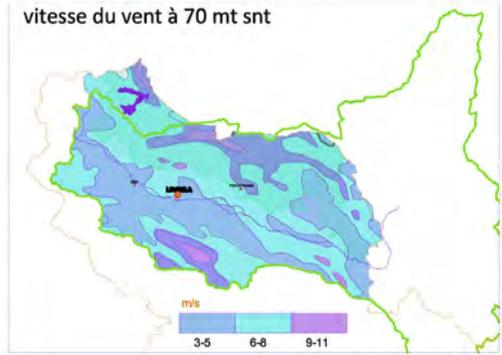
Le système éolique.



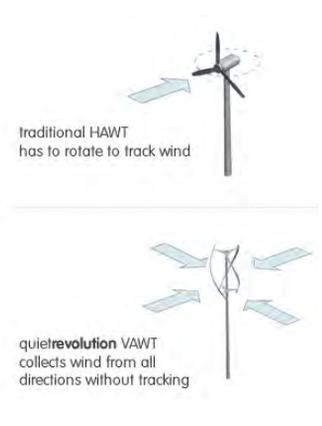
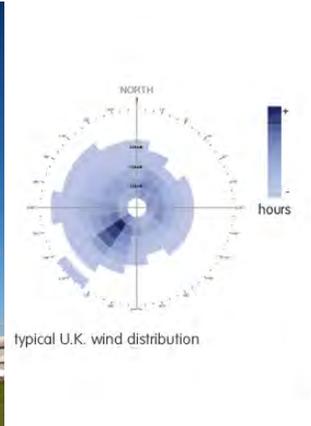
À gauche : Productivité potentielle à 50 mt snt



En haut :
Graphique de la vitesse du vent à 50 et à 70 mt snt.



En bas :
Système micro-éolique
« Quietrevolution » : insertion urbaine.



tège également des signes anthropiques et que ces derniers sont susceptibles de contribuer à l'esthétique des lieux, surtout s'ils sont finalisés à la défense de l'environnement.

L'abondance de zones de haute montagne, où la ventilation atteint des vitesses optimales pour le rendement des éoliennes, a permis d'identifier des localités où il est possible d'envisager l'installation de systèmes éoliens sans grands risques d'impact environnemental, en vertu de la faible présence à une telle altitude de végétation et de faune.



Technologie « Quietrevolution ».

En bas: Tableau des vents prédominants à L'Aquila.

VENTS PRÉDOMINANTES L'AQUILA						
PAESE	LAT	LON	ALT	REGIONE	PROVINCIA	ZONA
ITALIA	42.38 N	13.31 E	674 m	Abruzzo	L'Aquila	Centro
				DIRECTION	VITESSE MOYENNE	
JANVIER				N-NW	2,4 km/h	
FÉVRIER				N-NW	3,1 km/h	
MARS				N-NW	4,1 km/h	
AVRIL				N-NW	3,5 km/h	
MAI				N-NW	3,6 km/h	
JUIN				N-NW	3,9 km/h	
JUILLET				NW	4,2 km/h	
AOÛT				N-NW	4,0 km/h	
SEPTEMBRE				N-NW	2,7 km/h	
OCTOBRE				NW	2,3 km/h	
NOVEMBRE				N-NW	2,2 km/h	
DÉCEMBRE				N-NW	2,3 km/h	

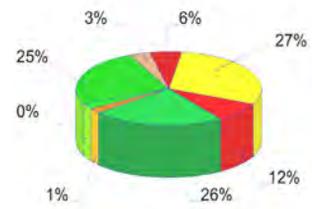
Un récent développement de l'utilisation de la source éolienne est représenté par les micro-éoliennes, c'est-à-dire des installations très modestes par rapport aux installations utilisées jusque-là, qui consentent leur insertion également dans des paysages avec de la végétation et de la faune.

Pour ces installations de nouvelle génération, la végétation devient un élément important car elle peut concourir à canaliser l'air et à générer des flux de vent « artificiel » ; cela signifie que ces installations, si elles ne sont pas isolées mais font partie intégrante d'un réseau, du fait de leur incidence sur la forme du paysage, nécessitent une étude qui affronte également ce dernier aspect.

Les coûts des micro-éoliennes sont largement inférieurs à ceux des installations d'éoliennes traditionnelles, ce qui rend possible leur installation également par de petites communes, voire par des particuliers.

Bois à brûler :	a) de futaies: 8.870 b) de taillis: 85.480	94.350 Tep
Sous-produit forestière :	a) de futaies: 17.740 b) de taillis: 21.370	39.110 Tep
Total (tonnes équivalent pétrole) :		133.460 Tep

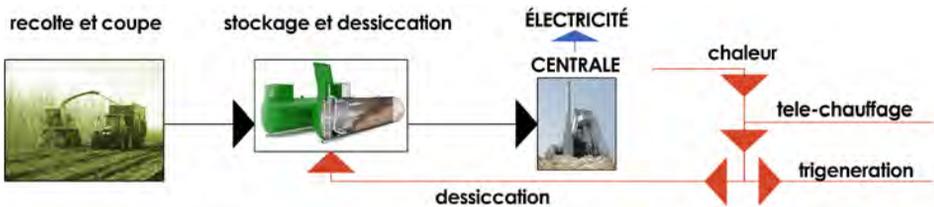
Typologie cultures	Peuplier, Saule, Eucalyptus, Robinier, Canne commune
Productivité énergétique	2/6 Tep / ha --> moyenne = 4 Tep / ha
Destination	17.500 ha (10% autres terrains de la Région Abruzzo)



Sur et à droite :
Typologie potentiel de biomasses.



En bas : Cycle de production d'énergie basé sur la biomasse.

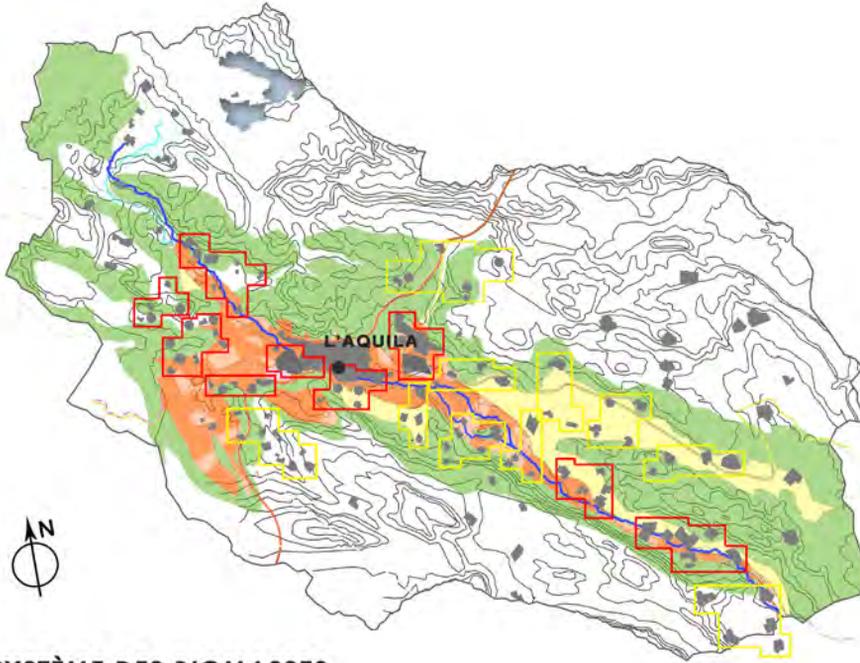


La richesse de la végétation forestière qui caractérise les versants des montagnes qui entourent la Vallée de l'Aterno et les cultures sur les collines et dans la plaine traversée par l'Aterno représentent une autre ressource importante pour ce qui concerne l'utilisation de sources d'énergie renouvelables et la caractérisation d'un paysage durable.

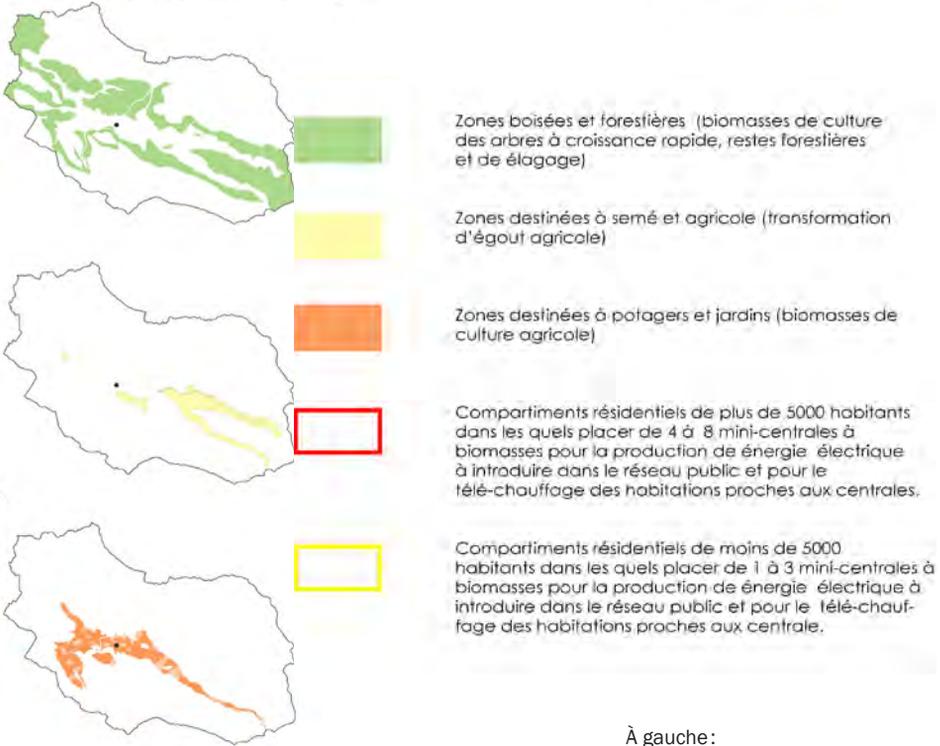
La végétation, qu'elle soit spontanée ou favorisée par l'homme, peut fournir les ressources permettant de développer un système de production d'énergie basé sur la biomasse, en fournissant de l'électricité et de la chaleur issues de la combustion des résidus forestiers et des cultures.

Ce type d'installation permettrait de créer un système en réseau pour la diffusion de la chaleur dans les habitations permettant d'économiser sur l'utilisation des combustibles fossiles qui, du fait de leur coût et de leur impact sur l'environnement, ne constituent certes pas un modèle durable.

En augmentant les zones forestières et en rationalisant les types de culture, il est possible de produire sur place les ressources nécessaires au fonctionnement des centrales sans aucun dommage sur le paysage ou sur les activités agricoles. Pour comprendre la durabilité de ce type de ressource, il suffit de penser que le simple nettoyage des bords de routes et l'élagage des arbres, s'ils ne sont pas suffisants pour répondre aux besoins des centrales, fourniraient toutefois une appréciable quantité de biomasse.

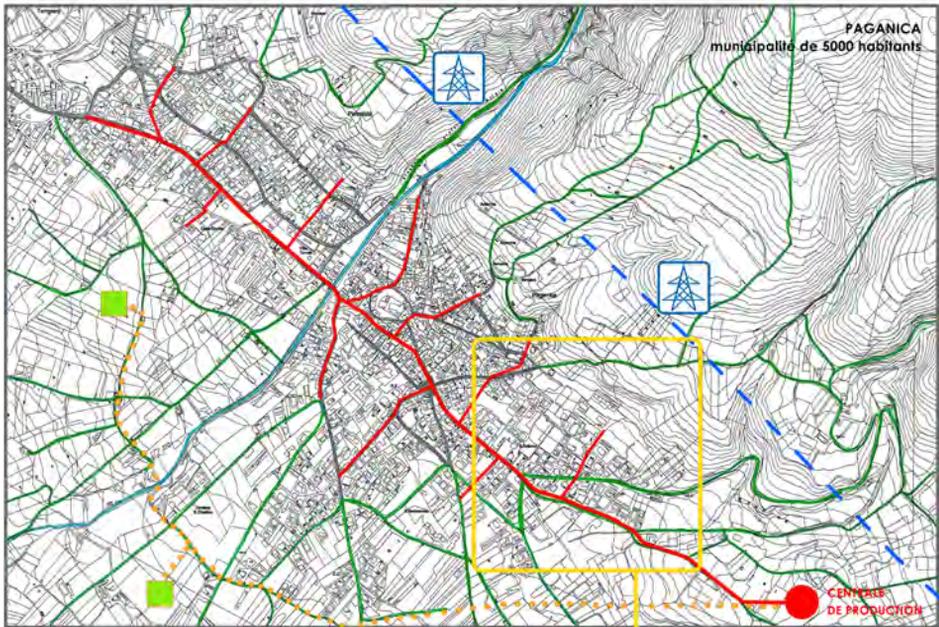


SYSTÈME DES BIOMASSES



Système des biomasses et compartiments résidentiels pour mini-centrales à biomasses.

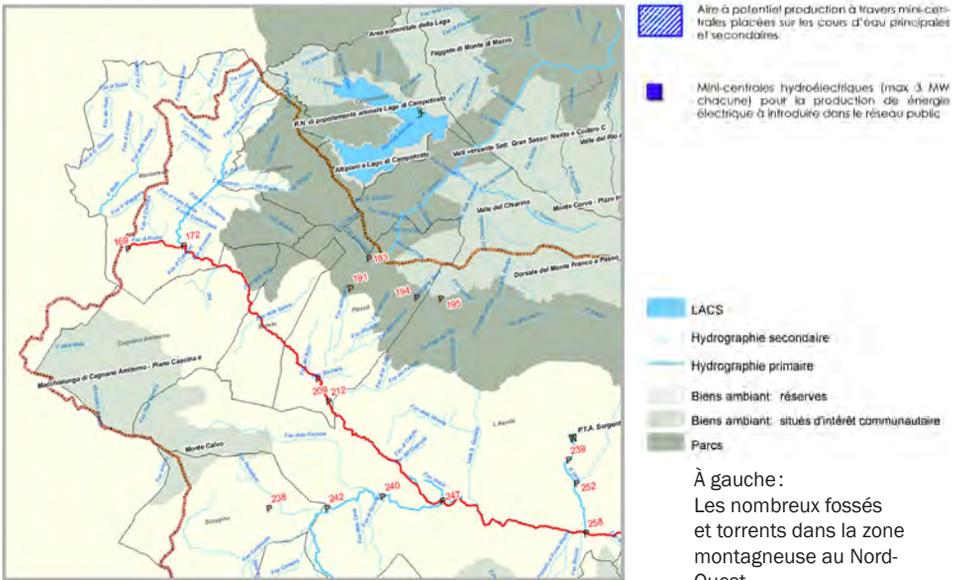
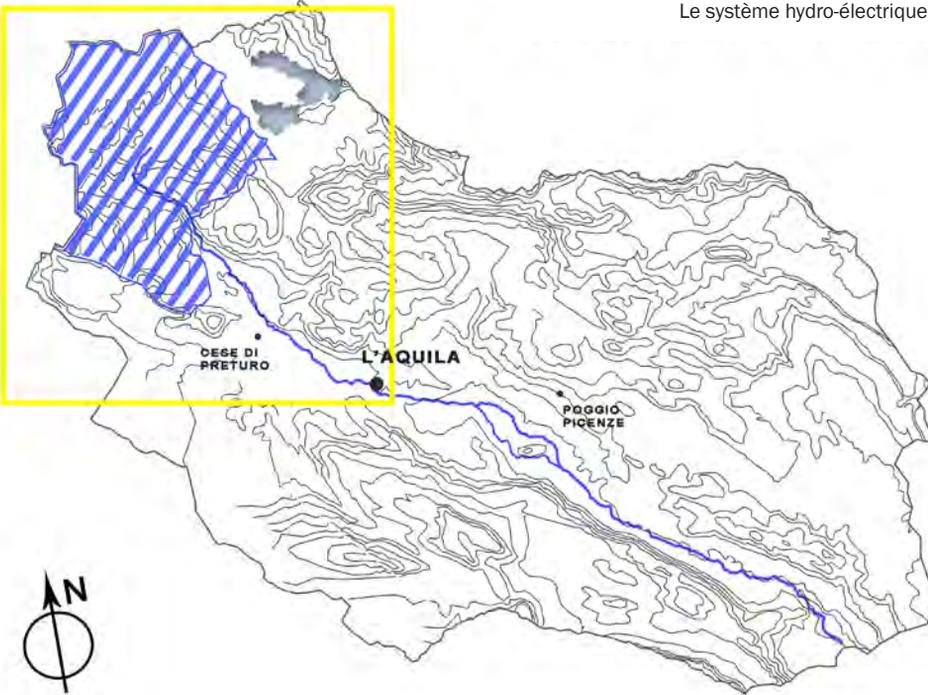
À gauche:
Hypothèse de l'inclusion d'un système de télé-chauffage dans un compartimentations résidentiel une plus grande de 5000 habitants (Paganica).



Énergie produite estimée par la biomasses provenant de l'entretien des zones marginales des routes

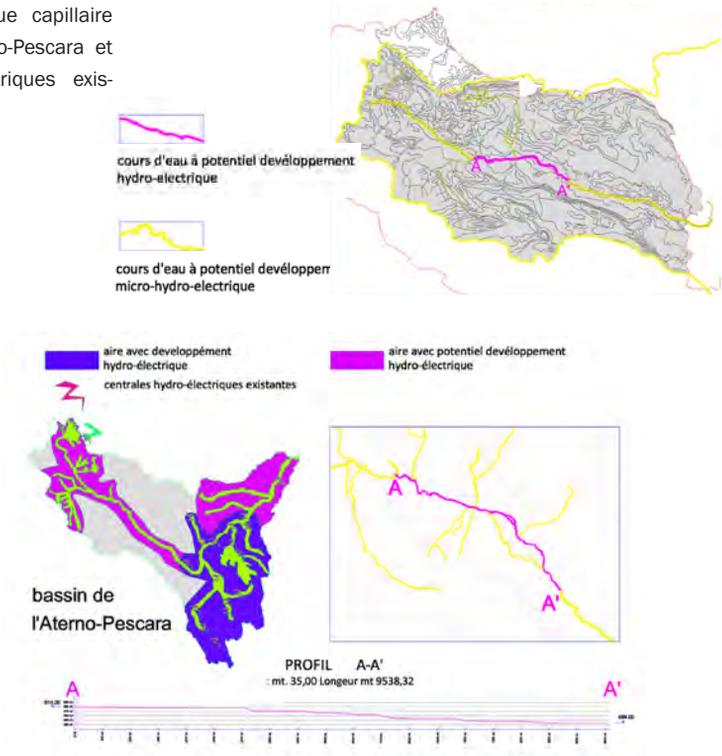
BIOMASSES:		Rendement électrique	0,18
Quantité	18.000 ton/année	Production électrique	7.500 h/année
PCI MOYEN	13.000 KJ/Kg	Production thermique	4.000 h/année
Contenu de cendre	6 %	Énergie électrique produite	6.300 MWh/année
Production de cendre	900 ton/année	Énergie thermique produite	16.000 MWh/année
Puissance électrique	1 MW	Investissement pour le réseau de télé-chauffage	10 million €
Puissance thermique	5 MW	Payback period	5-6 année

Le système hydro-électrique.



L'autre grande ressource qui ne manque pas à la Vallée de l'Aterno est la ressource hydrique, dont l'Aterno représente bien évidemment le principal élément.

Sous-système hydrique capillaire du bassin de l'Aterno-Pescara et centrales hydro-électriques existantes.

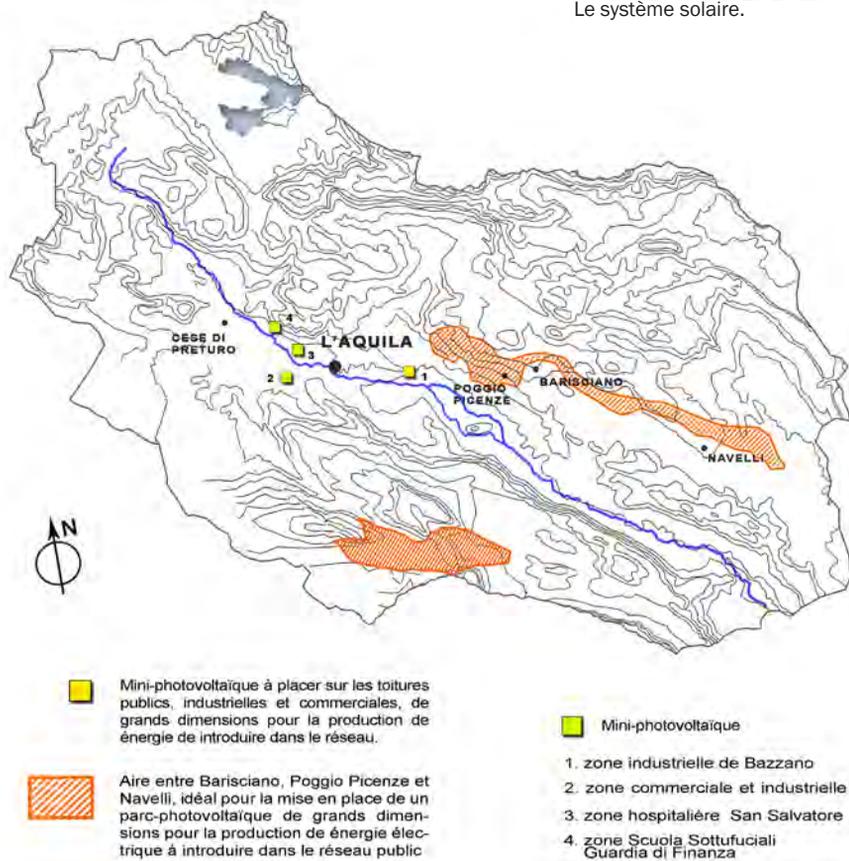


La présence de nombreux fossés et torrents dans la zone montagneuse au Nord-Ouest de la Vallée de l'Aterno, où prend sa source la rivière du même nom, génère un sous-système hydrique capillaire qui, en hiver et pendant les périodes les plus pluvieuses, est loin d'être négligeable ; il suffit de penser que l'utilisation des ressources hydriques mineures pour la production d'énergie, grâce également aux nouvelles technologies, est en train de devenir un moyen efficace pour augmenter la production durable d'électricité, sans devoir donc créer de grandes installations coûteuses, avec un fort impact sur l'environnement et dangereuses pour l'homme.

Les installations micro-hydroélectriques se basent sur la canalisation de petits cours d'eau dont les dénivelés mettent en mouvement des micro-turbines qui produisent de petites quantités d'énergie électrique. Il s'agit bien évidemment d'installations qui n'aspirent pas à satisfaire les besoins de vastes bassins d'usagers, mais qui peuvent contribuer à les alléger à des coûts extrêmement contenus et avec une bonne intégration dans le paysage, dont elles peuvent devenir un élément caractérisant.

Parmi les sources de production d'énergie durable, la plus connue, avec un nombre toujours plus important d'installations et des dimensions en constante augmentation, est l'énergie solaire.

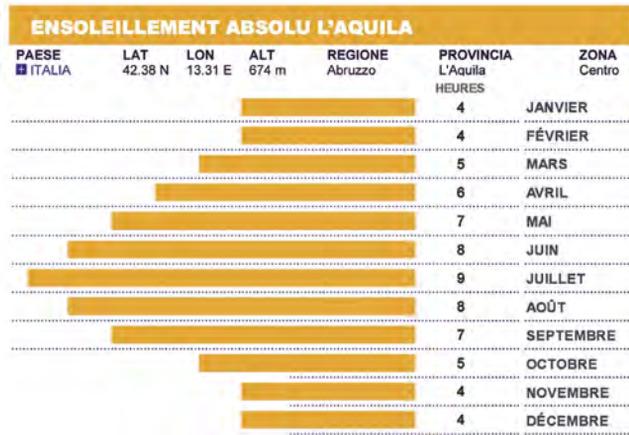
Le système solaire.



Même si la quantité d'irradiation est grosso modo la même dans toute l'Italie centrale, il faut tenir compte d'un autre facteur tout aussi important : la bonne exposition des zones en question.

La Vallée de l'Aterno est située sur un axe Ouest-Est qui s'étire en pied de montagne le long du versant du Gran Sasso et des Monts de la Laga, avec une exposition optimale pour la captation des rayons solaires et donc pour l'implantation d'installations photovoltaïques.

Si l'on considère la possibilité d'installer les panneaux photovoltaïques sur les toitures des bâtiments industriels, le recours à cette technologie peut servir d'élément de reconnexion visuelle dans des zones ou des habitats caractérisés par leur basse qualité, leur inhomogénéité et la discontinuité typologique des constructions.



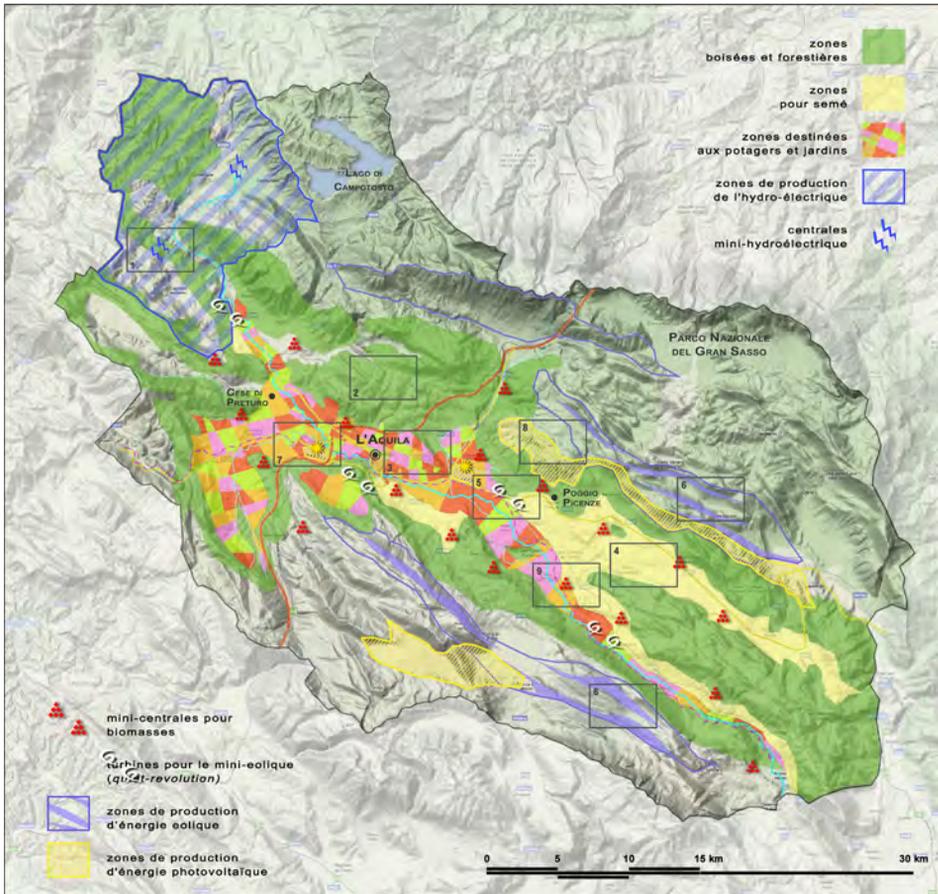
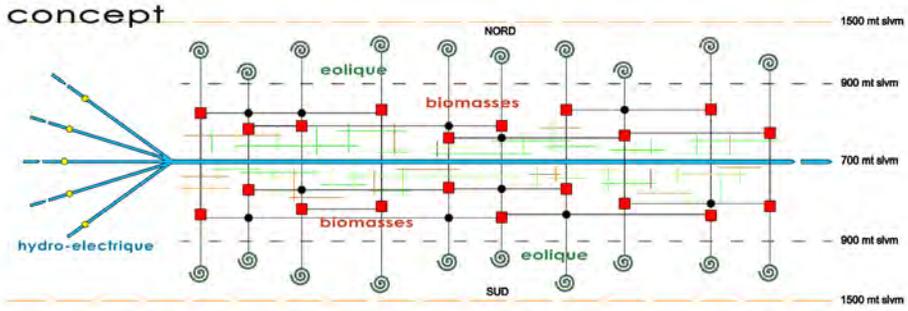
MOYEN INCIDENCE DU SOLEIL A' L'AQUILA ET PROVINCE

	Radiation moyenne mensuelle journalière (MJ/ m ²)												Valeurs moyennes annuelles	
	Jan	Fev	Mar	Avr	May	Jui	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	MJ/m ²	kwh/m ²
L'Aquila	6.2	8.6	13.6	17.3	21.2	23.0	22.9	19.9	15.2	11.0	7.0	5.4	5248	1458
Avezzano	6.4	8.8	13.6	17.3	21.3	23.0	22.9	20.0	15.3	11.1	7.2	5.5	5286	1468
Capistrello	6.4	8.9	13.7	17.3	21.3	23.1	23.0	20.1	15.4	11.1	7.3	5.5	5299	1472
Carsoli	6.5	8.9	13.8	17.3	21.3	23.0	23.1	20.1	15.4	11.1	7.3	5.5	5307	1474
Castel di Sangro	6.3	8.9	13.6	17.7	21.4	23.3	23.0	20.1	15.5	11.1	7.2	5.6	5330	1481
Celano	6.3	8.7	13.6	17.3	21.2	23.0	22.9	19.9	15.3	11.1	7.1	5.5	5273	1465
Pratola Peligna	6.2	8.7	13.6	17.6	21.3	23.2	22.9	20.0	15.4	11.0	7.1	5.5	5288	1469
Sulmona	6.2	8.7	13.6	17.6	21.3	23.2	22.9	20.0	15.4	11.0	7.1	5.5	5292	1470
Tagliacozzo	6.4	8.9	13.7	17.3	21.3	23.0	23.0	20.0	15.3	11.1	7.3	5.5	5292	1470
Trasacco	6.4	8.8	13.6	17.3	21.3	23.0	22.9	20.0	15.4	11.1	7.2	5.5	5288	1469

Tableau de l'ensoleillement absolu de L'Aquila et radiation moyenne mensuelle journalière à L'Aquila et province.

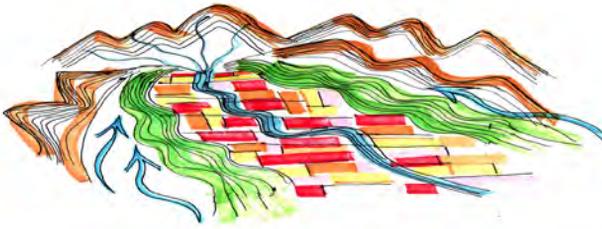
Donner une forme à un paysage durable et à consommation zéro signifie créer un système en réseau en mesure de diffuser de manière organique sur le territoire l'utilisation de l'énergie issue de sources renouvelables et à faible émission.

Les caractéristiques du territoire en examen ont suggéré un système développé transversalement le long de l'axe du principal cours d'eau, l'Aterno, de façon à mettre en connexion les différents systèmes, de la montagne jusqu'à la plaine.



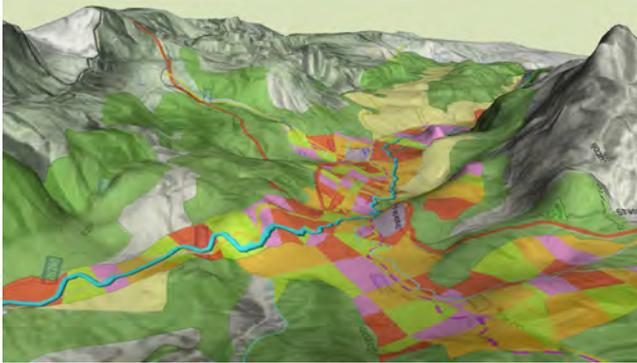
Le Plan directeur montre comment les différents types d'énergie renouvelable sont susceptibles de concourir à la définition du nouveau paysage.

Croquis d'étude



En bas : Les systèmes individuels et le système unique.

En bas à gauche et à la page suivante : Vues tridimensionnelles du modèle exécuté à l'ordinateur de la Vallée de l'Aterno.



Système des bois



Système des potages, jardins et semenciers



Système éolique



Système solaire



Système hydro-électrique

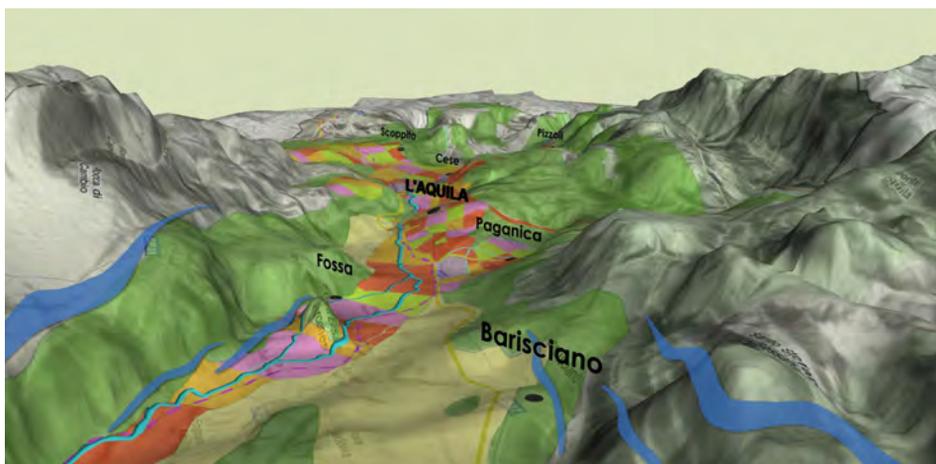
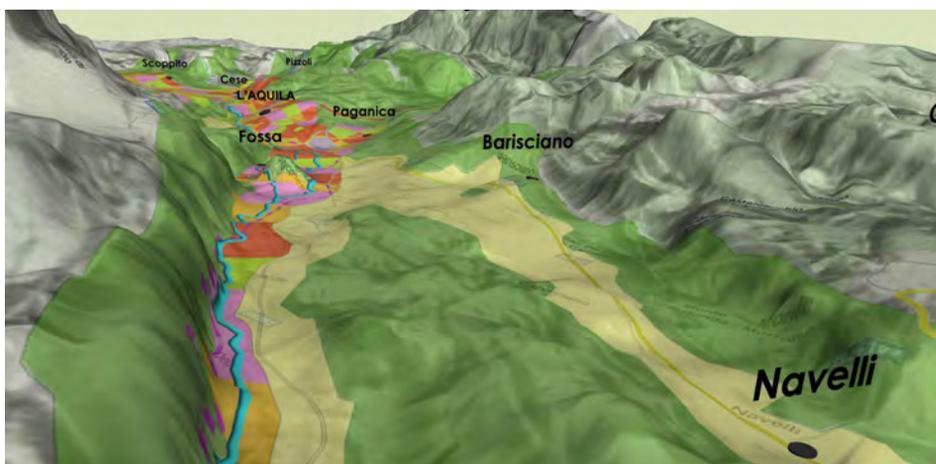
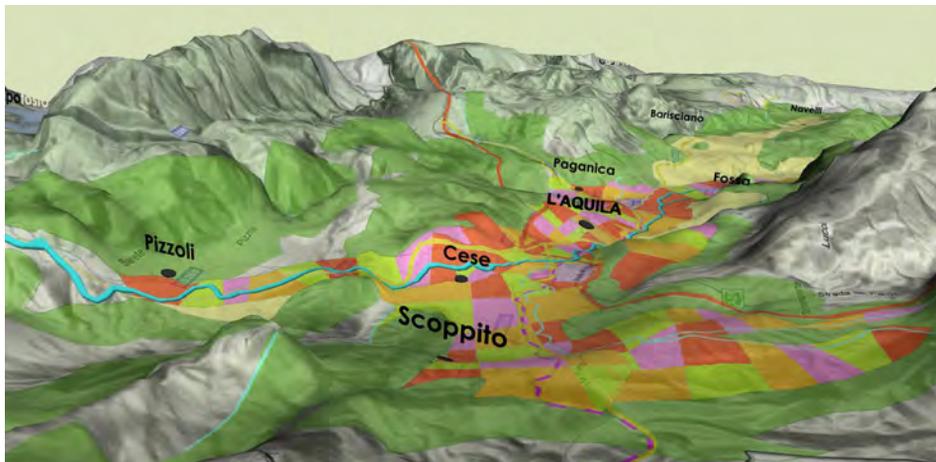


Système unique

Générer un Macro-Système en réseau, qui se superpose à des micro-systèmes en réseau dispersés sur le territoire à l'étude, est l'idée que l'on entend promouvoir afin d'atteindre l'objectif fixé.

Le Plan directeur montre comment les différents types d'énergie renouvelable sont susceptibles de concourir à la définition du nouveau paysage.

La connexion entre les noyaux habités de consistance différente, y compris les nouvelles constructions (projet C.A.S.E.), afin de former des secteurs de chauffage à distance, la réalisation de zones de collecte et de stockage de la biomasse, la réalisation de petites centrales localisées sur le territoire, la reforestation de zones en pied de montagne, la réalisation de petits parcs d'éoliennes exploitant également les reliefs artificiels formés par les décombres de la ville, les potagers, les jardins publics et privés, les dénivellations des torrents et le mouvement des hélices des éoliennes à l'horizon, rassemblés dans un système de connexions et de nœuds d'échange, génèrent un Macro-Paysage durable.



Données synthétiques de la proposition

Les zones du Plan directeur indiquent :

- Les aires boisées et forestières (biomasse de culture d'arbres à croissance rapide, restes forestiers et d'élagage);
- Les aires destinées à l'ensemencement et à usage agricole (transformation d'égouts agricoles);
- Les aires destinées aux jardins potagers (biomasses de culture agricole);
- Les compartiments résidentiels de plus de 5000 habitants où installer de 4 à 8 mini centrales à biomasse pour la production d'énergie électrique à introduire dans le réseau public et pour le télé-chauffage des habitations proches des centrales;
- Les compartiments résidentiels de moins de 5000 habitants où installer de 1 à 3 mini centrales à biomasse pour la production d'énergie électrique à introduire dans le réseau public et pour le télé-chauffage des habitations proches des centrales;

La potentialité escomptée de la production d'énergie hydro-électrique est la suivante :

- Mini installations : 15-40 MW de puissance /an
- Grandes installations : 0 MW
- Total : 20.000-50.000 MWh par an
- Équivalent aux besoins de 7000-17000 habitants
- Économie de CO₂ : 3000-8000 t/an

Le plan régional d'utilisation des énergies renouvelables approuvé en 2001 prévoit pour la biomasse d'origine forestière la typologie de production suivante :

- Aire à potentiel de production avec des mini-centrales situées sur les cours d'eau, principaux et secondaires;
- Mini-centrales hydroélectriques (max 3 MW chacune) pour la production d'énergie électrique à introduire dans le réseau public.

Pour l'énergie éolienne, on a défini :

- Les vents prédominants direction N-NO;
- L'accélération des vents par effet de la canalisation due aux barrières naturelles;

- Les aires en fond de vallée et proches du fleuve, appropriées à des installations de mini-éoliennes pour la production d'énergie électrique à introduire dans le réseau public ;
- Les aires boisées et forestières qui peuvent influencer la direction et la vitesse des vents au sol ;
- Les aires exposées à forte ventilation et à haut potentiel de productivité ;
- Les aires pour les installations éoliennes pour la production d'énergie électrique à introduire dans le réseau public ;
- Les variations du vent en fonction de la végétation au sol et de sa densité.

Production d'énergie électrique attendue du micro-éolien :

Grandes installations : 5-15 MW de puissance

Mini et micro éolien : 2-6 MW de puissance

Equivalent aux besoins de 3000-12000 habitations

Economie de Co₂ = 1500-4000 t/année

Stratégies de l'énergie éolienne

Les sources d'énergie renouvelable qui utilisent le vent ont comme structure principale le système des éoliennes qui s'articule aux différentes échelles.

La prémisses est que, sur un territoire à risque sismique, les structures doivent être contrôlées en fonction des sollicitations relatives.

A l'échelle macro, on prévoit la constitution de parcs d'éoliennes.

- *Parcs éoliens* :

Dans une deuxième phase, on effectuera des études plus détaillées sur la faisabilité et le dimensionnement des grandes installations éoliennes.

Production d'énergie électrique attendue avec les installations éoliennes :

Grandes installations (parcs éoliens) : 10-30 MW de puissance

Installations de mini-éoliennes : 5-15 MW de puissance

Equivalent aux besoins de 5.000-20.000 habitations

économie de CO₂ : 2000-9000 t/année

Aux échelles méso et micro, la stratégie vise à la mise en place de centrales intégrées positionnées à proximité des centres urbains de façon à permettre une distribution capillaire.

- *Mini-éoliennes* :

L'hypothèse est d'utiliser des turbines du type Quiet révolution qui peuvent pro-

duire de l'énergie électrique également lorsque la vitesse du vent n'est pas trop élevée (3-4 m/sec).

La caractéristique esthétique de ces turbines leur permet d'être aussi des éléments pour la qualité du paysage urbain.

L'aire entre Barisciano, Poggio Picenze et Navelli est idéale pour la mise en place d'un parc photovoltaïque de grandes dimensions pour la production d'énergie électrique à introduire dans le réseau public.

- *Mini-photovoltaïque* à placer sur les toitures publiques, industrielles et commerciales, de grandes dimensions pour la production d'énergie à introduire dans le réseau.

1. Aire industrielle de Bazzano ;
2. Aire commerciale et industrielle de Pile ;
3. Aire hospitalière de San Salvatore ;
4. Aire de l'Ecole de Sous-officiers de la Garde des Finances.

La planche du Plan directeur montre :

- Les mini-centrales pour la production d'énergie hydroélectrique mise en vente dans le réseau. Dans une deuxième phase, on effectuera l'étude de faisabilité de ce système et on définira le dimensionnement des mini-centrales et la stratégie pour revitaliser les cours d'eau.

- Les aires boisées, existantes et de nouvelle implantation, appropriées à la production de biomasse récoltée périodiquement et transportée à la mini-centrale de zone pour produire de l'énergie électrique introduite dans le réseau public et utilisée pour le télé-chauffage des habitations proches des centrales.

- Les jardins potagers et les aires agricoles appropriés à la production de biomasse à partir du rebut des récoltes, destinée aux mini-centrales de zone pour produire de l'énergie électrique introduite dans le réseau public et utilisée pour le télé-chauffage des habitations proches des centrales.

- Les aires destinées à l'ensemencement et à la production agricole pour la production de biomasse à partir des eaux d'égout zootechniques, introduite dans le réseau public et pour le télé-chauffage des habitations proches des centrales.

- Les turbines mini-éoliennes pour la production d'énergie électrique introduite dans le réseau public national. Les turbines (modèle Quiet Revolution) seront placées près des cours d'eau et intégrées dans les jardins et les espaces publics, ur-

bains et suburbains, avec une bonne ventilation naturelle ou correctement induite.

- Les aires situées à une altitude supérieure à 900-1000 mètres bien aérées, appropriées à la mise en place d'installations éoliennes de grandes dimensions pour produire de grosses quantités d'énergie électrique introduite dans le réseau public. Dans une deuxième phase, on effectuera l'étude de faisabilité de la mise en place et du dimensionnement des installations.

- Les aires destinées aux installations photovoltaïques pour la production d'énergie électrique à introduire dans le réseau public. Les petites installations seront placées dans les parkings et sur les toitures des bâtiments publics et industriels.

- Aire avec des caractéristiques naturelles d'exposition solaire, appropriée à la réalisation d'un parc photovoltaïque.

- Les mini-centrales à biomasse pour la production d'énergie électrique à introduire dans le réseau public et pour le télé-chauffage. Sur la base du nombre d'habitations comprises dans le secteur, on prévoit de 5 à 8 centrales.

Etat de l'art

Intervenir sur un paysage frappé lourdement par un tremblement de terre afin de le réorganiser dans la perspective d'une consommation «zéro», implique l'existence d'une stratégie proposant des modalités d'intervention peu explorées jusqu'alors.

Cette stratégie doit affronter, entre autres, trois questions :

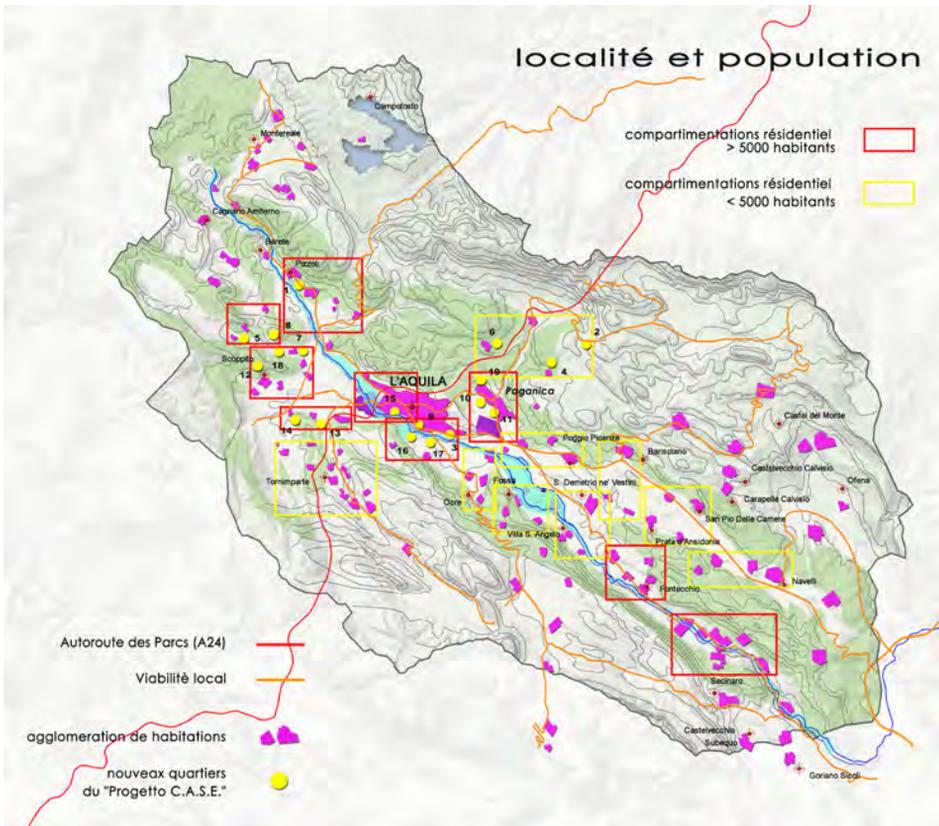
- Le positionnement de l'architecture face à des événements catastrophiques, dans ce cas un tremblement de terre ;

- Le paysage à concevoir ;

- La signification de la durabilité.

Pour l'heure, les problématiques que posent ces questions ont été affrontées séparément.

Il existe des recherches et des disciplines qui décrivent la reconstruction et les critères pour concevoir une architecture antisismique. Dans ce cas, deux critères prévalent : celui du bâtiment entendu comme un bloc solidaire et rigide qui absorbe les sollicitations sans se déformer et celui du bâtiment entendu comme une structure élastique qui se déforme suite aux sollicitations pour reprendre ensuite



Les nouveaux quartiers du plan de reconstruction du « PROGETTO C.A.S.E. » et les communes de la Vallée de l'Aterno.

sa configuration initiale. Il existe une troisième solution qui consiste à absorber les sollicitations avec des amortisseurs situés à la base de la structure. Le choix entre ces critères est de caractère technique ; la référence à la qualité de l'espace semble inexistante.

D'autres recherches et disciplines affrontent le paysage selon des critères qui limitent le domaine d'intervention à la réorganisation des espaces verts, y compris les ressources hydriques et le système des parcours permettant d'en profiter au maximum. Mais le paysage s'arrête là où commence le bâti, qui appartient à une autre discipline, à une autre profession.

La durabilité est justement liée à des technologies spécifiques qui définissent un domaine en transformation perpétuelle et profonde. Si elle est comprise dans ce sens, la durabilité risque de devenir synonyme de solutions technologiques qui, tout en restant d'une extrême importance, ne décrivent pas toute la portée des implications que ce choix comporte.

L'idée est alors d'identifier une stratégie conceptuelle qui intègre, sur le plan de la durabilité, la conception d'espaces verts-paysage avec le bâti, en intégrant et en connectant donc l'échelle micro avec la méso et la macro.

La durabilité repositionne le rôle de l'architecture et du paysage par rapport aux

Rome 2000. Citons le «Nuovo Manuale Europeo di bioarchitettura», publication dirigée par Ugo Sasso, Rome 2008 ; ainsi que la série de recherches «Metamorfosi, quaderni di architettura», n°44-71, Rome 2003-2009.

En France et en Espagne également sont conduites des recherches visant à l'intégration. Rappelons une publication et un événement. La publication en question est le fascicule «Archilab. Orléans 2002» et l'événement la consultation internationale «sur l'avenir de la métropole parisienne - Le Grand Pari(s)» où l'on commence à définir de nombreux projet autour du sens d'une ville et d'un paysage urbain durables au travers de stratégies d'intégration. La référence pour cet événement est le fascicule «Le Grand Pari(S). Consultation internationale sur l'avenir de la métropole parisienne», Le Moniteur Architecture, Paris 2009. De son côté, le fascicule des éditions «a+t ediciones» «The public chance. Nuevos paisajes urbanos. New urban landscapes» (Vitoria-Gasteiz, Espagne 2008) est intéressant du point de vue de la méthode avec laquelle est décrite, et pourrait donc être affrontée, la complexité d'un projet de paysages durables.

Si l'on se réfère aux études et aux expériences de conceptions de projets intégrant architecture, paysage et durabilité dans des zones à risque sismique, il est difficile de retracer des références bibliographiques.

Cette recherche a pour objectif de commencer à combler cette lacune en mettant à disposition du matériel d'enquête et des propositions ayant une valeur plus générale si l'on considère le cas d'étude sur la vallée de l'Aterno comme une première possibilité de vérification.

Retombées sur la pédagogie

La recherche a des retombées sur la formation de la figure professionnelle de l'architecte, tant au niveau des disciplines curriculaires qu'aux niveaux supérieurs de l'enseignement universitaire et des Écoles.

La recherche, avec sa stratégie d'intégration des différentes disciplines, se positionne de manière originale par rapport aux contenus de tant de cours de formation spécialisés par secteurs.

En-dehors de l'université, on peut envisager des cours de formation sur initiative privée et publique de la part d'administrations, de régions ou de provinces dans le but de former des figures professionnelles en mesure de gérer l'ensemble du processus de transformation du territoire en cas de séisme en misant sur une préparation qui permet d'identifier des stratégies d'interventions spécifiques en fonction des différentes situations dans l'optique de la reconstruction, mais également de conférer un niveau qualitatif par le biais d'une profonde transformation du contexte sur lequel on intervient. Il s'agit de gérer la participation à cet objectif de qualité. Les effets des séismes, et de toutes les catastrophes en général, sont traumatisantes non seulement pour les structures physiques, mais également pour les habitants des territoires frappés par ces désastres. Etablir des objectifs de qualité est l'un des moteurs de la reconstruction ; il est donc fondamental de préparer des figures professionnelles sensibles à ces objectifs et en possession de capacités d'organisation et d'émulation des multiples protagonistes de la reconstruction.

ROSARIO PAVIA, RAFFAELLA MASSACESI *

L'AQUILA, UN TERRITOIRE À RECONVERTIR

Intervenir sur L'Aquila, après le terrible tremblement de terre du 6 avril 2009, n'est pas une entreprise facile. Pour l'heure, c'est l'assistance dans l'urgence qui a prévalu ; les interventions, à cause de la rapidité et de l'urgence, sont souvent contradictoires, une vision d'ensemble, un projet d'avenir manquent. Pour cette raison, nous avons besoin de promouvoir un plan à grande échelle et de définir des stratégies, des lignes directrices de conception pour L'Aquila de demain.

Notre proposition pour la ville de L'Aquila de demain est un système urbain à réseau et durable. Le modèle dérive de deux systèmes :

- Un système urbain polycentrique équilibré (c'est-à-dire avec une répartition équilibrée de centralités urbaines et de services) ;
- Un système urbain durable en termes d'énergie, de consommation du sol et de l'eau, ainsi que des émissions.

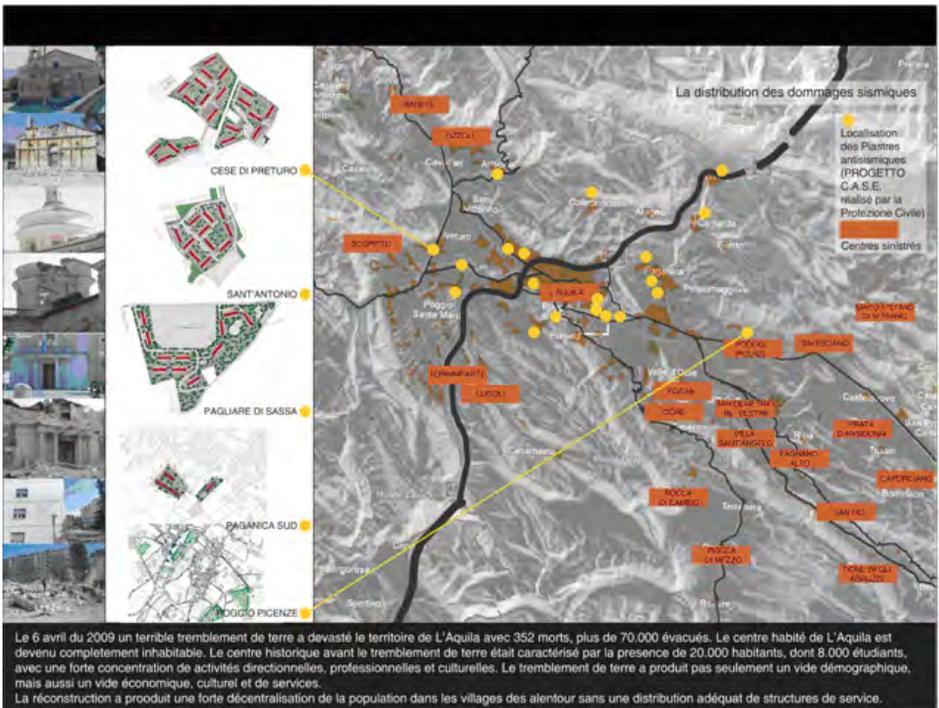
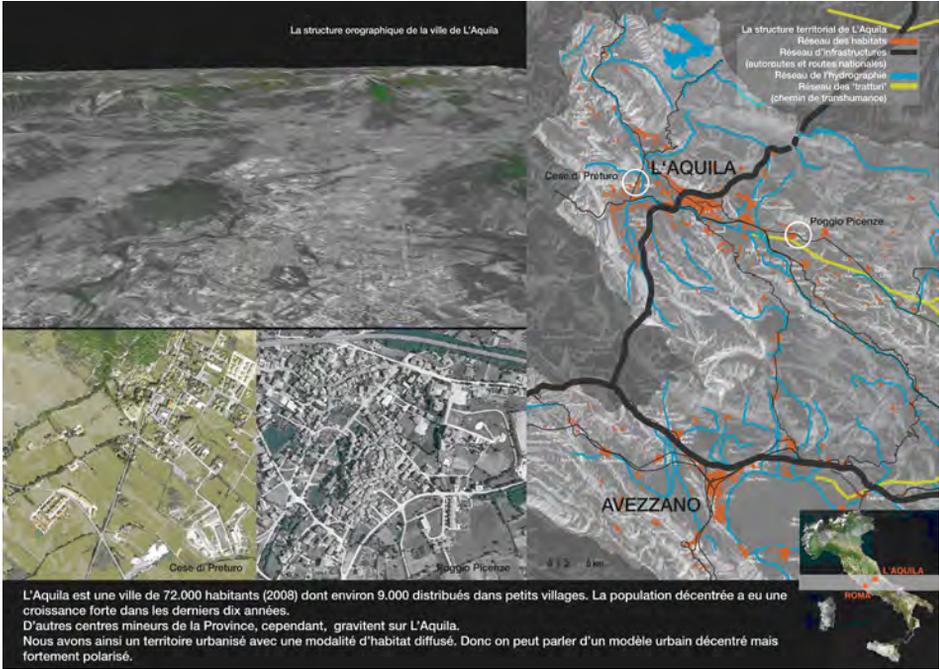
Le modèle de l'habitat durable se réfère à la vague des transition towns (efficacité énergétique, énergies renouvelables, recyclage des déchets, recyclage de l'eau, etc.).

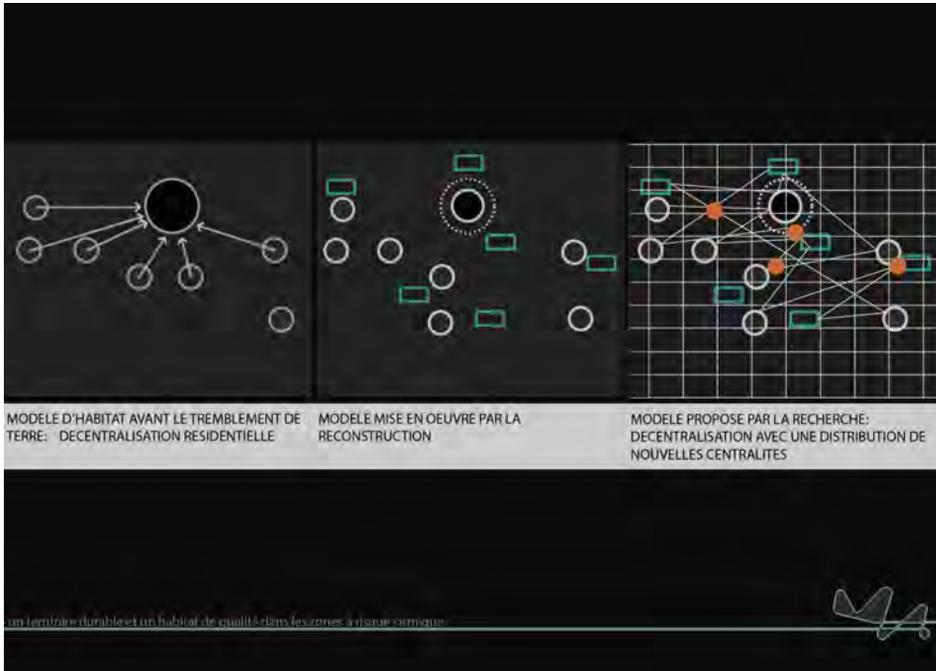
La durabilité du système urbain se base sur une production d'énergie mixte, renouvelable et non. La durabilité de l'espace est obtenue par un système polycentrique et par une mixité fonctionnelle.

L'Aquila, ville en transition, veut progressivement remplacer l'énergie provenant des combustibles fossiles par des énergies renouvelables. Il faudra 10, 20, 30, 50 ans peut-être, mais l'important est de commencer.

Choisir cette direction signifie investir dans la recherche, la technologie, la fabrication, la distribution, dans les comportements sociaux.

Le modèle urbain polycentrique se réfère à la structure du territoire de L'Aquila, à sa croissance tendancielle et aux effets de la reconstruction.





Il est possible d'identifier à L'Aquila, trois stades de développement :

- Un système multicentrique polarisé (avant le séisme) ;
- Une décentralisation résidentielle sans centralité (post séisme)
- Un système polycentrique équilibré (modèle de développement pour l'avenir).

Le système multicentrique polarisé

L'Aquila, en tant que chef-lieu de province, a une structure urbaine et de population historiquement décentralisée : 67 hameaux (regroupés aujourd'hui en 35 villages), 15 centres urbains, 726 maisons éparses (données 2001).

La population résidant dans le centre urbain est de 43.575 habitants, alors que celle vivant dans les différents centres périphériques et dans les habitations isolées est égale à 25.928 (soit 36,7% de la population totale).

Un autre fait significatif est que, si la population dans la capitale a diminué entre 1991 et 2001, la population totale, et plus particulièrement celle de certains hameaux, a augmenté de manière significative (c'est le cas de la Cese, de Colle di Preturo, de Coppito, de Sassa). L'augmentation de la population totale (66 813 habitants en 1991, 68.503 en 2001, 72.988 en 2009) a été distribuée en dehors du centre urbain de L'Aquila, et ce pour différentes raisons : le coût des logements, de nouveaux comportements dans la façon d'habiter, l'immigration.

Le phénomène est encore plus significatif si l'on considère que certaines communes qui gravitent autour de L'Aquila au cours de cette période ont connu une légère augmentation de la population.

Planche 1 Le territoire de L'Aquila comme un système de réseaux

Connexions principales



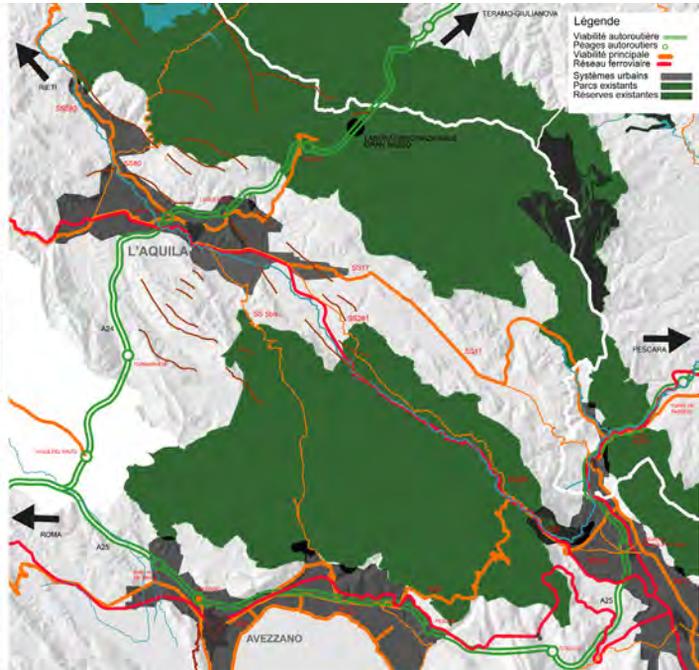
Flux légers de véhicules (directions principales)



Principaux bassins de attraction



Laboratoires internationaux



Malgré la décentralisation de la population, le centre urbain de la ville a conservé son rôle central, non seulement symbolique, lié à la qualité du patrimoine architectural et des espaces publics, mais aussi fonctionnel grâce à la concentration élevée, dans sa partie centrale, des fonctions administratives, culturelles, gestionnaires, commerciales, résidentielles (c'est dans le centre que se concentrent les logements loués aux étudiants universitaires provenant d'autres villes, environ 32% des 23.000 inscrits en 2008).

Seulement certaines fonctions supérieures, comme l'Hôpital, les Casernes, l'Université, certains centres de Recherche (par exemple le Laboratoire de Physique du Gran Sasso) et certains centres commerciaux sont situés à l'extérieur du centre-ville.

Jusqu'au tremblement de terre, le décentrement de la population n'avait pas, en tout cas, modifié la structure de l'habitat du territoire de L'Aquila, qui pouvait être définie comme multicentrique, mais toujours polarisée sur L'Aquila.

Le territoire de L'Aquila a été analysé (voir tableau 1) comme un système de réseaux : à partir des réseaux urbains jusqu'aux réseaux environnementaux (le relief du cratère, le système hydro-géographique, les parcs et les cultures agricoles, la structure géologique et sismique, les centrales électriques présentes dans la province, la répartition des carrières et des décharges, etc.) jusqu'aux réseaux de la production (les zones industrielles) et les réseaux des infrastructures (autoroutes, routes nationales, chemins de fer, etc.).

D'un côté, le territoire de L'Aquila est polarisé sur L'Aquila (qui maintient un taux d'intérêt élevé), de l'autre, il est caractérisé par de fortes corrélations (voyages de travail et d'étude) avec Rome, Pescara, Rieti, Teramo, Avezzano.

Les fortes corrélations avec les communes voisines et les systèmes urbains tyrrhéniens (Rome) et adriatiques (Pescara Teramo, Giulianova) amènent à identifier, dès maintenant, le thème autour duquel se joue l'avenir de L'Aquila, une vision stratégique qui va dans le sens d'une structure métropolitaine en réseau étendue vers une pluralité de communes et ouverte sur la directrice tyrrhénienne.

La reconstruction post-séisme. Une décentralisation résidentielle sans centralité*

Le tremblement de terre du 6 avril a dévasté le territoire de L'Aquila (308 morts, 70 000 déplacés, 23 000 bâtiments inhabitables, la vieille ville et ses monuments sérieusement endommagés). La reconstruction a favorisé une forte décentralisation de la population, à commencer par la construction, sur 19 emplacements, de 185 plaques sismiques avec 4 575 appartements, pour environ 15 000 habitants (projet C.A.S.E. Complessi Antisismici, Sostenibili, Ecocompatibili). Aux habitations du projet CASE s'est ajouté le projet M.A.P. (Moduli Abitativi Provvisori). Le programme prévoit 3 535 interventions pouvant accueillir environ 8 500 personnes.

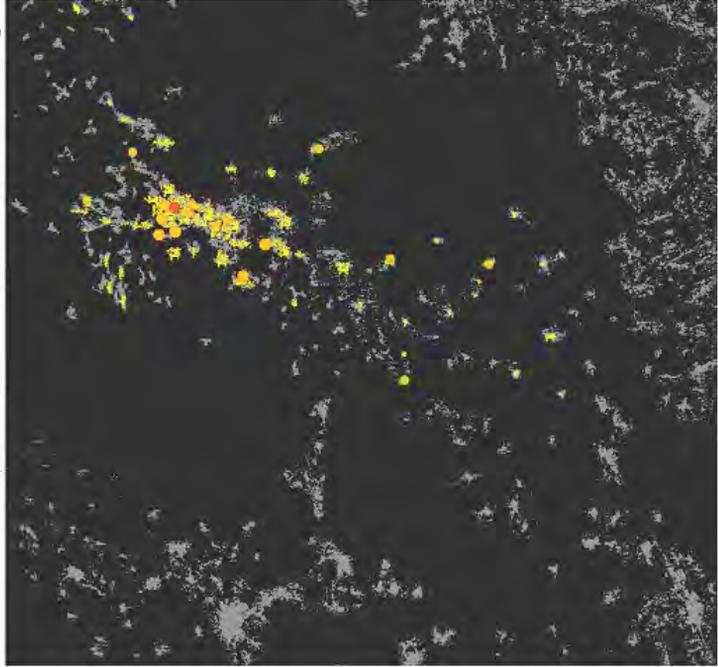
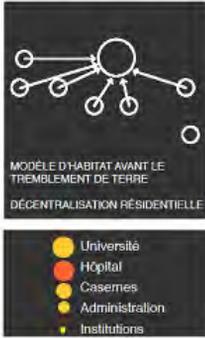
Avec la reconstruction, la structure décentralisée de L'Aquila s'est fortement renforcée, perturbant ainsi les équilibres préexistants au tremblement de terre (à Cese di Preturo, les nouveaux habitants sont 1 600, contre 306 avant le séisme ; à S. Antonio, 880 contre 40, à Bazzano 1 680 contre 493, etc.).

La décentralisation est seulement résidentielle : en effet, si des aires de services, des M.U.S.P. (Modules à Usage Scolaire Provisoires) et des M.E.P. (Modules Ecclésiastiques Provisoires) sont prévus, pour le moment les structures décentralisées ne disposent ni de services, ni d'espaces publics, ni de lieux d'agrégation sociale.

D'autre part, le centre urbain de L'Aquila est abandonné, vidé (73% des bâtiments sont inutilisables, les gravats produits par le tremblement de terre n'ont toujours pas été retirés).

Si nous voulions avoir une idée de l'état des choses à l'heure actuelle, nous devrions regarder le territoire de L'Aquila à la nuit tombée depuis la montagne du Gran Sasso : nous pourrions alors voir le centre historique et la ville étayée

Planche 2A
Système polycentrique polarisé



éteints, tandis qu'aux alentours, les villages et les municipalités du cratère sont tout illuminés (voir tableau 2 C).

Une autre image qui donne un sens dramatique de la disparition du centre urbain est la vitalité du centre commercial Le Aquilane, devenu le véritable centre social et de rassemblement du territoire.

Que les centres commerciaux, non-lieux par excellence, soient devenus les nouveaux espaces publics des villes est un phénomène connu, mais à L'Aquila cet aspect assume une valeur différente : c'est le signe d'un manque, d'une question qui ne trouve pas de réponse.

PLANCHE 2B
Les dommages provoqués par le séisme du 2009

Le 6 avril du 2009 un terrible tremblement de terre a dévasté le territoire de L'Aquila avec 352 morts, plus de 70.000 évacués

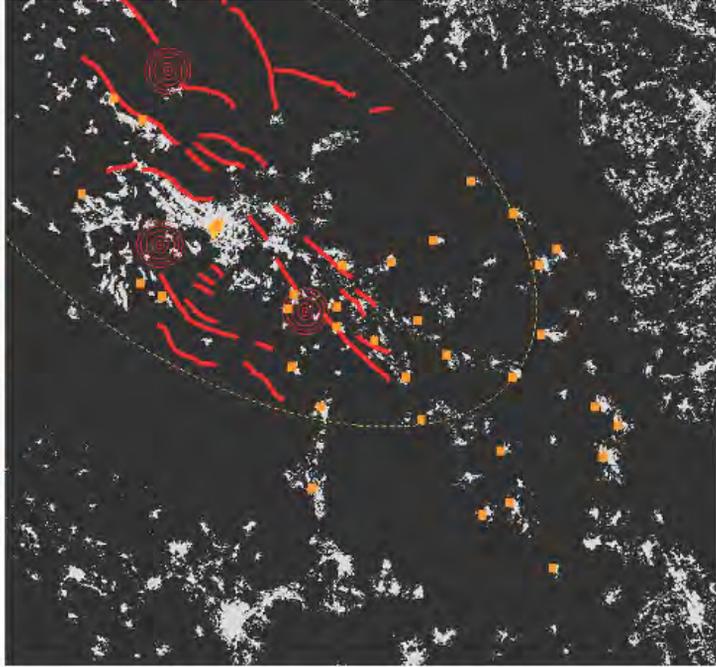
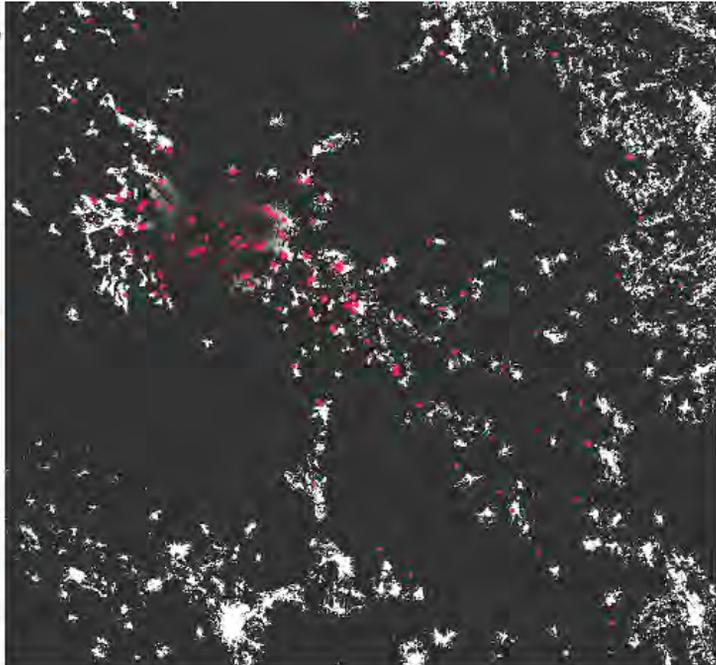


Planche 2 C
Décentralisation sans centralité

Si nous voulions avoir une idée de l'état de choses à l'état actuel, nous devrions regarder le territoire de L'Aquila, dans la nuit de la montagne du Gran Sasso et alors nous pourrions voir le centre historique et la ville consolidée étendus, tandis que aux alentours, il y a plus de lumière dans les villages et les municipalités du cratère.



- ICASE (complexes entomacroyer, durables et éco-compatibles)
- MAP (Modulo Habitat) provvisori
- MUSP (Modulo usage sociale provvisori)



Une stratégie pour le centre historique*

Près de deux ans et demi après le tremblement de terre du 6 avril 2009, la vieille ville et ses environs, sont dans des conditions désespérées.

La ville abandonnée est clôturée, gardée par l'armée. Les gravats ont été en grande partie déplacés et les bâtiments sécurisés par une « forêt d'échafaudages ». La mise en sécurité ne révèle aucun projet de récupération ou de reconstruction. Tout est arrêté. La quasi-totalité de la population résidente dans le centre urbain (plus de 43.000 habitants) vit à l'extérieur (dans les maisons neuves construites dans le cadre des projets CASE et MAP, mais aussi dans les maisons construites sur des terrains communaux sur décision municipale. Beaucoup vivent dans des hôtels le long de la côte ou chez des parents et des amis. D'autres, nombreux, ont déménagé dans d'autres villes.

L'abandon du centre-ville devient chaque jour plus grave : de nombreuses études ont été menées sur les conditions statiques des bâtiments (plus de 70% du bâti est inutilisable). Des démarches ont été entamées pour l'obtention d'une aide financière pour la reconstruction des bâtiments endommagés, mais pour l'heure aucun travail de réaménagement urbain n'a encore été mis en œuvre.

L'absence d'une stratégie est évidente et ne peut être justifiée par la permanence d'essaims sismiques.

Agir pour la reconstruction d'un grand centre historique est une opération complexe et difficile, mais il existe en Italie des expériences importantes auxquelles on peut se référer (1976 Frioul, Marche et Ombrie 1997, etc.); on peut également s'appuyer sur l'intense activité du CER (Ministère de l'Infrastructure et des Transports, à l'époque Ministère des Travaux Publics) dans le domaine du logement public (années 80 et 90).

Sur la base de ces expériences, un certain nombre de considérations peuvent être faites :

- la reconstruction et la régénération urbaine ne sont pas possibles sans avoir d'abord reconstitué le réseau de services de technologie de base (eau, gaz, égouts et routes) et assuré l'accessibilité à la ville pour les chantiers d'intervention (en ce sens, l'élimination des gravats, mais aussi la démolition des bâtiments détruits et irrécupérables sont des éléments cruciaux);
- la ville doit être analysée du point de vue historique, morphologique, typologique, mais aussi social, économique et fonctionnel, afin d'identifier les sous-uni-

tés urbaines homogènes et les unités minimales d'une intervention pour laquelle il existe un accord et un consensus quant à ses modalités ;

- la rénovation du bâti (nécessairement étendue à l'unité minimale d'intervention) peut être subdivisée en une récupération primaire (structures, installations, connexions, parties externes) et une récupération secondaire (à l'intérieur des logements, par les propriétaires individuels). Les contributions financières devraient se concentrer sur la récupération primaire.

Selon cette approche, la reconstruction du centre historique de L'Aquila devrait comprendre les étapes suivantes :

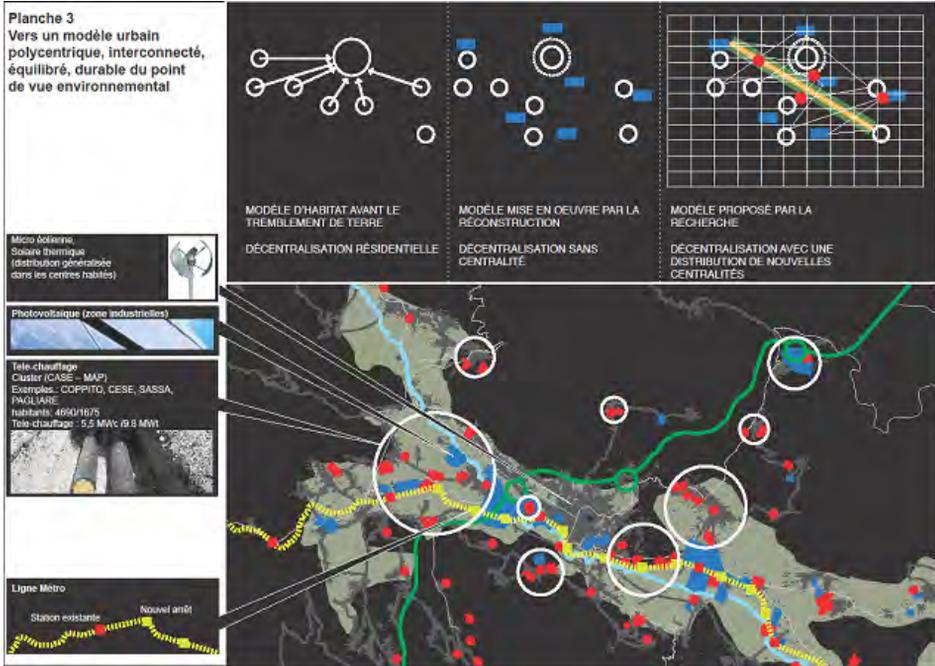
- Récupération des réseaux d'infrastructure
- Récupération urbanistique des compartiments homogènes
- Récupération primaire des unités minimales d'intervention
- Récupération secondaire des habitations

Le système proposé ici vise à promouvoir une réflexion opérationnelle sur l'urgence d'engager un véritable processus de reconstruction. C'est volontairement que nous n'avons pas abordé la question de savoir comment et où reconstruire. Il est maintenant important de définir une stratégie globale et d'agir. Les solutions techniques et culturelles quant à la manière de reconstruire sont nombreuses : restauration, démolition et reconstruction « comme c'était et où c'était », mesures de nouvelle construction qui prennent en compte le contexte, démolition sans reconstruction ; tout ça pour donner à la ville de nouveaux espaces publics et de nouveaux espaces pour la sécurité.

Sans la reconstruction et la revitalisation du centre historique, aucun projet de développement de L'Aquila n'aura de sens. C'est avec cette conviction, donc, que nous allons tenter d'esquisser une vision possible de futur pour la structure urbaine et territoriale de L'Aquila.

Vers une vision de l'avenir

Le tremblement de terre a entraîné la création d'une structure décentralisée, sans centre et sans centralité. Tandis que, avant le tremblement de terre, la structure était hiérarchique, avec une forte polarisation sur le centre urbain, aujourd'hui nous assistons à un renversement du modèle : le centre urbain s'est vidé, il ne remplit plus sa fonction de gestion et d'attraction ; à l'extérieur, dans les villages



et les communes des alentours, la population a augmenté, mais elle ne dispose pas de services, ni d'espaces publics, ni de pôles de centralité. Comment passer de cette condition décentralisée, sans centre et sans qualité, à un système urbain équilibré ?

Le modèle proposé pour l'avenir est une structure polycentrique, interconnectée avec les concentrations de logements à densité moyenne ou faible (habitats intermédiaires), durable du point de vue environnemental et de la sécurité sismique.

Le modèle polycentrique est basé, d'une part sur la récupération et la valorisation du centre historique et de la ville consolidée de L'Aquila (qui devra conserver son rôle de représentant et de gestionnaire du système), et de l'autre, sur la distribution en réseau des centres mineurs dotés de services et de centralités secondaires. Le modèle se réfère évidemment à une structure en réseau avec un nœud principal (le centre urbain de L'Aquila) et un ensemble de nœuds mineurs qui sont les petits villages et les communes de l'intérieur. Chaque nœud, à commencer par le centre urbain de L'Aquila, disposera, pour la sécurité sismique, des dispositifs prévus par les S.U.M. (Structures Urbaines Minimales) (voir la contribution de Valter Fabietti et l'application sur Poggio Picenze).

Pour réaliser la structure en réseau, il faut un système de communication fortement interconnecté. Le modèle polycentrique vise à atteindre une mobilité efficace des biens et des personnes. L'accessibilité devient l'une des caractéristiques principales de la ville durable : les chemins de fer, le réseau routier, des transports publics efficaces, mais aussi des réseaux de promenades piétonnières et de pistes cyclables. Le territoire durable est accessible, perméable et à basse consommation d'énergie (transport sur rails, voitures électriques).

Un autre objectif est l'expansion des sources d'énergie renouvelables. En fait, la production d'électricité d'origine renouvelable dans la province de L'Aquila (énergie éolienne et hydroélectrique) est déjà en mesure de répondre aux besoins énergétiques du territoire de L'Aquila (nous disposons en effet d'une production de 401 GW/h pour une consommation de 350 GW/h par an).

La production de flux d'énergie renouvelable rentre dans le réseau national pour lequel on estime, à l'heure actuelle, que les sources d'énergie renouvelables ne représentent que 20% de la consommation finale des besoins en énergie. En définissant une vision de l'avenir du territoire de L'Aquila en 2030, on a émis l'hypothèse d'avoir, à cette date, récupéré la population pré-tremblement de terre (environ 73.000 habitants, avec une croissance moyenne annuelle de 2%) et également de promouvoir une plus grande contribution des énergies renouvelables, pour les porter à 40%, soit une production de 30 ktep impliquant une réduction de 20% de la consommation d'hydrocarbures et de 30% du gaz domestique. Cette transition du territoire de L'Aquila vers un système énergétique plus durable est liée à certaines stratégies opérationnelles :

Nous énumérons ci-dessous les principales :

- Chauffage (notamment destiné à répondre à la demande thermique des résidents du projet CASE, regroupés en clusters);
- Remplacement des chaudières obsolètes (principalement dans le centre historique);
- Cogénération et biomasse;
- Production d'électricité à partir de biogaz;
- Production d'électricité à partir de combustibles de déchets (COR) : installations situées dans les zones industrielles;
- Solaire thermique (dans les bâtiments publics et privés);
- Photovoltaïque (dans les zones industrielles et sur les couvertures des hangars);
- Micro éolienne (distribution généralisée dans les centres habités);
- Micro-hydroélectricité (le long du fleuve Aterno).

La réalisation de ce scénario clean energy entraînerait un investissement total d'environ 400 M €. Il s'agit d'un chiffre significatif, supérieur à la facture énergétique du territoire de L'Aquila, qui en 2008 s'élevait à 220 millions d'euros. Considérant que les projets énumérés ci-dessus seront remboursés dans une dizaine d'années, une fois amortis, ils produiront un cash flow annuel d'environ

2 millions d'euros, permettant une réduction d'au moins 20% de la facture énergétique en 2030. En outre, ce scénario (clean energy) conduit à une réduction des émissions de CO₂ de 30% par rapport à avant le séisme.

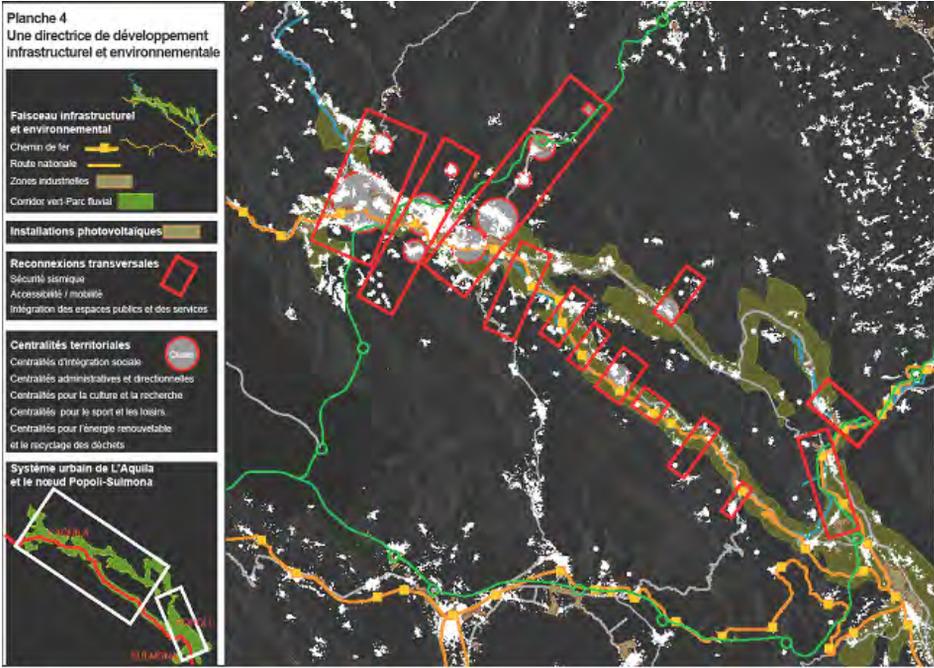
Les investissements dans ce sens doivent être utilisés pour favoriser la formation technique et professionnelle et promouvoir de nouvelles réalités productives dans le domaine de la green energy.

L'objectif de la durabilité environnementale ne peut, cependant, être poursuivi en misant, de manière abstraite, sur la réduction de la consommation d'énergie, le recyclage et la gestion des déchets, la réduction des gaz nocifs (le CO₂) ou sur la répartition des espaces verts et des pistes cyclables. Il doit s'accompagner d'une lecture attentive et d'une interprétation du contexte géographique, urbain et social, résultant d'un projet susceptible de produire des structures qui ne soient pas seulement fonctionnelles, mais aussi formelles.

Le modèle se base sur une directrice de développement qui est en même temps infrastructurelle et environnementale. Autour de l'objectif de modernisation et de revitalisation de la ligne de chemin de fer Sulmona-L'Aquila-Rieti, qui se développe le long de la Vallée de l'Aterno, parallèlement à la route nationale n°17, le projet propose un ensemble infrastructurel et environnemental constitué de la ligne de chemin de fer, de la nationale 17, des zones industrielles, et d'un corridor vert formé d'un parc fluvial.

Le nœud de L'Aquila, mais aussi un certain nombre d'autres communes, comme Cese di Preturo, Poggio Picenze, Fontecchio, seront traversés par cette structure linéaire où seront situées (sur les interconnexions entre lignes de chemin de fer et routes) des centralités territoriales, des centrales photovoltaïques (sur les couvertures des bâtiments industriels), des installations pour la collecte et de recyclage des déchets, des installations de cogénération, mais aussi des installations pour le sport et les loisirs.

Cet ensemble infrastructurel et environnemental est en définitive une dorsale qui croise les réseaux de la mobilité des villes plus petites. La dorsale suit, pour la première partie, le cours de l'Aterno, de la ligne de chemin de fer et de la SS 17, puis, à la hauteur de Poggio Picenze, elle se scinde en deux directions différentes : la première suit la route nationale 17 et la seconde suit la ligne de chemin de fer et le corridor fluvial jusqu'à sa jonction avec le système Popoli-Sulmona. Cet ensemble infrastructurel et environnemental est à la base de la reconnexion des systèmes urbains au niveau territorial. A l'intérieur de chaque système, la recon-



nexion des parties urbaines est confiée au réseau, que ce soit au niveau infrastructural et environnemental ou au niveau des services, de la mobilité, des espaces verts, des espaces publics et des centralités secondaires.

Etat de l'art: références culturelles et scientifiques de la recherche

1. *Le thème des réseaux*

L'interprétation du territoire et de la ville comme un système de réseaux trouve ses fondements dans l'une des traditions de la modernité, en particulier dans la ligne tracée par Geddes, ainsi que dans les plus récentes théories et pratiques des sciences biologiques et écologiques (Capra et Forman). La notion de réseau est par ailleurs très présente dans l'ingénierie hydraulique et des transports (Depuy). L'analyse du territoire au travers de la notion de réseau en a souligné le désordre et la nécessité de promouvoir une interconnexion entre les différents réseaux (infrastructures, habitat, environnement) en conférant du relief et une perspective aux nœuds d'échange et d'intersection.

2. *Durabilité*

Le thème de la durabilité est devenu central dans les politiques de développement et dans la planification territoriale. Ses limites culturelles et scientifiques sont très étendues. On s'est référé substantiellement dans cette recherche aux positions théoriques et opérationnelles du mouvement des Transition Towns (Hopkins). La durabilité environnementale (réduction des émissions nocives, économies d'énergie, sources renouvelables, gestion des ressources hydriques, gestion des déchets) ne peut être dissociée du projet territorial, urbain et paysager : il est donc nécessaire d'expérimenter des solutions d'habitats morphologiquement intégrées (Mostofavi, Doherty).

Pour ce qui concerne la durabilité sismique des habitats, nous vous invitons à consulter la contribution de Valter Fabietti : « La spécificité de l'échelle Méso. Le cas de Poggio Picenze ».

Retombées au niveau pédagogique

La recherche AGE peut introduire dans la didactique de nouveaux contenus disciplinaires : une plus grande attention à l'ingénierie du territoire (hydraulique, géologique, géotechnique), aux sciences de l'environnement (biologie et écologie), à l'ingénierie des transports, à la gestion des déchets, à l'ingénierie des sources énergétiques renouvelables.

La recherche AGE indique que les différentes problématiques environnementales, énergétiques et résidentielles exigent une méthodologie d'intervention sur grande échelle, comme la dimension spatiale nécessaire pour la recomposition des différentes criticités dans un projet intégré en mesure de proposer des structures territoriales cohérentes d'un point de vue fonctionnel, paysager et morphologique.

Orientations opérationnelles de la Région Abruzzes

La Région Abruzzes qui, en tant qu'administration locale, gère les fonds gouvernementaux pour la reconstruction des communes endommagées par le tremblement de terre du mois d'avril 2009 s'appuie sur une Structure technique de Mission (STM) qui coordonne et contrôle les activités de planification et de réalisation de la reconstruction. Sur la base d'un examen des documents produits pour le moment (nous vous invitons à consulter le site www.commissarioperlaricostruzione.it), il émerge une production consistante d'orientations et de règlements pour la rédaction des outils urbanistiques de réalisation (Plans de reconstruction) et d'outils de mise en œuvre d'interventions de reconstruction des bâtiments (évaluation des contributions financières, cahiers des charges techniques, orientations relatives aux projets). Il manque encore une planification territoriale sur grande échelle. D'où l'intérêt manifesté par la STM envers la recherche AGE.

Luciano de LICIO

COLL. : Rosaria IPPOLITO, Cesare MUCELI

PAYSAGE ET DÉVELOPPEMENT DURABLE DANS LA PLANIFICATION ITALIENNE

Etat de l'art

Le paysage joue un rôle central dans le développement durable de l'environnement car il constitue le lien entre l'homme et la nature.

Les caractères du paysage sont sujets à des modifications en raison des politiques et du type d'utilisation auquel il est soumis : utilisation des ressources naturelles, transports, tourisme, agriculture, gestion des forêts, énergie. Un développement durable du paysage vise à rendre compatibles l'utilisation économique du territoire et les intérêts de la collectivité qui ne sont pas uniquement matériels, mais qui concernent également la qualité globale du paysage (valeur esthétique, diversité biologique et du type de paysage).

Les activités de l'homme sur le territoire où il s'installe concernent en grande partie l'utilisation et l'exploitation des ressources naturelles (eau, air, flore, faune, sol) et, dans la plupart des cas, ces activités ont une incidence sur la quantité et la qualité des ressources en question, ainsi que sur les caractères géomorphologiques de l'environnement et sur le rapport de compatibilité physique et culturelle entre l'homme et les lieux de leur propre existence.

Les normes qui réglementent la gestion des ressources non renouvelables se fondent sur certains principes de base :

- L'utilisation des ressources naturelles doit être gérée de manière à garantir la conservation du patrimoine environnemental en le rendant ainsi disponible également pour les générations futures.
- La qualité de la vie, des générations actuelles et futures, dépend aussi d'un rapport positif d'identification avec le territoire et avec la culture qui y est enracinée. Le bien-être des populations dérive non seulement de la qualité et de la quantité

des produits de la terre, mais également de la conservation des caractères typiques des lieux et de la protection de leur identité.

- La participation, la formation et la sensibilisation des habitants sur les thèmes de la durabilité sont indispensables pour activer et gérer une utilisation consciente du paysage.

Depuis quelques décennies, on assiste à la constitution d'une vaste littérature - études, recherches, propositions et réglementations nationales et internationales - en matière de paysage qui expriment une multiplicité d'approches et d'interprétations vu le nombre et la variété des disciplines qui considèrent le thème du paysage comme une matière de leur compétence.

La première définition du développement durable est celle du rapport Brundtland en 1997 selon lequel : « le développement durable est un développement qui garantit les besoins des générations actuelles sans compromettre la possibilité que les générations futures réussissent à satisfaire leurs propres besoins ».

Par la suite, de multiples congrès internationaux, nationaux et régionaux ont affronté le thème de la durabilité, jusqu'au Sommet mondial sur le Développement durable qui s'est tenu à Johannesburg en 2002 et aux Aalborg Commitments de 2004.

La Convention européenne sur le Paysage qui s'est tenue à Florence en 2000 a élaboré une définition du paysage qui, au niveau européen, se pose comme « la définition », « synthétique et sommative », de toutes les définitions précédentes : « le Paysage désigne une partie déterminée de territoire, telle qu'elle est perçue par les populations, dont le caractère dérive de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations. »

Le paysage est donc une entité clé pour la lecture du territoire, sans distinctions liées à des jugements sur la qualité environnementale, historique, culturelle et architecturale.

En Italie, parmi les plans régionaux sur le paysage et les plans territoriaux sur le paysage, certains présentent un intérêt tout particulier : Région Emilie Romagne Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico ; Région Ligurie Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico ; Région Lombardie Piano Territoriale Paesistico ; Région Piémont Piano Territoriale ; Région Pouilles Piano Urbanistico Territoriale

Tematico/Paesaggistico; Province autonome de Trente Piano Territoriale Paesistico; Région Sicile Piano Territoriale Paesistico; Région Val d'Aoste Piano Territoriale Paesistico.

Généralement, la relation entre le paysage et la durabilité dans les plans cités est traitée uniquement de façon superficielle, sauf dans le Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico de la Région Ligurie et dans le Piano Urbanistico Provinciale de la Province autonome de Trente, qui basent leur action sur des critères de durabilité.

Sources renouvelables et paysage

En septembre 2010 ont été publiées les Lignes directrices nationales d'Autorisation unique des installations alimentées par des sources renouvelables.

La même année, toutes les sources ont garanti plus de 22% de la consommation électrique totale italienne.

Ces dernières années, on a assisté à la croissance d'un secteur industriel composé de milliers d'entreprises pour plus de 100 000 emplois, directs et indirects. Les «nouvelles» sources renouvelables sont aujourd'hui présentes dans 94% des Communes italiennes (plus de 7.661 communes en Italie comptent au moins une installation). Il est significatif que leur diffusion ait augmenté pour toutes les sources : du solaire photovoltaïque au solaire thermique, de l'hydroélectrique à la géothermie à haute et basse enthalpie, en passant par les installations à biomasse et biogaz intégrées à des réseaux de chauffage à distance.

L'étape successive est la définition d'une stratégie de développement des sources renouvelables, ainsi qu'un suivi systématique des résultats et une mise à jour périodique des objectifs du Plan d'Action national avec l'apport des Régions et des Communes, Terna, GSE, des entreprises et des associations du secteur. L'objectif du suivi est également d'identifier, dans les différentes situations contextuelles, le mixte de sources renouvelables les plus adaptées.

Une politique énergétique efficace peut permettre à l'Italie de parvenir à un pourcentage de 17% de sa consommation finale d'énergie satisfaite grâce aux sources renouvelables et d'atteindre ainsi l'objectif fixé par l'UE pour 2020.

Région	Approbation de Lignes directrices régionales – Sources sur lesquelles on est intervenu						Adoption des Lignes directrices nationales
	Énergie éolienne	Solaire	Biomasse solide	Hydroélectrique	Biogaz	Géothermie	
Pouilles	X	X	X	X	X	X	
Pr. Bolzano	X	X	X	X	X	X	
Marches	X	X		X			
Vallée d'Aoste	X	X					
Molise	X	X					
Emilie-Romagne							
Toscane		X					
Piémont		X					
Abruzzes							X
Calabre							X
Campanie							X
Latium							X
Basilicate							Z***
Sardaigne							****
Vénétie							*****
Ombrie							*****
Pr. Trente							
Frioul Vénétie julienne							
Ligurie							
Lombardie							
Sicile							

Adoption des lignes directrices sur les énergies renouvelables dans les Régions italiennes.

Source : élaboration Legambiente.

Au total, 15 Régions avaient, en 2011, élaboré des réglementations à l'échelle territoriale en intégration des Lignes directrices nationales.

Le tableau précédent (source LEGAMBIENTE) indique que seulement les Pouilles et la Province de Bolzano ont défini un cadre « complet », c'est-à-dire avec des indications qui concernent toutes les installations. La Région Marches a statué sur les éoliennes, le photovoltaïque et l'hydroélectrique ; le Molise et le Vale d'Aoste ont introduit des indications pour les éoliennes et pour le photovoltaïque, alors que l'Emilie-Romagne, le Piémont et la Toscane se sont occupés uniquement du photovoltaïque. Les autres Régions ont introduit des réglementations partielles ou ont simplement adopté les lignes directrices. Le Frioul, la Ligurie, la Lombardie et la Sicile n'ont encore rien fait du tout.

REGIONE	Eolico*	Fotovoltaico*	Idroelettrico	Geotermia	Biomasse e rifiuti
	MW	MW	MW	MW	MW
ABRUZZO	234,92	126	980,2	0,055	5,1
BASILICATA	531,46	90,6	129,3	0	23,8
CALABRIA	768,29	100,1	724,1	0	23,6
CAMPANIA	922,65	144,4	1 343,7	0	42,8
EMILIA-ROMAGNA	12,8	643,2	625,1	2,5	299,2
FRIULI VENEZIA GIULIA	0,1	141,2	458,3	0,036	18,9
LAZIO	9	379,2	398,2	0,035	77,8
LIGURIA	22,6	25,2	74,8	0,055	13,4
LOMBARDIA	0,12	678,3	5 877,5	10,9	499,1
MARCHE	0,15	336,5	228,1	2,5	13,8
MOLISE	120,26	36,1	84,3	0	40,7
PIEMONTE	12,65	514,2	3 486,1	7,5	70,9
PUGLIA	1293,01	991,8	0	0	139
SARDEGNA	673,86	153,7	466,2	0	15,8
SICILIA	1441,37	321,6	732,2	0	19
TOSCANA	42,95	236,1	329,7	854,4	77,2
TRENTINO-ALTO ADIGE	1,2	207,1	3 144,1	0,5	22
UMBRIA	1,5	164,2	509,4	0,039	25,5
VALLE D'AOSTA	0,032	6,8	882,1	0,001	0,8
VENETO	1,35	537,3	1 085,4	6,4	117
TOTALE	6.084,24	5.833,36	21.558,2	884,9	1545,4

Fonte: Elaborazione Legambiente su dati Anev e GSE

*Aggiornati a Giugno 2011

Diffusion des sources renouvelables dans les Régions italiennes

Source : élaboration Legambiente sur données Anev.

Développement de l'énergie éolienne dans les Régions italiennes

Source : élaboration Legambiente sur données Anev.

REGIONE	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
ABRUZZO	85,4	108,2	108,2	157,9	157,9	165,9	166,9	178,9	214,6	234,9
BASILICATA	73	91,4	100,1	119,4	135,3	216,6	216,6	312,1	395,6	531,5
CALABRIA	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	6,59	103,2	185,8	397,8	586,8
CAMPANIA	231,7	249,6	264,4	297,0	417,1	428,0	526,7	695,0	816,4	821,4
EMILIA-ROMAGNA	0	0	0	0	0	0	0	0	12,8	12,8
FRIULI VENEZIA GIULIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
LAZIO	0	1,2	1,8	9	9	9	9	9	9	9
LIGURIA	0	1,6		3,3		5,0	7,4	12,2	18,7	22,6
LOMBARDIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
MARCHE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
MOLISE	2,8	0	0	0	0	13,8	46,9	86,1	86,1	120,3
PIEMONTE	0,1	0	0	0	0	0	0	12,6	12,6	12,6
PUGLIA	215,1	215,7	223,7	255,5	342,9	468,6	683,1	944,3	1 160,1	1 288,1
SARDEGNA	56,9	98,1	121,9	241,7	334,7	346,7	367,7	467,4	610,5	673,9
SICILIA	22,6	22,6	61,7	178,2	305,0	441,8	575,9	782,9	1 107,1	1 441,4
TOSCANA	0	0	0	0	0	0	25,9	25,9	39,9	42,9
TRENTINO-ALTO ADIGE	0	0	0	0	0	0	0	1,2	1,2	1,2
UMBRIA	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
VALLE D'AOSTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VENETO	0	0	0	0	0	0	0	1,3	1,3	1,3

Fonte: Elaborazione Legambiente su dati Anev

Les sources énergétiques renouvelables

Les Sources Énergétiques Renouvelables, ou SER (solaire thermique, photovoltaïque, énergie éolienne, etc.) connaissent aujourd'hui une période de grand développement au niveau mondial et assument un poids toujours plus important dans le secteur de la production d'énergie. Ces sources énergétiques sont inépuisables et ont en plus un impact nul sur l'environnement, car elles ne produisent ni gaz à effet de serre, ni scories polluantes à éliminer.

Au cours des dernières années, la part mondiale en pourcentage d'énergie produite à partir de ces sources a énormément augmentée (comme l'illustre le graphique relatif à la croissance de l'énergie éolienne en Italie au cours des dernières années); sur la base de cette tendance, les sources renouvelables d'énergie connaîtront au cours des 10 prochaines années une croissance sans pareille, en particulier pour ce qui concerne l'énergie éolienne et l'énergie solaire.

Les chiffres relatifs au photovoltaïque sont également dignes d'intérêt. Ainsi, en Italie, en 2009, 730 MWp ont été installés; en France, 185 MWp; en Allemagne, 3000. Ces résultats de croissance sont exceptionnels si l'on considère qu'en 2008, au niveau mondial, le photovoltaïque installé avait atteint 5.600 MWp.

L'on estime que les SER seront les seuls secteurs énergétiques qui connaîtront une forte croissance en ce qui concerne le chiffre d'affaires, le nombre d'emplois et la quantité d'énergie produite. Ce type de production d'énergie se présente donc comme la véritable innovation dans un futur proche dans le panorama de l'énergie mondiale. En Italie, miser sur les sources énergétiques renouvelables et en particulier sur l'énergie solaire, éolienne et géothermique peut représenter une occasion extraordinaire pour créer de nouveaux emplois et réduire la dépendance des importations de brut, tout en stimulant la recherche et l'innovation technologique. Cela peut représenter également une opportunité pour repenser et améliorer la qualité de nos villes, pour transformer et récupérer des bâtiments qui consomment trop d'énergie, trop chauds en été et trop froids en hiver. Le chemin à suivre est donc de valoriser les ressources naturelles – soleil, vent, eau, biomasse et chaleur du sous-sol – sur la base des potentialités locales.

Le rôle des Régions est de contribuer au développement des diverses sources grâce à des règles et à des orientations permettant d'en évaluer au mieux l'intégration dans le paysage : zones «non adéquates», critères de conception de projets, orientations pour l'évaluation de l'impact sur l'environnement, etc.

Pour ce qui concerne le solaire, l'objectif doit être de développer fortement les différentes typologies d'installations solaires afin de satisfaire progressivement les besoins électriques et thermiques des usagers sur la base d'un modèle de génération distribuée et de faire du développement du solaire un levier pour une requalification énergétique globale du patrimoine bâti. Pour cela, il faut poursuivre l'effort de simplification – comme cela a été le cas avec les Lignes directrices – des démarches nécessaires pour les installations sur les toitures et se doter d'une réglementation sur le bâtiment compatible avec l'utilisation du photovoltaïque, tant pour les nouvelles interventions de construction que pour les restructurations. Les incitations et la simplification doivent porter sur les installations à terre dans des zones de production abandonnées ou compromises du point de vue du paysage (carrières, décharges, zones occupées par des dépurateurs ou adjacentes à des lignes électriques à haute tension ou à de grandes infrastructures routières, zones industrielles et à bonifier, etc.).

Pour les installations éoliennes, il est nécessaire d'en accompagner le développement et d'intégrer les projets dans les différents paysages italiens. Il est important que les Régions définissent, à travers l'adoption de lignes directrices, un cadre de règles transparentes pour la présentation et l'évaluation des projets qui rendent le développement d'installations de tailles et de dimensions différentes en fonction des caractères du paysage.

L'objectif pour les installations à biomasse et à biogaz est de valoriser la contribution énergétique des ressources agricoles, forestières, des filières agro-zootechniques et agro-industrielles, urbaines (dans le cas de digestion anaérobique) dans des installations présentant des bilans environnementaux, territoriaux et énergétiques vertueux. La perspective que les Régions devraient soutenir, à travers les lignes directrices, est de favoriser les conditions pour créer des filières agro-énergétiques et de gestion des déchets biodégradables permettant, grâce aux installations, de produire de l'énergie électrique, thermique et pour d'autres utilisations (par ex., le biométhane) pour les usagers sur le territoire.

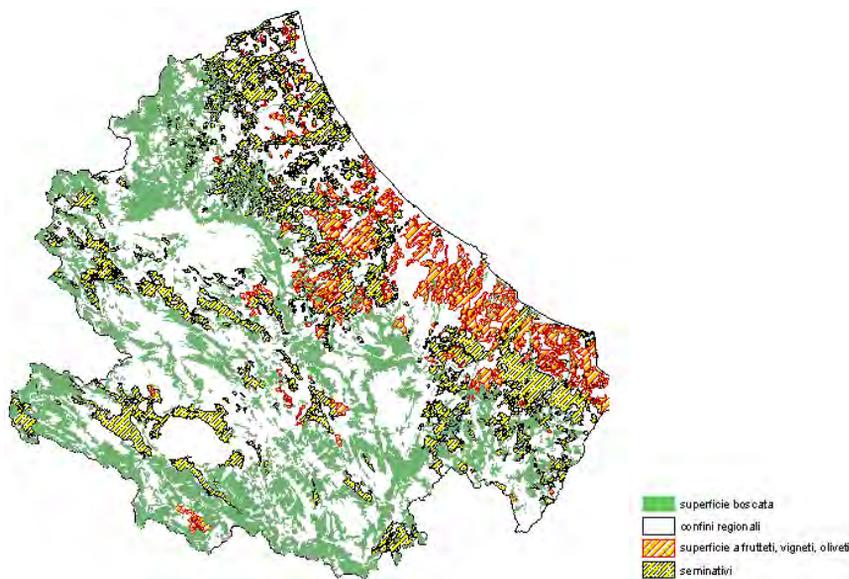
Dans ce cas également, il est nécessaire de fixer des standards de rendement pour les installations de manière à favoriser la cogénération, c'est-à-dire la production d'énergie électrique et de chaleur, afin de contribuer à satisfaire les besoins locaux, également à des fins industrielles et à des activités ou des réseaux de chauffage à distance des bâtiments.

Pour les installations hydroélectriques, l'objectif est d'augmenter la production

en conciliant les exigences énergétiques et les exigences environnementales. Les Régions doivent créer avec les Lignes directrices les conditions d'adéquation des centrales de façon à en améliorer l'intégration environnementale et les performances énergétiques, au vu des autres utilisations de l'eau et de la réduction des impacts sur les bassins hydrographiques et sur les écosystèmes fluviaux.

Pour les installations géothermiques, l'objectif est de rendre possible la valorisation des ressources, tant à haute enthalpie dans toutes les zones où il est possible de réaliser ou d'agrandir ce type d'installation qu'à basse enthalpie si elles sont intégrées à d'autres technologies d'efficacité énergétique.

Pour les installations géothermiques en particulier, le thème le plus délicat concerne la protection de la nappe phréatique. Dans cette optique, les Régions devraient établir des critères pour les projets à haute enthalpie, en identifiant les zones «non adéquates» et les études de caractère hydrogéochimique, sismique et gravimétrique indispensables, ainsi que les solutions de conception de projets relatifs aux cycles géothermiques et aux installations. De même, pour les projets à basse enthalpie, il est nécessaire d'introduire des références pour en faciliter le développement et empêcher d'éventuelles interactions négatives avec la nappe phréatique. Grâce à la basse enthalpie, il est possible de contribuer à la réduction des besoins d'énergie primaire pour le chauffage et le refroidissement des bâtiments.



Localisation des disponibilités provenant des herbacés et des ligneux en Abruzzes
 (source : CRB Perugia).

Cas d'étude : la Vallée de l'Aterno

Le projet pour la Vallée de l'Aterno vise à élaborer une stratégie efficace de conception et de planification territoriale, ainsi que pour la promotion et l'optimisation de l'utilisation de systèmes écologiquement durables à haute efficacité énergétique. Les mesures prises en considération sont applicables tant aux petits centres historiques qu'aux quartiers nouveaux avec un maximum de 5 000 habitants.

Il faut commencer par la création d'un document-cadre, de «Lignes directrices», permettant de planifier les différentes phases de l'interaction entre les administrations publiques, régionales et locales, les maîtres d'œuvre, les entreprises privées et les utilisateurs finaux.

La propagation d'une telle procédure d'action est un élément essentiel pour atteindre les objectifs fixés par le Protocole de Kyoto pour 2020.

La poursuite d'une efficacité énergétique éco-durable sur moyenne et petite échelle peut être un élément indispensable pour déclencher des processus vertueux sur le territoire, telle que la bonne utilisation des sources renouvelables spécifiques du lieu en question, maintenant dispersées et non utilisées, en mesure de multiplier les possibilités d'emploi dans de nombreux secteurs.

Le modèle stratégique proposé dans le paragraphe précédent a introduit aussi des facteurs typiques de requalification urbaine, ce qui peut multiplier les possibilités d'organisation et les opportunités économiques.

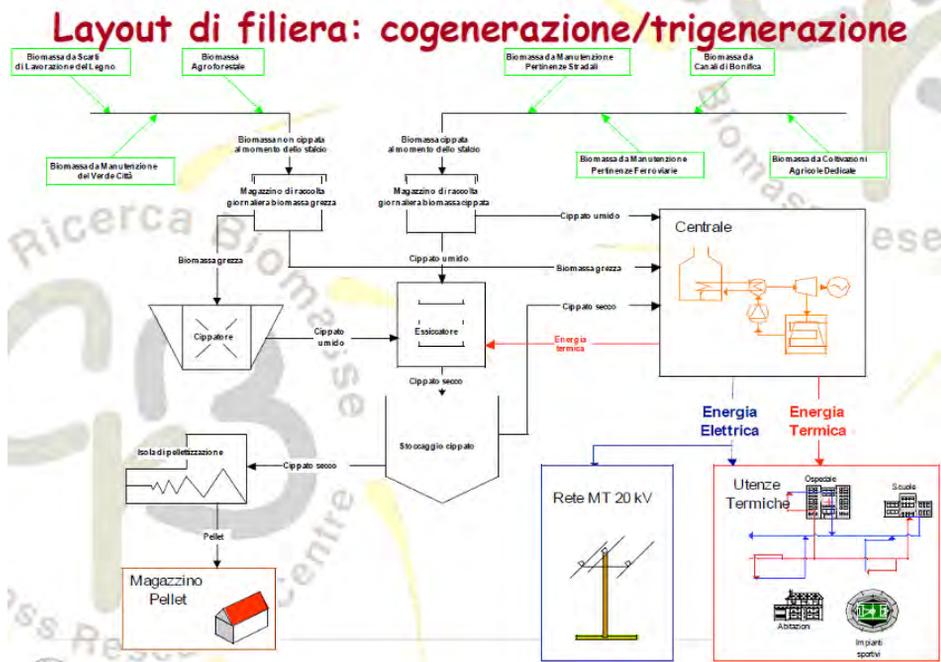


Schéma de la centrale de cogénération à biomasse provenant de l'entretien des zones marginales des routes.

Le résultat de ces actions peut être résumé dans la création de centres pilotes, qui peuvent fournir des exemples à suivre pour un développement correct, écologiquement durable. L'utilisation des best practices pour atteindre ces objectifs a conduit à la création d'interventions urbaines qui prennent en compte les aspects suivants :

- Efficacité énergétique par des systèmes de poly-génération, capables de fournir de la chaleur et de l'électricité (cogénération) ;
- Création de réseaux urbains de transport de l'énergie (télé-chauffage) ;
- Requalification durable et énergétique du tissu urbain, existant et nouveau, en utilisant des matériaux éco-compatibles et des technologies de construction bioclimatiques.
- La mise en œuvre d'éléments de micro-génération à l'échelle de l'îlot urbain et de l'édifice, avec des systèmes photovoltaïques, micro-éoliens et de tri-génération (production locale du froid).
- Requalification énergétique des espaces extérieurs, avec des solutions d'énergie solaire passive, l'inertie thermique des matériaux utilisés pour les planchers et l'exploitation des flux d'air (tours à vent et tuyaux enterrés).
- L'amélioration de la perméabilité du sol pour la récupération des eaux pluviales.
- L'utilisation de la production d'électricité par des systèmes de poly-génération pour le transport public local (vélos, voitures et bus électriques).
- Le monitoring des résultats obtenus, par les systèmes d'information géographique (Geographical Information System).



Exemple de schéma du réseau de télé-chauffage avec configuration à arbre.

Objectifs :

Les objectifs à poursuivre pour la promotion et la diffusion d'une planification de requalification urbaine durable fourniront un point de départ pour créer un modèle de réglementation applicable dans tous les États membre de la Communauté européenne, qui donnera lieu aux niveaux d'intervention suivants :

- Activation de stratégies communes entre les administrations (régions et municipalités)
- Activation de stratégies de conception de projets efficaces pour la réalisation d'un éco-quartier ;
- Mise en place de stratégies pour la coparticipation des différents acteurs impliqués, administrations publiques, entreprises privées et citoyens ;
- Mise en place de la best practice dans la construction et dans l'entretien d'une intervention de requalification éco-durable.

Retombées au niveau pédagogique - Activités de formation

L'article 6 de la « European Landscape Convention », dans sa description des mesures spécifiques pour sa réalisation, souligne l'importance de renforcer la sensibilisation de la société civile, des organisations privées et des autorités publiques à la valeur des paysages, à leur rôle et à leur transformation et, au second point, de former et d'éduquer des « spécialistes dans le secteur de la connaissance et de l'intervention sur les paysages ».

Cette formation s'adresse d'une part « aux professionnels du secteur public et privé et aux associations de catégorie intéressées » grâce à des « programmes pluridisciplinaires de formation sur la politique, la sauvegarde, la gestion et la planification du paysage » et, d'autre part, aux étudiants avec des « enseignements scolaires et universitaires traitant, dans le cadre des disciplines respectives, des valeurs liées au paysage et des questions concernant sa sauvegarde, sa gestion et sa planification ». La gestion des paysages en particulier se configure comme un ensemble d'actions dans une « perspective de développement durable en mesure de garantir la gestion du paysage afin d'orienter et d'harmoniser les transforma-

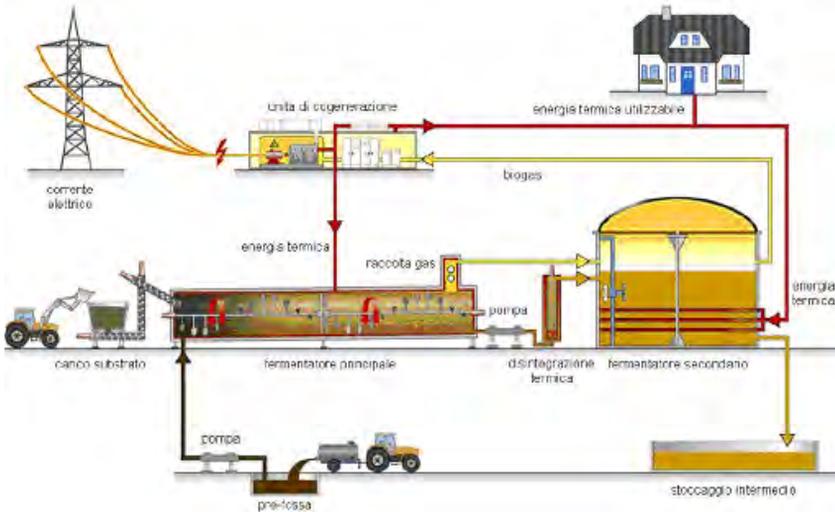


Schéma de la centrale de cogénération à biomasse provenant de l'entretien des zones marginales des routes.

tions provoquées par les processus de développement social, économique et environnemental».

La Convention décrit l'objectif de «parvenir à un développement durable fondé sur un rapport équilibré entre les besoins sociaux, l'activité économique et l'environnement».

Le paysage a donc besoin d'être défendu, mais aussi géré en mettant en place des processus d'éducation des citoyens et de diffusion d'une sensibilité critique indispensable pour réaliser une politique de gestion, de planification et de développement durable du territoire.

La didactique «pour l'environnement» caractérise la Phase du développement durable, lancée en 1992 avec la Conférence de Rio au cours de laquelle la politique environnementale et le développement durable furent identifiés comme des objectifs qui auraient dû faire la synthèse entre : la protection de l'environnement, la promotion sociale et l'efficacité économique.

La partie consacrée aux aspects éducatifs est synthétisée dans le document programmatique intitulé Agenda 21. On y affirme que les processus formatifs et éducatifs s'adressant à la citoyenneté constituent un parcours fondamental afin que les objectifs puissent effectivement largement se traduire sur le plan des actions. Le chapitre 36 de l'Agenda 21 énumère en particulier les actions à promouvoir finalisées à l'éducation, à la conscience publique et à la formation :

1. réorienter l'éducation à l'environnement et au développement durable ;
2. renforcer, dans la population, la conscience des connexions profondes qui existent entre la sauvegarde de l'environnement et les actions qui y sont effectuées ;
3. solliciter et promouvoir des occasions de formation adéquates afin d'atteindre les objectifs fixés par l'Agenda 21.

L'ÉCHELLE MÉSO

VALTER FABIETTI
COLL.: IRENE CREMONINI

LA SPÉCIFICITÉ DE L'ÉCHELLE « MÉSO » : LE CAS DE POGGIO PICENZE

La définition de la vulnérabilité sismique et la construction urbaine de la politique de réduction des risques ont été expérimentées, à l'échelle « méso », par l'application de certaines méthodes d'analyse et de projet appliquées à la commune de Poggio Picenze, située à proximité (15 Km) de la ville de L'Aquila.

La ville de Poggio Picenze a subi des dommages très graves lors du tremblement de terre du 6 avril 2009. Le centre historique est presque entièrement détruit, et même les maisons encore debout ont subi de graves dommages. Les monuments historiques, que ce soient les églises ou les résidences nobiliaires, ont été gravement endommagés, avec le détachement et l'effondrement des façades dans les cas plus graves. L'établissement scolaire, totalement inutilisable, a été transféré dans des bâtiments préfabriqués, réalisés suite à la catastrophe, et des modules de logement provisoire (MAP) ont été construits dans différentes parties de la ville,

Les bâtiments récents, en béton armé, y compris le nouveau et l'ancien hôtel de ville, tous situés en dehors du périmètre de la vieille ville, sont presque intacts ou seulement légèrement endommagés, mais toujours habitables (sauf lorsque des bâtiments adjacents présentent un danger).

L'objectif fondamental de l'étude, en accord avec l'administration municipale, est de définir un schéma de reconstruction permettant la mise en sécurité du noyau central et, en même temps, la définition d'une politique de réduction des risques et la reprise économique (1).

A cette échelle, il est donc possible d'expérimenter les opérations de reconstruction de logements possibles dans un cadre stratégique, combinant projet de construction et élaboration de politiques stratégiques et de réduction des risques. L'étude est structurée autour de deux lignes d'expérimentation, la première de type analytique, la seconde visant à la définition d'un projet stratégique, qui se



Images relatives aux dommages subis par le centre historique de Poggio Picenze suite au tremblement de terre du 6 avril 2009.

caractérisent par leur échelle d'intervention.

La première est orientée à définir les caractéristiques dominantes des différentes parties construites du centre urbain (unités territoriales), conçues non seulement comme des domaines fonctionnels, mais comme un ensemble d'espaces, de modalités d'utilisation, de caractères typologiques et constructifs. A partir de certaines estimations, basées sur l'exposition à des facteurs physiques et fonctionnels directs et indirects et sur les risques locaux (micro zonage sismique), cette première ligne d'expérimentation identifie la vulnérabilité sismique des UT.

Cette évaluation permet de comparer des solutions alternatives de reconstruction du centre historique (scénarii) qui, toujours avec la même efficacité, sont adaptées aux différents degrés de vulnérabilité sismique globale.

La deuxième ligne d'expérimentation sert à définir les scénarii alternatifs de reconstruction sous la contrainte de la réduction du risque sismique (structure urbaine minimale - SUM); ces scénarii seront soumis à des évaluations de vulnérabilité sismique urbaine.

La définition des scénarii stratégiques, sur la base d'une vision partagée avec la population locale, définit les éléments essentiels du parcours de reconstruction. Le scénario stratégique est défini ici par une procédure simplifiée d'analyse multicritères qui prend en compte les différents objectifs auxquels doivent répondre les éléments constitutifs de la structure urbaine minimale (2).

L'état de l'art : une nouvelle approche du problème

La prévention des tremblements de terre a toujours été abordée en prenant en compte la solidité des constructions (bâtiments, monuments, etc.) aux sollicitations engendrées par un tremblement de terre sur les structures des édifices.

L'«ingénierie sismique», une discipline qui, historiquement, se charge d'étudier la réponse des structures aux séismes, préconise l'adaptation des structures déjà construites à la sismicité moyenne d'une zone.

En Italie, le tremblement de terre de l'Irpinia, en novembre 1980, a permis de prendre conscience que la protection de la ville contre les effets d'un tremblement de terre ne peut se limiter uniquement à la sécurité des bâtiments (3). De plus en plus, on a affirmé la nécessité d'une approche « territoriale » pour la réduction du risque sismique.

La prévention urbanistique, contrairement à celle qui concerne les bâtiments, se traduit en des politiques en mesure de préserver la performance que la ville offre normalement à ses résidents.

L'approche territoriale du problème sismique considère la communauté urbaine soumise au risque dans son ensemble, et non pas comme une simple somme de bâtiments individuels, et essaie de comprendre, sous la contrainte des disponibilités économiques à disposition (4), quelles sont les mesures préventives qui peuvent être raisonnablement entreprises.

La prémisse à cette approche est, vu les ressources limitées disponibles pour les municipalités et les autres autorités locales, qu'il n'est pas possible de tout protéger : il s'agit donc de faire des choix que la communauté doit décider, d'établir les ressources à utiliser et comment opérer pour se protéger.

La politique urbanistique de prévention

Une politique urbanistique de prévention des risques sismiques (et, plus généralement, des risques naturels) commence par la reconnaissance de la « vulnérabilité du système urbain » soumis au risque, en considérant dans l'analyse tant la structure urbaine actuelle que les différentes hypothèses de développement futur. Dans une certaine mesure, la prévention urbanistique rejoint souvent la planification stratégique : la protection et le développement de la communauté urbaine font partie du même scénario, qui ressort d'une comparaison entre les différentes options d'intervention et des choix qui sont opérés par la communauté locale.

La nécessité de faire une sélection parmi la multiplicité des interventions possibles découle certainement de ce qui vient d'être exposé, ou de l'impossibilité d'éliminer complètement le risque ; mais le choix des éléments à protéger dépend essentiellement d'une stratégie et d'une évaluation comparative de différentes hypothèses d'action et d'une décision basée sur l'idée d'élaborer une stratégie précise.

L'objectif de la politique de prévention réside donc dans la définition de cette idée «de développement» qui consiste à la fois à optimiser les ressources utilisées pour la prévention des risques et, en même temps, à maximiser le développement économique et social.

La prévention urbanistique du risque sismique, ainsi défini, prend place parmi les instruments de gouvernance du territoire : l'expression «gouvernance du territoire» fait référence à une planification plus large que le simple «contrôle des bâtiments» qui a caractérisé pendant des années la planification en Italie, de façon à affronter dans ce type de planification différentes questions, y compris la protection contre les risques naturels.

Le plan d'urbanisme est (ou, du moins, devrait être) le lieu de règlement des choix de transformation du territoire, dont la composition devrait aboutir à une vision «stratégique» : envisager cette fonction selon une optique de gouvernance du territoire (et pas seulement de planification du territoire) signifie définir une notion de développement qui est à la base de la prévention urbanistique du risque.

Considérations préliminaires sur le risque

Dans la littérature spécialisée, la définition de risque sismique d'un centre urbain est consolidée et se base sur trois facteurs contributifs, le danger, l'exposition (physique et fonctionnelle) et la vulnérabilité (directe et induite). Cette définition du risque est généralement exprimée par l'équation linéaire $R = P + (E_f + \text{exemple}) + (V_d + V_i)$. Précisons le sens de ces termes.

La dangerosité P dépend de la sismicité de la région et aussi des caractéristiques géologiques des sites (dangerosité locale), c'est-à-dire des conditions géologiques et géomorphologiques qui provoquent des impacts locaux et des affaissements de terrain. Elle exprime la probabilité qu'un tremblement de terre s'exprime et son intensité maximale.

L'exposition ($E_p + E_s$) dépend de l'ensemble des biens et des personnes présents dans une zone d'aléa sismique, c'est-à-dire dans une zone où il existe une probabilité qu'un tremblement de terre se produise. Cette exposition est constituée de deux composantes : l'exposition physique (la présence de gens et des biens exposés à des risques sismiques) et l'exposition fonctionnelle ou de système qui concerne la présence d'activités et, par conséquent, concerne le rôle que chaque

partie du territoire joue pour son fonctionnement. Le dommage causé à un système urbain dépend donc non seulement des éléments physiques sujets à effondrement à cause d'un tremblement de terre ou des personnes susceptibles d'être blessées (l'exposition physique), mais aussi de la morphologie de l'ensemble urbain et de son organisation (exposition de système).

Par exemple, un milieu urbain centralisé, à morphologie compacte, dans lequel toutes les fonctions principales résident dans le centre historique (comme c'est le cas de L'Aquila) aura une exposition différente qu'un centre polycentrique et non hiérarchisé fonctionnellement. De toute évidence, l'absence de biens ou de personnes dans une zone porte à zéro l'exposition de ce secteur, quel que soit le degré de dangerosité de cette zone (donc à risque zéro).

La vulnérabilité urbaine (directe et enduite), outre que de l'endommageabilité des éléments de construction c'est-à-dire la possibilité d'effondrement d'un artefact (un bâtiment, une œuvre d'art ou un bâtiment global) après un tremblement de terre d'une intensité donnée, dépend également des performances de ces bâtiments (c'est-à-dire de leur rôle dans les différents systèmes fonctionnels qui composent la ville, tels que les commerces, les services, la production, l'énergie, la mobilité, etc.). La notion de performance ou d'une norme de performance, comme nous le verrons par la suite, est cruciale pour définir l'aléa sismique à l'échelle urbaine (5).

La vulnérabilité des populations urbaines est liée également à des interactions négatives entre les bâtiments adjacents (vulnérabilité induite), entre eux et les systèmes d'infrastructure, ou encore de la vulnérabilité causée par la présence d'artefacts « critiques ». Le concept de criticité se prête à une double interprétation : la première se réfère à la criticité de l'artefact découlant de la possibilité de production de dommages physiques à l'environnement (par exemple, les réservoirs, le stockage des matières inflammables ou très polluantes, des explosifs, les barrages, les tours, des viaducs et des ponts, etc.); la seconde porte sur les fonctions stratégiques contenues (hôpitaux, écoles, bâtiments publics, etc.); elle est généralement définie par la Protezione Civile (Protection civile). En un mot, la « vulnérabilité d'un système urbain » mesure la corrélation non-linéaire entre l'intensité du séisme et l'ampleur du dommage au système urbain, causée par les caractéristiques de l'exposition.

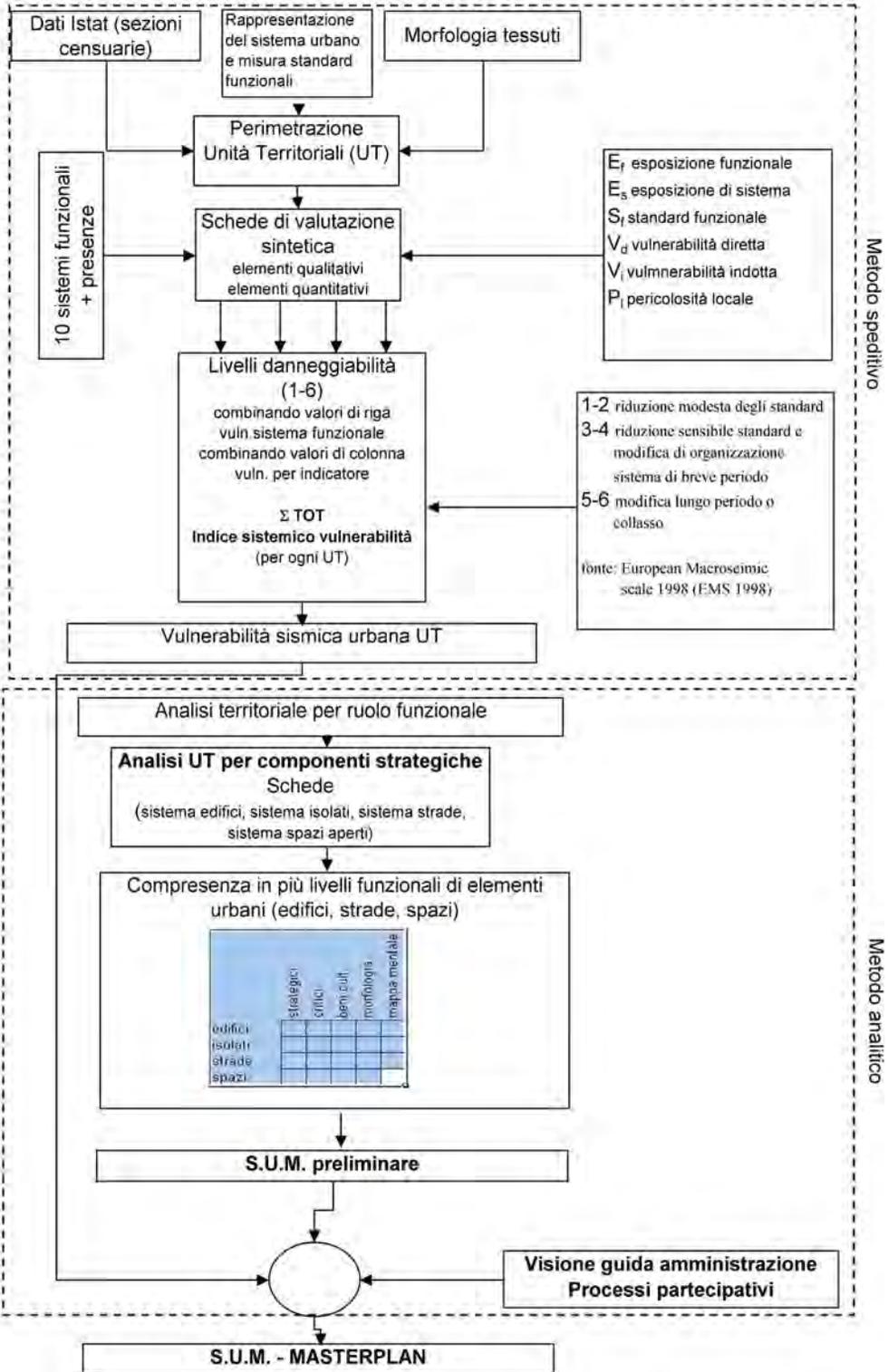


Schéma de la procédure d'élaboration de la SUM.

Vision stratégique et de prévention: la *structure urbaine minimale*

Comment est-il possible de construire une idée de développement? Dans la littérature disciplinaire, les modalités opératives pour définir une stratégie de développement sont désormais consolidées, et c'est à cette littérature que l'on se réfère pour une réflexion plus large (6) : mais ce qui nous intéresse ici est de définir la relation entre l'idée de développement et la prévention du risque sismique.

Une politique urbanistique de prévention, comme il a été dit à plusieurs reprises, est fondée sur la nécessité de maintenir en activité les systèmes fonctionnels qui composent la ville et sans lesquels cette dernière s'effondrerait : il s'agit en d'autres termes de définir quelle est la structure urbaine minimale qui doit émerger et rester fonctionnelle également après le tremblement de terre. Le concept de structure urbaine minimale est donc lié au rôle stratégique que les différents éléments du système urbain ont dans la vie ordinaire d'une ville.

Si l'objectif est d'identifier une structure urbaine minimale (SUM) capable de fonctionner même après une catastrophe naturelle, nous avons besoin de comprendre quels sont, à un moment donné, les éléments qui la composent. Plusieurs études ont abordé le thème de la construction de la SUM et les points de vue sur ce sujet sont très variés. La définition originelle de la SUM contenait implicitement le sens stratégique de ses composants (7) : quelle que soit la définition de la SUM, elle doit inclure tous les éléments qui agissent comme des «piliers» de l'économie et de la société urbaine (8).

Il semble donc évident qu'en feront partie, en premier lieu, les éléments urbains qui jouent un rôle de coexistence dans plusieurs des systèmes fonctionnels qui constituent l'habitat urbain (productif, commercial, administration publique, etc.) : un édifice qui abrite des fonctions stratégiques (le siège du gouvernement, un bâtiment avec des fonctions quaternaires, etc.), mais aussi un bâtiment qui abrite à la fois des activités collectives (une structure sanitaire), des fonctions commerciales et résidentielles et qui est également un bâtiment classé avec une valeur architecturale ou historique et représente donc un lieu de reconnaissance urbaine (c'est-à-dire appartenant à la «carte mentale» de la collectivité urbaine). Ensuite, on classera les éléments les plus significatifs de chaque système fonctionnel. Des observations similaires peuvent être faites sur les systèmes

de mobilité et de communication (les réseaux téléphoniques, les routes et les transports), les systèmes de transport de l'eau, du gaz et de l'électricité, les systèmes d'espaces ouverts (réseaux verts, parkings, places) qui assument un rôle important pour la sûreté urbaine post sismique (pensons, par exemple, à un système de points de collecte pour la première implantation d'urgence, aux voies d'évacuation, etc.).

La SUM, faisant partie du système urbain, ne peut pas rester toujours égale à elle-même au fil du temps, mais elle s'adapte aux changements de la ville et sera modifiée aussi sur la base des différentes possibilités de développement définies par la communauté locale. La SUM ne peut être définie une fois pour toutes, mais elle évolue en permanence en fonction des avantages que la ville doit offrir. En théorie, donc, la SUM ne constitue pas simplement un outil figé de gouvernement du territoire, mais il s'agit d'une méthode de vérification, de contrôle et, en même temps, d'un mode d'évaluation des choix qui y sont organisés.

Les outils de gouvernement du territoire (9) donnent généralement une image complète de l'utilisation prévue de l'espace physique, mais aussi des hiérarchies d'importance de son utilisation et du séquençage des lignes directrices de mise en œuvre même de l'instrument. De ce cadre, il est possible d'identifier les fonctions et les lieux qui font l'objet d'actions prioritaires pour la protection et la défense contre les tremblements de terre. En effet, la prévention du risque ne peut être considérée comme une politique « sectorielle », mais elle doit imprégner toute la structure de l'instrument de gouvernement du territoire.

A partir de cette position, il est possible, en phase de prévision d'abord, puis de gestion du plan d'urbanisme, de définir ce « processus » de prévention du risque que nous appelons structure urbaine minimale (SUM).

L'ensemble des fonctions et des actions stratégiques comprend également tout ce qui concerne les modalités de fonctionnement d'un centre urbain entendu comme un système. La ville est par excellence le lieu de l'échange : une politique de prévention doit garantir dans tous les cas, avec un système de réseau de communication, la circulation des biens et des personnes. En d'autres termes, la protection de l'accessibilité urbaine diffère de la protection des routes considérées comme des éléments stratégiques : il ne s'agit pas seulement de fournir un accès à l'hôpital ou à l'école, mais de garantir un réseau de circulation de sorte que les fonctions économiques et sociales de la ville, même réduites, soient garanties.

Cela conduit inévitablement à la relation entre public et privé : si la protection

d'un pont ou d'une route peut être assurée uniquement dans le cadre d'une politique publique, la protection du tissu urbain n'est pas possible seulement grâce à l'intervention publique.

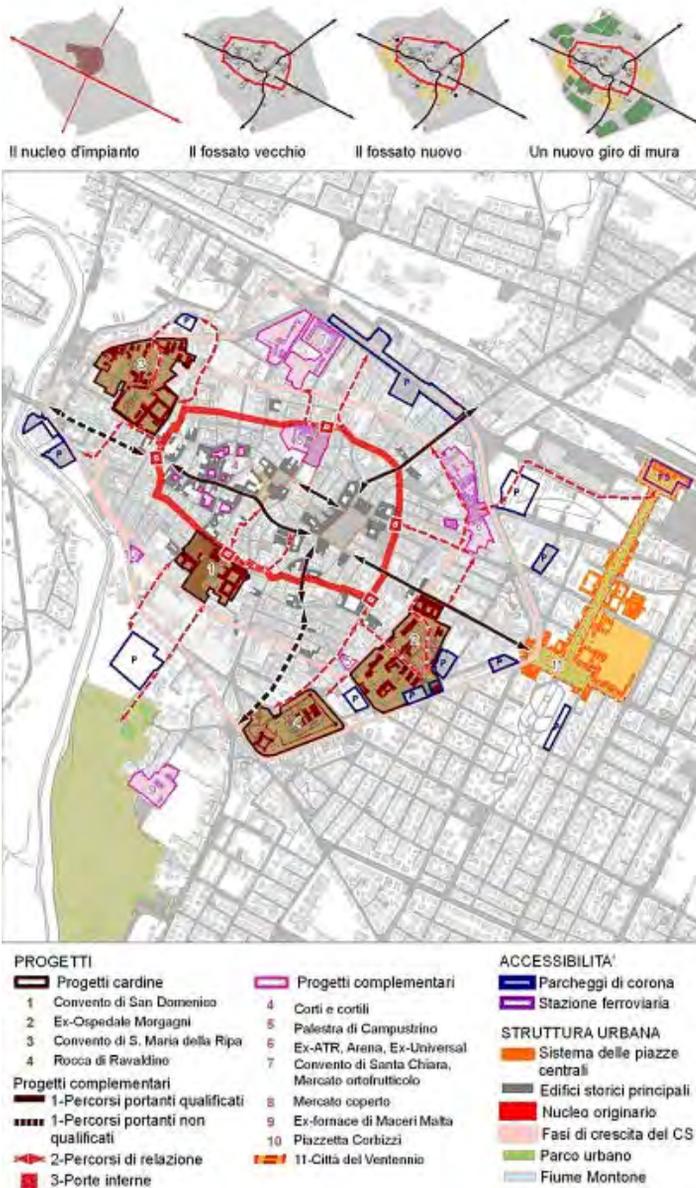
Définir la SUM revient à définir un programme de mise en œuvre qui permet la mise en sécurité du système urbain à partir de certains éléments fonctionnels et géographiques d'importance stratégique et d'un premier circuit de sites et d'accès sûrs. Par ailleurs, bien évidemment, une action d'ajustement dans le temps tendant à réduire progressivement la composante de risque résiduel est nécessaire.

L'inclusion d'éléments dans la SUM ne provient pas directement de l'analyse de la vulnérabilité urbaine, mais de l'analyse fonctionnelle et morphologique. Pour chaque objet relevé, il est possible de constituer un index des éléments plus ou moins « stratégiques » (et pas seulement dans le sens défini par la protection civile) au niveau local. Pour ce faire, on peut utiliser la méthode de la coexistence, qui consiste tout simplement à compter le nombre de systèmes fonctionnels (résidentiel, commercial, patrimoine culturel, lieux identitaires, etc.) auxquels un élément, comme un bâtiment ou un espace ouvert, appartient. Bien qu'il soit possible (et peut-être plus approprié) d'utiliser des méthodes plus sophistiquées d'inférence statistique, intrinsèquement liées à l'importance des systèmes fonctionnels dans le « système urbain » spécifique d'appartenance.

L'utilisation de méthodes statistiques multidimensionnelles, telles que l'analyse factorielle ou l'analyse de la co-relation, a l'avantage de conférer un rôle à différents systèmes fonctionnels à partir de la « structure inhérente » de l'ensemble urbain : car on ne peut donner a priori une importance aux différents systèmes fonctionnels, il faut qu'elle soit liée au rôle que chaque système a dans le contexte urbain. Les méthodes statistiques, comme l'analyse en composantes principales, pour définir une hiérarchie de composantes en partant de la structure des données utilisées, peuvent répondre à ce besoin ; par contre, ces méthodes impliquent l'utilisation d'une importante quantité d'informations qui sont souvent coûteuses, voire impossibles, à collecter.

L'utilisation des programmes complexes dans la définition de la SUM

La prévention du risque sismique activée par la SUM comprend la protection des éléments stratégiques d'un ensemble urbain pour maintenir son efficacité en termes



Projet relatif au centre historique de la Ville de Forlì - prix UrbanPromo 2008.

de performances, même après un tremblement de terre. Toutefois, cela ne signifie pas que les parties «moins stratégiques» doivent être laissées de côté (une ville performante, mais sans citoyens est inutile !). Le problème de la prévention ne réside pas seulement dans la protection des grands contenants stratégiques ou des grands systèmes de communication, mais aussi dans la protection des activités (commerce, artisanat, services, etc.) disséminées dans le tissu urbain mineur. La protection de ces fonctions rentre dans le cadre du processus de «récupération diffuse» dont les actions sont essentiellement liées à l'encouragement de l'initiative privée. Il se pose donc le problème de savoir comment mettre en œuvre une politique de prévention avec peu de

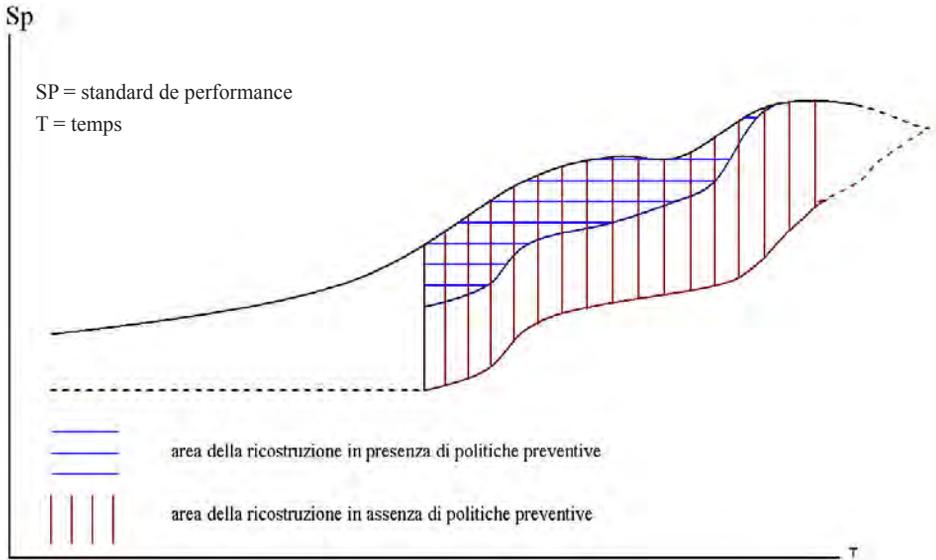
ressources économiques, c'est-à-dire comment étendre le domaine de prévention des risques : à ce niveau, l'implication des privés dans la mise en œuvre des politiques de prévention est stratégique.

La question de la participation du secteur privé dans les politiques d'intervention publique se concrétise en Italie dans les années 80. La fin du boom de l'immobilier et la récession économique laissent dans les villes italiennes de grands vides (en raison principalement de la cession d'activités de production) et une aggravation de la détérioration du bâti. Cette condition porte à une refonte des aménagements urbains, qui se traduit par des opérations où des promoteurs privés, conjointement avec les organismes publics, travaillent ensemble pour la réhabilitation des parties dégradées de la ville. Ces opérations spéciales ont été nommées « Programmes complexes » (10).

La nécessité d'obtenir, grâce à un accord avec les privés, des aires et des équipements à usage collectif, a conduit les gouvernements locaux (y compris les municipalités, mais pas seulement) à recourir à des programmes complexes qui sont des outils opérationnels permettant au capital privé de participer à des opérations de renouvellement urbain, à la construction de nouvelles infrastructures et à l'amélioration des systèmes d'infrastructures existantes.

Dans de nombreuses régions italiennes, également dans la région Abruzzes, les programmes complexes sont en effet devenus au fil des années, grâce à leur définition dans le cadre de la législation régionale sur l'urbanisme, des outils de mise en œuvre de plans d'urbanisme. Les résultats des expériences menées sont extrêmement variés, mais on ne peut toutefois nier l'importance de la contribution de ces programmes dans la réalisation de travaux publics et, plus généralement, dans les politiques urbaines, à différents niveaux, avec la promotion des relations et des négociations entre public et privé, qui a permis de fournir d'élargir l'apport des ressources financières aux investisseurs immobiliers, aux propriétaires et aux entreprises privées. Les relations contractuelles sont devenues des modèles variés de coopération qui, dans certains cas, ont également concerné la reconstruction post-séisme (11).

Au fil des années, par ailleurs, la régénération urbaine à travers des programmes complexes a assumé petit à petit un caractère stratégique : les programmes de rénovation urbaine, les projets urbains s'insèrent toujours plus souvent dans des « visions guides » en tant qu'outils stratégiques générés par des équipes d'« acteurs urbains » significatifs.



— développement du système **en présence** de politiques de prévention ex ante séisme

— développement du système **en absence** de politiques de prévention ex ante séisme

Evolution dans le temps de la SUM et réduction de la vulnérabilité urbaine

La composition de ces deux aspects (l'utilisation de capitaux privés et les interventions stratégiques) est essentielle à la définition de politiques de prévention du risque sismique en zones urbaines et, en particulier, dans la mise en œuvre de la SUM. Celle-ci, comme il a été déjà indiqué à plusieurs reprises, est caractérisée par de fortes connotations stratégiques et représente un «cadre de référence évolutif et partagé». L'utilisation de la coopération public-privé (possible grâce aux programmes complexes, aux STU - sociétés de transformation urbaine - ou à tout autre outil de négociation) devient alors indispensable pour favoriser et renforcer la mise en œuvre de la prévention et apporter également la souplesse suffisante pour réduire les risques. La réalisation de la SUM est un «processus» : elle ne peut résulter que de l'évolution dans le temps du système de l'ensemble urbain et des besoins de sa communauté (12).

En termes généraux, il est possible de définir, par une représentation graphique schématique, la relation entre les politiques de prévention mises en œuvre par la SUM, l'adaptation aux normes de performance du système urbain et le temps nécessaire pour parvenir à une prévention.

En l'absence de politiques de prévention, après un tremblement de terre, on constate deux phénomènes concomitants : d'un côté, une réduction instantanée du standard de la performance SP plus importante du système; de l'autre, un temps majeur pour rétablir les normes de performance appropriées à la ligne théorique de développement du système. Il convient de noter ici que sont inclus dans le tableau deux variables «aléatoires» : la première se réfère à l'hypothèse, non vérifiée, qu'un système ait renforcé au fil des années les normes de rendement; la seconde, qu'il ait pris en charge, également en absence de prévention, la réalisation des

développements théoriques du système, même si cela n'est absolument pas vérifié. Les principaux éléments de preuve de la présence de politiques de prévention est la perte minimum de normes de rendement instantané et une réorganisation plus rapide des normes théoriques de performance du système. Bien entendu, les observations sur les modifications dans le système s'appliquent ici également. Enfin, il convient de remarquer que la perte instantanée de normes de rendement (y compris les normes relatives à la reconnaissance de la collectivité des sites endommagés) pourrait, au-delà d'un certain seuil, ne plus être récupérable. Cela est particulièrement vrai pour les petites villes qui, en cas de fortes destructions, pourraient être abandonnées. On ne peut pas exclure, cependant, qu'un tel événement puisse également se produire pour les grandes villes ou des parties de celles-ci (13).

Réduction du risque sismique à Poggio Pienze Lecture de la vulnérabilité urbaine

L'analyse de l'installation urbaine a été effectuée en trois phases. La première concerne l'identification des éléments de construction typologiques (bâtiments en fonction de leurs caractéristiques intrinsèques), de l'accessibilité et des espaces ouverts, mais aussi du type d'agrégation (les îlots, le rapport entre le bâti et le non bâti); la seconde a porté sur l'identification du rôle fonctionnel que chaque composante joue dans le centre urbain, en termes de poids, de fréquence et de localisation. La troisième phase concerne l'identification des composantes qui, s'ils coexistent dans plusieurs systèmes fonctionnels, peuvent influencer le fonctionnement de l'ensemble du système urbain et, par conséquent, doivent être considérés à tous les points de vue comme faisant parties de la SUM.

Les fiches de relevé

Pour définir les relations systémiques entre les bâtiments et le tissu bâti, pour décrire le réseau de parcours et d'espaces ouverts, des principales activités et des méthodes d'utilisation de l'espace urbain, nous avons rédigé des fiches de relevé construites ad hoc, sur la base d'expériences significatives du passé analysées dans la littérature disciplinaire.

Ces fiches ont permis de décrire de façon suffisamment détaillée les caractères physiques et d'utilisation du centre urbain en relation avec les caractéristiques suivantes :

- typologiques et structurelles des bâtiments du centre historique et des tissus à proximité du centre ;
- physiques et fonctionnelles du système de parcours et d'espaces ouverts ;
- de consistance et d'utilisation du système des activités économiques et des services ;
- géologiques et géomorphologiques (grâce au micro zonage développé par la Protezione Civile) ;
- l'emplacement des éléments d'intérêt historico-architectural ;
- de la distribution et de la hiérarchie des fonctions d'urgence, des bâtiments critiques et de ceux qui ont une vulnérabilité directe ou induite ;
- de l'organisation des infrastructures en réseau.

Les fiches, organisées par référence (bâtiments isolés, espaces ouverts, infrastructures), ont fourni des informations à utiliser, directement ou suite à un traitement supplémentaire, pour la définition de la vulnérabilité sismique urbaine.

Chaque fiche, indépendamment de l'objet étudié, définit à travers l'information géographique (cartographie photogramétrique ou cadastrale) et topographique (Registre local) une référence spatiale unique qui permettra, à un stade ultérieur de l'étude, de construire un système d'information géographique de Poggio Picenze. L'incontestable utilité de cette méthode de gestion se double d'une utilité de caractère programmatique et urbanistique : en l'associant à un GIS, un système d'évaluation, il sera possible de mettre en place un outil de gouvernement du territoire pour évaluer très rapidement l'efficacité en termes de choix sismiques des transformations du territoire communal.

L'enquête a été menée d'abord sur la base d'un relevé général, à partir d'une première estimation grossière de la morphologie urbaine, établie à partir de la cartographie et d'une première visite sur le site et sur la base d'informations statistiques (UT).

Les opérations de relevé approfondies ont été ensuite réalisées à partir de trois types de fiches : bâtiments, routes, espaces ouverts. Ensuite, la sélection et l'agrégation des informations a permis de rédiger les fiches de l'îlot et de signaler les systèmes d'espaces ouverts.



Caratteri funzionali			
Denominazione edificio e proprietà (Pubblica/Privato)			
A 73000400	C 260	n° prog. 354	Indirizzo, n.c. Via Piedi La Terra
Utilizzazione (cfr. codici)		P1	
Uso primario (cfr. codici)		mq	Abbandono
Piano interrato	-	-	Piano interrato
Piano terra	-	65	Piano terra
Piani superiori	-	-	Piani superiori
N. piani totali		1 piano a monte	1 piano a valle
popolazione	residenti	-	presenti
Caratteri tipologici			
Regolarità planimetrica	regolare	-	regolare a corpi distinti
Posizione sul terreno	in piano (1), su pendio lieve (2), su pendio forte (3) terrazzamenti e incassi (4)		
Posizione nel tessuto	intercluso monoaffaccio (1), intercluso biaffaccio (2), d'angolo intercluso (3), d'angolo (4), di testata (5), isolato in tessuto denso (8), isolato in tessuto rado (7)		
Tipo edilizio	schiera monofamiliare (1), schiera plurifam. (2), torre (3), linea aggregata longitudinale con fronti su strada (4) linea aggregata con chiochiera o corte interna (5), palazzina (con aree di pertinenza) (6), Villino (7), Palazzo gentilizio (8)		
Tipi specialistici	Impianto serale (9), impianto complesso (10), impianto singolare (11), Capannone (12), vano o annesso edificato isolato (13), vano o annesso edificato addossato a ed. principale (14), container (15)		
Caratteri strutturali			
Struttura portante	continua	x	puntiforme
Materiale costruzione	pietra (1), pietra regolare (2), blocchi di tufo (3), mattoni (4), c.a (5), mista (6)		
Modalità aggregazione	diffinze in altezza con edifici circostanti	regolata aperture	Staccamento sole con edifici adiacenti
	aggrufe e superfici	Discontinuità murale	Memorazioni delle scale murate
	Elementi spingenti	struttura di robusto	elementi strutturali archi, perforazioni
Caratteri aree di pertinenza			
Uso primario	mq	Configurazione	Uso secondario
Orto	1	5	
Giardino			
Attività commerciale	-		
Ristorazione	-		
Attività artigianale	-		
Deposito	-		
Parcheggio	-		
Corte pavimentata			
Staccionata/recinzione			
muro basso (<1m)			
muro alto			
alberatura			

Codici uso edificio			
R1	Residenza	R2	Attività ricettiva
C3	Uffici	C4	Magazzini
S1	Scuola mat. elementari	S2	Scuola media inf. e sup.
S5	Attività artigianale	S6	Scuola superiore
S9	Attività artigianale	S10	Scuola superiore
S13	Cimitero	P1	Industria manifatturiera
P4	Franco	I1	Albergo
I4	Sevizi	I5	Chiesa
C1	Comunità	A1	Adattabile
C2	Comunità	A2	Adattabile
S3	Comunità	S4	Comunità
S7	Comunità	S8	Comunità
S11	Comunità	S12	Comunità
P2	Mulo	P3	Magazzini, depositi
I2	Terminale	I3	Edifici di servizio
I6	Decorativo		



1	assenti	regolare	assente	in altezza irregolare	Accostamento con annesso	assente	assente	assente
2	presenti	regolare	assente	in altezza irregolare	Assente	modica	assente	assente
3	molto presenti	irregolare	irregolare	irregolare	Assente	modica	assente	assente
4	molto presenti	irregolare	irregolare	irregolare	Assente	modica	assente	assente
5	molto presenti	irregolare	irregolare	irregolare	Assente	modica	assente	assente
6	molto presenti	irregolare	irregolare	irregolare	Assente	modica	assente	assente

1	Cioffoli							
2	Bozze							
3	Bozze							
4	Blocchi							
5	Blocchi							
6	Conci							
7	Mattoni							
8	Tecnica mista							

Fiche de relevé des bâtiments.



Denominazione			
codice di riferimento	lunghezza	larghezza	
presenza marciapiedi (n.lati)	larghezza media marciapiedi	pendenza media	
tipologia	carrabile	pedonale	mista
configurazione	chiusa/aperta su un lato	aperta su due lati	aperta su tre lati
	h. media edifici circostanti	rapporto h. media/larghezza media	presenza manufatti ortici
Caratteri d'uso			
piazza pubblica pavimentata	giardino pubblico	altarezzale	Giardino pubblico a prato
Area pertinenza edifici pubblici	Area pertinenza edifici privati	Parco privato	
Otto	area agricola	parcheggio pubblico	
Area incolta	Area di riposto	are in trasformazione	
Pavimentazione			
inculco	Pietrame	Lastre di pietra	
Laterizio	Asfalto	altro	
Confinata e accessi			
intersezioni e accessi (numero)	immissioni o intersezioni stradali	Accessi carrabili a edifici o pertinenze	Accessi pedonali a edifici o pertinenze
Salti di quota o discontinuità	Scale e gradinate (n. e lunghezza)	discussoni (n. e lunghezza)	
manufatti e strutture labstanti fissi	siepi o alberature/parchine (n. e lunghezza)	recinzioni basse (n. e lunghezza)	muri di recinzioni/reti (n. e lunghezza)
elementi e strutture aggettanti	lampioni/abellioni (n)	traffici (n)	Distributori/caselle (n)
	comicioni, sparti di gronda(n. e lunghezza)	balconi (n. e lunghezza)	passaggi voltati(n. a lunghezza)
	porticati (lunghezza)	Cavalcavia(n. e lunghezza)	altro
Caratteri funzionali			
Struttura di uso temporaneo	tavoli bar e ristoranti	Strutture per fiere, mercati ecc	Anedi
presenza parcheggi	Su area dedicata (sup e lunghezza)	Su area impropria (sup e lunghezza)	capolinea e fermate autobus
attività non residenziali su piani terra	Bar, ristoranti Alberghi	attività artigianali servizi pubblici	Uffici altro

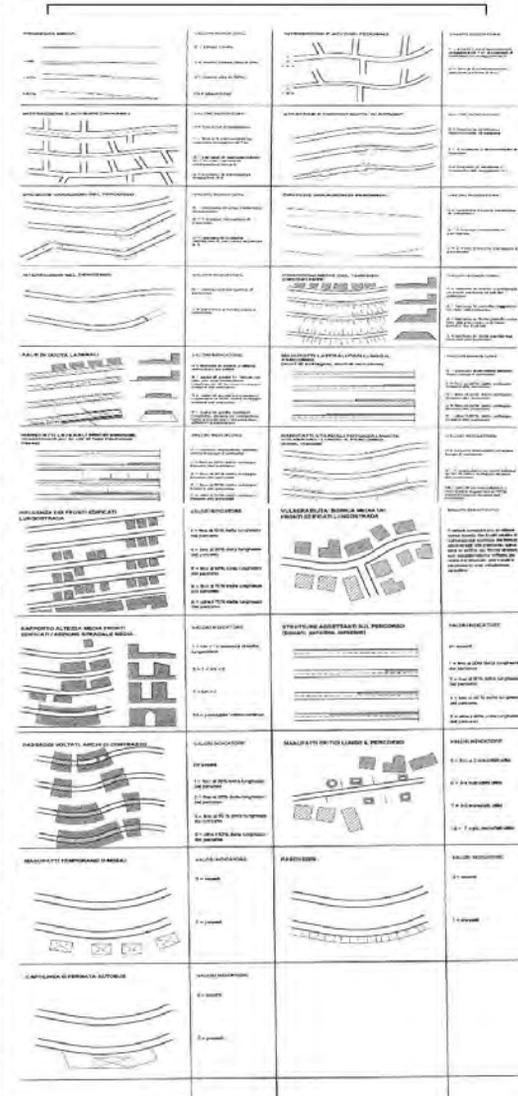


<p>A1 STRADA DELIMITATA DA EDIFICI</p> <ul style="list-style-type: none"> - a sezione costante o variabile - rettilinea - che fianca - in piano - in pendenza 	<p>C1 AMBITO SPAZIALE CHIUSO SULLA LATI</p> <ul style="list-style-type: none"> - tutti i versanti interni agli isolati - gradazioni di edifici con destinazioni d'uso special
<p>A2 STRADA DELIMITATA PARZIALMENTE DA EDIFICI</p> <ul style="list-style-type: none"> - a sezione costante o variabile - non linea - linea spezzata - con fianc - in piano - in pendenza 	<p>C2 AMBITO SPAZIALE DELIMITATO PARZIALMENTE</p> <ul style="list-style-type: none"> - spazi prevalentemente regolari interni agli isolati
<p>A3 STRADA SENZA FRONTI SDEICATI DELIMITATA DA SPAZI APERTI</p> <ul style="list-style-type: none"> - a sezione costante o variabile - rettilinea - linea spezzata - con fianc - in piano - in pendenza 	<p>C3 AMBITO SPAZIALE NON DELIMITATO</p> <ul style="list-style-type: none"> - assenza di limiti edilizi - area libera o ad uso misto
<p>B1 PIAZZETTA, SLABOD, CONFLUENZE STRADALI</p> <ul style="list-style-type: none"> - con edifici in vicin - con fessu edifici - con un solo fianco edificato 	<p>D1 SISTEMA DI SPAZI APERTI CORRELATI</p> <ul style="list-style-type: none"> - almeno su più fronti - articolazione urbana
<p>B2 PIAZZA EDIFICATA SU TUTTI I FRONTI</p>	<p>D2 SISTEMA CON LOTTI UNIFORMI CORRELATI</p> <ul style="list-style-type: none"> - interazioni urbane - medesimi spazi o base formali
<p>B3 PIAZZA CON FRONTI PARZ. INEDIFICATI</p>	<p>D3 ALTRO</p>

Fiche de relevé des espaces ouverts.



Strada			
Caratterizzazione			
codice di riferimento	lunghezza	larghezza media	
presenza marciapiedi (S/D)	larghezza marciapiedi (S/D)	pendenza media	
Conformazione e continuità			
rettilinea continua	Curvilinea continua con slargo finale	Var. frequenti (direzione/pendenza)	
Cul del sac		stradotta	
pendenza aree latitanti	con slargo finale	stradotta	
Pavimentazione			
strada bianca	Pietrame	Lastre di pietra	
Latifane	Asfalto	altro	
Continuità percorsi			
Intersezioni e accessi (numero)	Immissioni o intersezioni stradali	Accessi carrabili a edifici o pertinenze	Accessi pedonali a edifici o pertinenze
manufatti lungo il percorso	ponticelli (n. e lunghezza)	viadotti (n. e lunghezza)	monti di sostegno (n. e lunghezza)
Ostacoli o discontinuità lungo il percorso	Scavi e giardini (n. e lunghezza)	dissecazioni (n. e lunghezza)	cadute (n. e lunghezza)
manufatti e strutture latitanti fissi	steppi o albaratura/parche (n. e lunghezza)	reticenti basse (n. e lunghezza)	monti di ripercussione (n. e lunghezza)
elementi e strutture aggettanti	lampionatubi (n. e lunghezza)	bracci (n. e lunghezza)	Distributori (n. e lunghezza)
	cominci, sporti di gronda (n. e lunghezza)	balconi (n. e lunghezza)	passaggi volanti (n. e lunghezza)
	portici (n. e lunghezza)	Cavalcavia (n. e lunghezza)	altri
Caratteri funzionali			
Strutture di tipo temporaneo	Stivali bar e ristoranti	Strutture per fiera, mercati ecc.	Arredo
parcheggi lungo il percorso	Su area dedicata (sup. e lunghezza)	Su area impropria (sup. e lunghezza)	capolinea e fermate autobus
edifici latitanti	lato destro (n. accessi, h. media, lunghezza)	lato sinistro (n. accessi, h. media, lunghezza)	rimpi garage (n. e lunghezza)
attività non residenziali su piani terra	Bar, ristoranti, Alberghi	attività artigianali, servizi pubblici	Uffici, altro



Fiche de relevé des axes de circulation.

Analyse des caractéristiques de construction⁽¹⁴⁾

Poggio Pienze se caractérise par des constructions très simples, qui sont principalement liées à la satisfaction de besoins essentiels et à une connexion immédiate entre les exigences formelles et fonctionnelles. Les types de construction sont donc liés à la nature du sol, aux caractéristiques géomorphologiques, climatiques et hydrographiques, mais avant tout, ils utilisent des matériaux d'origine locale, comme la pierre et le bois. Ces matériaux, similaires à ceux utilisés dans d'autres contextes, habilement travaillés par l'homme, ont permis de façonner des bâtiments caractérisés par une variété de matériel de construction, différant parfois les uns des autres uniquement par de petits détails, mais qui connotent fortement le centre historique.

Les maçonneries à plusieurs parements sont fréquentes et associées à une architecture pauvre, construite avec des éléments parfois irréguliers, parfois sans engrenement transversal approprié.

Les maçonneries à plusieurs parements ont souvent un comportement structurel insatisfaisant, tant pour ce qui concerne les charges gravitationnelles qu'en cas d'actions sismiques.

La fraction irrégulière du mortier utilisé dans les parements, généralement plus élevée au centre, entraîne un tassement différencié sur le long terme. Par conséquent, les charges ont tendance à se concentrer sur les parements extérieurs, qui peuvent se déstabiliser car ils sont particulièrement maigres.

Face à des actions sismiques, l'interruption de parements indépendants entre eux est plutôt fréquente, avec des conséquences importantes tant sur la stabilité de l'édifice que sur l'évacuation après la secousse et sur l'accès des secours.

Les enquêtes sur le terrain ont révélé un patrimoine résidentiel très varié, dont les formes semblent répéter, apparemment avec de faibles variations, des « modèles » de la tradition locale et expriment, presque immédiatement, les raisons qui ont conduit à leur construction ou des événements qui ont marqué les changements successifs. Il n'est pas si difficile de distinguer les bâtiments destinés au logement permanent ou temporaire, un plan mono ou bicellulaire avec un ou plusieurs étages au-dessus du sol et un ou plusieurs axes d'ouverture, reflétant les rythmes et les vicissitudes de la vie, ainsi que les moyens de subsistance. Les formes semblent dénoncer, tout aussi clairement, la destination originale ou acquise de certains édifices, que ce soient des abris pour animaux ou des lieux de stockage des équipements, des matériaux ou des produits agricoles.

Analyse des points de référence (carte mentale)⁽¹⁵⁾

L'analyse des sites de référence est un autre facteur pris en compte dans la conception du projet. En particulier, cela implique - surtout pour le niveau « méso » ou de l'habitat intermédiaire - la nécessité d'examiner les moyens d'interaction entre les habitants et l'habitat, ainsi que la manière dont l'habitat est devenu une partie de l'univers cognitif (les représentations, les systèmes de valeurs, etc.), de l'univers opérationnel (les comportements, les habitudes, etc.) des habitants, en tant qu'individus et en tant que sujets collectifs.

Par rapport à ces univers, les éléments suivants semblent particulièrement importants :

- les dynamiques liées aux réseaux de services (éducation et information, communication, santé, énergie, eau et assainissement, transports, etc.) ;
- les formes d'organisation et d'agrégation des citoyens (réseaux informels, groupes, clubs, associations formelles, relations de proximité, etc.) ;
- les dynamiques de construction d'un espace symbolique et d'une identité partagée (monuments, lieux dotés d'une connotation sociale positive ou négative, lieux d'agrégation et de réunion, etc.) ;
- les dynamiques politiques et de création de consensus (en particulier les relations entre les acteurs publics, politiques et de la société civile locale et les acteurs publics et politiques nationaux et régionaux) ;
- les dynamiques économiques au niveau local (entreprises existantes, activités pour lesquelles la construction de nouveaux espaces est nécessaire, nouvelles activités économiques, etc.) ;
- les dynamiques liées à la production de la connaissance et à la diffusion de l'information ;
- les dynamiques de reconnaissance des risques (sociaux, environnementaux, etc.) ;
- les dynamiques de proximité, le maintien des liens sociaux et les dynamiques de rencontre entre groupes culturels différents (ex. immigrés) ;
- les dynamiques liées au maintien d'une mémoire du risque sismique (lieux et éléments bâtis associés dans les représentations collectives aux événements sismiques).

Pour examiner cette double série de phénomènes, on fait référence à une variété d'outils d'observation et de consultations informels (comme les entretiens avec les individus, la participation aux réunions, etc.) et à l'examen des documents. L'étude de documents concerne en particulier :

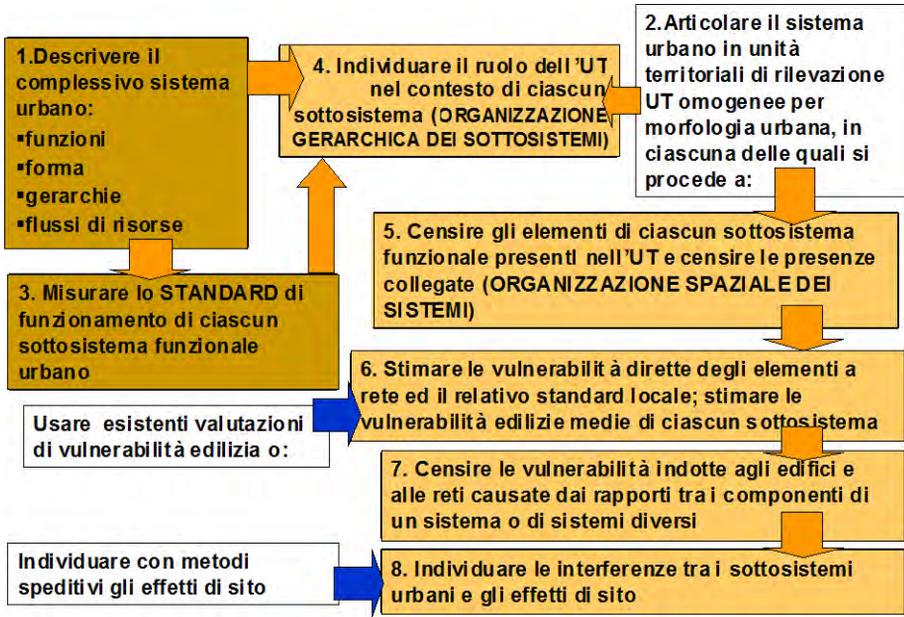
- les articles et les informations (dans la presse, à la radio et à la télévision et dans les médias en général)
- les textes et les documents produits par les associations locales et les expressions organisées de la société civile (associations, groupes de citoyens, groupes informels, organisations professionnelles, etc.)
- les textes et les documents publiés sur l'Internet, sur les blogs, forums et autres formes d'expression ;
- les photos du lieu et en particulier des éléments qui en permettent la reconnaissance (par exemple, cartes postales, photographies, etc.) et le site Web de la ville elle-même.

On a également utilisé l'observation directe de l'environnement bâti et les paysages des zones des territoriales à l'étude, pour identifier ce qu'on pourrait appeler les « repères » reconnus (par exemple, les monuments, les zones touristiques connues, les lieux de l'activité collective, etc.).

Analyse de la vulnérabilité urbaine ⁽¹⁶⁾

L'analyse de la vulnérabilité urbaine se base sur l'hypothèse qu'elle ne dépend pas seulement du danger sismique (donc des caractéristiques géologiques du site) et des caractéristiques de construction (des bâtiments et des infrastructures), mais aussi de la morphologie urbaine (la morphologie du territoire et le système routier qui en découle, la relation entre la localisation des bâtiments et les espaces ouverts, etc.), des caractères distributifs des fonctions (résidence, commerce, services, administration, établissements publics, etc.) et du recoupement entre les différents systèmes fonctionnels et les facteurs d'amplification du tremblement de terre.

- Les dommages sismiques ne concernent pas seulement les victimes et les dommages matériels, mais aussi la perte de l'organisation urbaine, entraînant une détérioration des niveaux de performances et de l'efficacité fonctionnelle.



Fiche d'évaluation de la vulnérabilité urbaine.

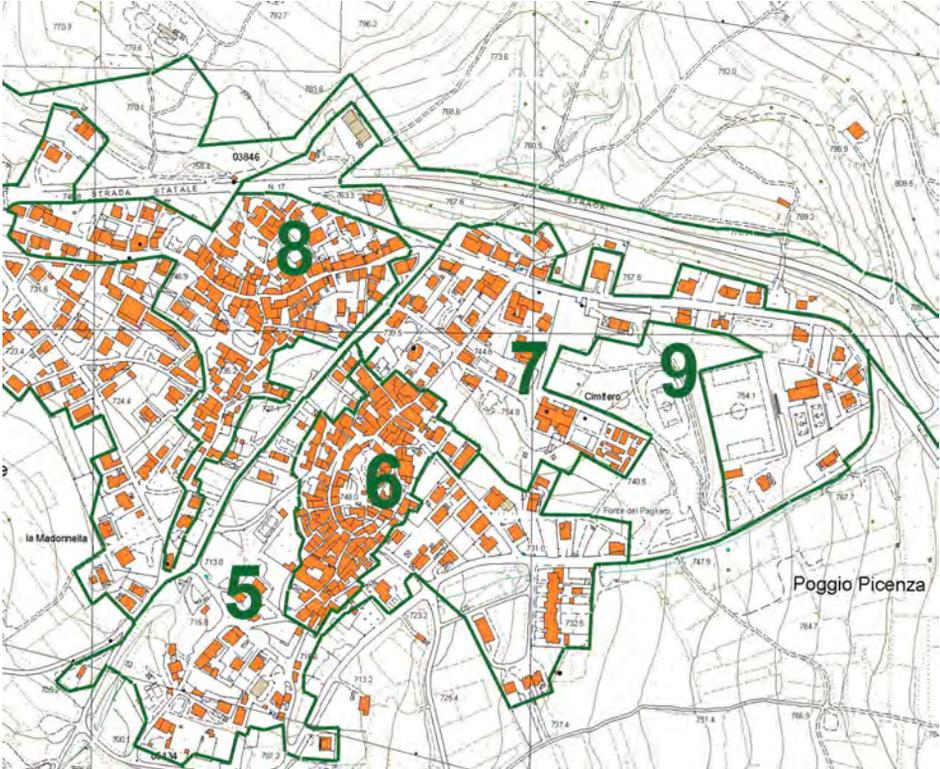
Dans les plans de reconstruction, outre l'augmentation de la résistance sismique des bâtiments et des infrastructures, on aura donc tendance à améliorer les composantes sismiques du système urbain qui déterminent une vulnérabilité supplémentaire, la vulnérabilité de système.

Le respect des caractéristiques des établissements historiques ou les dépenses nécessaires ne rendront pas toujours possible la poursuite de la réduction maximale de la vulnérabilité systémique : par le biais de processus participatifs, il sera toutefois possible d'avertir la population sur le risque / le coût, en arrivant à une définition consciente, de la part de cette communauté, du risque acceptable.

- La méthode utilisée à Poggio Pienze a envisagé l'étude des principaux sous-systèmes fonctionnels qui assurent sa qualité au système urbain : les services publics, le logement, le système de production, le patrimoine culturel et historico-architectural, l'accessibilité et les infrastructures technologiques.

On a également étudié les sous-systèmes les plus importants dans l'urgence : les présences par jour et par an, les éléments d'intérêt stratégique pour la Protection civile ou « importants quant aux conséquences d'un effondrement possible » (point 2.4.2 du Décret Ministériel, 14/01/2008), l'accessibilité et la circulation des véhicules, les réseaux technologiques (lifelines), les voies d'évacuation et d'urgence internes au tissu urbain.

- Afin d'évaluer l'aptitude d'affronter les dommages des différents sous-systèmes fonctionnels, le territoire a été divisé en Unités Territoriales (UT) homogènes par morphologie, dans lesquelles ont été recueillies des informations qualitatives et quantitatives concernant : l'exposition physique, fonctionnelle (biens, personnes, activités liées à des risques géologiques) et de système (poids de chaque partie en relation avec le centre urbain); la vulnérabilité directe (propension aux dommages en termes de performances fonctionnelles pour chaque sous-système - rési-



UT du centre historique de Poggio Picenze.

dentiel, commercial, production, etc. - ou propension moyenne des édifices qui composent l'UT); la vulnérabilité induite (probabilité de dommages déterminés par les bâtiments adjacents ou les édifices critiques - voir point 2.4.2. du Décret Ministériel du 14/01/2008)⁽¹⁷⁾.

- Pour chaque UT, on a utilisé les fiches d'évaluation qui s'articulent autour de 10 indicateurs relatifs à autant de sous-systèmes fonctionnels (logement, tourisme, fabrication, services, équipements collectifs, culturels, réseaux technologiques, voies d'évacuation/sauvetage, accessibilité), plus un indice de présence (index d'utilisation des édifices ou d'exposition pour la population présente). Pour chacun des sept facteurs, on a attribué (pour chaque sous-système fonctionnel) une valeur de 1 à 6 correspondant à 6 classes de situations de plus en plus défavorables.

Dans l'analyse de la vulnérabilité urbaine de Poggio Picenze, sans remettre en cause la rapidité de la procédure, on a approfondi l'étude de la vulnérabilité des édifices et de la vulnérabilité induite par des agrégats urbains, un problème qui touche presque tous les bâtiments des deux noyaux historiques. Cette étude est encore en cours.

- Afin d'évaluer la vulnérabilité moyenne des bâtiments, on s'est basé sur les données (même si partielles) des fiches AeDES préparées par la Protection civile et sur les données ISTAT (Recensement de 2001).

Définition de la SUM de Poggio Picense

Sur la base de l'analyse effectuée et de la description de la structure urbaine, de la ville de Poggio Picense on a entamé la définition de la SUM. Il s'agit, comme on l'a dit, d'un « processus », d'un parcours analytique et de conception de projet en devenir, pour lequel une adaptation constante et de raffinement est nécessaire. La première phase du travail, la description de la structure fonctionnelle urbaine avant le tremblement de terre du 6 avril 2009, visait à identifier les points focaux du système urbain, les concentrations fonctionnelles et les relations avec les routes d'accès, les réseaux d'infrastructures et les espaces ouverts. A partir de ces données, il est possible d'identifier la structure urbanistique avant le tremblement de terre, la relation entre les différentes parties de l'ensemble urbain et le rôle de ces dernières dans un contexte territorial de référence. Le but de cette étape est donc de mesurer la perte de fonctionnalité enregistrée dans le centre urbain, en termes d'efficacité des services offerts : la SUM ex ante, alors, est le point de départ pour définir ou redéfinir la vision guide de la communauté établie.

Analyse de la structure fonctionnelle urbaine

La répartition des fonctions présentes avant le tremblement de terre a été indiquée dans la cartographie en regroupant les bâtiments par catégories d'activités : bâtiments résidentiels, commerciales, publics, autres types d'espaces ouverts, etc. On a également identifié les bâtiments qui, par leur présence fonctionnelle, présentent des points critiques particuliers, comme ceux mêlant un caractère résidentiel et commercial (restaurants, bars, pubs, salons de coiffure, supermarchés, hôtels et B & B), diffusés dans la ville de façon assez régulière. De la même façon, on a mis en évidence les lieux de culte (églises San Felice, San Giuliano et de la Visitation) et les bâtiments d'intérêt historique et architectural, qu'ils soient ou non des lieux de culte.

Sur la base de la division de la municipalité de Poggio Picense en Unités Territoriales caractérisées par des conditions homogènes de vulnérabilité, il a été possible d'observer la correspondance entre les caractères de vulnérabilité et la présence de fonctions : elles se concentrent principalement dans les Unités 4, 7, 8 et se caractérisent par une amplification moyenne sismique ($FA = 1,7$) et par

une vulnérabilité générale moyenne-élevée en termes de types de bâtiment, de caractéristiques constructives et, bien sûr, fonctionnels. L'UT 8 coïncide avec la partie collinaire située dans la vieille ville (Via Umberto I) où l'on trouve la plus forte concentration de fonctions non résidentielles et non commerciales, alors que l'U.T. 7 se configure plutôt comme une zone de concentration de services (écoles, installations sportives et religieuses). La partie interne des UT 8 et 4 est une zone très vulnérable à cause d'un saut morphologique significatif (CD5).

La répartition fonctionnelle du noyau de Castello est moins importante, bien qu'il représente une partie importante de l'ensemble urbain de par son rôle de définition de l'identité historique de la ville et la présence d'un certain nombre d'édifices historiques (demeures historiques, la maison et les murs du château médiéval, outre tous les édifices religieux). Il coïncide avec l'UT 6. Cette UT est aussi celle qui présente une forte amplification sismique ($F = 2,2$) et un degré élevé de vulnérabilité sismique à cause de ses caractéristiques constructives et de la présence de cavités souterraines.

De même dans l'UT 5, située en aval de la zone de plus grande concentration d'équipements publics (UT 7), il existe une vulnérabilité due à la présence de certains bâtiments d'intérêt historique et architectural, en particulier d'une zone d'amplification sismique maximale, la plus élevée ($F = 2, 5$).

Dans l'UT 4, la zone immédiatement en aval de Via Umberto I, se concentrent davantage les services, en particulier les installations sportives qui comprennent un terrain de football, des courts de tennis et un terrain de boules. Elles donnent sur un espace vert important et équipé, la Place S. Massonio; d'autres espaces avec les mêmes caractéristiques se trouvent dans une zone au sud de l'habitat avec une vulnérabilité moyenne $FA = 1,7$ à $1,8$.

Dans l'U.T. 1, caractérisée par la présence d'activités productives, les fonctions sont presque exclusivement concentrées dans la zone industrielle.

Un rôle important dans la définition de la vulnérabilité urbaine est couvert par les systèmes en réseau qui permettent le fonctionnement «en système» du village et déterminent une résilience mineure ou majeure du centre habité. Pour identifier les éléments fonctionnels les plus vulnérables, on a signalé dans la planimétrie (en rapport avec les UT) les tracés des lignes électriques (constituées principalement de câbles aériens) et du réseau hydrique. Le méthanoduc, qui arrive à la canalisation principale située le long de la vallée du bas Aterno, remonte jusqu'au

premiers forment une bague de connexion qui entoure le village, en créant d'une certaine façon un point d'attaque sur le réseau routier urbain, avec ses nœuds d'entrée, à partir desquels on peut mesurer l'accessibilité aux différentes fonctions présentes. Les intersections entre les parcours territoriaux et urbains principaux représentent les grands nœuds urbains du système de la mobilité, mais plus généralement du système fonctionnel, car elles permettent l'accès au village à partir d'un plus grand cadre de référence, alors que les intersections entre les parcours urbains secondaires permettent d'identifier des nœuds de deuxième niveau, qui, dans certains cas, peuvent être considérés comme des routes alternatives.

La bague de connexion est intégrée par la Via Matteotti, un axe transversal qui relie l'anneau du nord au sud. Les zones de stationnement se trouvent à l'intérieur de la ville.

Les axes dans la vieille ville ont été classés sur la base de leur rôle hiérarchique (type de viabilité, relation avec les édifices, nombre de zones et de fonctions connectées) en soulignant l'importance des parcours (principaux, secondaires) des petites places, de la répartition des espaces entre les différents tissus et des points d'accès aux deux centres.

Par la lecture du tissu urbain, il émerge une tortuosité des parcours et la présence de sauts de niveau fréquents et d'obstacles à la mobilité transversale (et perpendiculaire aux parcours principaux) déterminée tant par le manque d'axes de liaison entre les voies principales que par la présence de changements de rythme et de direction des axes secondaires et aussi par la présence d'obstacles (rampes, murs, escaliers). Cela est particulièrement évident dans l'UT 6 Castello, mais c'est également le cas dans certaines parties de la Via Umberto I.

Toujours dans le domaine de la mobilité, la commune de Poggio Picenze est également traversée par un tronçon de chemin de fer reliant le territoire de l'Aquila avec la Vallée Peligna. La ligne de chemin de fer se trouve dans l'UT 2 caractérisée par une vulnérabilité très faible.

Dans le système des espaces ouverts, on a identifié les espaces facilement accessibles, répartis à l'intérieur du centre habité ; les cours intérieures et les espaces fermés sur trois côtés. On trouve des zones libres dans toutes les UT ; ils s'étendent vers le centre historique, en pénétrant dans certaines parties de l'habitat : même si elles constituent un élément important pour la mise en place des zones de collecte ou des itinéraires d'évacuation, il faut faire un projet de mise en système et de réduction de certaines contraintes sur la mobilité pour une évacuation plus

rapide possible du tissu urbain plus compact. Dans la cartographie de la structure urbaine ante tremblement de terre, on a mis en évidence les zones d'enclave ensemencées ou non cultivées.

Dans les zones marginales, on a identifié les zones cultivées, les terres boisées et d'autres caractérisées par de forts sauts morphologiques, qui sont des témoignages encore visibles des cours d'eau qui, à de nombreux endroits, traversent le territoire.

Eléments critiques de la SUM : analyse de l'état avant le séisme

La deuxième phase de l'étude a conduit à identifier la structure urbaine minimale (SUM) avant le tremblement de terre du 2009. Comme il a été mentionné précédemment, l'objectif de cette phase est d'identifier le point de départ pour la création d'une politique de prévention « stratégique » du risque sismique. C'est en effet en partant de la SUM, ainsi identifiée, que la communauté urbaine (administrateurs, urbanistes, associations urbaines, groupes organisés de citoyens, etc.) devra construire sa propre vision de l'avenir (une idée de développement) et la vérifier à travers la SUM dans son évolution. Cette phase est toujours en cours et il faudra sûrement encore beaucoup de temps et donc il n'y a pas coïncidence avec le Plan de reconstruction. Il s'agit donc d'une phase qui présente de fortes interactions avec les choix effectués par la STM, à laquelle a été confié la tâche de coordonner la reconstruction de L'Aquila et les communes du cratère sismique (18).

La représentation initiale de la SUM, exprimée à travers des approfondissements progressifs et d'ultérieures informations, se base sur la superposition du système stratégique par fonction et du système stratégique par urgence, en passant du simple édifice jusque à l'agrégat urbain. Les « bâtiments sensibles » et les sites présentant des conditions spéciales de surpopulation sont également inclus dans les composantes de la SUM.

La définition de la SUM avant 2009 comportait l'utilisation des matériaux d'analyse décrits ci-dessus et, en particulier, des fiches de relevé élaborées pour l'ensemble du centre historique. À travers les trois types de fiches et en utilisant des documents iconographiques disponibles sur le Web (il existe une documentation photographique complète de la ville, antérieure à 2009, réalisée grâce à Google Street View), on a pu analyser la relation entre les bâtiments - les routes - les

espaces ouverts - les nœuds. A partir de la lecture de la répartition territoriale des édifices (compte tenu des caractéristiques de construction, historico-architecturales et de leur valeur artistique - documentaire) et des différentes fonctions qu'ils accueillent, on a pu identifier une hiérarchie des composants de l'ensemble urbain : la superposition de tous les systèmes fonctionnels, à travers l'évaluation de la permanence et de la coexistence des édifices dans plusieurs systèmes, a permis de formuler une hypothèse de système stratégique par fonctions.

L'examen, mené sur une base expérimentale avec un simple tableau de coexistence (tableau Microsoft Excel), a considéré tant les systèmes fonctionnels déjà utilisés pour l'évaluation de la vulnérabilité urbaine qui vise à la caractérisation des Unités Territoriales (résidentiel, production, administration, commerce, services, patrimoine culturel, etc.) que l'interaction avec les réseaux et la participation à la construction de lieux de l'identité.

Pour plus de clarté, nous en exposons la lecture effectuée par systèmes fonctionnels, successivement regroupés à travers la technique de l'overlay mapping.

La première couche représente l'information sur les bâtiments qui abritent les administrations et les services. Le bâtiment administratif le plus important (et l'unique) dans le centre historique est l'Hôtel de Ville qui donne sur un espace ouvert et vert, Piazza del Municipio. Les axes affectées par la présence de l'Hôtel de Ville sont Via Miconi de manière directe et, indirectement, Viale Matteotti et Via Roma qui sont subordonnées à la première ; l'accessibilité à l'édifice renvoie à la fonctionnalité des nœuds infrastructurels générés par les croisements entre Via Roma - Via Miconi et Viale Matteotti - Via Miconi.

Le système des services comprend les bâtiments qui se trouvent à côté du système administratif au sens strict (bâtiments scolaires, bureau de Poste et pharmacie), pour la plupart situés dans le périmètre de l'UT 7. Les voies d'accès qui y conduisent, classées en fonction du nombre de services sur chacun d'entre elles, sont Via Roma et Via della Repubblica sur l'UT 7 et Via Umberto I sur l'UT 8. On a également identifié tous les espaces ouverts en appui à cette fonction. L'accessibilité entre les points stratégiques est garantie (en considérant le chemin le plus court) par les nœuds générés par les croisements de Via della Repubblica, à l'ouest avec Via Umberto I et à l'est avec Via Matteotti. Par ailleurs, l'accès peut être garanti par le nœud situé à l'intersection entre Via Piedi Le Vigne et Via Matteotti.

Le système commercial est constitué de toutes les activités présentes à travers

Legenda

- Unità Territoriali
- Aggregati
- Edifici Critici
- Percorsi pedonali
- N.A.P.
- Centraline elettriche
- Rete elettrica
- Centrale Metano
- Metanodotto
- Rete Idrica
- Serbatoi acqua

- Sistema Strategico per funzione**
- Edifici, Strade, Spazi aperti, Nodi infrastr.
 - Nodi strategici

- Sistema Strategico per emergenza**
- Strade di raccordo extra-urbane
 - Vie di fuga principali
 - Vie di fuga secondarie
 - Collegamenti tra punti strategici
 - Nodi strategici
 - Edifici strategici

- Arene di raccolta
- Arene di accoglienza e ricovero della popolazione
- Comparti di intervento per sicurezza dei collegamenti tra i punti strategici

- Sistema Mobilità**
- Strade 5 funzioni
 - Strade 4 funzioni
 - Strade 3 funzioni
 - Strade 2 funzioni
 - Strade 1 funzione

- Sistema Amministrativo**
- Edifici
 - Spazi aperti
 - Strade principali
 - Strade secondarie
 - Nodi

- Sistema Commerciale**
- Edifici
 - Spazi aperti
 - Strade 4 attività
 - Strade 3 attività
 - Strade 2 attività
 - Strade 1 attività
 - Nodi

- Sistema Storico Architettonico**
- Edificio
 - Spazi aperti
 - Strade 2 o più presenza
 - Strade 1 presenza
 - Nodi

- Sistema Artigiano/Produttivo**
- Edificio
 - Spazi aperti
 - Strade 2 o più attività
 - Strade 1 attività
 - Nodi

- Sistema Servizi**
- Edificio
 - Spazi aperti
 - Strade 2 o più presenza
 - Strade 1 presenza
 - Strade rapporto
 - Nodi

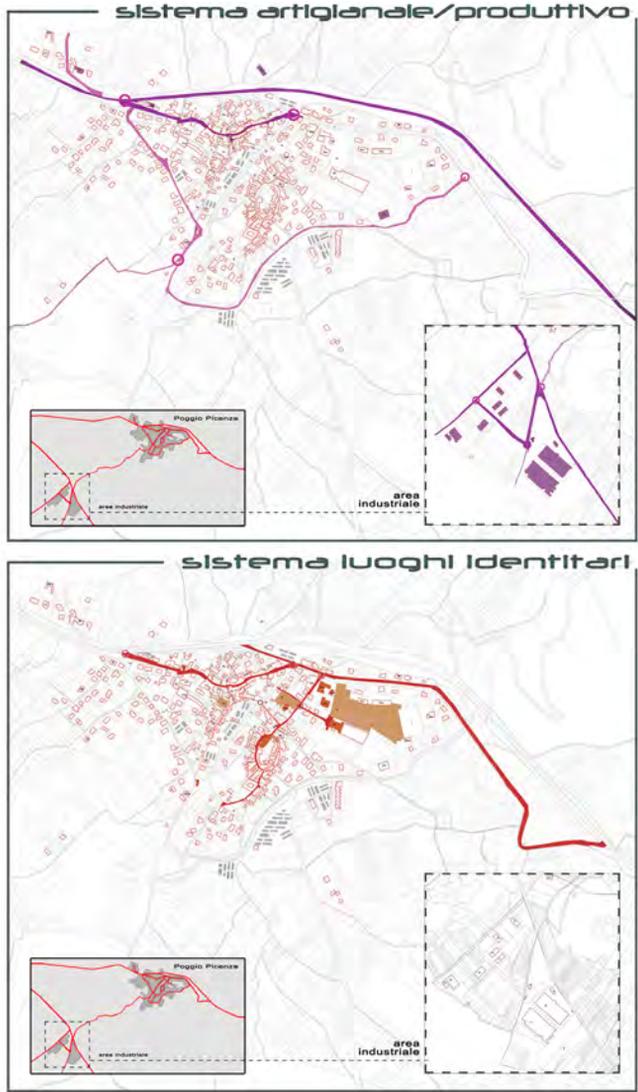
- Sistema dei Luoghi Identitari**
- Edifici
 - Spazi aperti
 - Strade principali
 - Strade secondarie
 - Nodi

- Sistema Reti**
- Strade
 - Nodi

EDIFICI CRITICI
 1. scuola elementare S. Silvano, 2. Biblioteca/Centro culturale
 S. Antonio, 3. Sala conferenze/polifunzionale, 4. Aula magna, 5.
 Strada principale, 6. Spazi aperti urbani, 7. Strada
 di raccordo, 8. Piazza, 9. Piazza, 10. Piazza, 11. Piazza, 12.
 Piazza, 13. Piazza, 14. Piazza, 15. Piazza, 16. Piazza,
 17. Piazza, 18. Piazza, 19. Piazza, 20. Piazza, 21. Piazza,
 22. Piazza, 23. Piazza, 24. Piazza, 25. Piazza, 26. Piazza,
 27. Piazza, 28. Piazza, 29. Piazza, 30. Piazza, 31. Piazza,
 32. Piazza, 33. Piazza, 34. Piazza, 35. Piazza, 36. Piazza,
 37. Piazza, 38. Piazza, 39. Piazza, 40. Piazza, 41. Piazza,
 42. Piazza, 43. Piazza, 44. Piazza, 45. Piazza, 46. Piazza,
 47. Piazza, 48. Piazza, 49. Piazza, 50. Piazza, 51. Piazza,
 52. Piazza, 53. Piazza, 54. Piazza, 55. Piazza, 56. Piazza,
 57. Piazza, 58. Piazza, 59. Piazza, 60. Piazza, 61. Piazza,
 62. Piazza, 63. Piazza, 64. Piazza, 65. Piazza, 66. Piazza,
 67. Piazza, 68. Piazza, 69. Piazza, 70. Piazza, 71. Piazza,
 72. Piazza, 73. Piazza, 74. Piazza, 75. Piazza, 76. Piazza,
 77. Piazza, 78. Piazza, 79. Piazza, 80. Piazza, 81. Piazza,
 82. Piazza, 83. Piazza, 84. Piazza, 85. Piazza, 86. Piazza,
 87. Piazza, 88. Piazza, 89. Piazza, 90. Piazza, 91. Piazza,
 92. Piazza, 93. Piazza, 94. Piazza, 95. Piazza, 96. Piazza,
 97. Piazza, 98. Piazza, 99. Piazza, 100. Piazza

Nodi di riferimento strategici
 A. Piazza S. Antonio, B. Piazza S. Antonio, C. Largo di Piazza,
 D. Largo Piazza, E. Via S. Antonio, F. Largo di Piazza, G. Via
 S. Antonio, H. Via S. Antonio

scala grafica
 0 100 200 300 400 500 m



Analyse des sous-systèmes fonctionnels.

La distribution territoriale des réseaux d'infrastructures, dans une certaine mesure, renforce le rôle stratégique de certains axes le long desquels on trouve d'importants éléments (centrales électriques, cabines de distribution du gaz, centrales téléphoniques), et sur lesquels sont situés les conduits du réseau hydrique provenant directement du réservoir à eau situé au Nord de la SS 17. En raison du manque d'informations sur le réseau électrique, on a pu relever seulement les lignes aériennes et non les canaux souterrains, pour lesquels l'accès à l'information n'a pas été concédé par le gestionnaire.

Les parcours en réseau ont un seul degré de chevauchement : il s'agit de rues très importantes, comme Via Piedi Le Vigne, à travers laquelle le réseau d'eau rejoint la zone industrielle ; il existe par ailleurs une centrale de méthane en connexion

Legenda

- Unità Territoriali
- Aggregati
- Edifici Critici
- Percorsi pedonali
- M.A.P.
- Centraline elettriche
- Rete elettrica
- Centrale Metano
- Metanodotto
- Rete idrica
- Serbatoi acqua

- Sistema Strategico per funzione**
- Edifici, Strade, Spazi aperti, Nodi infrastr.
 - Nodi strategici

- Sistema Strategico per emergenza**
- Strade di ricordo extra-urbane
 - Vie di fuga principali
 - Vie di fuga secondarie
 - Collegamenti tra punti strategici
 - Nodi strategici
 - Edifici strategici
 - Aree di raccolta
 - Aree di accoglienza e ricovero della popolazione
 - Comparti di intervento per sicurezza dei collegamenti tra i punti strategici

- Sistema Mobilità**
- Strade 5 funzioni
 - Strade 4 funzioni
 - Strade 3 funzioni
 - Strade 2 funzioni
 - Strade 1 funzione

- Sistema Amministrativo**
- Edifici
 - Spazi aperti
 - Strade principale
 - Strade secondarie
 - Nodi

- Sistema Commerciale**
- Edifici
 - Spazi aperti
 - Strade 4 attività
 - Strade 3 attività
 - Strade 2 attività
 - Strade 1 attività
 - Nodi

- Sistema Storico-Architettonico**
- Edifici
 - Spazi aperti
 - Strade 2 o più presenza
 - Strade 1 presenza
 - Nodi

- Sistema Artigiano/Produttivo**
- Edifici
 - Spazi aperti
 - Strade 2 o più attività
 - Strade 1 attività
 - Nodi

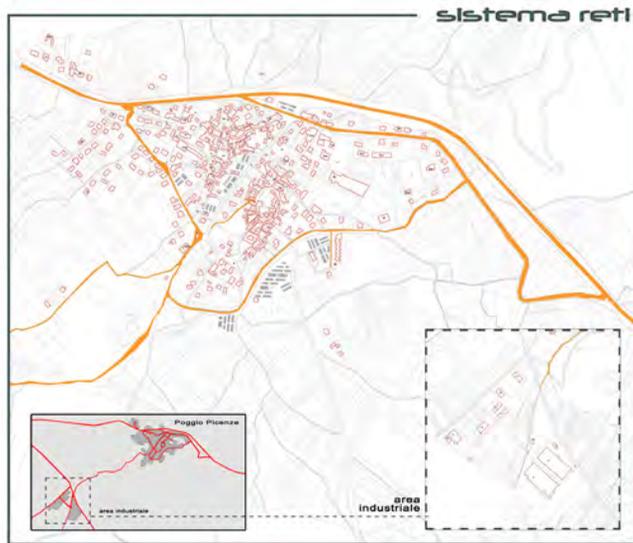
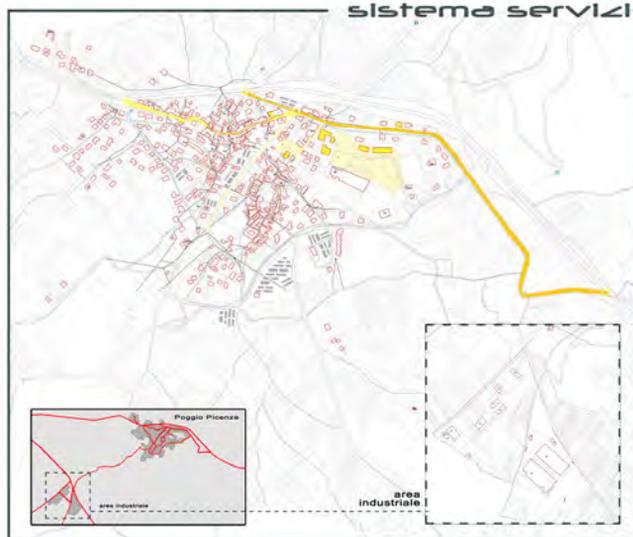
- Sistema Servizi**
- Edifici
 - Spazi aperti
 - Strade 2 o più presenza
 - Strade 1 presenza
 - Strade supporto
 - Nodi

- Sistema dei Luoghi Identitari**
- Edifici
 - Spazi aperti
 - Strade principali
 - Strade secondarie
 - Nodi

- Sistema Reti**
- Strade
 - Nodi

EDIFICI CRITICI
 1. scuola elementare S. Eustachio, 2. abitazioni/centro comunitario baronico, 3. Sala conferenze/consorzio/abitazioni, 4. Aula magna, 5. Scuola elementare, 6. Scuola materna aperta, 7. Scuola elementare S. Maria, 8. Palazzo, 9. Palazzo, 10. B&B, 11. Hotel, 12. B&B, 13. Appartamento, 14. Appartamento, 15. Appartamento, 16. Appartamento, 17. Appartamento, 18. Appartamento, 19. Appartamento, 20. Chiesa S. Felice Martini, 21. Bar, 22. Chiesa S. Eustachio, 23. Chiesa S. Felice Martini, 24. Chiesa S. Eustachio, 25. Chiesa S. Felice Martini, 26. Chiesa S. Eustachio, 27. Chiesa S. Felice Martini, 28. Chiesa S. Eustachio, 29. Chiesa S. Felice Martini, 30. Chiesa S. Eustachio, 31. Chiesa S. Felice Martini, 32. Chiesa S. Eustachio, 33. Chiesa S. Felice Martini, 34. Chiesa S. Eustachio, 35. Chiesa S. Felice Martini, 36. Chiesa S. Eustachio, 37. Chiesa S. Felice Martini, 38. Chiesa S. Eustachio, 39. Chiesa S. Felice Martini, 40. Chiesa S. Eustachio, 41. Chiesa S. Felice Martini, 42. Chiesa S. Eustachio, 43. Chiesa S. Felice Martini, 44. Chiesa S. Eustachio, 45. Chiesa S. Felice Martini, 46. Chiesa S. Eustachio, 47. Chiesa S. Felice Martini, 48. Chiesa S. Eustachio, 49. Chiesa S. Felice Martini, 50. Chiesa S. Eustachio, 51. Chiesa S. Felice Martini, 52. Chiesa S. Eustachio, 53. Chiesa S. Felice Martini, 54. Chiesa S. Eustachio, 55. Chiesa S. Felice Martini, 56. Chiesa S. Eustachio, 57. Chiesa S. Felice Martini, 58. Chiesa S. Eustachio, 59. Chiesa S. Felice Martini, 60. Chiesa S. Eustachio, 61. Chiesa S. Felice Martini, 62. Chiesa S. Eustachio, 63. Chiesa S. Felice Martini, 64. Chiesa S. Eustachio, 65. Chiesa S. Felice Martini, 66. Chiesa S. Eustachio, 67. Chiesa S. Felice Martini, 68. Chiesa S. Eustachio, 69. Chiesa S. Felice Martini, 70. Chiesa S. Eustachio, 71. Chiesa S. Felice Martini, 72. Chiesa S. Eustachio, 73. Chiesa S. Felice Martini, 74. Chiesa S. Eustachio, 75. Chiesa S. Felice Martini, 76. Chiesa S. Eustachio, 77. Chiesa S. Felice Martini, 78. Chiesa S. Eustachio, 79. Chiesa S. Felice Martini, 80. Chiesa S. Eustachio, 81. Chiesa S. Felice Martini, 82. Chiesa S. Eustachio, 83. Chiesa S. Felice Martini, 84. Chiesa S. Eustachio, 85. Chiesa S. Felice Martini, 86. Chiesa S. Eustachio, 87. Chiesa S. Felice Martini, 88. Chiesa S. Eustachio, 89. Chiesa S. Felice Martini, 90. Chiesa S. Eustachio, 91. Chiesa S. Felice Martini, 92. Chiesa S. Eustachio, 93. Chiesa S. Felice Martini, 94. Chiesa S. Eustachio, 95. Chiesa S. Felice Martini, 96. Chiesa S. Eustachio, 97. Chiesa S. Felice Martini, 98. Chiesa S. Eustachio, 99. Chiesa S. Felice Martini, 100. Chiesa S. Eustachio.

scala grafica 0 100 200 300 400 500 m



Analyse des sous-systèmes fonctionnels.

avec le méthanoduc qui traverse la Vallée de l’Aterno, à laquelle la vieille ville et la ville voisine de Pienza sont reliées. Le nœud le plus important est celui sur Viale della Repubblica où il existe un point d’accès important pour tout le réseau hydrique de la ville.

Comme il a déjà été dit, il est important pour définir la SUM de signaler les lieux identitaires, symboles des valeurs communautaires et moyens d’auto-reconnaissance de la communauté. Il s’agit d’édifices ou d’espaces visuels qui, d’une certaine façon, résument l’histoire et la tradition du lieu, et qui sont le résultat de la sédimentation de certains événements historiques. Ils sont perçus par la population locale comme l’image de leur territoire. Une forte identification se produit, dans le cas de Poggio Pienza, avec les bâtiments scolaires construits après les

années trente, réalisés sur le site de structures en bois qui furent construits ici après le tremblement de terre de la Marsica de 1915, remplacées ensuite par des bâtiments en maçonnerie. Ou encore, avec les espaces de la place S. Massonio qui, même après différents changements de fonctions (comme terrain de football par exemple), reste toujours un lieu de rassemblement pour la plupart de la population, quel que soit la tranche d'âge. Avec les églises et les lieux de culte, mais également avec des sites indiqués comme porteurs d'une forte identification, tout comme les espaces et les rues qui les desservent.

Tout aussi importants sont les rues et les espaces des deux noyaux du centre historique, auxquels les habitants sont très attachés. Par exemple Via Umberto I, dans l'UT 4, autour de laquelle se concentrait, jusqu'à il y a quelques décennies de cela, la plupart des habitants, à l'ouest du fossé Campanaro (maintenant Via Matteotti). Discours identique pour Via Roma, dans le quartier Castello : en lisant le tracé de l'ex-SS 17, on voit qu'elle se connectait avec la vieille ville dans l'UT 6, pour ressortir sur via del Codacchio, parcours à partir duquel s'étend toute la partie sud de ce centre. Les nœuds d'infrastructure, par conséquent, des éléments avec lesquels la population s'identifie spontanément, sont considérés importants et représentatifs. Les routes secondaires également ont une certaine importance, par exemple les zones autour du château et la connexion entre les deux villes, autrefois appelée « pont Ferretti », reliant via del Selciato et via Ferretti, pour rejoindre ensuite Via Piedi di Terra, qui est reliée au sud avec l'Église de la Visitation. Le chevauchement des parcours où sont exercées plusieurs fonctions est synthétisé par le système de la mobilité, pour lequel on a analysé les parcours en fonction du nombre de services présents. La catégorie la plus élevée est représentée par Via Umberto I, Via Roma et Via della Repubblica, suivies avec moins de fonctions par Via Matteotti, Via Piedi Le Vigne et Via Miconi. Certaines fonctions sont desservies par la S.S. 17, Via Codacchio, Via B. Croce Road, Via della Chiesa et Via del Fossato.

Un deuxième niveau d'analyse a porté sur le système stratégique dans une situation d'urgence. Cet aspect recouvre les voies d'évacuation (en distinguant celles qui permettent une plus grande mobilité automobile vers le périmètre de la ville et celles caractérisant le tissu urbain dense), les zones de collecte situées dans différentes parties du territoire, la zone de réception de la population où, en cas d'urgence, il sera possible d'installer un camp de première urgence, en identifiant aussi les bâtiments qui peuvent jouer un rôle stratégique dans une telle situation.

Ces derniers ont été identifiés par un numéro (entre parenthèses) qui se réfère aux fiches élaborées sur les bâtiments individuels, ainsi qu'aux fiches des bâtiments stratégiques. Il s'agit, dans la plupart des cas, de bâtiments publics, comme les écoles construites sur la place S. Massonio, le groupe scolaire préexistant, l'Hôtel de Ville, qui doit conserver sa fonction, en devenant un centre opérationnel, mais il s'agit également de bâtiments privés, comme les hôtels, les pensions, les B&B, les gîtes touristiques et le terrain de boules, situé près de la zone de réception. Dans ce cas également, on a identifié les parcours reliant les différents bâtiments stratégiques, les plus sûrs et les plus courts.

Ces considérations ont conduit à une première hypothèse de SUM et de possibles secteurs d'intervention (publics, privés et mixtes). Il s'agit, bien sûr, d'une évaluation basée uniquement sur l'analyse de la structure existante avant le tremblement de terre et, par conséquent, pas actuelle aujourd'hui. Ce qui importe, cependant, est la définition d'un schéma structurel préexistant servant de point de départ. Il est bien évident que si, comme il ressort des premiers entretiens avec l'administration locale et avec certaines associations locales, l'idée de développement du centre urbain changera le poids de l'ensemble urbain (et, en même temps, l'exposition et, finalement, la vulnérabilité des différentes UT), les évaluations concernant la structuration devront être réexaminées et, avec elles, de nouvelles configurations spatiales seront préconisées, ainsi que, par conséquent, de nouvelles priorités pour la sécurité de l'ensemble urbain.



Legenda

- UTM Unità Territoriali
- Aggregati
- Edificio Critici
- Percorsi pedonali
- M.A.P.
- Centraline elettriche
- Rete elettrica
- Centrale Metano
- Metanodotta
- Rete idrica
- Serbatoi acqua

Sistema Strategico per funzione

- Edifici, strade, Spazi aperti, Nodi infrast.
- Nodi strategici

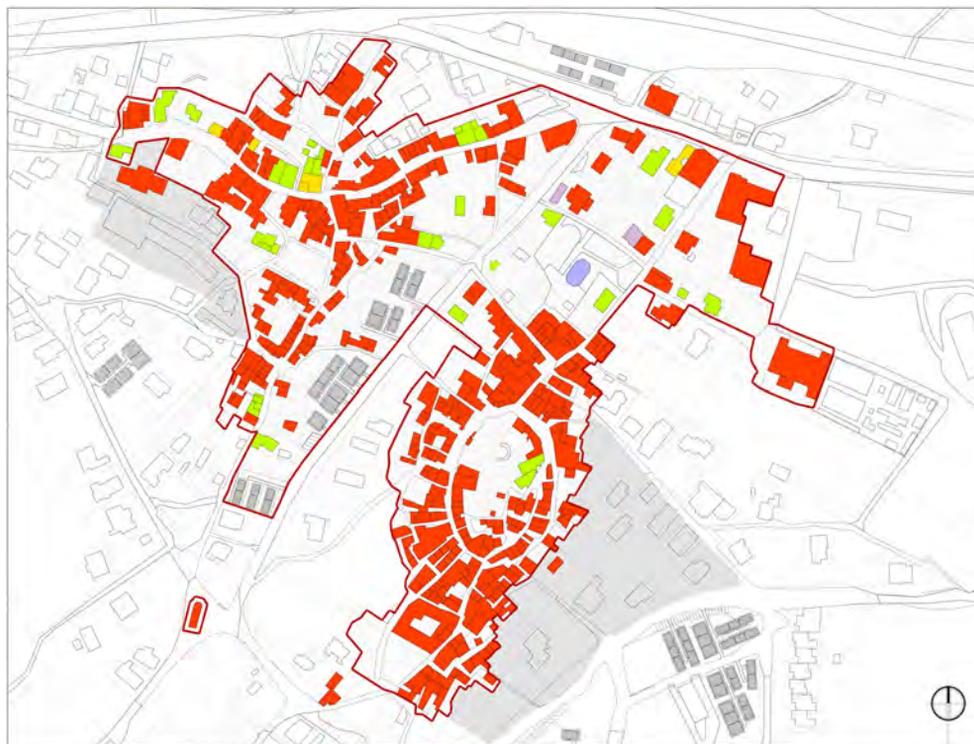
Sistema Strategico per emergenza

- Strade di raccordo extra-urbane
- Vie di fuga principali
- Vie di fuga secondarie
- Collegamenti tra punti strategici
- Nodi strategici
- Edifici strategici
- Aree di raccolta
- Aree di accoglienza e ricovero della popolazione
- Comparti di intervento per sicurezza dei collegamenti tra i punti strategici

TABELLA DI ELABORAZIONE SISTEMA STRATEGICO PER FUNZIONI

	EDIFICI	STRADE	COMMERCIO	SPAZI CULTURALI	AMBITI	PRODOTTI AGRICOLI	LUCIDI IDENTIFICARE
Edificio	●				●		●
Strade Fase I				●			●
Strade Fase II				●			●
Strade Fase III				●			●
Strade Fase IV				●			●
Strade Fase V				●			●
Strade Fase VI				●			●
Strade Fase VII				●			●
Strade Fase VIII				●			●
Strade Fase IX				●			●
Strade Fase X				●			●
Strade Fase XI				●			●
Strade Fase XII				●			●
Strade Fase XIII				●			●
Strade Fase XIV				●			●
Strade Fase XV				●			●
Strade Fase XVI				●			●
Strade Fase XVII				●			●
Strade Fase XVIII				●			●
Strade Fase XIX				●			●
Strade Fase XX				●			●
Strade Fase XXI				●			●
Strade Fase XXII				●			●
Strade Fase XXIII				●			●
Strade Fase XXIV				●			●
Strade Fase XXV				●			●
Strade Fase XXVI				●			●
Strade Fase XXVII				●			●
Strade Fase XXVIII				●			●
Strade Fase XXIX				●			●
Strade Fase XXX				●			●
Strade Fase XXXI				●			●
Strade Fase XXXII				●			●
Strade Fase XXXIII				●			●
Strade Fase XXXIV				●			●
Strade Fase XXXV				●			●
Strade Fase XXXVI				●			●
Strade Fase XXXVII				●			●
Strade Fase XXXVIII				●			●
Strade Fase XXXIX				●			●
Strade Fase XL				●			●
Strade Fase XLI				●			●
Strade Fase XLII				●			●
Strade Fase XLIII				●			●
Strade Fase XLIV				●			●
Strade Fase XLV				●			●
Strade Fase XLVI				●			●
Strade Fase XLVII				●			●
Strade Fase XLVIII				●			●
Strade Fase XLIX				●			●
Strade Fase L				●			●
Strade Fase LI				●			●
Strade Fase LII				●			●
Strade Fase LIII				●			●
Strade Fase LIV				●			●
Strade Fase LV				●			●
Strade Fase LVI				●			●
Strade Fase LVII				●			●
Strade Fase LVIII				●			●
Strade Fase LIX				●			●
Strade Fase LX				●			●
Strade Fase LXI				●			●
Strade Fase LXII				●			●
Strade Fase LXIII				●			●
Strade Fase LXIV				●			●
Strade Fase LXV				●			●
Strade Fase LXVI				●			●
Strade Fase LXVII				●			●
Strade Fase LXVIII				●			●
Strade Fase LXIX				●			●
Strade Fase LXX				●			●
Strade Fase LXXI				●			●
Strade Fase LXXII				●			●
Strade Fase LXXIII				●			●
Strade Fase LXXIV				●			●
Strade Fase LXXV				●			●
Strade Fase LXXVI				●			●
Strade Fase LXXVII				●			●
Strade Fase LXXVIII				●			●
Strade Fase LXXIX				●			●
Strade Fase LXXX				●			●
Strade Fase LXXXI				●			●
Strade Fase LXXXII				●			●
Strade Fase LXXXIII				●			●
Strade Fase LXXXIV				●			●
Strade Fase LXXXV				●			●
Strade Fase LXXXVI				●			●
Strade Fase LXXXVII				●			●
Strade Fase LXXXVIII				●			●
Strade Fase LXXXIX				●			●
Strade Fase LXXXX				●			●
Strade Fase LXXXXI				●			●
Strade Fase LXXXXII				●			●
Strade Fase LXXXXIII				●			●
Strade Fase LXXXXIV				●			●
Strade Fase LXXXXV				●			●
Strade Fase LXXXXVI				●			●
Strade Fase LXXXXVII				●			●
Strade Fase LXXXXVIII				●			●
Strade Fase LXXXXIX				●			●
Strade Fase LXXXXX				●			●

Structure Urbaine Minimale (SUM).



Perimetrazione del Centro Storico

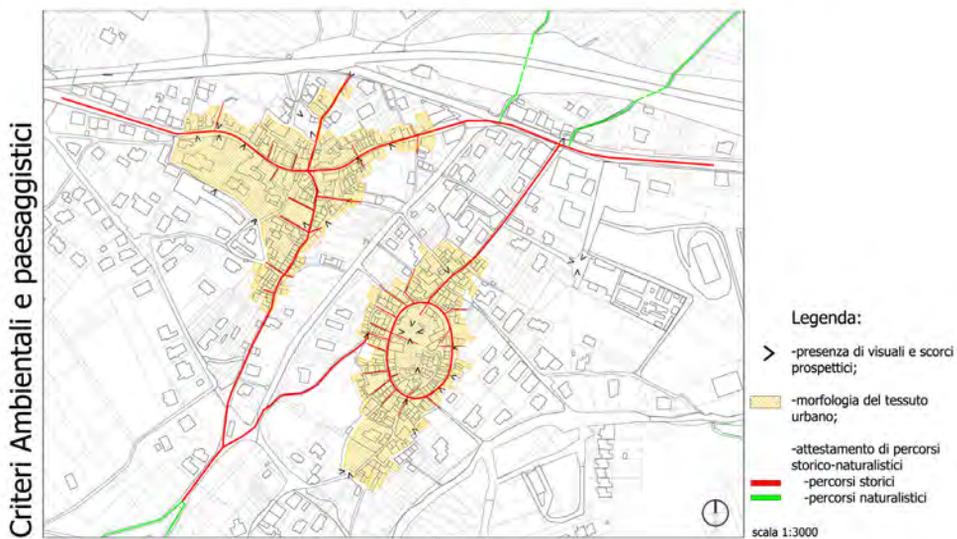
- Legenda Perimetrazione:** scala 1:12000
- perimetrazione centro storico
 - presenza di visuali e scorti (prospettive)
 - edificio municipale
 - agibilità edificio:
 - A
 - B
 - C
 - D
 - E
 - F

Définition du périmètre du centre historique pour la reconstruction.

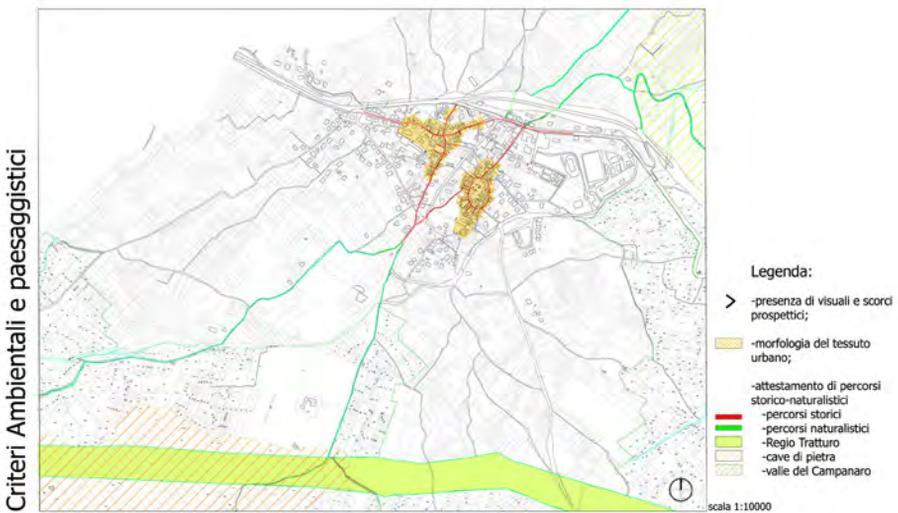
Définition du périmètre du centre historique pour la reconstruction.



Définition du périmètre du centre historique pour la reconstruction.



Définition du périmètre du centre historique pour la reconstruction.



Questions ouvertes

De nombreux aspects ne sont pas encore complètement définis dans la constitution des structures urbaines minimales (SUM). Entre autres, la nécessité d'identifier des méthodes d'évaluation comparative des différentes options d'intervention. Comme il a été indiqué à plusieurs reprises dans ce texte, l'hypothèse d'une politique de prévention mise en œuvre par la définition de la SUM ne permet pas de protéger tout le tissu urbain.

Si cela était possible, c'est-à-dire, s'il était possible de réaliser des systèmes parasismiques de toutes les composantes individuelles qui constituent la ville, cette théorie n'aurait aucune raison d'exister (sauf par pur exercice mental). Toutefois, pour des questions liées à la disponibilité réduite des ressources financières et économiques, et à cause de la complexité de l'ensemble des propriétaires du système (et du fait d'un pouvoir d'achat très inégal) dans les zones urbaines existantes, mais aussi en raison des difficultés objectives de la performance (pensons à ce que signifie, en termes de calendrier, la mise en sécurité de tous les artefacts), la protection totale est un objectif impossible à atteindre.

Cela déplace l'objet de la prévention d'un problème purement constructif vers un problème de stratégie.

Si elle met en valeur la procédure exposée, l'impossibilité d'une protection totale implique également certaines contraintes opérationnelles : en plus de l'évaluation de la réduction de la vulnérabilité, il faut nécessairement tenir compte des facteurs de coût dans l'évaluation entre deux scénarii d'intervention.

Tout d'abord, le coût associé à la confrontation de deux ou plusieurs scénarii de développement, mais surtout le coût de la reconstruction lié à l'absence d'une politique de prévention (option zéro) ! En d'autres termes, il faudrait simuler, sur la base d'un scénario *if then*, ce qu'il arriverait si la reconstruction était affrontée selon la logique « immeuble par immeuble », ou même ce qui se passerait dans les scénarii intermédiaires (à partir d'une « parfaite » construction de la stratégie préventive jusqu'à des solutions de « compromis ») ; on devra évaluer les coûts en termes monétaires (outre, bien entendu, les pertes en vies humaines) des choix effectués et des choix non effectués, en se référant à un événement futur.

Une autre question ouverte concerne la relation entre l'évaluation de la vulnérabilité urbaine et la taille de l'ensemble urbain. Il est clair que la prévention des risques sismiques requiert, en fonction de l'extension (démographique, physique, fonctionnelle) de la ville considérée, un ensemble d'informations variées : étudier un centre urbain composé de quelques milliers d'habitants est une chose, étudier une grande ville, avec des centaines de milliers de personnes concernées, en est une autre. Ce raisonnement est d'autant plus vrai, comme il est facile de comprendre, pour la définition de la SUM et des scénarios de développement alternatifs et partagés. La richesse de l'information et la portée des décisions complexes semblent indiquer les questions à approfondir.

Un troisième aspect problématique est l'extension de la prévention à d'autres risques naturels (analyse multi-risques). Le parcours analytique et de conception de la SUM est clairement lié à la réduction des risques non sismiques ; on n'a cependant pas encore étudié ce lien (il existe des expériences d'analyses multirisques, mais aucune n'a encore recouru à l'application de l'identification d'une « structure résistante » - SUM).

Il s'agit évidemment de questions extrêmement complexes, dont la portée va au-delà de l'objet de notre étude, mais qui constituera sans aucun doute le prochain horizon de la recherche sur les questions de réduction des risques.

Retombées au niveau pédagogique

Le transfert des élaborations dans la didactique pourrait donner lieu à la formation de figures professionnelles spécialisées dans la rénovation et, en même temps, dans la prévention du risque sismique dans les centres historiques, les noyaux ruraux et dans toutes les formes d'habitat caractérisées par des techniques de construction en maçonnerie ou, dans tous les cas, présentant des caractéristiques qui ne sont pas spécifiquement antisismiques. En Italie, la question des interventions dans les centres historiques est d'une grande importance si l'on considère l'étendue du patrimoine historique architectural de notre pays et que, historiquement parlant, l'habitat urbain est constitué d'innombrables centres urbains de moyenne dimension, que l'on ne peut définir comme des villes, ou de petits centres urbains, souvent

d'une dimension extrêmement réduite, pour lesquels l'application de la SUM semble facile sous bien des aspects. Dans les centres urbains plus importants, caractérisés par une complexité fonctionnelle importante, la définition de la SUM apparaît plus complexe mais, en même temps, l'incitation aux interventions privées pourrait résulter plus facile.

Dans ce cas également, la mise en place de cours de formation spécifiques (diplôme universitaire de deuxième grade, mastère, doctorat), pourrait permettre une meilleure efficacité d'intervention.

Notes : voir page 235

L'ÉCHELLE MICRO

GUENDALINA SALIMEI, CHRISTIANO LEPRATTI,
MARIO FERRARI

TECHNIQUES D'INTERVENTION DANS L'HABITAT INTERMÉDIAIRE

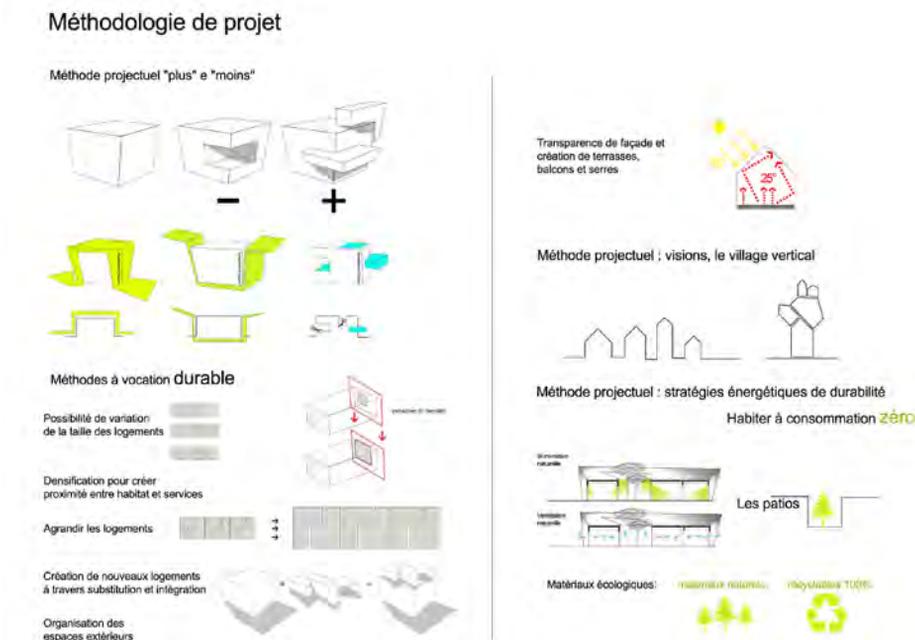
Introduction et illustration du processus méthodologique

La réflexion de l'architecture contemporaine sur les méthodologies et sur la reconstruction et la réhabilitation des zones vulnérables touchées par de graves événements sismiques est souvent entravée par les administrations locales et les forces politiques.

Encore plus complexe est l'évaluation et la recherche de solutions conjuguant la valeur historique, culturelle et architecturale d'un lieu avec l'exigence d'adapter les nouvelles interventions aux techniques d'économie énergétique, de créer un nouveau rapport avec les énergies alternatives et enfin de stimuler l'application des protocoles internationaux en matière d'énergies durables.

La loi italienne impose des normes sur les énergies renouvelables de façon à ce que tous les bâtiments produisent un pourcentage d'énergie. Les modifications entraînées par cette interaction indispensable entre technologie et architecture seront substantielles et feront partie du processus typologique. Le travail interdisciplinaire qui s'impose à l'architecte, à partir des réflexions exposées précédemment, est à la base du processus méthodologique d'une recherche scientifique qui a pour objet la durabilité du territoire, la qualité des bâtiments et la durabilité énergétique dans les zones à risque sismique. Les deux phases, celle de la Grande Echelle - MACRO (étude du territoire, définition du périmètre de l'intervention, identifications des nœuds de polarité) et celle de l'Habitat intermédiaire - MESO (structure urbaine minimale) seront interconnectées entre elles de manière à aboutir à la définition d'un modèle d'interventions dans les zones à haute vulnérabilité territoriale.

La condition particulière dans laquelle la ville de L'Aquila et sa province se sont



trouvées après le grave événement sismique de 2009 offre une occasion importante : étudier le rapport entre la résidence et les possibles intégrations/modifications pour définir des techniques d'intervention applicables aux « habitations intermédiaires ». L'objectif est de vérifier la possibilité d'opérer des interventions d'intégration durable à utiliser dans des contextes différents et, dans un deuxième temps, d'étudier les interactions avec les typologies résidentielles impliquées dans le processus de transformation.

L'on procèdera sur la base de trois classifications autonomes pour trois catégories d'intervention, et donc sur trois stratégies d'application. L'interaction de ces systèmes classificateurs amènera à la définition d'une « matrice de la modification typologique » qui identifiera des modes d'intervention ciblés sur les cas d'étude identifiés sur le territoire de L'Aquila.

Lignes méthodologiques : la constitution de la « matrice typologique » 1

La phase initiale se caractérise par la définition d'une méthode de classification des milieux d'intervention. Il est nécessaire d'identifier des niveaux d'action différents et de déléguer à ces niveaux une série de thèmes appropriés. L'un des objectifs fondamentaux s'inscrit dans le travail de classification des techniques d'économie énergétique déjà existantes. De plus, la recherche vise un but plus avancé : la création d'un catalogue d'éléments dont l'utilisation n'est pas diffusée et reste inédite dans le secteur du bâtiment.

L'approche du projet privilégie deux méthodes avec de claires implications extra disciplinaires et impliquant des modèles publics et privés de comportement, avec une critique implicite du modèle de développement de la croissance illimitée.

Solidarité contre individualité. Faible niveau technologique contre haute technologie. Il s'agit de catégories très générales et plutôt inégales. Les notes ci-dessous montrent comment ces choix ne sont pas le résultat d'a priori idéologiques, mais plutôt le résultat d'une approche utilitaire et pragmatique.

Solaire

Le soleil et les techniques d'accumulation modernes prévoient des systèmes technologiques actifs au silicium qui utilisent des collecteurs solaires, des panneaux photovoltaïques ou des panneaux solaires thermiques.

En Italie, l'utilisation de l'énergie solaire fait partie des dispositions ministérielles sur la consommation obligatoire de 55% d'énergies renouvelables dans les systèmes de chauffage de nouvelle technologie. Cette donnée est très utile, tant comme contribution au projet que par la nécessité de réduire l'utilisation de technologies non compatibles sur les zones à risque sismique. Le rapport avec le soleil a toujours été une source d'inspiration pour le projet architectural et a enrichi de manière très importante la culture du projet : brise-soleil, orientation des bâtiments, systèmes de filtrage de la lumière, accumulation thermique des matériaux. Le but de la reconstruction est de récupérer les stratégies d'intervention qui garantissent la valorisation et la qualité du patrimoine architectonique existant.

Orientation

Les choix distributifs liés à la mise en place et à l'organisation des pièces de la maison par rapport aux caractéristiques de confort font partie du processus de la genèse des types architectoniques dans le temps. Ces choix peuvent contribuer à l'économie énergétique.

Le choix de la variation des températures en relation avec l'utilisation des locaux, l'organisation des pièces en fonction du rayonnement et de la ventilation naturelle ont un impact significatif sur le confort thermique et les économies d'énergie.

Ventilation

La ventilation naturelle, si elle est garantie de manière opportune, permet de renoncer aux systèmes de réfrigération de l'air et de circulation forcée qui prévoient l'utilisation de technologies à haute consommation énergétique et environnementale.

Mixité des générations



Illumination

Comme pour la ventilation, l'illumination naturelle apporte également une contribution importante à l'économie des coûts de gestion. Une juste proportion entre les espaces et leur exposition contribue à empêcher la création de zones d'ombres et à assurer un maximum de confort visuel.

Isolation

Les valeurs de transmission thermique sont devenues des indicateurs importants pour le choix des matériaux dans le projet. Le problème des matériaux d'isolation industriels nuit sensiblement à l'élimination (la vie moyenne d'une paroi isolée avec du polyuréthane expansé est de 30 ans environ). Il convient de choisir des matériaux en mesure d'offrir traditionnellement un haut degré d'accumulation basé sur des valeurs élevées d'inertie thermique.

Indépendance énergétique

Il faudrait fixer l'objectif de toutes les interventions de «réhabilitation» énergétique sur la base de l'expérience de BedZED en matière d'indépendance énergétique. Cet objectif doit être atteint avec la synergie des paramètres inégaux qui assurent l'économie énergétique.

La constitution de la « matrice typologique » 2

Recyclage des matériaux

L'utilisation de matériaux locaux et réutilisables à travers des processus de baisse d'impact sont des choix de projet qui ne doivent jamais manquer.

Rapports entre voisins

La solidarité, la capacité de s'entraider, la protection sociale et les différentes formes d'agrégation, sans compter les idéologies, contribuent au fonctionnement, à la sauvegarde et au maintien des habitations collectives avec des implications positives sur les coûts sociaux de l'habitat.

Proximité physique

La proximité physique des nœuds habités en contreposition avec le modèle diffusé apporte d'évidents avantages d'économicité des distances et d'impact sur le sol. Il est également évident que la proximité physique comme modèle d'établissement urbain apporte de la qualité au principe de la communauté.

Promotion du commerce local

La grille de distribution des produits au détail en contreposition avec les systèmes de grande distribution disséminés sur le territoire favorise la réduction des temps et des ressources pour les transports, ainsi que le renforcement des rapports sociaux dans la quotidienneté des achats.

Stratégies typologiques

Si l'on interprète le type architectural comme un modèle sélectionné au cours du temps selon des processus darwinistes d'adaptation aux conditions contextuelles appartenant au domaine social, économique, technologique et environnemental, l'architecture ne peut ignorer l'analyse des caractéristiques générées par l'adaptation aux conditions climatiques et environnementales.

Les solutions low tech, comme l'épaisseur des murs, et distributives, comme l'organisation du plan des bâtiments en « oignon » qui prévoit des zones plus ou moins chauffées et au moins l'orientation, sont les solutions les plus profondément ancrées dans le contexte spécifique ; d'un point de vue énergétique, économique et culturel, elles sont les plus durables.

Stratégies morphologiques

Il apparaît donc clairement que la solution des problèmes de consommation et durabilité ne peut pas être limitée à l'architecture, mais qu'elle doit assumer une approche systématique depuis sa planification.

Si, par exemple, il s'agit d'isoler des maisons unifamiliales en suivant le modèle d'établissement diffus prévoyant une utilisation immodérée du territoire, les consommations, les émissions produites par la nécessité de couvrir des distances, le rapport coûts avantages du modèle individualiste de l'habitation se révèlent très dangereux.

Le problème de la mobilité individuelle, la remise à plat des systèmes d'infrastructures, les systèmes routiers, le commerce et la distribution, les réseaux intelligents (smart grids) sont autant d'aspects avec lesquels le projet doit se confronter.

Durabilité social et des usagers

Typologies : pluri familiales



Morphologie : le village rapport de voisinage proximité physique



Stratégies : densification, épargne du sol



Economie du territoire

Thème de projet : public /privé



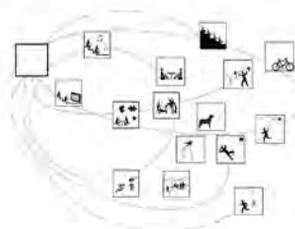
Thème de projet : intérieur / extérieur



Stratification



Multifonctionnalité



Identification des « Actions architectoniques » Actions public/privé

Identification des « Actions architectoniques » - Thèmes de projet

Il s'agit de toutes les mesures architecturales nécessaires ou conséquentes à l'interaction entre les catégories énumérées ci-dessus. Ces différents aspects peuvent investir les domaines comme le rapport entre public et privé (la frontière entre système habitatif et système de l'espace public), entre l'intérieur et l'extérieur (le volume cède la place au vide), entre les différents plans (stratification horizontale ou verticale) ou entre les fonctions (ajout de nouveaux éléments, capacité d'adaptation en général).

Actions public/privé

Il existe une frontière entre espace public et privé. La perméabilité entre les deux est proportionnelle à la sinuosité du tracé. C'est de la perméabilité que dépend la notion de durabilité qui, s'étendant aux actions public/privé, implique les éléments qui vont la composer. Les archétypaux interagissent avec les catégories d'interventions et les stratégies d'application et produisent une matrice variable. Une systématisation possible des « actions d'architecture » dans la catégorie public/privé peut être l'identification, pour chaque élément, d'une sensibilité par rapport aux sujets, dans le format suivant :

-Places : les places offrent un degré élevé de durabilité sociale à condition qu'elles respectent les mécanismes appropriés de composition (commerces, piétons, etc.). Du point de vue de l'énergie également, elles offrent une haute gamme des solutions.

- Routes : par rapport aux places, les routes n'offrent pas de niveaux similaires de développement durable. Cette différence découle de l'incapacité de s'y arrêter ou de profiter de l'espace qui les caractérise. Par conséquent, l'espace de la route modifie également le degré de durabilité du point de vue social et énergétique, mais de manière plus faible. La donnée intéressante est qu'il existe une marge beaucoup plus élevée pour la catégorie des « routes » que pour la catégorie des « places » où les marges d'amélioration et de variation sont limitées. En effet, si nous ne pensons plus la route dans sa configuration connue (une ligne droite avec deux bandes de stationnement), mais mettons en place la première « action » en annulant ou éliminant la symétrie de la présence des voitures, un certain nombre de paramètres sont modifiés : c'est le facteur social et énergétique qui augmente, mais surtout la durabilité environnementale. Poussé à l'extrême, le système se met en place quand la route tend à devenir une place.

- Jardins : les actions qui touchent la catégorie des jardins sont de nature différente. Il y a celles qui tendent à améliorer l'aspect naturel (ou naturaliste) en incitant sérieusement sur la durabilité de l'environnement et celles qui travaillent sur l'intégration entre les différents éléments de la nature et les jardins (les dispositifs de stockage d'énergie de nature active ou passive) en augmentant la durabilité énergétique (jardins technologiques/énergétiques). Si le jardin est public, la durabilité sociale en tire un certain bénéfice.

- Jardins potagers urbains : la fonction typique des jardins urbains appartient aux catégories de la durabilité économique et sociale. Selon leur intégration avec l'espace habitatif, les jardins potagers urbains privés peuvent jouer un rôle important dans le domaine de la durabilité énergétique car ils peuvent, à travers la relation avec l'espace d'habitation, s'interconnecter passivement avec le microclimat de l'habitation. Un exemple peut être représenté par l'intégration entre les parties de l'habitation mal exposées et les micro serres pour la culture des potagers. L'air chaud produit par les serres peut être émise dans le circuit domestique à travers l'usage des interstices de ventilation qui, en invertissant leur fonction, permettent d'augmenter la température des parois internes inversant en minimisant l'utilisation des installations de chauffage.

Identification des « Actions architectoniques » *Actions entre intérieur et extérieur - Actions d'adaptation*

Actions entre intérieur et extérieur

Pour ce qui concerne le domaine de l'espace architectural, les actions possibles sont liées aux éléments archétypaux de la construction. Si pour la catégorie public-privé, la limite définissait la perméabilité d'un lieu, la ligne de frontière dans cette catégorie délimite l'espace intérieur et l'espace extérieur, un « seuil » dont la modification influence le changement de la durabilité.

Le bâtiment (peu importe si public ou privé) est le « plein » et les différentes actions architecturales tendent à l'affaiblir. Plus il est touché, plus grande est sa durabilité.

Pour cette catégorie, on peut établir un schéma de synthèse des relations entre les catégories de la durabilité et les actions architecturales.

- Patios : les actions associées à la présence de « vides » dans la masse architecturale introduisent des changements sociaux et énergétiques. Celles-ci peuvent être induites comme suit :

i) Introduction d'un élément de protection (espace filtre, serre). Lorsque, pour des raisons liées à l'augmentation de la performance des bâtiments bioclimatiques, on recourt à cette action, les composantes durables se maximisent. A cette augmentation ne correspondent pas des avantages similaires pour les autres catégories de la durabilité. Courante dans les pays du nord de l'Europe, cette action est désormais entrée dans les habitudes de l'architecture comme « vocabulaire » des maîtres d'œuvre.

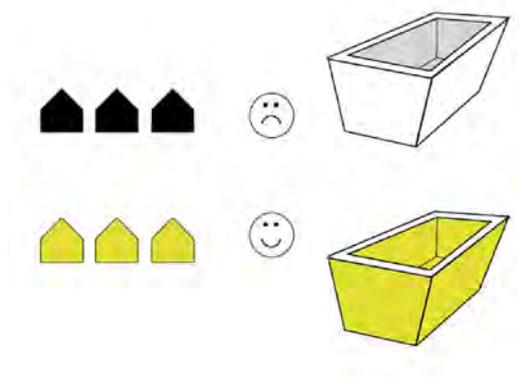
ii) Modifications du microclimat. L'une des raisons pour modifier la masse du bâtiment peut être la nécessité d'une réorganisation climatique. Pour améliorer la ventilation ou l'éclairage, on peut utiliser un vide qui canalise le flux d'air et la lumière. Dans ce cas également, la durabilité consécutive est énergétique, mais elle est accompagnée d'une augmentation marquée de ses éléments sociaux.

iii) Changements ou modifications typologiques. La réutilisation ou la redistribution planimétrique d'un bâtiment peut conduire à la construction de patios. Elle est souvent accompagnée par l'introduction de la variation microclimatique (catégorie décrite ci-dessus), mais pas forcément. Dans ce cas, en absence de durabilité énergétique, on augmente la durabilité sociale et on assiste à l'introduction d'une nouvelle catégorie : la catégorie de la durabilité typologique.



Usage des espaces

-Terrasses et toits habités : tout ce qui concerne les surfaces horizontales a un très haut niveau de susceptibilité énergétique. Au cours des dernières années, on a noté la croissance des systèmes photovoltaïques pour la production d'électricité ou des masses thermiques, mais on estime que les actions possibles sont encore nombreuses. La catégorie typologique du «toit» est différente par rapport à la catégorie des «terrasses». La première montre la fin horizontale physique d'un bâtiment, alors que la deuxième inclut aussi d'autres étages en vertical (les garde-corps des terrasses) ou une position intermédiaire par rapport au volume. Tous deux présentent des marges de durabilité énergétique et environnementale importantes. Un exemple réside dans la possibilité d'installer des systèmes de captation de l'énergie solaire pour le chauffage de l'eau sanitaire dans les parapets des terrasses. L'un des usages les plus répandus d'une terrasse est lié à l'installation de panneaux photovoltaïques. Cette pratique – à l'origine de la dévastation du paysage urbain à cause de l'éloignement entre technique et art – peut sans l'ombre d'un doute être améliorée en mettant en œuvre des études sur la perte de charge électrique liée à l'angulation des panneaux solaires. Si l'on comprenait en effet que l'angulation typique des panneaux pouvait être modifiée jusqu'à un degré zéro, il serait possible de concilier la pratique de la «solarisation» des terrasses avec celle de l'ombrage des dalles solaires, ce qui entraînerait une amélioration substantielle des caractéristiques passives des étages supérieurs des bâtiments. Il convient également de mentionner l'évolution constante des matériaux dans ce secteur. Aujourd'hui, les panneaux photovoltaïques sont beaucoup plus fins, mais également translucides ou transparents. Cela permet d'envisager l'utilisation du solaire photovoltaïque pour créer sur les terrasses des pays nordiques de véritables serres solaires.



Utilisation de la couleur

Actions d'adaptation

Tant la catégorie « public/privé » que la catégorie « intérieur/extérieur » intéressent les éléments archétypaux de la composition architecturale. Suite à l'enquête sur les variations des éléments, la catégorie de l'adaptabilité étudie les actions liées à la capacité d'adaptation des éléments architecturaux à la durabilité. En supposant de maximiser les composantes de durabilité des bâtiments, quels sont les moyens que le bâtiment a à sa disposition pour s'adapter ?

- changement du zonage de l'habitation : l'adaptabilité implique, en premier lieu, la typologie. Les variations distributives représentent à la fois des modifications typologiques et énergétiques.
- addition d'éléments : la catégorie de l'addition (strictement liée aux actions de stratification) permet d'ajouter des parties nouvelles aux bâtiments.

Identification des « Actions architectoniques » *Actions de stratification*

La catégorie de la stratification qui, littéralement, se réfère à une disposition en couches, peut extensivement indiquer une superposition de différents ordres et facteurs, de layers, d'époques, de significations et d'expressions, des éléments qui interagissent tous dans un espace et dans un temps dilaté.

La stratification pensée comme un système multiple de relations et d'événements - couches d'activités, couches de réseaux et d'infrastructures et de tous les éléments autour desquels s'articule la ville contemporaine - génère la complexité spatiale, la superposition des différents ordres et produit des tensions, des espaces contradictoires, changeants, qui ont la capacité d'être perçus et vécus d'une manière complètement différente.

Dans le processus de stratification, il existe une forte probabilité de générer un espace in-between, un espace résiduel qui peut donner lieu à une configuration inhabituelle, l'espace entre les choses, habitable et l'espace de vie, l'espace intermédiaire, lieu de l'inattendu, lieu de nouveaux domaines de connaissances.

Façades superposées

Le sujet de la superposition (et en particulier la création de lieux in between) se prête à une interprétation du terme «durable» applicable au thème des façades. Les phénomènes de glissement entre les plans de façades permettent d'appliquer des politiques d'économie d'énergie. Mais la zone de superposition ne se limite pas à cela. La possibilité d'enquêter sur la «troisième dimension de la façade» introduit des éléments de recherche inédits, intéressants en termes de durabilité sociale et économique des bâtiments. Un exemple est fourni par l'architecture hollandaise qui, en ajoutant des parties à des bâtiments préexistants, en améliore les prestations et l'aspect. Une proposition expérimentale d'application de cette méthodologie est représentée par le travail de recherche des architectes français Lacaton et Vassal qui, à partir d'un travail de visualisation très intéressant, appliquent aux logements sociaux construits entre les années 1960 et 1980 une série de solutions architectoniques et énergétiques permettant d'en améliorer les prestations.

Parcours et espaces publics dans les grilles structurelles

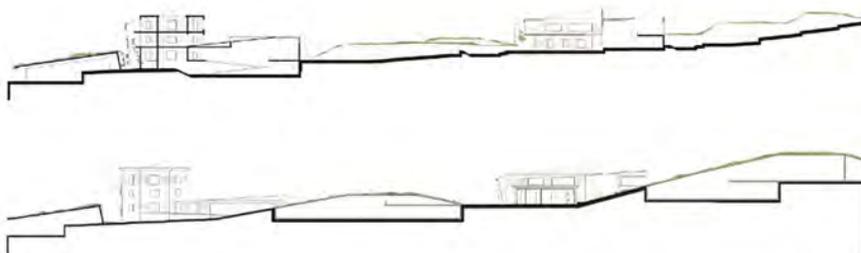
Soustraire de la masse à des cadres tridimensionnels représente une voie supplémentaire de l'enquête sur la stratification. Rechercher de nouveaux espaces publics «verticaux» et construire un réseau de communication qui maximise la durabilité sociale est un point principal de cette action.

Insertion de panneaux «thématiques» dans les frames structuraux

Sur la base des stratégies d'application et des catégories d'intervention étudiées précédemment, il est possible d'identifier un abaque d'éléments architecturaux qui peuvent faire de la durabilité énergétique l'un des points de force du bâtiment, quand ils s'y superposent. Les «panneaux» thématiques sont le résultat de la configuration de l'efficacité énergétique et sont insérés dans le châssis structural qui caractérise les micro-interventions de réassemblage.

Ils modifient et contaminent formellement les architectures comme des éléments d'un changement de «composition énergétique».

Actions architectoniques



Cas d'étude 1

Collemaggio : micro interventions dans l'urgence Le tissu consolidé de L'Aquila

Le cas de Collemaggio illustre l'une des techniques d'intervention possibles face à un tissu formellement cohérent mais non compact comme celui du centre historique. Le site, qui présente des aspects particulièrement intéressants, est l'ancien pôle hospitalier de la ville de L'Aquila. En premier lieu, il comprend les éléments typiques de la ville du début du XIXe siècle (trop récent pour être considéré comme centre historique, mais trop ancien pour être classé comme contemporain); il se caractérise ensuite comme une enclave : un complexe placé clairement par rapport à la ville.

Cette étude analyse la construction d'un tissu avec des fonctions publiques qui englobe du point de vue typologique et morphologique les anciens bâtiments du complexe hospitalier. La durabilité structurale expérimente un domaine inconnu : l'adaptabilité aux nouveaux systèmes d'amortissement des ondes sismiques. En effet, l'ensemble du nouveau système au sol qui relie les bâtiments existants se trouve sous une couche de plaques oscillantes. En cas de tremblement de terre, ce niveau encaisse et disperse l'essaim sismique assurant ainsi la sécurité.

Pour ce motif, on peut considérer le complexe comme une « Structure urbaine minimale » à une échelle majeure par rapport à celle du centre historique de Poggio Picenze. Ce changement d'échelle permet de penser à Collemaggio comme à une SUM de moyenne échelle dédiée aux centres périphériques voisins.

L'espace public qui définit le projet est composé de trois niveaux :

Niveau des services publics : ce niveau est inséré dans le nouveau sol ; il accueille toutes les fonctions publiques, les services, les commerces et les activités de loisir. Grâce à sa nature de « cretto » (sol crevassé), il est caractérisé par une série de crevasses qui forment des routes ou des places. En correspondance avec les attaches à terre des bâtiments existants, ce sol artificiel se détache et crée un nouvel espace.

Collemaggio



Collemaggio : requalification de la zone et reconnexion entre centre historique et banlieue.

Niveau des espaces verts publics : la conformation des plaques oscillantes permet, grâce à des interventions minimales, d'utiliser des bassins oscillants. Ces plaques prévoient une légère couche végétale qui constituera le vrai sol du « cretto ». C'est sur cet élément que s'élèveront, comme des fragments, les bâtiments préexistants ; l'absence de bassins générera à la fois des espaces publics et des espaces verts.

Niveau des « bâtiments îles » : la présence des anciens bâtiments hospitaliers a une nouvelle valeur ; les deux points illustrés précédemment montrent que ce nouveau sol les contamine. Il en découle une contamination de type morphologique qui est bien illustrée par les images suivantes.

Le complexe des interventions réalisé dans le cas de Collemaggio réélabore tous les composants de la durabilité : durabilité sociale, énergétique, typologique et structurelle.

Cas d'étude 2

Poggio Pienze : micro interventions dans l'urgence Le centre historique

A la base de l'exemple que nous allons illustrer, il y a l'idée de la rapidité des « temps de réponse » aux situations d'urgence. La sensibilité sismique de la zone nécessite une réflexion non seulement sur la reconstruction, mais également sur une série d'interventions visant à définir un système d'accès, de voies d'évacuations et de mise en sécurité de la ville. À cette fin, l'étude permettra d'identifier la présence de SUM (Structures Urbaines Minimales) dans les zones qui, en cas de crise, contiennent le strict minimum pour affronter l'urgence. En bref, la ville est « fragmentée » en sous-systèmes autonomes connectés en « réseau » en mesure de résoudre les problèmes du secteur urbain de leur compétence (contribution de V. Fabietti). A partir de cette hypothèse, nous avons choisi un petit village qui se caractérise par la présence d'une ou plusieurs SUM et par un tissu bâti gravement compromis par le tremblement de terre, en vue d'appliquer les « Actions » susmentionnées.

On a réalisé une minutieuse analyse typologique sur les tissus compromis par le tremblement de terre. Deux cas de figure ont été sélectionnés :

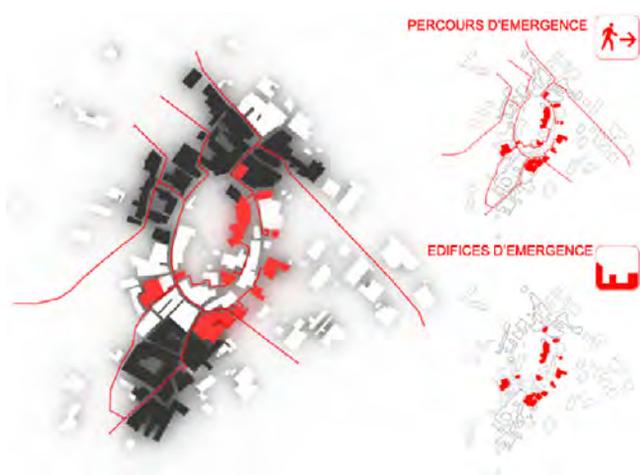
a) tissu partiellement compromis.

Caractérisé par l'alternance de bâtiments effondrés et partiellement intacts, ce tissu permet d'agir à travers les catégories « public/privé », « interne/externe », « adaptabilité » et « stratification » (des catégories codifiées préalablement). Le résultat est une étude (illustrée à ce stade par des images de synthèse) sur la façon d'interagir avec l'architecture du lieu (ou l'absence d'architecture en cas d'effondrement de bâtiments) du point de vue de la durabilité. Les images qui résultent de cette première phase d'enquête sont très intéressantes et portent sur un certain nombre d'exemples que nous allons illustrer.

Lorsque les bâtiments existants se sont effondrés, on a recouru à la construction de « châssis structuraux » qui, vu leur haut degré de durabilité structurelle, peuvent également constituer un « tissu » pour l'inclusion d'éléments supplémentaires dans le but de construire un espace « public vertical » entre les bâtiments existants. Ces derniers, en adhérant à ce châssis, peuvent subir des actions de modification en mesure d'engendrer des variations typologiques très importantes.

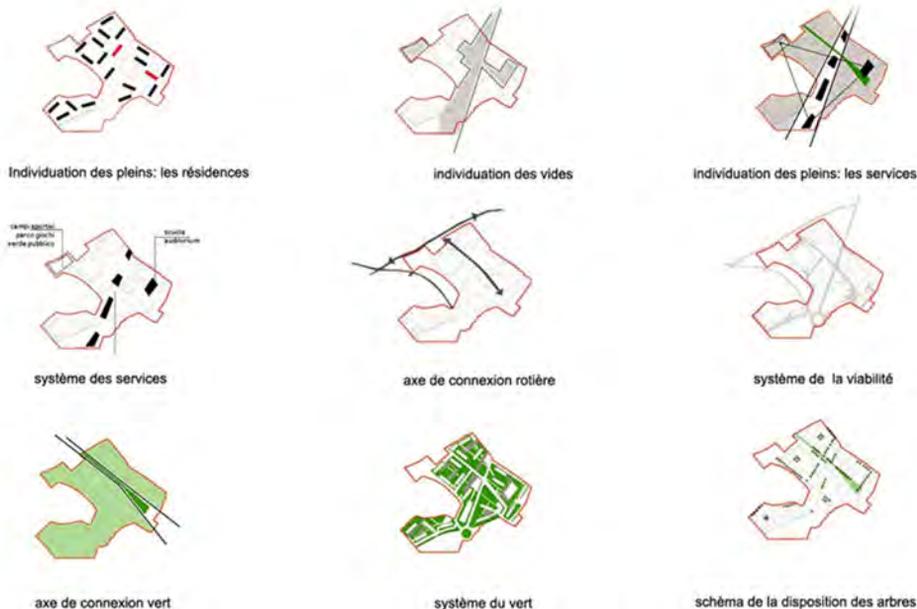


édifices d'urgence



chambres, hotel et parcourse

Cese di Preturo: schéma des actions architecturales appliquées au tissu urbain



A la base de ce concept, il y a la volonté de surmonter l'équivoque de la «reconstruction nostalgique» d'un système de bâtiments vétuste, en insérant des éléments «viraux» dans le tissu consolidé.

b) tissu compromis.

Le cas de la destruction totale mérite d'être étudié à part. L'exemple pris en considération propose la construction d'un «système de mémoire» qui, à partir de la «topologie de la catastrophe» propose le thème de l'îlot avec une vision nouvelle. On considère la forme de ses îlots comme une invention morphologique. On agit beaucoup sur la variante typologique, en appliquant des solutions durables tant d'un point de vue social qu'énergétique. Les images ci-jointes illustrent clairement ce *work in progress*.

Cas d'étude 3

Cese di Preturo : micro interventions dans l'urgence Nouveaux bâtiments

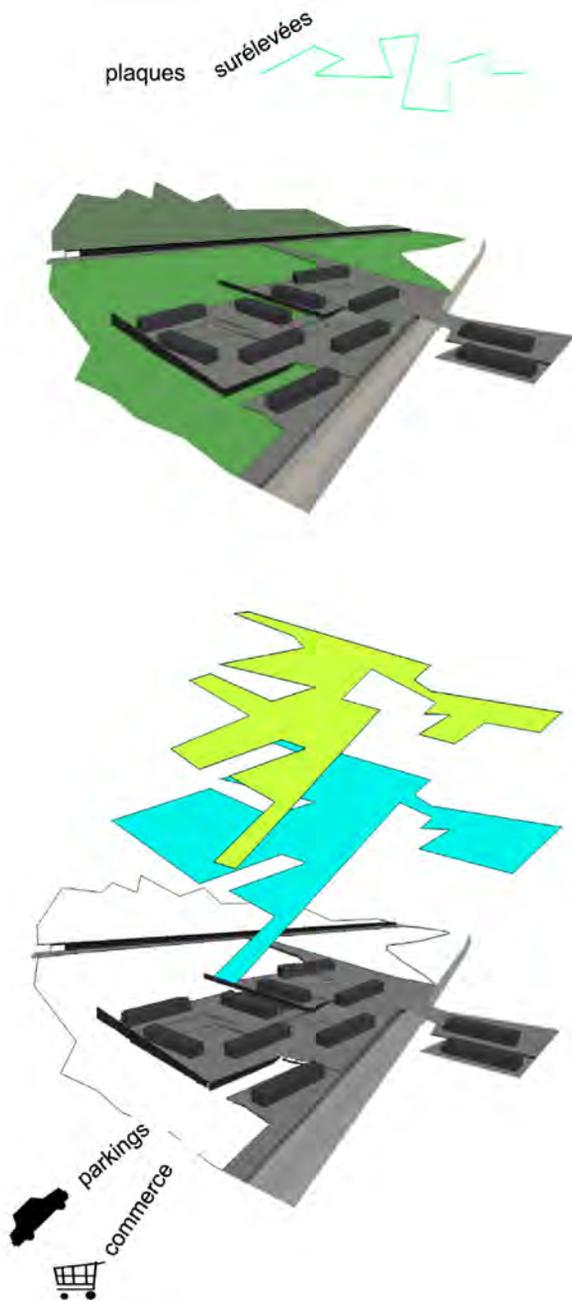
Cese di Preturo représente un paradigme. Lors de l'intervention d'urgence réalisée par la Protezione Civile, c'est dans ce quartier modèle que sont hébergés les habitants sinistrés, dans un complexe de bâtiments de bonne qualité et surtout loin de l'image des containers qui caractérisent ces situations.

Du point de vue typologique, le système présente une solution structurelle intéressante : les résidences (en galerie ou intermédiaires) sont fixées sur des plaques flottantes. Bien que de grand intérêt, tant pour les temps de mise en œuvre que pour la qualité des solutions adoptées, la construction de ces interventions implique certaines problématiques qui, au fil du temps, se traduiront en dégradation sociale et des logements :

- Surcharge du système de logement et des infrastructures des municipalités dans lesquelles on est intervenu ;
- Absence de services dans les nouveaux quartiers (écoles, églises, etc.).

Ajoutons la présence excessive de routes parcourables (en raison de la présence d'un parking en dessous de la plaque). Les actions proposées dans cette étude impliquent l'échelle du quartier et sont orientées vers la préparation d'un ou de plusieurs plans directeurs dont le but est de construire un réseau de services et de bâtiments publics qui, à travers l'intégration des fonctions publiques avec des bâtiments de service, diversifient les activités du quartier en évitant le risque de détérioration. Les composantes du projet de développement durable, compte tenu de la compatibilité structurelle des « plaques flottantes » déjà construites, se réfèrent notamment à des catégories sociales et économiques.

La composante énergétique pourrait être abordée en intervenant sur la répartition des types déjà construits. Une partie des solutions pourraient alors être mise en œuvre comme à Poggio Picenze. On trouvera en annexe un schéma de masterplan en phase d'étude.



système des **plaques surélevées connectées par des rampes** qui articule le sol en places et parcours à différents niveaux. L'espace sous les plaques sismiques est intégré dans le système public et il vient réinterprété; il est destiné à parkings, commerce, intégré dans le réseau vert.

Réorganisation de l'aire vert au centre des villages comme parc équipé: élément fondamental du projet.

Nouvelles connexions qui se révèlent comme des grands signes architecturaux sur le territoire qui définiront mieux l'aire de Cese de Preturo. Un grand parcours piétonnier traverse le parc. Une place pavée. Bus électrique qui relie les centres urbains. Parcours cyclables.

Durabilité sismique

Pour mieux expliciter dans les cas MICRO, c'est-à-dire à l'échelle des logements, comment nous envisageons de les traiter d'un point de vue sismique, il faut préciser des aspects.

Les modalités d'intervention pour l'adéquation sismique des habitations du centre historique de L'Aquila passent à travers la nécessité de respecter le cadre statique des structures qui, comme cela est notoire, réagissent à la compression. Le risque d'une altération de l'équilibre statique des bâtiments liée à l'introduction de nouveaux éléments de requalification énergétique implique la nécessité d'intervenir sur la base d'une méthodologie qui sépare drastiquement le bâtiment du sol en créant une discontinuité tout en protégeant l'image et les contenus innovateurs appliqués au bâtiment.

Il s'agit d'une méthodologie d'isolation sismique particulièrement adaptée pour les bâtiments présentant un intérêt historico-artistique car elle ne modifie pas les caractéristiques architectoniques des édifices. Ce système, breveté par ENEA et le Politecnico de Turin, se base sur la réalisation d'une plateforme isolée sous le niveau de pose des fondations, de façon à ne nécessiter aucune intervention sur le bâtiment situé au-dessus. Il a été expérimenté sur le Palazzo Margherita, siège de la Mairie de L'Aquila, gravement endommagé suite au tremblement de terre du 6 avril 2009. Sur cet édifice, les tests de caractérisation dynamique avaient déjà été effectués : des senseurs placés sur la structure avaient enregistré les vibrations environnementales sur le bâtiment afin d'en évaluer le comportement dynamique.

Discontinuité entre la fondation et le sous-sol

Avec l'insertion par poussée de tubes horizontaux et l'installation de dispositifs d'isolement sismique en correspondance avec le plan horizontal diamétral des tubes, une discontinuité est créée entre les fondations et le sous-sol. Le bâtiment est isolé du terrain qui l'entoure par des tranchées verticales suffisamment grandes pour consentir les déplacements requis par le système d'isolement sismique. De cette manière, la structure est protégée sismiquement grâce à des interventions qui n'altèrent d'aucune façon les caractéristiques architecturales originales. Avec cette technique, les éventuels locaux souterrains ne sont pas modifiés mais font partie de la superstructure isolée et l'édifice est relié rigidement aux parois latérales ou également aux calottes supérieures des tubes.

Désaccouplement entre le mouvement du bâtiment et du terrain

«La technique d'intervention pour l'adéquation sismique des édifices historiques que nous proposons – explique Paolo Clemente de l'ENEA - consiste avant tout à creuser une tranchée d'une dimension suffisante pour pouvoir insérer une machine pousse-tubes permettant d'insérer des tubes de soutien d'au moins 2 mètres chacun en-dessous de l'édifice et le long du plan diamétral. Ces tubes sont sectionnés de manière à insérer des dispositifs d'isolement sismique. Ces dispositifs créent une déconnexion de manière à obtenir un désaccouplement entre le mouvement du bâtiment et celui du terrain».

Dans la pratique, le bâtiment est séparé du terrain et s'appuie sur la plateforme composée de tubes et d'isolants sismiques insérée en-dessous des fondations ; de cette manière, les caractéristiques architectoniques de l'édifice ou du complexe monumental situé au-dessus et sur lequel a été réalisée l'intervention ne sont absolument pas modifiées. Une fois ce système d'isolement sismique réalisé, en cas de tremblement de terre, alors que le terrain bouge avec des oscillations très rapides et également avec des accélérations très fortes en-dessous de l'édifice, le bâtiment au-dessus de l'isolement sismique n'oscillera que très lentement, sans se déformer, en se comportant comme une boîte rigide et en préservant donc la structure, mais également tout son contenu.

Etat de l'art

Pour appréhender pleinement le cadre réglementaire s'appliquant à l'état de l'art de la problématique en examen, on abordera deux sujets distincts : le premier se réfère à l'art de la construction, le deuxième aux économies énergétiques.

Pour ce qui concerne le premier sujet, la région Abruzzes a récemment adopté une loi très restrictive en matière de construction dans les zones sismiques.

Il s'agit de lignes directrices «pour la reconstruction des centres historiques» approuvées en mars 2010. En ce qui concerne les questions relatives aux économies d'énergie et à l'objectif de «consommation zéro», il existe une loi régionale (n°16 du 28 août 2009) : «Mesures pour le développement économique et le soutien du secteur de la construction à travers des mesures visant à améliorer la qualité architecturale, de l'énergie et du logement pour préserver et réaménager le patrimoine de bâtiments existant, dans le respect de l'environnement et des

biens historiques, culturels et paysagers, et dans le respect de la réglementation sismique, également pour rationaliser et limiter l'utilisation du territoire».

Dans ce dernier domaine, il existe une législation nationale que chaque région applique individuellement et qui exige que tous les bâtiments doivent se doter d'un système énergétique prévoyant l'utilisation de techniques actives pour la production d'une part minimale des besoins en énergie .

Il est envisageable qu'au fil des années cette part augmentera graduellement jusqu'à atteindre les seuils extrêmes. Le défi pour les architectes est donc d'un grand intérêt parce que, pour la première fois depuis les grands défis de la révolution industrielle, on fait face à la prise de conscience que l'interaction entre la technologie et l'architecture apportera d'importantes variations typologiques. Pour la première fois, les solutions proposées pour la construction durable d'un bâtiment n'appartiennent plus à un monde marginal, mais font partie de la démarche typologique.

Un processus aussi innovant nécessite d'une phase expérimentale permettant d'identifier les catégories, les objectifs, les instruments et les actions.

Il s'agit donc de savoir comment répondre à l'exigence d'une intégration progressive des logements et des techniques durables, pour aboutir un jour à une architecture qui élabore dans son vocabulaires de nouveaux choix typologiques.

La situation particulière dans laquelle se trouvent L'Aquila et sa province, après le séisme dévastateur de 2009, offre une occasion importante : étudier la relation entre la résidence et d'éventuelles intégrations / modifications de certaines techniques d'intervention applicables à l'«habitat intermédiaire».

L'objectif est de vérifier la faisabilité de l'intégration des interventions d'intégration «durables» à utiliser dans des contextes différents, puis d'en étudier les interactions avec les types d'habitations impliqués dans le processus de transformation.

Nous avons mis en place trois systèmes de classification, liés aux catégories d'intervention, aux stratégies d'application et à l'identification d'actions architecturales visant à explorer des solutions possibles, comme déjà expliqué avant.

En outre, à travers une sélection des références bibliographiques on pourra bien comprendre l'état de l'art en ce moment.

Retombées au niveau pédagogique

L'objectif est de sensibiliser un ample contexte professionnel à affronter les projets durables et l'utilisation de sources d'énergie renouvelables à l'échelle architectonique dans des zones à haut risque sismique à partir de multiples points de vue professionnels et productifs.

Le modèle d'habitat proposé exige l'expérimentation d'un programme différent d'intervention, tant dans le cadre de la recherche et de la didactique que de l'activité professionnelle.

Le programme, de par sa complexité, requiert la coordination et l'intégration de compétences disciplinaires variées. Au sein des institutions universitaires concernées, l'on entend constituer à travers des séminaires et des ateliers de projets intégrés une modalité d'analyse interprétative des données et d'élaboration de solutions de projets intégrés en mesure de synthétiser des apports disciplinaires différents.

Les résultats de la recherche peuvent être diffusés à travers des publications sur papier. Il s'agit d'une pratique désormais consolidée qui a été utilisée dans le cadre de nombreuses recherches effectuées par les membres du groupe de recherche. Dans ce cas, il est possible de s'appuyer sur des collections éditoriales qui proposent des publications rassemblant les différents approfondissements disciplinaires, alors que des synthèses sur la recherche peuvent être publiées dans des revues.

Un site Web sera réalisé qui reproduira de manière lisible les résultats de la recherche et les problèmes à discuter. On propose d'associer à ce site un blog dont l'objectif est d'élargir le plus possible le débat sur les thèmes traités et d'en diffuser la connaissance.

Les thématiques traitées par la recherche sont déjà insérées et discutées dans différents cadres didactiques :

- dans les cours de Projets urbains et architectoniques des différents professeurs membres de l'équipe ;
- dans les projets de Diplômes des universités d'appartenance (TPFE) ;
- dans le Mastère universitaire international de 2e niveau «Gestione del progetto complesso di Architettura – Management du Projet d'Architecture» institué en collaboration avec l'ENSA de Paris-Val de Seine ;
- dans le cadre des Doctorats des universités d'appartenance.

Dans le cadre des programmes didactiques indiqués ci-dessus, les résultats et les problématiques de la recherche seront l'objet d'interventions et de débats afin d'en élargir le domaine d'intérêt.

Un congrès sera organisé à Rome auquel participeront les membres du groupe de recherche et des chercheurs des différentes disciplines intéressées afin d'affronter les thématiques identifiées, également d'un point de vue théorique.

Les résultats de la recherche seront proposés dans les milieux professionnels intéressés par le biais d'initiatives spécifiques avec des séminaires d'information au siège des ordres et des organisations professionnels (In/Arch, Inu, Uia, Oice, Siu). Le groupe de recherche fera un recours important aux systèmes d'E-Learning afin de garantir l'échange d'informations et d'organiser des leçons à distance.

On proposera en particulier le modèle des learning communities et du content sharing qui permettront de mettre à disposition le matériel scientifique en ressource ouverte, ce qui consentira d'organiser des ateliers intégrés à distance.

Interaction entre la recherche et la réglementation : le *Décret Régional n°3*

Suite à la déclaration de l'état d'urgence après le tremblement de terre du 6 avril 2009, la région Abruzzes, au travers du Commissaire délégué à la reconstruction, a édicté un Décret qui établit les « lignes directrices stratégiques pour une nouvelle planification du territoire ».

Ce document établit les modalités d'intervention dans les zones sujettes à des événements destructifs. Deux grandes priorités sont identifiées : l'établissement du périmètre des zones endommagées des centres historiques avec son tracé et son approbation et l'identification de « plans de reconstruction » qui constituent la phase opérationnelle de la reconstruction.

Par rapport aux 9 articles du Décret, la recherche conduite permet pour l'heure d'intégrer et de compléter les articles 5 et 7.

Forme actuelle de l'article.

Article 5 – Plans de reconstruction – objectifs et contenus.

1. Les plans de reconstruction :

- a) assurent la reprise socio-économique du territoire de référence ;
- b) permettent de promouvoir la requalification de l'habitat, également en fonction de la densité, de la qualité et de la complémentarité des services de proximité et des services publics à l'échelle urbaine, ainsi que plus généralement de la qualité de l'environnement ;
- c) facilitent le retour de la population dans les habitations récupérées suite aux dommages causés par les événements sismiques du 6 avril 2009.

2. Les plans de reconstruction identifient, sur la base des résultats du microzonage sismique et des évaluations d'habitabilité, les interventions en mesure de garantir la meilleure sécurité possible des constructions.

3. Les plans relèvent l'état des lieux actuel et tiennent compte, lorsque cela est possible, de l'état des lieux précédant les événements sismiques, en définissant en particulier les éléments suivants :

- a) identification des éléments ;
- b) mise en sécurité dans chaque domaine dans l'optique des interventions de reconstruction successives ;
- c) estimation économique des interventions prévues ;
- d) identification des sujets intéressés ;
- e) calendrier des interventions avec identification des priorités.

4. Le plan contient les modalités de liaison entre les différents domaines, identifie les secteurs d'intervention et les travaux d'urbanisation primaire et secondaire à réaliser, définit de manière coordonnée la programmation et la réalisation des travaux publics et privés.

Proposition d'intégration

Article 5 – Plans de reconstruction – objectifs et contenus.

1. Les plans de reconstruction :

- a) assurent la reprise socio-économique du territoire de référence ;
- b) permettent de promouvoir la requalification DURABLE de l'habitat, également en fonction de la densité, de la qualité et de la complémentarité des services de proximité et des services publics à l'échelle urbaine, ainsi que plus généralement de la qualité de l'environnement ;
- c) facilitent le retour de la population dans les habitations récupérées suite aux dommages causés par les événements sismiques du 6 avril 2009.

D) LANCENT LES PROCEDURES NECESSAIRES A L'IDENTIFICATION DE « ZONES SENSIBLES » DESTINEES A DEVENIR DES LIEUX PRIVILEGIES POUR L'INTRODUCTION DE PRATIQUES DE CONSTRUCTION DURABLE.

2. Les plans de reconstruction identifient, sur la base des résultats du microzonage sismique et des évaluations d'habitabilité, les interventions en mesure de garantir la meilleure sécurité possible des constructions.

3. Les plans relèvent l'état des lieux actuel et tiennent compte, lorsque cela est possible, de l'état des lieux précédant les événements sismiques, en définissant en particulier les éléments suivants :
 - a) identification des éléments ;
 - b) mise en sécurité dans chaque domaine dans l'optique des interventions de reconstruction successives ;
 - c) estimation économique des interventions prévues ;
 - d) identification des sujets intéressés ;
 - e) calendrier des interventions avec identification des priorités.
4. Le plan contient les modalités de liaison entre les différents domaines, identifie les secteurs d'intervention et les travaux d'urbanisation primaire et secondaire à réaliser, définit de manière coordonnée la programmation et la réalisation des travaux publics et privés.

Conclusions

Notre méthode de recherche conjugue différents aspects de la réalité avec les concepts les plus avancés dans le domaine du logement social et durable. L'ensemble de mesures applicables à une ville est caractérisé par l'interaction entre les différentes composantes des «matrices de modification typologique» et les éléments déjà existants. Le résultat est l'enrichissement de l'abaque architectural de l'«habitat intermédiaire», avec pour objectif de transformer l'événement sismique en un moment de renaissance de la ville.

LA DURABILITÉ SOCIALE

GIANFRANCESCO COSTANTINI

LA DURABILITÉ SOCIALE

1. La vulnérabilité sociale aux tremblements de terre et la résilience de l'habitat

En dépit de la disponibilité d'outils de contrôle de l'environnement naturel et de l'environnement bâti, les sociétés contemporaines apparaissent particulièrement vulnérables face aux désastres naturels, surtout dans les cas – toujours plus fréquents – où les événements catastrophiques d'origine naturelle, comme les tremblements de terre, interagissent avec les processus de caractère social. Dans ce sens, toute mesure visant à l'augmentation de la résilience des sociétés contemporaines aux désastres doit se confronter à la nécessité d'intégrer une pluralité de perspectives et à l'intégration de connaissances produites dans le contexte de domaines disciplinaires différents «aux services».

Etat de l'art

En effet, dans un passé récent, un facteur crucial de l'amplification des effets catastrophiques des tremblements de terre et d'autres types de désastres naturels était lié à l'absence d'une capacité adéquate d'intégrer les mesures de caractère technique – relatives, par exemple, à la construction des bâtiments – aux mesures de caractère social – par exemple la gestion des normes et des réglementations urbanistiques, la participation active des sujets dans la gestion de l'environnement ou l'utilisation des connaissances sociales relatives au milieu local. Dans de nombreux cas, les modèles concernant la «résilience aux désastres» sont caractérisés par la présence d'une approche dominante : il s'agit parfois d'une approche «or-

ganisationnelle» (comme dans les modèles de «gestion des désastres») ou parfois d'une approche d'ingénierie (lorsque les actions portent dans le feu de l'action sur la «résistance aux désastres»); on retrouve parfois également un modèle en prévalence de caractère social (qui se focalise exclusivement sur les «dommages sociaux» ou sur les modalités en fonction desquelles les facteurs sociaux influent sur les activités d'assistance et de reconstruction). Dans tous les cas, nous devons nous confronter à une intégration effective entre les connaissances qui entraîne une réduction de l'efficacité des solutions proposées et l'apparition – tant lors d'événements catastrophiques que dans le cadre de la réponse apportée à ces événements – de phénomènes négatifs et d'ultérieurs processus nuisibles.

La nécessité d'une intégration de connaissances relatives à des disciplines variées apparaît par ailleurs liée à certains aspects ultérieurs concernant la définition d'approches analytiques et d'intervention. Il s'agit tout particulièrement de la référence à des dynamiques territoriales de caractère multidimensionnel qui rendent compte de ce qui se passe au niveau macro, au niveau méso et au niveau micro (ainsi qu'aux interactions entre ces niveaux) et de la référence à la dimension temporelle, au vu de l'exigence d'intégrer la réponse immédiate au désastre (au sens de la «résistance» et de la gestion de l'urgence), le processus de reconstruction et de réhabilitation et le processus de développement, lié à la construction de conditions de «résilience» durables sur le long terme.

Dans le cadre de l'activité de définition de la composante sociale d'une approche intégrée à une conception de projet durable pour le territoire et les bâtiments dans des contextes de haute sismicité, on a ainsi identifié comme exigence fondamentale la prise en compte de ces trois formes d'intégration. Dans cette optique, on a donc choisi, comme élément de départ, une définition de la résilience tendant à surmonter les approches traditionnelles fondées sur les concepts de danger, de risque et de vulnérabilité. On a en effet considéré la résistance comme l'élément de base de la durabilité. Dans ce sens, la résilience de la société peut être définie comme suit :

la capacité d'un groupe ou d'un contexte social à s'adapter de manière interactive et proactive aux processus et aux transformations, tant de caractère social que de caractère naturel.

L'augmentation de la résilience ne peut donc pas être réduite à une amélioration de la résistance des structures physiques, sociales et économiques aux événements nocifs (et, en particulier, aux tremblements de terre), mais implique plutôt une tendance de ces structures à se modifier et à s'adapter et, du point de vue de l'analyse, de la prévention et de la gestion, l'adoption d'une approche dynamique prenant en compte la « possibilité d'adaptation » au lieu de se limiter à l'évaluation de la « capacité de résistance ».

L'adoption d'une approche dynamique confère un caractère encore plus central à la nécessité de prendre en considération la dimension temporelle : il ne s'agit pas uniquement, en effet, de viser à l'intégration entre l'urgence, la reconstruction et le développement, mais également de considérer, en élargissant la vision des choses, la façon dont le temps influe sur les processus et les dynamiques sociaux liés à la relation entre les individus, les groupes humains et leur environnement (par exemple, au travers des phénomènes de la mémoire et de l'imagination du futur), ainsi que sur les éléments mêmes de l'environnement (si l'on considère donc la durée et l'évolution des constructions et du bâti en général, ainsi que de l'environnement naturel).

Dans le cadre de la définition d'un modèle analytique et de conception de projets, il apparaît donc possible, pour tenir compte de ces différentes dynamiques, de se référer à des concepts comme ceux du « risque social » et de « l'exclusion sociale » : la question centrale n'est pas la simple fonctionnalité des infrastructures ou des organisations, mais la manière dont ces dernières interagissent avec les sujets et les processus qui les concernent, en évitant d'une part que des processus d'exclusion émergent en limitant leurs effets et, d'autre part, en favorisant les processus de « développement » (dans le sens d'une augmentation des opportunités et des possibilités des individus¹).

La recherche n'a donc pas simplement tenté d'identifier les facteurs susceptibles de réduire l'impact des événements catastrophiques (comme, par exemple, la présence d'infrastructures et d'institutions dédiées à la gestion de l'urgence ou avec des niveaux de « résistance » évitant leur endommagement lors d'un événement sismique), mais également les modalités à travers lesquelles les « risques » sont identifiés et gérés au niveau local. Ces modalités – qui sont étroitement liées aux

différentes perspectives d'une pluralité de sujets – influent en effet tant sur la «résistance» d'un centre habité que de «l'habitat intermédiaire».

Le processus de recherche et de détermination d'une approche de conception de projets s'est donc basé sur certains fondements théoriques traités ci-dessous.

1.1. La gestion des désastres, la reconstruction et la résilience

Un point de départ de la recherche et de la définition du modèle méthodologique est représenté par la réflexion sur les relations entre résistance ou résilience sociale et gestion des désastres et des catastrophes. Dès les années 1970, le thème de la «récupération» post-catastrophe a été au centre d'activités de recherche²: il s'agissait de voir de quelle manière l'on pouvait passer d'une gestion immédiate de la catastrophe à la reconstruction, définie comme «la construction permanente ou la substitution des structures physiques endommagées, la restauration des infrastructures et des services locaux, la revitalisation de l'économie et le rétablissement de la vie sociale et culturelle»³.

En effet, les expériences et les réflexions précédentes avaient permis d'observer comment le «secours» et la gestion de l'urgence tendaient à devenir fréquemment des facteurs faisant obstacle à la récupération successive. On avait ainsi mis en évidence la nécessité de réduire souvent au minimum les interventions d'urgence et les flux de ressources qui y étaient liés. Certains effets négatifs avaient fréquemment été observés. Par exemple :

- l'emploi de ressources dans la gestion de l'urgence tend à entraîner une réduction des ressources disponibles utilisées pour la «reconstruction» effective ;
- les mesures d'urgence comportent une fragmentation des collectivités concernées et l'apparition de nouveaux acteurs, sans possibilité d'intégration effective ;
- des normes et des «procédures» spéciales sont mises en place qui tendent ensuite à se consolider ou à se cristalliser ;
- de nouvelles «technologies» sont introduites, sans cohérence avec le système technologique existant, mais qui réussissent souvent à prendre sa place (en produisant des phénomènes d'obsolescence, d'abandon et de perte des technologies locales) pour se révéler ensuite peu «appropriées» aux conditions économiques, technologiques et environnementales.

Bien que le débat et la réflexion sur le rapport entre l'urgence et la reconstruction ne soient pas nouveaux, ce rapport continue à constituer une zone de criticité.

Comme cela s'est vérifié encore, tout récemment, suite au séisme des Abruzzes, les infrastructures – souvent provisoires et de basse qualité - construites lors de la phase d'urgence tendent à conférer une forme (ou une structure) stable à l'habitat. Et cela ne concerne pas uniquement les « infrastructures » physiques, mais également les modalités d'interaction sociale, les formes organisationnelles et les modèles mêmes d'habitat des familles et des individus (l'hébergement « temporaire » devient souvent hébergement permanent, sans que ne soient toutefois présents les éléments structurels nécessaires pour le long terme – des infrastructures de base aux liens sociaux, en passant par l'accès aux services)⁴. La conscience du lien existant entre « urgence » et « reconstruction » apparaît donc comme un élément indispensable de la réalisation des actions d'urgence et de la conception de projets de structures résilientes : ces structures doivent être en mesure de « résister » aux forces qui produisent des dommages ; elles doivent être en mesure de faciliter les « secours immédiats », mais également d'orienter et de faciliter la récupération et la reconstruction sur le long terme.

Sur la base de la réflexion et de la recherche sur le rapport entre l'urgence et le développement, on a également identifié un certain nombre de catégories utilisées habituellement aujourd'hui pour mesurer la résilience : robustesse (la capacité de résister au stress sans perte de fonctionnalité) ; redondance (l'utilisation de systèmes de « sauvegarde » et de « duplication des structures » permettant soit une absence d'interruption, soit une reprise rapide de la prestation des services ou de la fonctionnalité des infrastructures) ; motivation (la capacité de produire une mobilisation créative des ressources) ; réactivité ou rapidness (définie comme la capacité d'identifier et de réaliser des objectifs en suivant des critères de priorité). Ces catégories, même si elles ne constituent pas un élément central du modèle proposé, devraient être considérées dans l'utilisation des outils analytiques.

Pour ce qui concerne le rapport entre l'urgence et le développement, on a également identifié d'autres aspects qui devraient être intégrés dans un modèle de conception de projet. Les premiers ont été définis comme des « accessoires des capacités

de récupération» (ou *recovery capacity assets*)⁵, qui comprennent par exemple : la disponibilité de systèmes logistiques critiques « sûrs » ; la disponibilité de personnel formé ; une bonne capacité de gestion et de réaction ; la préparation à la catastrophe ; des réserves financières ; la fonctionnalité et la présence des institutions locales, de bénévoles et d'un leadership reconnu ; le respect de standards éthiques communs⁶ ; la mémoire des événements passés ; la disponibilité de plans d'urgence ; des gouvernances responsables ; la disponibilité de sources externes de soutien et de diversification de l'économie locale. Les seconds concernent la reconnaissance d'un continuum matériel et immatériel des facteurs de résilience sur une pluralité de dimensions : institutionnelle, économique, physique, environnementale.

1.2. Planification urbaine, architecture et vulnérabilité

Un second contexte de référence est relatif au débat sur la vulnérabilité dans le contexte des disciplines de la planification urbaine et de l'architecture. Dans les années 1980, après avoir été pendant longtemps abordée uniquement comme une question de capacité individuelle (du bâtiment) de résister à des catastrophes (et, en particulier, à des tremblements de terre), la question de la vulnérabilité a été redéfinie en considérant l'ensemble du centre habité et la relation entre les « parties » au sein d'un système habité. On a ainsi défini une série d'approches avec lesquelles il est nécessaire de se confronter.

Il faut tout d'abord considérer l'idée de la production de scénarii concernant les effets des catastrophes sur l'habitat. Cette idée se fonde principalement sur le transfert de l'analyse des impacts relatifs à un bâtiment à la dimension ou au niveau de l'ensemble de l'environnement urbain construit, comme un ensemble unique comprenant différents bâtiments, infrastructures, etc. Plutôt que la production d'une connaissance relative aux dynamiques d'un centre habité, on retrouve dans ce contexte une tendance à utiliser – dans un processus pour ainsi dire d'accumulation et d'addition – la connaissance et l'expérience accumulées sur la capacité de récupération des différents bâtiments. Les effets sont en quelque sorte « additionnés » comme si les bâtiments étaient traités singulièrement, sans ignorer toutefois qu'aucun bâtiment n'est véritablement seul. Tout en maintenant un cadre de référence « ingénierisé », on sort d'une dimension d'ingénierie au sens strict et on commence à considérer la dimension de la complexité et le caractère unitaire qui caractérisent les centres habités.

Une deuxième approche à laquelle il apparaît nécessaire de se confronter est celle qui focalise son attention sur la «propension au dommage» qui peut caractériser un système urbain. Dans ce cas, la tentative est essentiellement d'identifier au sein des centres habités des «sous-systèmes fonctionnels» pour ensuite en analyser la vulnérabilité. En général, on maintient, dans ce cas également, un paradigme cognitif lié à l'ingénierie (la vulnérabilité que l'on analyse reste toutefois celle des infrastructures), mais l'adoption du concept de «système» permet d'ouvrir l'analyse également à d'autres dimensions, en premier lieu à celles des organisations et des ressources (eau, électricité, combustibles, production économique)⁷.

Une ultérieure approche de référence - en partie liée à celle qui vient d'être identifiée - insiste sur l'importance des «lifelines»⁸, c'est-à-dire des fonctions fondamentales d'une ville et des infrastructures qui y sont liées : on retrouve là encore la prévalence d'un modèle d'ingénierie. L'on tend en effet à travailler essentiellement sur les infrastructures d'approvisionnement hydrique et de services hygiéniques et sanitaires, d'énergie, de communication, etc. Toutefois, l'insistance portée sur la fonctionnalité de l'habitat ouvre la voie à des formes d'analyse qui considèrent le rapport avec l'environnement physique et avec les acteurs sociaux. Par ailleurs, le travail conduit permet d'identifier certains des aspects de base de la ville à prendre en considération.

L'identification des «structures urbaines minimales» ou «SUM» intègre l'idée des fonctions urbaines avec une approche multidisciplinaire de la ville et de l'architecture⁹. Pour ce qui concerne l'analyse et la conception de projets au niveau méso, on se réfère spécifiquement à cette approche. Pour ce qui concerne les formes d'analyse précédentes, on adopte dans l'identification de la SUM une approche dynamique qui prend en examen non seulement les aspects matériels des centres habités (et la façon dont ils sont impliqués lors d'éventuels événements catastrophiques), mais également les aspects immatériels, comme les fonctions symboliques, les cartes mentales que les sujets ont du lieu qu'ils habitent ou les interactions entre ces sujets.

Par rapport à l'idée originale des SUM, on s'est toutefois proposé, dans la définition d'un modèle, de procéder à l'intégration d'une ultérieure approche qui émerge de l'analyse de la vulnérabilité. Il s'agit en particulier de ce qui pourrait être défini comme une approche focalisée sur la gouvernance urbaine («urban governance»). Cette approche se fonde sur l'identification dans les modalités de

gouvernance des centres habités d'un facteur déterminant par rapport à leur capacité de résister et de répondre aux catastrophes. Lorsque la capacité de gouvernance urbaine est moindre, les effets d'un événement d'une intensité limitée peuvent être plus importants que lorsque la capacité de définir et de mettre en acte des politiques de développement adéquate est supérieure. De plus, certains types de politiques publiques et de systèmes de gouvernance - en particulier là où l'on prévoit la participation d'une pluralité de sujets à différents niveaux - se sont révélés en mesure de faciliter tant la gestion des urgences que les processus de développement sur le long terme.

Un dernier contexte de référence est celui qui est souvent défini comme «multi-hazard mitigation»¹⁰: plutôt que de focaliser l'attention sur la résilience ou sur la vulnérabilité par rapport à un seul facteur de risque principal (par exemple, le risque sismique ou hydrologique) en renforçant en conséquence les structures, on identifie dans ce cas des facteurs de résilience qui ne concernent pas tant la robustesse des structures et des constructions, mais la possibilité d'identifier dans le contexte de la conception des projets des mesures qui facilitent l'identification et la réalisation de formes de réponse active à des événements catastrophiques de caractère naturel ou anthropique (par exemple, en rendant visibles les zones dangereuses ou les lésions, ou au contraire en identifiant les zones «sûres» ou les actions possibles pour reconstruire ou réhabiliter la fonctionnalité des structures).

1.3. Risque et incertitude comme phénomènes sociaux

Comme il a déjà été dit, une référence importante pour la définition du modèle est la recherche portant sur les risques et l'exclusion sociale. Depuis le début des années 1990, le risque a été identifié comme une dimension ou un phénomène clé des sociétés contemporaines. Des auteurs comme U. Beck¹¹ ou A. Giddens ont mis en évidence combien l'incertitude relative à la permanence d'une situation de risque constitue une condition commune liée non seulement à des événements catastrophiques et à des désastres naturels, mais à la nature même de la société contemporaine qui est caractérisée par la disparition de liens et de structures réglementaires consolidées, ainsi que par l'affirmation de nouveaux liens, souvent moins visibles.

La catégorie du risque a donc été appliquée au cours des deux dernières décennies à des domaines différents, de l'étude des mutations sociales à celle des processus de socialisation et de création de l'identité individuelle et collective, en passant par celle des processus d'appauvrissement et d'«exclusion sociale» (comme condition progressive de perte de la capacité de participer aux processus sociaux), par l'étude de la technologie, etc.

L'identification du risque comme élément fondamental de la vie sociale contemporaine constitue donc une base ultérieure du modèle proposé. Si l'on assume une perspective de ce type, le modèle ne se pose pas pour objectif l'élimination des risques (car ils ne peuvent être éliminés), mais de les rendre identifiables et donc gérables. Dans cette perspective, il est également possible d'identifier les dynamiques et les processus par rapport auxquels les situations de risque doivent être identifiées. En particulier :

- les dynamiques territoriales et spatiales ;
- les réseaux sociaux ;
- les mécanismes de solidarité et de création de la confiance ;
- la production de représentations et de significations sociales partagées ;
- la gouvernabilité et la participation des citoyens ;
- l'accès aux ressources et aux services ;
- la définition et le maintien de l'identité culturelle et sociale ;
- les dynamiques de changement et d'évolution des technologies.

Pour ce qui concerne en particulier ce dernier domaine de recherche, un thème émergent est celui du rôle des acteurs sociaux dans la construction et dans l'utilisation des technologies. L'une des acquisitions de la recherche sur laquelle le modèle se fonde est la reconnaissance des liens et des formes d'implication réciproque existant entre les «sujets» et les «technologies»¹². Les technologies (y compris celles de l'habitat) comportent non seulement un impact sur les réalités sociales, mais sont elles-mêmes l'objet d'impacts de la part des dynamiques sociales, qu'elles soient relatives aux «actions» des acteurs concernés par leur utilisation et par leur gestion, ou qu'elles soient liées aux connaissances et aux représentations de la réalité que ces acteurs produisent. Les technologies, comme les connaissances, sont de fait continuellement (re) construites au cours de leur utilisation, à travers l'interaction avec les connaissances et les pratiques des utilisateurs mêmes.

1.4. *L'évolution sociale de l'espace*

Une autre contribution importante pour la définition du modèle concerne le fait que l'espace géographique et les villes, les bâtiments également sont sujets à une évolution liée au changement de leur utilisation et des fonctions qu'ils remplissent¹³. Il est donc nécessaire de rendre compte de cet aspect évolutif également dans le cadre de la conception de projets, en identifiant les sujets et les usagers que les bâtiments conçus « occuperont » (au moins dans le moyen terme).

Toutefois, dans ce cas également, il est nécessaire de mettre en évidence une situation de réciprocité dans le rapport entre le bâti et les acteurs sociaux. Les bâtiments et l'espace sont modifiés par les sujets, les sujets également sont influencés par les lieux et les espaces. Tant au niveau individuel qu'au niveau collectif, les identités se structurent en relation avec l'espace : la conception d'un espace qui ne tiendrait pas compte de ce processus (et de la façon dont ce processus de création de l'identité est influencé également par les désastres et par leurs représentations) risque de créer des bâtiments peu fonctionnels (et souvent inutilisés ou, du moins, qui ne sont pas utilisés selon les intentions de leurs concepteurs) ou des processus de déstructuration de l'identité et des liens sociaux des individus.

Un dernier élément à mettre en évidence, par rapport à la constitution du modèle proposé, est la reconnaissance de l'importance de la participation des acteurs locaux dans la reconstruction. Cette participation assume souvent la forme d'initiatives d'auto-reconstruction, de façon indépendante ou en alternative aux interventions publiques de reconstruction, et peut se manifester en réponse à l'inefficacité et à l'inadéquation des systèmes de gouvernance et de gestion du désastre et de la reconstruction (par ex., suite à l'exclusion des sujets locaux dans la prise des décisions, aux retards ou à l'inadéquation des réponses apportées par l'action publique aux demandes existantes).

NOTES :

- 1 Sen, A., *Development as Freedom*, Oxford, 1999
- 2 An overview of Disaster Management, UNDP, 1991
- 3 L. Di Sopra et C. Pelanda (dirigé par), *Teoria della vulnerabilità*, Milan 1988
- 4 Davis, 2006
- 5 Dolci, R.J., *Disaster Response and Recovery Complex*, NASA Ames Research Center, 2009; UNDP, *From relief to recovery*, 2001
- 6 Un problème commun suite à des calamités est l'effondrement des capacités de contrôle non « intérieures » ; cfr. Sztompka P., *Trust: a sociological theory*, Cambridge University Press, Cambridge (1999)
- 7 Menoni S., Meroni F., Pergalani F., Petrini V., Luzi L., Zonno G., « Measuring the seismic vulnerability of strategic public facilities: response of the health-care system », *Disaster Prevention and Management*, Vol. 9 Iss: 1, pp.29 – 38 (2000); Warner B.P. & Kuzdas C., *Measuring Urban Vulnerability using a model of ecological resilience*, School of Sustainability, Arizona State University, Tempe, 2010; Portugali J. *Complex Artificial Environments: Simulation, Cognition and VR in the Study and Planning of Cities*, Springer, Berlin, 2006; Salingeros N.A., *Principles of Urban Structure*, Techne Press, Amsterdam, 2005
- 8 Gangyi Q., Lian S., Goubin W., *System Vulnerability of Urban Lifeline in Emergency Response*, in « International Conference Management and Service Science MASS 09 », 2009; Batty M. *Cities and Complexity*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2005
- 9 Fabietti V. (dirigé par), *Vulnerabilità e trasformazione dello spazio urbano*, Florence, 1999; Mercuri C., *Analisi della vulnerabilità delle strutture urbane in zona sismica*, Rome, 2001
- 10 FEMA, *Multi-hazard Mitigation Planning Guidance*, Washington D.C.2008
- 11 Beck U., *Risk Society: Towards a New Modernity*. New Delhi: Sage, 1992; Giddens A., *Modernity and Self-Identity. Self and Society in the Late Modern Age*. Cambridge: Polity, 1991; Caplan, P. « Introduction: Risk Revisited » in Caplan, Pat (ed) « Risk Revisited », Pluto Press: Londres, 2000
- 12 Pinch, T. J. and Bijker W.E., « The Social Construction of Facts and Artefacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other. » *Social Studies of Science* 14 (Août 1984): 399-44
- 13 Bijker W.E., d'Andrea L. (ed.) *Handbook on the Socialisation of Scientific and Technological Research*, EC, 6th FP. *Citizenship and governance in a knowledge based society*, Rome, 2009; Martinez M., *Complexity and participation: the path of strategic invention*, *Interdisciplinary Sciences Reviews*, 33, 2008; Brand S., *How Buildings Learn: What Happens After They're Built*, Penguin, 1994; Costantini G., *Reunificar a Cidade: novas estratégias de desenvolvimento, novas governanças*, *Katálysis*, Vol.6.n. 2/2003; Costantini G. *Cultural Heritage and the struggle against poverty and social exclusion*, « The rehabilitation of the Historic City of Fez », *Fez* 31/5 – 2/6/2002, World Bank and ADER – Fès; Costantini G., *Review of Housing - Working Paper*, European Commission, Bruxelles, 1997; Costantini G., Quinti G., *Question urbaine: un nouvea défi*, European commission, Bruxelles, 1997; Costantini G., *A model for the assessment of social vulnerability to environmental disasters. A research study carried out in the framework of EC «Epoch» Programme*, CERFE, Rome, 1996; Shove E., *Comfort, Cleanliness and Convenience: The Social Organization of Normality*, Lancaster, 2003

2. L'analyse de la vulnérabilité et de la résilience : un modèle opérationnel de soutien à la conception de projets

2.1. Les phénomènes considérés aux différents niveaux de l'analyse

A.1. Dimension macro

- La cohérence entre le système d'établissement et les dynamiques de mutation sociale liées aux changements démographiques locaux, aux mouvements migratoires et aux dynamiques socio-économiques (emploi, entreprises, etc.) ;
- La capacité du système d'établissement de prendre en considération et de gérer les risques liés aux transports (et au risque d'enclavement), à l'intégration entre la population locale et le tissu urbain dans son ensemble, ainsi qu'à la sécurité du territoire (en particulier pour ce qui concerne une condition de légalité générale) ;
- La possibilité du système d'établissement de mettre en valeur les opportunités qui peuvent être identifiées sur le territoire (patrimoine culturel et naturel, installations productives, etc.) ;
- La participation des acteurs sociaux impliqués dans l'utilisation et la gestion des réseaux socio-environnementaux au niveau macro (acteurs politiques, entreprises, organisations gestionnaires des services publics, etc.).

A.2. Dimension méso (*habitat intermédiaire*)

- L'existence, l'accessibilité et la qualité des réseaux de services (éducation et information, communication, santé, énergie, eau et assainissement, transports, etc.).
- La capacité de prendre en considération les perspectives exprimées par les formes d'organisation et d'agrégation des citoyens (réseaux informels, groupes, clubs, associations formelles, relations de proximité, etc.) et la capacité d'en soutenir le développement.
- Le soutien aux dynamiques de construction d'un espace symbolique et d'une identité partagée par les habitants (ce qui demande la mise en place de systèmes de constitution de représentations, de valeurs, d'objectifs et de motivations, de sentiments, de normes sociales, etc.).
- La qualité des processus politiques et de création de consensus, entre les habitants, sur les décisions concernant l'espace et la façon de l'utiliser.
- Le soutien à la création de nouvelles ressources au niveau local, tant en termes économiques (espaces pour les entreprises et les activités économiques) qu'en

termes de connaissance et de communication (espaces pour la vie culturelle et pour l'agrégation « informelle »).

- La constitution de conditions de sécurité et de légalité, au niveau local (tant en ce qui concerne les conditions sanitaires de l'habitat - pollution, etc. - qu'en ce qui concerne l'émergence de phénomènes de micro-criminalité ou l'insertion au niveau local de la criminalité organisée).
- Les dynamiques de (re)construction et de maintien des liens sociaux de proximité et de familiarité dans un milieu interculturel et ouvert à l'entrée de nouveaux sujets.
- La construction et le maintien d'une conscience et d'une mémoire du risque sismique, particulièrement sur le long terme.
- L'implication des acteurs concernés dans la définition et dans la construction (projet, utilisation, etc.) des espaces, surtout les espaces collectifs ou publics.

A.3. Dimension micro : l'espace de l'habitation

- La cohérence avec les orientations et les comportements des habitants par rapport à la « convenance » des habitations et de leur localisation (structuration et articulation interne, proximité des services et des lieux de travail, possibilité de pratiquer des activités individuelles récréatives, culturelles, etc. ; possibilité de maintenir les relations sociales et familiales, etc.) ;
- La cohérence avec les orientations et les comportements des habitants par rapport aux niveaux de « confort » (chaleur, luminosité, etc.) ;
- La cohérence avec les orientations et les comportements des habitants par rapport à l'hygiène (disponibilité de services et d'eau, odeurs, gestion des déchets, etc.) ;
- La cohérence avec les dynamiques d'appartenance et d'identification avec les lieux, au niveau individuel et au niveau familial (le lien avec la maison, son espace et son contenu) ;
- La cohérence avec les dynamiques de (re)construction et de maintien des liens sociaux de proximité et de familiarité ;
- La cohérence avec les dynamiques de mémoire et de conscience du risque (sismique), nécessaires pour maintenir sur le long terme une orientation vers la réduction de la vulnérabilité des constructions ;
- La cohérence avec les dynamiques de transformation et de changement de l'utilisation des habitations (liées aux changements au sein des familles, aux activités

Au niveau macro (grande échelle)

Structures	Réseaux	Réseaux de transports
		Réseaux de services (éducation, santé, commerce, etc.)
		Réseaux techniques (laboratoires, industrie, réseaux de maintenance, écoles techniques, réseaux professionnels, etc.)
		Réseaux d'énergie, eau et assainissement, communication
Processus	changements démographiques locaux	Mouvements migratoires
	Dynamiques socio-économiques	Changement dans la structure de l'emploi
		Changements du nombre et de la typologie des entreprises
		Flux des transports et de la communication entre les nœuds des réseaux de services et communication de l'espace considéré
	Dynamique de la gouvernabilité	Stabilité du gouvernement local / Présence de conflits « radicaux »
		Présence d'instances et processus de participation
		Fonctionnalité de l'administration publique / Corruption – Mauvais fonctionnement
		Situations d'illégalité
	Mise en valeur du patrimoine locale	Initiatives culturelles
		Initiatives économiques
		Initiatives d'innovation technologique
		Initiatives de protection de l'environnement

des habitants, à la variabilité de la disponibilité économique, aux cultures, etc.);

- L'implication des acteurs concernés dans la définition et dans la construction (projet, construction, ameublement, etc.) de leurs propres espaces.

2.2. Un modèle méthodologique : les indicateurs

En prenant les éléments porteurs des littératures mentionnés comme des points de référence et de départ, et en prenant en considération la nécessité – dans le cadre d'une action de planification du processus de reconstruction – d'une procédure rapide et relativement simple pour l'analyse des phénomènes et des processus sociaux, il semble possible de réaliser une évaluation rapide de la vulnérabilité sociale, basée sur :

- l'étude de certaines structures (ou d'éléments relativement permanents et stables de la réalité sociale) et de certains processus ;
- l'analyse de la cohérence entre les structures et les processus sociaux qui ont été observés et les éléments du projet d'organisation des espaces et d'architecture.

Il s'agit en effet d'une analyse simplifiée et dans une certaine mesure « grossière », qui ne veut pas produire une image ou une interprétation globale de la société locale, mais plutôt identifier et évaluer certaines conditions concernant l'adoption des différentes opportunités d'aménagement du territoire.

Notamment, les éléments qui doivent être observés sur le territoire sont les suivants. Pour chacun de ces éléments, des indicateurs sont indiqués.

2.3. L'analyse des fonctions et des conditions de praticabilité et de durabilité

L'analyse des conditions de praticabilité et de durabilité peut être réalisée par l'opérationnalisation des concepts dans des séries d'indicateurs, qui peuvent être

Au niveau méso		
Structures	Système des services	Accessibilité des services d'éducation, information, communication, santé
		Diffusion sur le territoire des réseaux d'adduction d'eau, assainissement, énergie et télécommunications
	Éléments de représentation de l'identité culturelle locale	Monuments et lieux connotés
	Éléments de représentation et symboliques concernant la mémoire d'événements catastrophiques passés	Monuments et lieux connotés
Processus	Organisation et mobilisation des citoyens	Présence de groupes, clubs et associations (formels et informels)
		Présence de formes de solidarité extra-familiales
	Dynamiques culturelles et identitaires	Présence de groupes sociaux porteurs d'une culture différente de la culture majoritaire
		Présence de types de structures familiales différentes
		Présence de formes organisées de reconnaissance et célébration des diversités culturelles (ex. festivals, initiatives culturelles, monuments liés aux différents groupes culturels)
	Dynamiques de la gouvernabilité	Présence d'instances et processus de participation aux décisions sur l'environnement, les services, les espaces publics
		Situations d'illégalité dans la gestion du territoire (ex. constructions sauvages et dans des zones dangereuses, pollution et inapplication des règles environnementales, dis-égalité dans l'accès aux services, etc.)
		Présence de formes d'économie informelle ou criminelle ; micro-criminalité
		Présence de formes de criminalité organisée
		Perception de la condition de sécurité
	Dynamiques de valorisation des ressources	Initiatives culturelles
		Initiatives économiques (nouvelles entreprises)
		Initiatives d'innovation technologique
		Initiatives de protection de l'environnement
	Dynamiques liées à la mémoire du risque	Initiatives culturelles et de mobilisation sociale liées à la prévention ou à la mémoire des événements catastrophiques du passé

utilisés pour faciliter la consultation des différentes sources d'information. Ces indicateurs peuvent concerner principalement :

- des phénomènes relatifs aux structures, ou des éléments relativement permanents et stables de la réalité sociale ;
- des phénomènes concernant les processus et les acteurs impliqués.

Les éléments qui doivent être observés sur le territoire sont essentiellement les suivants.

Sur la base des littératures mentionnées, un modèle a été défini concernant des éléments à prendre en considération dans les projets de reconstruction et de restauration du bâti et de construction de nouveaux bâtiments.

Ces éléments ont été à la base d'un ensemble d'indicateurs – présentés dans le tableau suivant - utilisés par les architectes dans la réalisation d'activités de consultation informelles dans les communautés ciblées par le projet.

Au niveau micro

Structures	Système des services et structure de l'habitation	Services hygiéniques et de gestion des déchets (typologie et quantité)
		Systèmes technologiques (hydrauliques, électriques, etc.) adaptables
		Gestion de la température domestique et aération
		Structuration interne adaptable
		Présence d'espaces pour les utilisations « habituelles » (vie familiale, relations de proximité, activités professionnelles, coexistence des générations)
		Présence de formes de solidarité extra-familiales
		Présence de systèmes d'« anticipation » des évolutions des usages
		Variabilité des structures familiales
		Variabilité des activités professionnelles
		Activités de proximité
Processus	Dynamiques liées à la vie familiale et sociale	Activités du temps libre
		Variabilité des revenus
		Dynamiques cognitives liées au confort
		Orientations par rapport à la chaleur
		Orientations par rapport à la luminosité
		Orientations par rapport à la ventilation
		Orientations par rapport à la gestion des déchets
		Orientations par rapport aux activités de maintien de l'habitation et des services
		Dynamiques liées à l'utilisation des services et des espaces
		Utilisation des services et gestion de la proximité des services
		Gestion de la proximité des lieux de travail
		Pratique de relations de proximité
		Pratique d'activités récréatives
		Participation à la définition des caractéristiques de l'habitation
		Participation au maintien des structures et des habitations

2.4. Procédures pour la recherche

La collecte des informations relatives à ces indicateurs a été possible grâce à de multiples outils techniques :

- a) entretiens avec des « informateurs clés » : représentants de l'administration publique locale, représentants du monde associatif local, représentants des syndicats et organisations des entrepreneurs, personnes avec des rôles déterminés dans les communautés (prêtre, pharmacien, etc.), professionnels dans le secteur du bâtiment et du marché immobilier
- b) analyse de documents
- c) participation à des réunions d'organisations citoyennes ou aux événements publics dans les localités concernées
- d) observation directe, à travers des visites sur le terrain.

3. Le cas du tremblement de terre dans les Abruzzes. Un examen critique des lignes directrices pour la reconstruction

1. Les notes stratégiques concernant les Plans de reconstruction des centres historiques se réfèrent à trois dimensions : la dimension urbanistique, la dimension économique et la dimension sociale. Toutefois, aussi bien la dimension économique que la dimension sociale sont identifiées dans des processus qui restent gé-

nériques, dans le premier cas la « reprise du développement socio-économique » et dans le second cas le « retour de la population ».

Dans ce sens, une première contribution issue du modèle concerne la possibilité de « qualifier » la reconstruction et de lui conférer une perspective stratégique du point de vue du développement du territoire : il ne s'agit pas simplement de revenir aux conditions « précédant » le séisme dans la mesure du possible, mais plutôt d'identifier les vocations et les processus de développement du territoire et de définir des perspectives de mutation et de rapport avec l'environnement physique et social « durables », c'est-à-dire en mesure de s'adapter à la mutation.

2. Les notes stratégiques et le décret sur la reconstruction attribuent au maire la responsabilité de la reconstruction, sans déterminer les conditions de faisabilité et de praticabilité d'une politique de reconstruction. Une conséquence de l'indétermination de ces conditions et, par conséquent, de l'absence d'actions visant à soutenir l'administration locale dans l'initiative de reconstruction, a entraîné à moins de deux ans et demi du séisme, au renoncement de la part du maire en question (suite au choix dramatique de présenter ses « démissions ») de conduire la reconstruction.

Le modèle proposé peut contribuer, dans un cadre de formulation des actions, à définir les conditions de praticabilité des politiques de développement durable, en mettant en évidence les nécessités et les lacunes et, surtout, en rendant évidents les processus présents sur le territoire qui conditionnent la mise en œuvre des politiques.

3. Les notes stratégiques et le décret sur la reconstruction assument un point de vue lié à la gestion des conditions d'urgence (ex. le déblayage des décombres et la gestion des déchets, la coordination entre l'administration publique et les bénévoles, etc.). Il n'existe aucun lien entre la gestion de l'urgence et la reconstruction sur le long terme, ni pour ce qui concerne l'identification des sujets concernés par le processus de reconstruction et de développement du territoire, ni pour ce qui concerne l'identification d'actions qui mettent en relation l'action immédiate de gestion de l'urgence avec le développement du territoire : la conséquence en est la cristallisation de l'urgence.

Le modèle proposé peut, dans ce contexte, faciliter l'identification des zones de superposition et d'interaction entre la reconstruction et le développement.

4. Indications pour la formation - Retombées au niveau pédagogique

4.1. Introduction : objectifs et sujets destinataires

Un dernier élément sur lequel s'est penché la recherche concerne la possibilité d'en traduire les résultats en activités de formation. Une première question que l'on doit se poser dans ce contexte porte sur la détermination des objectifs de ces activités de formation. On peut identifier deux typologies :

- La première est centrée sur la construction et le renforcement des capacités des différents sujets intéressés par la formulation et la gestion des politiques de prévention et de limitation des désastres ;
- La deuxième est centrée sur l'intégration de connaissances et de compétences liées à la prévention et à la gestion des désastres, en particulier des événements sismiques, dans le cadre des curricula disciplinaires en architecture, en urbanistique et en sciences sociales.

Pour ce qui concerne la première typologie, il apparaît nécessaire d'envisager des initiatives de formation s'adressant aux opérateurs des différents sujets impliqués dans la gestion des désastres – administrations publiques, entreprises, organisations non gouvernementales – à tous les niveaux.

Pour ce qui concerne la seconde typologie d'objectifs, on peut envisager l'intégration des cursus institutionnels par des séminaires et des projets de formation spécifiques s'adressant aux étudiants universitaires, dans le cadre des cours de deuxième grade.

4.2. Un modèle de formation pour le renforcement des capacités

Comme il a été dit, un premier « modèle de formation » peut être déterminé en fonction de l'objectif de renforcer les capacités des différents sujets impliqués dans la gestion des désastres – administrations publiques, entreprises, organisations non gouvernementales – à tous les niveaux. Un modèle de formation s'adressant à ce type de sujets ne peut se limiter au transfert de connaissances et d'informations, mais requiert également la prise en compte et la promotion des conditions d'applicabilité relatives à ces connaissances.

Dans ce sens, il ne s'agit pas seulement d'influer sur le patrimoine de compétences et de connaissances des participants à la formation, mais également – et surtout – d'influer sur les modalités de fonctionnement des organisations.

Les principales connaissances sur lesquelles la formation devra porter sont les suivantes :

- Les dynamiques et les liens entre l'habitat et les citoyens ;
- Les phénomènes d'exclusion sociale et les politiques de lutte contre l'exclusion sociale sur le territoire ;
- Les processus et les acteurs du développement local ;
- Les processus de fonctionnement et de transformation des administrations publiques dans des situations de crise et les dynamiques d'innovation de la bureaucratie ;
- La gestion des désastres et le rapport entre l'urgence, la reconstruction et le développement.

4.3. Un modèle de formation pour l'intégration des cours universitaires

La formation des étudiants universitaires apparaît, par rapport à celle qui vient d'être décrite, plus spécifiquement focalisée sur les ensembles de connaissances fonctionnelles à l'appréhension et à la transformation de la réalité, ainsi qu'à la constitution de liens entre ces ensembles de connaissances et les fondements des différentes disciplines.

Il s'agira donc de traiter les arguments suivants :

- Les fondements de la sociologie urbaine : les processus de transformation de l'habitat et les acteurs concernés ;
- La sociologie des acteurs sociaux et les dynamiques liées à l'émergence des sociétés civiles ;
- L'analyse des dynamiques sociales liées à la technologie et à l'innovation technologique ;
- Le développement économique local et l'interaction entre les acteurs et les ressources ;
- Le rapport entre la société et l'environnement physique (en particulier au niveau micro) ;
- Les désastres et les processus liés à l'analyse et à la gestion des risques.

A un niveau plus avancé, l'on pourra également prendre en considération, essentiellement à travers des modalités d'apprentissage « expérimental » (comme la réalisation de travaux de recherche et d'études de cas), les thèmes indiqués pour la formation des « opérateurs ».

LA DURABILITÉ SISMIQUE

FABRIZIO MOLLAIOLI

LA DURABILITÉ SISMIQUE

Le séisme à l'échelle Macro, Méso et Micro *Introduction*

Une recherche finalisée à établir des lignes directrices pour la conception correcte et durable de nouveau projet antisismique et pour l'adaptation antisismique de l'existant devrait porter sur les sujets d'enquête suivants :

- Evaluation de l'impact du séisme sur l'environnement bâti à travers une simulation du comportement des différents bâtiments individuels et du système urbain et territorial, compte tenu de toutes les connexions possibles et des interrelations entre les différents domaines.

- Identification des interventions possibles d'ajustement structurel et non structurel, en particulier en ce qui concerne l'utilisation de matériaux et de méthodes de consolidation durables. Matériaux et techniques innovantes.

Les tremblements de terre récents (Northridge 1994, Kobe 1995, Ombrie, Marches 1997, Turquie 1999, Taiwan 1999, L'Aquila 2009) ont révélé d'importantes lacunes dans la conception et la réalisation des formes de l'environnement bâti suivant :

1. Réseaux d'infrastructure et ponts ;
2. Bâtiments en maçonnerie non armée, en béton armé et en acier ;
3. Lifelines impliquées dans le transport de l'eau, du gaz, de l'électricité et des systèmes de communication.

La réduction des risques sismiques de ces systèmes nécessite donc les interventions suivantes :

- Evaluation de la vulnérabilité sismique des structures existantes, en particulier pour les bâtiments qui doivent maintenir leur fonctionnalité également après une

catastrophe, afin d'élaborer des méthodes de réduction du dommage ;

- Développement de procédures pour l'atténuation des dommages structurels et non structurels.

Les structures conçues selon les réglementations antisismiques précédentes devraient être en mesure de résister à certains niveaux de l'action sismique pour empêcher l'effondrement de l'immeuble, mais ce n'est pas le cas, et elles pourraient subir des dommages importants aux éléments structurels et non structurels. Il faut savoir que les dommages au contenu des bâtiments et aux installations constituent un lourd fardeau en termes de sécurité des personnes et des retombées économiques. Les coûts engendrés par la perte de fonction suite aux dommages causés à l'immeuble ou à son contenu peuvent dans certains cas dépasser les coûts de démolition et de reconstruction de l'édifice même.

Toutes les actions visant à réduire les pertes après un séisme doivent être compatibles avec l'environnement, la qualité de vie, la capacité de récupération ou la résilience du territoire suite à la catastrophe et la viabilité économique. En particulier, la résilience désigne la capacité des communautés à réduire le danger (ou hazard), à contenir les effets de la catastrophe et à mener les activités de restauration en minimisant les conséquences négatives et, en même temps, à diminuer les effets d'éventuels événements futurs.

Les étapes nécessaires pour atteindre ces objectifs peuvent être résumées comme suit :

- Réduire le risque d'effondrement ou de dommages des structures stratégiques, des systèmes et de leurs composants ;
- Réduire les conséquences des effondrements en termes de pertes en vies humaines, de blessés et d'impact social et économique ;
- Réduire les délais de récupération, c'est-à-dire le temps nécessaire pour ramener un système spécifique ou un ensemble de systèmes à sa fonctionnalité normale (avant la catastrophe).

Par conséquent, les caractéristiques des différents systèmes qui doivent être prises en considération pour le bon fonctionnement des mesures d'atténuation du risque sismique sont les suivantes :

- La force ou la résistance - la capacité des différents composants ou systèmes à être soumis à un certain niveau de stress ou de sollicitation sismique, sans dommages ou sans pertes de fonctionnalité ;
- La redondance – le nombre d'éléments ou de systèmes qui peuvent être rempla-

cés ou sont capables de répondre aux besoins fonctionnels en cas de dommages ou de pertes de fonctionnalité ;

- Les ressources disponibles - la capacité à identifier les problèmes, à établir des priorités et à mobiliser des ressources ;
- La vitesse - la capacité à répondre aux priorités dans un court laps de temps afin de contenir les pertes.

Ces éléments portent sur des questions d'ordre technique, organisationnel, de développement social et économique.

Parmi les aspects les plus techniques, une atténuation correcte des dommages aux bâtiments et aux réseaux, y compris aux divers sous-systèmes de connexion, doit comprendre au moins :

- la modification de la configuration locale et globale du système résistant pour améliorer le comportement sismique de la construction ;
 - la réduction et/ou l'élimination des dommages à des éléments architecturaux (faux plafonds, cloisons légères, etc.), aux systèmes électriques et mécaniques, aux contenus (meubles, etc.), aux Lifelines et aux systèmes de communications.
- Par exemple, deux éléments clés pour réduire les risques sismiques consistent à réduire la vulnérabilité des bâtiments et des réseaux et à développer une planification territoriale appropriée à travers des études de micro zonage sismique.

Macro, Méso et Micro

Dans ce contexte, dans les zones à risque sismique élevé, les éléments clés sont les bâtiments stratégiques (hôpitaux, casernes de pompiers, écoles, etc.) et les Lifelines.

Les Lifelines sont des systèmes, comme les réseaux infrastructurels, électriques, etc., qui sont nécessaires à la vie de l'homme et aux fonctions urbaines et de l'habitat. Les Lifelines sont des artères vitales pour les différentes communautés de logements. Elles servent à véhiculer les services publics, comme l'eau, le gaz, les télécommunications, les transports. Tous les services d'utilité publique peuvent être rapidement réactivés uniquement si les mesures visant à atténuer les risques sismiques sont suffisamment avancées et efficaces.

Les éléments des réseaux de transport, d'électricité, du gaz, d'approvisionnement en l'eau et de transmission des communications comprennent les équipements



Dommages aux installations, Hôpital de L'Aquila (2009).

fixes et les lignes de transmission et de connexion entre les nœuds dans les différents éléments. Tous ces réseaux peuvent être à la fois en surface et souterrains. Les éléments en surface sont généralement conçus pour résister seulement à des charges verticales et sont généralement mal reliés à des structures de fondation. Les appareils qui ne sont pas ancrés correctement peuvent s'effondrer ou subir des déplacements par rapport au niveau de fondation.

Les canalisations et les connexions souterraines sont souvent trop faibles et trop souples pour résister à un mouvement relatif du sol causé par un tremblement de terre, surtout si en correspondance avec la faille. Certains éléments, tels que les composants de transformateurs électriques, sont souvent fragiles et sont donc sujets à rupture lors d'un tremblement de terre.

Les dommages causés sur ces transformateurs peuvent être réduits grâce à des ancrages aux fondations et à d'autres éléments. Toutes les connexions doivent être suffisamment souples pour isoler les forces d'autres sources.

Les dommages aux réseaux de transmission de l'eau, du gaz et de l'électricité, qui se produisent généralement en présence d'importants mouvements différentiels du terrain, peuvent être atténués en installant des éléments flexibles, en particulier au niveau des jointements, pour amortir les mouvements imposés. En outre, les tuyaux ne doivent pas être conçus avec des matériaux fragiles.

Les réservoirs, généralement soumis à une combinaison d'actions dynamiques sur l'enveloppe produites par le tremblement de terre, susceptibles d'entraîner le renversement de l'objet, et par le mouvement du fluide qu'ils contiennent, subissent souvent des dommages en raison de la faible épaisseur des sections.

Les actions vont de l'amélioration de l'ancrage du réservoir à la structure de fondation, jusqu'au renforcement des sections avec l'insertion de poutres d'acier et à des interventions plus récentes qui prévoient une isolation sismique à la base.

Les tremblements de terre récents (Loma Prieta, Californie 1989, Northridge, Californie, 1994, Kobe, Japon en 1995, Kocaeli, Turquie 1999, Chi-Chi, Taiwan, 1999) ont souvent provoqué la perte de fonctionnalité ou l'interruption du système de transport urbain et régional en raison de l'effondrement de ponts, de glissements de terrain, de l'effondrement des structures adjacentes, etc.

En particulier pour les ponts et les viaducs, les causes les plus fréquentes de dommages étaient les suivantes : 1) l'effondrement de poutres simplement ap-



Dommages aux réservoirs. a) séisme en Turquie (1999); b) séisme de L'Aquila.

puyées lorsque les appuis n'étaient pas conçus pour permettre le mouvement relatif des supports ; 2) martèlement entre les travées adjacentes ou entre le piédroit de pont et les travées ; 3) effondrement des pylônes en raison de leur vulnérabilité ou de leur fragilité ; 4) effondrement des fondations.

Récemment, on a recouru à des techniques innovatrices pour le retrofiting des ponts. Par exemple, on peut utiliser des enveloppes en acier ou des fibres de carbone pour augmenter la résistance et réparer les dommages sur les piles. Pour augmenter la ductilité, on peut également faire utiliser un étrier de renforcement en spirale ou renforcer la structure en recourant à des films en fibres de verre ou en matériel composite. En cas d'impossibilité économique de consolidation des structures, il est souvent possible d'utiliser une isolation sismique qui sépare le pont de la sous-structure, ou encore d'ajouter des systèmes d'amortissement passif pour réduire le mouvement de la superstructure.

En résumé, la durabilité des réseaux sismiques (infrastructures, services, distribution, etc.) nécessite une évaluation de la performance sismique en fonction des caractéristiques spécifiques de chaque réseau.

- Nécessité d'un upgrade continu des procédures d'analyse des risques sismiques pour ces systèmes
- Nécessité d'évaluer les effets d'interdépendances
- Nécessité d'une évaluation des risques sismiques des installations à risque d'accident majeur.

Méso et Micro

Un autre groupe de structures pour le bon fonctionnement de la zone frappée par un séisme destructeur est formé par les bâtiments stratégiques (hôpitaux, casernes de pompiers, postes de police, etc.). Comme il est bien connu, ils sont essentiels pour la gestion des situations d'urgence résultant d'événements catastrophiques. Il est donc essentiel de prévoir et d'améliorer leurs performances suite à des épisodes qui se caractérisent par leur capacité d'investir le territoire sur une superficie considérable, comme les tremblements de terre. On doit également tenir compte du fait qu'il est essentiel, en cas de tremblements de terre importants, de mobiliser un réseau de soutien regroupant plusieurs bâtiments stratégiques :



L'Aquila, séisme de 2009.

cela implique l'évaluation d'aspects multiples liés à la réelle disponibilité, dans des conditions d'urgence post-séisme, des infrastructures de transport et des systèmes de distribution d'énergie et de communication. Enfin de compte, le problème passe de l'échelle de l'édifice (déjà complexe) jusqu'à l'échelle territoriale, beaucoup plus étendue, du système en réseau.

Par exemple, les hôpitaux se caractérisent par des niveaux élevés de complexité, tant du point de vue des installations et des fonctions que du point de vue structurel, ce qui contribue à déterminer une grande vulnérabilité face aux tremblements de terre; en outre, le degré élevé d'exposition lié au surpeuplement (personnel médical, patients, visiteurs), le stockage de matériaux potentiellement dangereux ou toxiques, la présence de machines, d'équipements et d'installations de haute technologie, donc d'une grande utilité pour la vie humaine, notamment en termes d'urgence, en augmentent considérablement les risques.

Par conséquent, les objectifs de la conception parasismique de ces structures ne peuvent pas se limiter à la prévention de l'effondrement et au sauvetage des occupants, mais il convient également de garantir le maintien d'un niveau adéquat de services et de fonctionnalité, même après un violent tremblement de terre.

Il faut considérer qu'un certain nombre de bâtiments stratégiques en Italie a subi des extensions successives et des modifications sur des bâtiments conçus parfois à l'origine pour des utilisations tout à fait différentes. L'âge des structures est très varié; la typologie de construction est liée au moment de la réalisation, avec une prévalence de maçonnerie et de béton. En particulier, les bâtiments datant d'avant la Première Guerre mondiale sont pour la plupart en maçonnerie armée, avec des voûtes et des planchers en bois; pour ces derniers, les actions d'adaptation ont principalement amené à l'introduction d'éléments en matériaux « modernes », comme des sols en briques et en béton. Depuis les années 60, cependant, la typologie la plus diffuse est constituée par les structures avec une ossature en béton armé, la plupart sans murs de refend. Dans tous les cas, il convient de noter que tant la construction de nouveaux bâtiments stratégiques que l'expansion ou la modernisation des bâtiments existants ont le plus souvent été réalisées à une période antérieure à la classification (ou reclassement) sismique des municipalités et donc, dans les calculs de conception et/ou de vérification, on n'a pas considéré un niveau adéquat de l'action sismique.

Les tremblements de terre passés et plus récents (Frioul, 1976; Irpinia, 1980; Ombrie et Marches, 1997; Abruzzes, 2009) ont ainsi mis en évidence cette vulnérabilité



L'hôpital de L'Aquila (2009).

remarquable des hôpitaux. Suite à ces événements, en fait, on a constaté la paralysie d'un grand nombre d'entre eux, tant en raison de dommages structurels qu'à cause de la perte de fonctions due à la rupture de cloisonnages, l'endommagement des équipements médicaux et des installations, les pannes de réseau, etc.

Les édifices stratégiques : dommages aux éléments non structuraux des bâtiments et aux contenus.

Pour chaque élément, il est nécessaire de déterminer le type de risque associé à la puissance destructrice des tremblements de terre qui pourrait être dangereux en termes de sécurité des personnes (life-safety), de pertes économiques, d'interruption des services ou des fonctions de base. Le premier type de risque est lié à la chute des éléments non structurels qui peut causer des dommages physiques aux occupants. Des exemples de ce type de risque sont les fenêtres cassées, la chute d'armoires, les plafonds qui s'effondrent, les conduites de gaz cassées ou d'autres canalisations contenant des substances dangereuses, la chute des cloisons, etc. De plus, les dommages structurels peuvent rendre difficile, voire impossible, l'exercice des fonctions normales. Par exemple, des dommages aux éléments non structurels et aux équipements des hôpitaux peuvent réduire considérablement la capacité de diagnostic pour traiter les patients.

Les dommages non structurels sont généralement dus à de fortes accélérations et déplacements au niveau du sol en cas de tremblement de terre. En général, pour les bâtiments qui abritent une quantité considérable de matériel, comme les laboratoires et les hôpitaux, une part importante du coût de construction est produite par le contenu.

En outre, on a estimé que les systèmes mécaniques représentent 20-30% des coûts de construction et les systèmes électriques 10%.

Méthode d'approche basée sur la performance (pbd)

La durabilité sismique, peut être obtenue en appliquant une nouvelle philosophie de conception appelée Performance Based Design (PBD), qui représente toutes



Mairie de L'Aquila : bureau de l'urbanisme.

Bâtiment industriel,
Bazzano (L'Aquila).

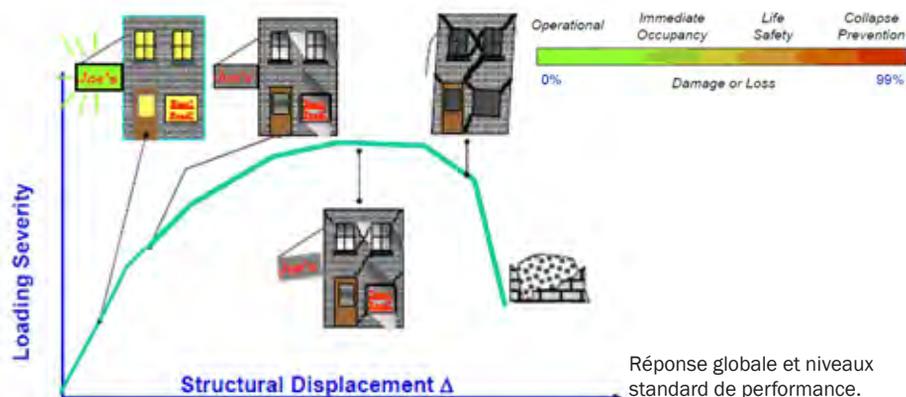
les activités liées à la conception, la construction et l'entretien des ouvrages d'ingénierie, dont le comportement, tant en conditions normales que de charge extrême, répond aux différents besoins et objectifs établis par les propriétaires c'est-à-dire par la société. Le concept d'objectifs de performance dérive de la nécessité de garantir aux constructions le non dépassement d'un certain niveau de dommages, compte tenu de la probabilité de secousses sismiques et des fonctions pour lesquelles ces bâtiments ont été construits.

Depuis les années 90, après les lourdes pertes résultant de tremblements de terre qui ont sérieusement endommagé des sociétés très évoluées comme les USA et le Japon (Loma Prieta, 1989; Northridge, 1994; Kobe, 1995), il a été nécessaire d'opérer un changement décisif dans l'approche de la conception antisismique, ce qui a permis un saut qualitatif à partir des critères d'évaluation ordinaires d'un seul niveau de sécurité et des critères méthodologiques multi-niveaux. C'est dans ce contexte que s'est affirmée la philosophie de la PBD qui établit une série d'objectifs de performance évitant de dépasser certains seuils de dégâts, selon les caractéristiques de l'événement sismique attendu et selon les fonctionnalités de l'édifice même.

La législation introduite en Italie par le D.M. du 14 janvier 2008 rentre donc dans cet esprit. En particulier, elle assure que la sécurité et la performance doivent être évaluées par rapport à l'état limite (c'est-à-dire les conditions limites après lesquelles l'édifice ne répond plus aux besoins pour lesquels il a été réalisé) qui peuvent survenir pendant la durée de vie nominale de l'œuvre. Les ouvrages et les différents types de structure doivent répondre aux exigences suivantes :

- sécurité par rapport à l'état limite ultime (SLU) : capacité d'éviter les chocs, la perte d'équilibre et de graves perturbations, totales ou partielles, qui pourraient compromettre la sécurité des personnes, entraîner la perte de biens, causer de graves dommages environnementaux et sociaux ou encore mettre l'œuvre hors service;
- sécurité de l'état limite de l'exercice (SLE) : capacité d'assurer les prestations prévues par les conditions de fonctionnement.

Dépasser un état limite ultime est irréversible et est appelé « effondrement » ; dépasser un état limite de exercice peut être par contre réversible ou irréversible. Par rapport aux actions sismiques, les états limites, SLE ou SLU, sont identifiés par référence à la performance du bâtiment dans son ensemble, y compris les éléments structurels, non structurels et les installations.



Les SLE comprennent :

- L'État limite d'Opérativité (SLO) :

après le séisme, le bâtiment dans son ensemble, y compris les éléments structurels, non structurels et les appareils pertinents à sa fonction, ne devrait pas souffrir de dommages importants et de perturbations de son utilisation ;

- L'État limite de Dommages (SLD) :

après le séisme, le bâtiment dans son ensemble, y compris les éléments structurels, non structurels et les appareils pertinents à sa fonction, a subi des dommages qui ne mettent pas en danger les utilisateurs et ne mettent pas à risque la capacité de résistance et de rigidité par rapport aux actions verticales et horizontales, tout en restant immédiatement utilisable même, si il y a une interruption de l'utilisation des équipements.

Les SLU comprennent :

- L'État limite vital (SLV) :

suite au tremblement de terre, le bâtiment subit des ruptures et des effondrements de ses composantes structurelles et des installations, ainsi que des dommages considérables aux éléments structurels associés à une perte significative de la rigidité contre les actions horizontales ; l'édifice conserve, par contre, une certaine résistance et rigidité contre les actions verticales et une marge de sécurité contre les effondrements causés par des actions sismiques horizontales ;

- L'État limite de prévention des effondrements (SLC) :

suite au tremblement de terre, le bâtiment subit des ruptures et des effondrements de ses composantes structurelles et des installations, ainsi que des dommages considérables aux éléments structurels ; la construction conserve encore une certaine marge de sécurité par rapport aux actions verticales et une petite marge de sécurité contre les effondrements causés par des actions sismiques horizontales.

Une attention particulière est également accordée à la protection de toutes les composantes de l'œuvre : structurelles, non structurelles, installations, équipements. Les règles actuelles contiennent également des exigences explicites pour l'ancrage sismique des systèmes et des éléments non structurels. Pourtant, tous les éléments non structurels doivent être vérifiés, ainsi que leurs liens avec la structure, sur la base des forces d'inertie et de la distorsion induite à la structure par l'action sismique.



Etage souple. Séisme de L'Aquila (2009). Bâtiment de la rue Dante Alighieri / Bâtiment situé à Pianola.

Considérations générales sur les structures des bâtiments existants

Le comportement d'une construction sujette à des sollicitations sismiques dépend essentiellement de la configuration locale et globale du système résistant. Ceci est clairement confirmé par les effondrements et les dommages observés au cours des événements réels. Cet aspect, qui touche aussi bien la configuration structurale que la morphologie architecturale, n'est pas toujours pris en considération dans la conception architecturale. Les facteurs qui caractérisent la configuration d'un système antisismique sont basés sur deux concepts fondamentaux : la régularité morphologique, correspondant à la présence de parcours clairs et continus des sollicitations induites par l'action sismique et à l'utilisation des matériaux et des détails de construction appropriés pour assurer une capacité élastique et post-élastique des éléments et du système résistant.

Les paramètres de contrôle qui concernent la forme générale du bâtiment sont : la taille, la compacité, la symétrie, la régularité. La compacité et la symétrie sont des concepts importants pour les objectifs poursuivis, à partir des principes du «capacity design», selon lesquels, dans un bâtiment à base fixe, toutes les membrures structurales devraient contribuer également à la résistance en évitant les concentrations des sollicitations et en limitant aussi les effets de torsion.

L'uniformité et la régularité des formes contribuent à éviter l'apparition de zones critiques où une forte demande de résistance ou de flexibilité pourrait conduire rapidement à l'effondrement, en imposant des règles strictes sur les variations de la forme, de la masse, de la rigidité et de la résistance, tant en plan que sur la hauteur du bâtiment, à l'exclusion des solutions, comme l'«étage souple», emblématiques de nombreuses expressions architecturales.

La première étape nécessaire à une évaluation durable de la reconstruction après le tremblement de terre est l'acquisition des connaissances nécessaires pour créer une base adéquate de données, pour gérer de manière simple et efficace les informations concernant les structures analysées, et donc finaliser l'évaluation de la capacité sismique du bâtiment en utilisant des modèles appropriés de représentation.

Afin d'identifier les principaux dysfonctionnements structurels, il s'agit surtout d'évaluer les éléments suivants :



Exemple d'irrégularité locale. Collapse hors du plan de la maçonnerie due à l'action horizontale de la poutre en bois. Séisme de L'Aquila 2009.



Exemple d'irrégularité en élévation avec possible formation d'étage souple. Séisme de L'Aquila 2009. Hôpital de L'Aquila.

La typologie structurelle prédominante (maçonnerie, béton armé, acier, bois, mixte);

Types de structures résistantes, verticales et horizontales;

Régularité en plan et en élévation;

Facteurs de vulnérabilité (piliers trapus, plan faible, grandes portées, encorbellements, etc.);

Les changements (élargissement, surélévation, améliorations sismiques, etc.).

Une fois que nous connaissons l'existence de faiblesses structurelles critiques, les aspects suivants de réponse globale des bâtiments devraient être l'objet d'une attention particulière :

a) Risque de martèlement

Pour de nombreux bâtiments existants, il n'était pas prévu, dans la conception architecturale, de respecter une distance de séparation entre les bâtiments, nécessaire pour éviter l'impact entre les bâtiments adjacents. Des phénomènes locaux de martèlement provoqués par les éléments structuraux incorrectement connectés à la structure principale sont également possibles.

b) Irrégularité dans le plan

Il peut y avoir diverses irrégularités horizontales provoquées par un positionnement incorrect des éléments résistants. Des phénomènes de torsion induits par le mouvement sismique, en raison de ces irrégularités, peuvent produire des



Exemple d'irrégularité en plan et en élévation avec formation d'étage souple. Séisme de L'Aquila 2009. Bâtiment de la rue Porta Napoli. Avant et après le séisme.



Exemple de martèlement / Exemple de colonnes courtes. Séisme de L'Aquila 2009.

exigences élevées de ductilité sur les éléments du périmètre qui nécessitent une attention particulière.

c) Irrégularités dans l'élévation

Les irrégularités dans l'élévation peuvent produire des changements brusques de rigidité et de résistance qui provoquent des zones critiques de faiblesse structurale.

d) Colonnes courtes

Dans le cas de fenêtres en bande, il peut y avoir des demandes importantes de résistance sur la contrainte de cisaillement plus élevée des coupes.

Stratégies pour l'amélioration de la performance sismique

Modification locale des éléments structuraux

Alors que certains bâtiments existants ont une capacité suffisante en termes de résistance et de rigidité, un élément structural peut être peu résistant ou avec une capacité réduite à la déformation. Dans ce cas, nous pouvons utiliser les opérations localisées pour l'amélioration des connexions entre les éléments de structure, la résistance et/ou la capacité de déformation. Cette stratégie est économiquement acceptable, alors que seulement un nombre limité d'éléments doit être renforcé.

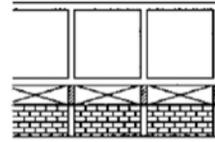
Certaines améliorations locales permettent de survivre à des déformations très élevées, sans nécessairement augmenter la résistance de l'élément. Par exemple, des enveloppes en acier ou en FRP (Fiber Reinforced Polymers) de piliers en béton armé permettent d'importants mouvements de la colonne sans perte de résistance.

Augmentation globale de la rigidité

Certaines structures flexibles présentent des comportements sismiques inappropriés car les éléments critiques ne possèdent pas une ductilité suffisante pour résister aux déformations engendrées par le tremblement de terre. Un moyen éco-



Exemple de colonnes courtes.
Séisme de L'Aquila 2009.



nomiquement durable pour améliorer la performance est de fournir de la rigidité à la structure afin de réduire les exigences de ductilité aux différents éléments structurels. Rigidifier la structure signifie réduire la période naturelle de vibration de la construction, en augmentant ainsi la demande élastique de résistance. Pour rigidifier la structure, il est possible d'insérer de nouveaux châssis avec contreventements ou des murs de refend en béton armé. Il faut cependant s'assurer que les contreventements introduits aient une rigidité compatible avec les structures existantes afin d'éviter une défaillance prématurée et fragile des éléments existants.

Protection sismique : stratégies innovatrices

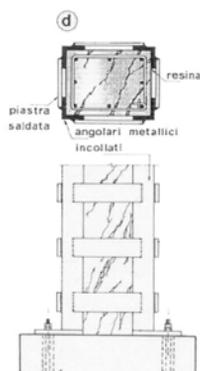
Même si les techniques traditionnelles sont fondées sur les caractéristiques de résistance de la structure, les techniques innovantes, qui sont des pratiques de construction durable, permettent de réduire drastiquement les forces sismiques agissant sur la structure.

Ces techniques innovantes sont donc capables d'augmenter significativement le niveau de protection sismique des structures et de leur contenu, en assurant une pleine fonctionnalité après le tremblement de terre. Parmi les nouvelles méthodes utilisées celles qui sont basées sur l'isolement sismique et sur la dissipation passive de l'énergie sismique ont pris une grande importance ces dernières années. Le principal objectif énergétique des systèmes de dissipation d'énergie et d'isolement sismique est le renforcement de la performance structurelle pour tous les niveaux d'exposition à travers :

- la minimisation de l'interruption de l'utilisation (la sécurité par rapport à l'état limite de fonctionnement, SLO);
- la réduction des déformations et donc des dégâts dans les composants structurels et non structurels;
- la baisse de la réponse structurelle en termes d'accélération, et donc la minimisation des dommages possibles pour le contenu (équipements, appareils, etc.).

La réduction des forces sismiques agissantes sur la structure, mise en place avec les méthodes basées sur l'isolement sismique et sur la dissipation d'énergie, peut être obtenue grâce à la mise en œuvre de différentes stratégies :

Réduction de la rigidité : l'insertion d'un système d'isolement détermine l'aug-



FRP (Fiber Reinforced Polymers).

mentation de la durée (et donc de la rigidité) de la structure, avec une réduction conséquente du pic de la pseudo-accélération de la structure. L'augmentation du déplacement dépend du système d'isolation, plutôt que de la structure (en supposant que la déformation est concentrée sur le système d'isolation). L'inclusion ultérieure d'un dispositif d'amortissement permet de contenir l'entité des déplacements.

Si une structure classique est affectée par la déformation de tous les niveaux (dérive ou drift inter étage) et par des accélérations amplifiées aux niveaux supérieurs, dans une structure isolée à la base, les déformations ont lieu principalement à charge du système d'isolation, tandis que les accélérations sont réparties de manière relativement uniforme sur toute la hauteur. En termes énergétiques, un système d'isolation éloigne la période fondamentale de la structure de celui qui correspond aux composants les plus lourds du tremblement de terre, en réduisant ainsi la quantité d'énergie transférée sur la structure.

L'isolation sismique augmente la période naturelle, entraînant une demande accrue du déplacement; mais cette demande est déplacée de la sur-structure au système d'isolation.

Les sols mous ont tendance à donner naissance à des mouvements de sol de période élevée, et donc à amplifier la réponse des structures avec une période naturelle élevée.

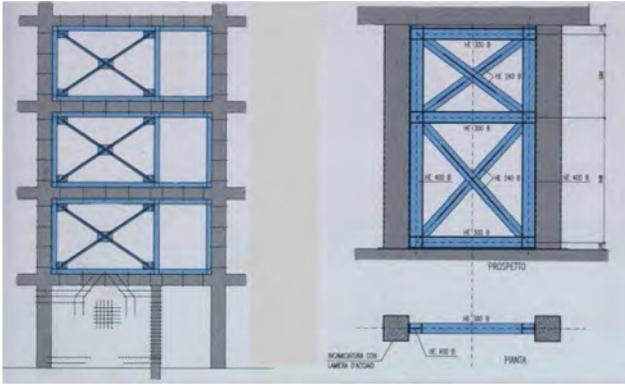
Les systèmes d'isolation, caractérisés par des périodes élevées, s'adaptent mal aux conditions des sols souples.

En fin de compte, les stratégies de protection sismique basées sur l'isolation à la base sont particulièrement efficaces dans les cas suivants :

- structures avec une période fondamentale basse (structures d'une hauteur relativement faible);
- structures sur sol rigide.

Les applications de systèmes d'isolation aux interventions d'adaptation sismique sont particulièrement efficaces pour :

- préserver les édifices historiques, puisque l'isolation peut contenir l'ampleur des changements et ne pas altérer l'esthétique de l'œuvre à préserver;



Augmentation globale de la rigidité.

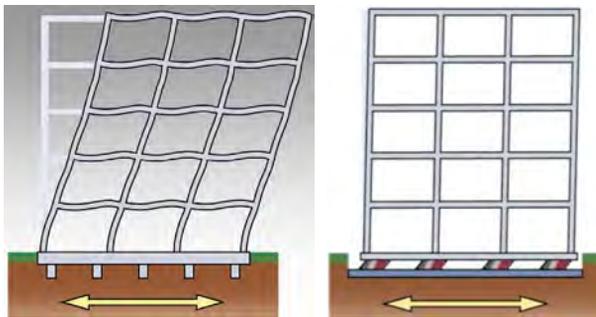
- le maintien de la fonctionnalité du bâtiment, immédiatement après le tremblement de terre ;
- contenir les coûts d'intervention ;
- réduire les pertes économiques sur le long terme ;
- protéger les contenus, dont la valeur peut être, dans de nombreux cas, beaucoup plus élevée que la structure même.

Le système d'isolation est composé par les dispositifs d'isolement, dont chacun a une ou plusieurs des fonctions suivantes :

- supporter les charges verticales avec une grande rigidité dans le sens vertical et une faible rigidité ou résistance dans le sens horizontal, ce qui permet d'importants mouvements horizontaux ;
- dissipation d'énergie par des mécanismes hystérétiques et/ou visqueux ;
- recentrer le système ;
- liaison latérale, avec une rigidité suffisante, sous des charges horizontales de service (non sismiques).

Les systèmes d'isolation peuvent inclure :

- des isolateurs en caoutchouc ou en élastomère ;
 - Low-Damping Rubber Bearings (LDRB), en caoutchouc naturel ou synthétique ;
 - Low-Damping Rubber Bearings (LDRB), en caoutchouc naturel ou synthétique avec des composants additifs tels que des huiles et des résines qui augmentent la capacité d'amortissement ;
 - Low-Damping Rubber Bearings (LDRB), réalisés par insertion d'un noyau de plomb à l'intérieur des isolateurs d'amortissement faible, pour en augmenter les caractéristiques de dissipation.
- Isolateurs coulissants (Friction Pendulum Systems, FPS) :
 - plats (Flat Sliding Bearings) ;
 - sphériques (Spherical Sliding Bearings).



Bâtiment non isolé / Bâtiment avec isolement sismique.
Isolement sismique. Comportement global.

Amortissement supplémentaire : l'amortissement (damping) naturel représente une propriété structurelle, dépendant de la masse du système, de sa rigidité et de ses mécanismes de dissipation d'énergie inhérente à la structure.

Les structures en béton armé et en acier, par exemple, sont caractérisées respectivement par des valeurs de damping d'environ 5% et 2%.

La mise en place d'un dispositif d'amortissement visqueux, en augmentant la capacité dissipative de la structure, peut réduire la demande en termes de pseudo accélération maximale du projet (et donc la contrainte de cisaillement) et de déplacement maximal du projet sans modification substantielle de la rigidité (cela revient à dire que le parcours se développe le long d'une ligne de période à peu près constante).

Rigidité supplémentaire : l'insertion d'éléments de raidissement (contrevents) conduit à une diminution de la période naturelle de la structure, avec une réduction conséquente du déplacement maximal et une augmentation de la pseudo accélération de pic, le long d'un parcours qui laisse inchangée la conception d'amortissement de la structure.

Amortissement et rigidité supplémentaires : l'insertion d'un système ADAS (Added Damping and Stiffness System) détermine i) une augmentation de l'amortissement et ii) une diminution de la période naturelle, et donc une augmentation de la rigidité de la structure. Cela signifie une réduction du déplacement maximal, peut-être même avec une réduction de la valeur maximale de la pseudo-accélération et donc de la force horizontale sur la structure.

Selon la dépendance du comportement (ou de l'output en termes de force) du déplacement ou de la variation unitaire du déplacement, les Systèmes passifs de Dissipation d'Énergie peuvent être classés comme suit :

- Systèmes en fonction de la vitesse
 - amortisseurs visqueux : la dissipation d'énergie résulte du passage de fluides visqueux à travers un système de cylindre-piston. On ne confère pas de rigidité supplémentaire à la structure. Par rapport au coût élevé et à la nécessité d'effectuer des analyses dans un domaine non linéaire, ils offrent l'avantage d'une grande fiabilité.

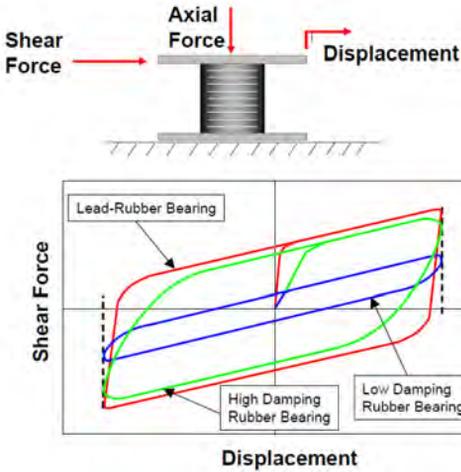


Schéma d'un isolateur élastomérique.



FPS, Single Pendulum Bearing

- amortisseurs viscoélastiques : ils se basent sur l'utilisation d'élastomères en mesure de dissiper l'énergie en fonction à la fois de l'amortissement et de la vitesse. Des couches de matériau viscoélastique s'alternent à des plaques d'acier à l'intérieur d'un appareil connecté à la structure par des contrevents diagonaux ou en K. Leurs avantages : un coût modéré et une haute fiabilité. Leur inconvénient : une forte dépendance du comportement de la température et de la nécessité, dans de nombreux cas, d'une analyse du champ inélastique.

• Systèmes en fonction du déplacement

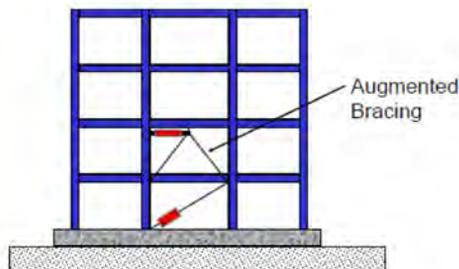
- amortisseurs élastoplastiques : ils se basent sur l'aptitude des alliages spéciaux en acier à résister à de nombreux renversements de charge, avec des déformations élevées (cycles d'hystérésis), et une conséquente augmentation de la rigidité de la structure (amortisseurs à plaques type ADAS, à friction, etc.). Leurs avantages : un faible coût et la facilité de mise en œuvre. Leurs inconvénients : un comportement fortement non linéaire et la nécessité de les remplacer après de forts tremblements de terre.

Les systèmes dissipatifs ne possèdent pas la même capacité de réduire les déplacements relatifs à la charge de la structure (drift inter étage) que les systèmes d'isolation. Ils sont donc moins efficaces dans la prévention des dommages.

En outre, la nécessité d'installer des composants encombrants et souvent inesthétiques, comme des contrevents, en décourage l'utilisation dans certains cas, par exemple pour l'adaptation de bâtiments historiques ou de monuments.

Les systèmes dissipatifs sont particulièrement efficaces surtout lorsque l'application de l'isolation est déconseillée, à savoir :

- structures à période élevée (donc très flexibles et hautes) ;
- structures sur terrain mou ;
- structures avec une ampleur insuffisante pour soutenir les déplacements élevés de la superstructure par rapport à la fondation.



Insertion de contrevents dissipatifs.

Parmi les autres types d'amortisseurs, citons également les systèmes de recentrage (Shape Memory Alloys - SMA), les dissipateurs électro-inductifs, les dispositifs Shock Transmitter, etc.

Analyse des caractéristiques de construction *Bâtiments en agrégat*

Un autre aspect que l'on ne peut ignorer avec la structure urbaine minimale (SUM) est que les bâtiments des centres historiques se présentent souvent sous la forme d'agrégats dans lesquels des bâtiments individuels sont disposés selon des schémas plano-volumétriques plus ou moins complexes qui sont le résultat d'une genèse articulée et non uniforme due à des facteurs variés comme la séquence de la construction, l'utilisation de différents matériaux, le changement de destination et d'usage, etc. Généralement, ces structures sont construites dans la continuité ou en adhésion, parfois certains bâtiments ont été construits à côté de bâtiments existants en utilisant le mur d'enceinte.

Dans ces cas-là, l'interaction avec les bâtiments adjacents introduit ces problèmes assez fréquents, par exemple que les bâtiments situés dans le centre d'un agrégat, en cas de tremblement de terre, peuvent bénéficier du contrefort des bâtiments adjacents, alors que les bâtiments en coin et en tête peuvent avoir des comportements moins favorables.

Toutefois, il convient également de noter l'interaction entre les bâtiments présentant des différences significatives dans les caractéristiques dynamiques, dues à la présence d'importantes discontinuités structurelles et typologiques entre bâtiments adjacents.

En général, les mécanismes des dommages observés sont parfois attribués à des éléments de vulnérabilité du bâtiment isolé parfois directement liés au contexte global dans lequel le bâtiment est inséré (connexion insuffisante entre les bâtiments adjacents, bâtiments adjacents de différentes hauteurs ou avec des planchers échelonnés), ou encore liés aux modifications subies par les bâtiments par rapport à leur conception initiale.

Par conséquent, dans l'analyse des bâtiments faisant partie de l'agrégat, il faut prendre en compte les interactions potentielles résultant de la contiguïté-

té structurelle avec les bâtiments adjacents, en soulignant les actions que peuvent entraîner les unités structurelles contiguës.

Pour l'unité d'intervention spécifique ou la structure urbaine minimale sur laquelle le maître d'œuvre est appelé à effectuer une évaluation quantitative du degré de sécurité et des interventions possibles, il est nécessaire d'acquérir un relevé des dégradations et de la caractérisation mécanique des matériaux constitutants.

La connaissance approfondie de la capacité sismique de l'unité structurelle peut aussi souligner la nécessité d'interventions qui ne sont pas limitées à un seul bâtiment, mais impliquant d'autres parties de l'agrégat.

Les éléments suivants sont particulièrement importants : la qualité de la connexion entre les parois verticales des bâtiments adjacents, la qualité de la connexion entre le plan horizontal et les parois (présence d'un plan de bordures, etc.); la présence d'éléments en mesure d'éliminer les pressions; la présence d'éléments vulnérables.

En d'autres termes, pour les agrégats, il est nécessaire de mettre en évidence les caractéristiques suivantes :

- pour l'homogénéité substantielle du type structurel, il convient d'évaluer : la typologie des structures verticales et horizontales et l'organisation du système structurel ;
- le temps de construction partielle ou totale des bâtiments constituant l'agrégat ;
- l'époque d'exécution des opérations de consolidation et/ou de restauration partielle ou totale de bâtiments ;
- pour la continuité des structures portantes : la harpe entre les murs verticaux, l'organisation du système résistant, l'analyse des phases de croissance et/ou de changement, l'identification d'éventuels joints virtuels et de séparations dues à un tremblement de terre ;
- la hauteur inter étage et la présence de planchers décalés pour évaluer l'homogénéité des unités en horizontal ;
- la régularité en plan et en élévation et la présence de rétrécissements en élévation ;
- la présence éventuelle de faiblesses au premier niveau de plancher et la présence d'éventuels murs en faux.

La connaissance synthétique des structures qui forment l'agrégat et la connaissance

analytique de ses éléments permettent d'identifier la qualité de la maçonnerie et des assemblages, et donc les mécanismes possibles de l'effondrement.

Par exemple, dans le cas de bâtiments contigus de différentes hauteurs, on peut observer des phénomènes de martèlement et de renversement de portions de murs en raison d'une pression non contrastée.

Il est également possible d'observer des mécanismes de renversement à cale pour les bâtiments de tête d'un agrégat.

Parmi les interactions structurelles entre bâtiments voisins, il faut aussi considérer les charges (à la fois verticales et horizontales en présence de tremblement de terre) provenant des planchers ou des murs des bâtiments adjacents.

Dans ce contexte, il conviendrait également d'évaluer l'importance d'éléments tels que les arcades de contraste, les passages couverts, qui représentent une liaison avec l'agrégat adjacent.

Ces connexions, quand elles sont d'extension limitée, ne conduisent pas à la définition d'un agrégat plus cohérent et peuvent être prises en compte dans les modèles de calcul, en introduisant des contraintes appropriées ou d'actions concentrées.

Même au niveau du calcul structurel, on devra identifier une modélisation convenable de l'unité insérée dans l'agrégat ou de plusieurs unités contiguës compte tenu de toutes les connexions possibles.

Dans certains cas, il est également possible d'utiliser un modèle approximatif d'interactions là où les mécanismes d'effondrement possibles ont été identifiés, sur la base de la connaissance des faiblesses structurelles localisées.

En particulier, l'identification de mécanismes plus détaillés d'effondrement, en tenant compte de la géométrie réelle des éléments, de leur réalité constructive et de leur influence, dans le comportement structurel de l'ensemble, permet de cibler de manière plus consciente la phase des interventions d'amélioration ou d'adéquation sismique.

État de l'art

Les tremblements de terre causent aux bâtiments, aux ponts et aux autres infrastructures de sérieux dommages dus aux excessives déformations subies et

aux états de tension qui en découlent sur les éléments porteurs. L'intervention post-séisme peut se révéler très coûteuse et les temps requis pour le rétablissement complet des fonctionnalités peuvent causer des pertes ultérieures liées à l'interruption des activités professionnelles, au manque d'entrées d'argent et à la transformation du marché local.

Du fait de la particularité du territoire italien, il apparaît clairement que le problème des tremblements de terre doit être justement pris en considération comme un événement hautement probable dans la vie d'une construction qui, du moins pour ce qui concerne l'existant, est souvent compromise du fait de carences et d'imperfections.

Si, à ce point-là, on insère l'analyse dans un contexte de prévention des tremblements de terre, les techniques de réduction des effets sismiques au niveau structural apparaissent multiples pour les nouvelles constructions, alors que le problème se complique considérablement pour ce qui concerne les travaux de prévention possibles pour les bâtiments préexistants, sur lesquels de nombreuses interventions restent possibles, mais en modifiant inévitablement les caractéristiques architectoniques et structurales de l'édifice en question, au risque de bouleverser souvent sa physionomie d'origine.

Par ailleurs, un projet correct de nouvelles constructions et d'adéquation des constructions existantes pouvant être retenu sismiquement durable devrait tenir compte, d'une part, de l'impact du tremblement de terre sur l'environnement sur la base d'une simulation du comportement des différentes constructions, ainsi que du système urbain et territorial, en évaluant toutes les connexions et interrelations possibles entre les différents domaines et, d'autre part, de l'identification des interventions d'adéquation structurale et non structurale possibles, en particulier pour ce qui concerne l'emploi de matériels et de techniques de consolidation durables.

Les systèmes structuraux qui doivent être l'objet d'un approfondissement d'enquête à cet égard sont les suivants : au niveau macro, les réseaux d'infrastructures et les lifelines nécessaires pour le transport de l'eau, du gaz, de l'électricité et des systèmes de communication ; au niveau méso, les centres habités ; et au niveau micro, les différentes constructions. Certaines structures, comme les bâtiments stratégiques (hôpitaux, casernes de pompiers, écoles, etc.), revêtent également une importance particulière en tant qu'éléments critiques de connexion entre les trois échelles. Comme on le sait bien, les constructions stratégiques sont

essentielles pour la gestion de l'urgence suivant les événements catastrophiques. L'ensemble des aspects sus-indiqués revêtent une importance particulière, également et surtout lorsque l'on se réfère à une vision polycentrique d'une caractéristique territoriale déterminée d'une zone, tant au niveau de la prévention d'une situation existante qu'au niveau de la reconstruction suite à un événement sismique.

Une étape fondamentale pour mettre en place un plan de reconstruction et/ou de réhabilitation sismique à la fois durable et fonctionnel aux caractéristiques structurales de l'existant est de construire des modèles d'évaluation de la vulnérabilité des réseaux, des centres historiques, des bâtiments stratégiques, des constructions, etc. dans le cadre de différents scénarii sismiques. Avec un tel instrument (qui recouvre différents aspects : structural, technico-organisationnel, social et économique), il sera possible d'évaluer les fragilités des différents systèmes et les meilleures stratégies d'intervention pour augmenter la résilience de toute la communauté, dans le sens d'une capacité à supporter un certain niveau de fonctionnalité ou de performance suite à un événement catastrophique. Toutes les actions visant à la réduction des pertes suite à un événement sismique destructeur devront donc être cohérentes avec l'environnement, la qualité de la vie, la capacité de récupération ou de résilience du territoire après un désastre, ainsi qu'avec la vitalité économique.

Pour atteindre ces objectifs, il sera nécessaire d'intervenir pour réduire : la probabilité d'effondrement ou d'endommagement des structures stratégiques, des systèmes et des éléments qui les composent; les conséquences des effondrements en termes de perte de vies humaines, de blessés et d'impact socio-économique; les délais de rétablissement, c'est-à-dire le temps nécessaire pour reporter un système spécifique ou un ensemble de systèmes à sa fonctionnalité normale (pré-désastre).

Pour atteindre ces objectifs, l'on devra : intervenir sur la capacité des différents éléments ou des systèmes de supporter un niveau d'effort ou de sollicitation sismique déterminé sans subir de dommages ou de perte de fonctionnalité; identifier les éléments ou les systèmes susceptibles d'être substitués, c'est-dire en mesure de satisfaire les exigences de fonctionnalité en cas de dommages ou de perte de fonctionnalité.

Pour satisfaire ces objectifs, on a procédé ces dernières années à un nombre important de changements et d'innovations qui ont amené à adopter une optique

des activités de conception des projets et de réhabilitation non plus prescriptive, mais prestationnelle. Citons en particulier, d'une part, l'utilisation toujours plus intensive dans le domaine de l'ingénierie structurale d'outils avancés de calcul de plus en plus accessibles et, d'autre part, l'introduction de matériaux innovateurs fournissant de très hautes prestations. Signalons également de nouveaux systèmes de contrôle des constructions, beaucoup moins onéreux que par le passé. Pour ce qui concerne la phase de conception des projets, les nouvelles réglementations sont donc focalisées sur le concept de prestation (Performance Based Seismic Design, PBSO), c'est-à-dire de fonction qu'une construction est appelée à jouer sur le territoire dans une période de temps déterminée et avant, pendant et après un événement sismique.

L'objectif primaire de cette optique de conception des projets basée sur les prestations consiste à créer un système au sein duquel les prestations de la structure en question sont clairement indiquées. Un code prestationnel décrit et spécifie les conditions qu'une structure doit remplir et garantir, en pouvant démontrer que ces conditions sont obtenues en utilisant diverses combinaisons d'éléments constituants différents : l'on spécifie donc comment le système doit être constitué en pouvant le réaliser avec des éléments différents. Une approche prestationnelle permet d'effectuer des choix différents d'éléments pour obtenir les niveaux de prestation fixés, tout en permettant une optimisation du projet et donc, en particulier, un avantage économique.

Cette méthodologie de conception de projets implique une analyse du problème qui évalue a priori les effets que l'on souhaite obtenir et permet une classification plus détaillée des prestations désirées, en fonction également de différents niveaux de risque.

En particulier l'évaluation de la sécurité et des prestations, ainsi que la conception des projets d'intervention sur les constructions existantes doivent tenir compte de la fiabilité différente, par rapport aux nouvelles constructions, des paramètres et des problématiques concernés. C'est pour cette raison que l'on donne une grande importance aux opérations de relevé et de caractérisation de la géométrie et des matériaux.

En résumé, pour projeter ex-novo ou pour étudier les prestations d'une structure, des réseaux à la construction même, pendant et après un événement sismique et en évaluer les conséquences (impact socio-économique), il est donc nécessaire : d'identifier les systèmes structuraux ; d'identifier les éléments qui composent

chaque système ; d'identifier les relations entre ces éléments ; de caractériser ces éléments (vulnérabilité sismique : dommages en fonction de l'intensité, etc.) ; de choisir une mesure de prestation appropriée au système analysé et à l'objectif de l'étude. L'ensemble de ces phases contribuent au choix optimal du type d'intervention à effectuer.

Critères méthodologiques

Dans la pratique courante, le terme de réhabilitation (retrofitting) est utilisé pour rappeler des concepts souvent très variés, comme la réparation, le renforcement, l'adéquation, l'amélioration, qui sont représentatifs d'interventions visant à augmenter les prestations structurales d'origine, c'est-à-dire à réduire la sollicitation sismique.

Toutes les interventions devront être nécessairement prévues pour les trois échelles de projet (macro, méso et micro) et dans le respect de la nouvelle réglementation italienne (NTC2008) dans une optique de Performance Based Seismic Design (PBSD), selon laquelle les projets doivent respecter des limites de prestations prédéfinies et spécifiques du point de vue du problème pris en examen. Selon cette vision, il est plus important d'avoir une conscience claire de l'organisation de la construction par rapport aux différents scénarii contingents que de prêter attention à la qualité d'un élément structural qui, en fin de compte, même s'il est singulièrement valide, peut fort bien ne pas être placé ou fonctionner opportunément dans la construction. Enfin, notons qu'une approche prestationnelle permet d'opérer des choix différents de composants pour atteindre les niveaux de prestations fixés, ce qui permet d'optimiser le projet et constitue donc, en particulier, un avantage économique.

Au niveau macro, dans une optique polycentrique d'étude des prestations des réseaux existants entre les différents centres et L'Aquila pendant et après un événement sismique et d'évaluation des conséquences (impact socio-économique), il est nécessaire : d'identifier les systèmes de réseaux d'infrastructures et de distribution, ainsi que leurs interconnexions ; d'évaluer leur vulnérabilité sismique et leur résilience ; d'identifier l'existence de carences d'éléments ou de redondances ; d'évaluer les types d'intervention nécessaires, tant pour intégrer les ré-

seaux existants que pour augmenter leur résilience. Les systèmes d'infrastructures sont essentiels pour garantir les standards qualitatifs de la vie moderne et jouent une fonction critique dans les activités de secours suivant une catastrophe. Les réseaux sont composés d'éléments interconnectés entre eux. La réponse à tous les niveaux du réseau dépend du fonctionnement des éléments qui composent le réseau en rapport avec le problème pris en examen. Certains des systèmes qui peuvent être identifiés à l'intérieur de l'infrastructure sont : les bâtiments et les processus industriels ; les installations de production d'énergie électrique ; les réseaux de distribution d'énergie électrique ; les réseaux de distribution d'eau ; les égouts ; les réseaux de télécommunication ; le réseau hospitalier ; les réseaux de transport (routes, chemins de fer, etc.).

Au sein des différents réseaux, il faudra ensuite identifier les structures stratégiques, c'est-à-dire celles dont les fonctionnalités lors d'événements sismiques assument une importance fondamentale pour le travail de protection civile ; les structures qui se révèlent importantes du fait des conséquences d'un éventuel effondrement appartiennent à la catégorie des bâtiments et des infrastructures importants.

Les interventions devront tenir compte des prestations requises pour les structures stratégiques afin qu'elles maintiennent leur fonction également après un tremblement de terre important, de façon à garantir toutes les activités lors de la phase d'urgence post-séisme.

Les structures stratégiques devront permettre de maintenir leur fonctionnalité aux trois échelles prévues dans ce projet. Lorsque cela est possible, il faudra prévoir des interventions de type durable, comme l'isolation sismique ou l'emploi de systèmes dissipatifs en général.

Au niveau méso, il faudra opérer dans les différents centres en évaluant le comportement d'ensemble, influencé à son tour dans de nombreux cas par le comportement sismique des différents bâtiments qui constituent le tissu urbain. En particulier, pour ce qui concerne les structures stratégiques à ce niveau, il faudra procéder à leur adéquation sismique sur la base de ce qui a été dit précédemment et il sera nécessaire d'évaluer la capacité sismique des réseaux connectés avec ces structures afin de garantir leur liaison avec les différentes zones frappées par le séisme.

Quoi qu'il en soit, tant au niveau méso que micro, il faudra respecter les indications de la réglementation en vigueur (NTC2008) qui prête une attention toute particulière à l'existant et à sa caractérisation.

Pour les constructions existantes, il faudra en particulier prendre en considération, pour la définition de l'intervention, les phases suivantes : Analyse historico-critique ; Relevé ; Caractérisation mécanique des matériaux ; Niveaux de connaissance et facteurs de confiance ; Définition des actions ; Définition des matériaux ; Définition du type d'intervention. Il faudra également évaluer les conditions d'interaction entre le système physique et de l'habitat avec les caractères environnementaux, ainsi qu'avec les conditions de conservation et de performance des constructions.

Pour mieux caractériser les interventions de réhabilitation structurale, différentes typologies d'enquête seront donc nécessaires : des enquêtes indirectes et de diagnostic intégré, pour fournir des informations issues des analyses urbaines et territoriales, des enquêtes directes et d'observation sur le terrain, pour l'évaluation des informations tirées de l'examen physique et instrumental des constructions. Les différentes phases d'exploration sont invasives à différents degrés selon la technique d'évaluation adoptée. Cette phase est très importante car elle conduit à la définition de différents niveaux de connaissance qui permettront d'identifier des outils adéquats d'analyse et, par conséquent, d'intervention. On devra donc définir le comportement statique du système construit en évaluant les modalités d'interaction statique des volumes construits, à l'échelle du système du bâtiment et de l'agrégat bâti, en tenant compte de l'évolution des épisodes de transformation et des caractéristiques constructives et d'exercice.

Un aspect que l'on ne peut négliger, lorsque l'on analyse en particulier les bâtiments d'un des centres historiques de la région de L'Aquila, généralement réalisés en maçonnerie, est que l'unité d'analyse à laquelle il faut faire référence n'est plus le seul bâtiment, mais l'agrégat au sein duquel les différents bâtiments sont organisés selon des schémas planimétriques et altimétriques souvent complexes. D'un point de vue structural, en effet, ces bâtiments, parfois non autosuffisants dans des conditions ordinaires, interagissent fortement entre eux s'ils sont sujets à une action sismique. La position du bâtiment au sein de l'agrégat, comme il a déjà été observé lors de récents événements sismiques, a une grande influence sur son comportement. Les édifices étaient en effet fréquemment réalisés en les appuyant aux constructions préexistantes et en utilisant le mur les séparant. Les boîtes de maçonnerie ne sont donc pas toujours fermées à l'origine. Il faudra par ailleurs prendre en compte l'interaction entre des unités présentant d'importantes différences du point de vue de leurs caractéristiques dynamiques, au

cas où l'on constaterait la présence d'importantes discontinuités structurales ou typologiques entre les bâtiments adjacents.

Parmi les interactions structurales avec les bâtiments adjacents, il faudra prendre en compte : les poussées d'arcs et de voûtes appartenant à des constructions contigües ; les poussées provenant de contreforts ou de tirants ancrés sur d'autres constructions ; les poussées sans contrefort causées par des plans horizontaux non alignés sur les parois en commun avec les bâtiments contigus ; les actions de basculement et de translation qui intéressent les parois des constructions situées aux extrémités des groupes d'édifices mitoyens ; le martellement possible dans les joints entre les bâtiments adjacents.

En général, l'augmentation de la capacité de la structure peut être obtenue en insérant de nouveaux éléments structuraux, comme par exemple des contrevents en acier ou des parois, ou encore en renforçant de manière sélective certains éléments structuraux. La réduction de la sollicitation sismique peut, par contre, être obtenue par le biais de techniques de mitigation de la réponse, comme l'isolation sismique et la dissipation d'énergie. Les systèmes de protection de type traditionnel, même s'ils sont efficaces dans le cadre d'une adéquation sismique, sont souvent invasifs et irréversibles ; parfois, ils ne peuvent être intégrés ou modifiés du fait des variations des charges d'exercice, des transformations du schéma structural résistant ou de la nécessité de respecter des conditions réglementaires toujours plus restrictives. Au contraire, les systèmes de protection innovateurs peuvent en général être adaptés à de nouvelles exigences fonctionnelles ; ils peuvent être substitués et laissent beaucoup de liberté quant aux dispositions en plan et en élévation, ce qui répond aux requêtes de durabilité formulées par les communautés locales.

Aux différentes échelles (mésos, macros et micros), on devra donc préférer ces derniers types d'intervention car ils répondent aux exigences de durabilité sismique.

NTC2008, Décret ministériel du 14.01.2008, Nuove norme tecniche per le costruzioni (y compris Code sismique italien), en Italien.

Retombées au niveau pédagogique

L'activité didactique concernant les arguments du projet de recherche devront nécessairement insister, dans une zone à haute dangerosité sismique comme L'Aquila, sur l'étroite corrélation qui doit exister entre l'intervention envisagée et sa faisabilité constructive aux différentes échelles, en reconnaissant donc à l'aspect structural un rôle implicite lors des activités de conception de projets de construction structurellement durables. Les arguments présentés par la suite peuvent être l'objet de différents modules didactiques, tant dans le cadre de masters que dans des cours s'adressant à des figures professionnelles du secteur du bâtiment.

Les arguments vont de la conception de nouveaux projets de construction à la réhabilitation de l'existant, toujours en tenant compte de la nécessité d'obtenir des systèmes structuraux en mesure de satisfaire des niveaux précis de prestations avec des matériaux et des techniques durables.

Pour ce qui concerne les projets de nouvelles structures en zone sismique, l'un des arguments les plus importants porte sur l'application de la nouvelle philosophie de projet appelée Performance Based Seismic Design (PBSD) qui représente l'ensemble des activités relatives à la conception, à la réalisation et à l'entretien de travaux d'ingénierie dont le comportement, tant dans des conditions de charge normales qu'extrêmes, répond aux différentes exigences et aux objectifs établis par les propriétaires ou par la société. Le concept d'objectifs prestationnels dérive de la nécessité de garantir aux constructions le non dépassement de niveaux de dommages déterminés, au vu de la probabilité de sollicitations sismiques et des fonctions pour lesquelles ces constructions ont été réalisées.

A ce niveau, il est très important de mettre l'accent sur les techniques innovatrices qui, à la différence des techniques traditionnelles se basant sur le renforcement des caractéristiques de résistance de la structure, permettent d'opérer une réduction drastique des forces sismiques agissant sur la structure, en minimisant l'interruption d'utilisation, en réduisant les déformations, et donc les dommages sur les éléments structuraux et non structuraux, et en abattant la réponse structurale du point de vue des accélérations, avec en conséquence une minimisation des dommages possibles aux contenus. Ces techniques innovatrices sont donc en mesure d'augmenter considérablement le niveau de

protection sismique des structures et de leur contenu, tout en assurant une pleine fonctionnalité après le tremblement de terre.

Les contenus de l'enseignement concernant la réhabilitation de l'existant se basent sur la description des principales problématiques diagnostiques, technologiques et conceptuelles qui concernent les interventions sur les structures existantes. Les cours se proposeront de promouvoir l'acquisition des critères méthodologiques pour l'analyse des conditions statiques et déformantes de bâtiments existants, avec une attention particulière également pour les monuments, et la conception des interventions d'adéquation, de récupération et de conservation structurale qui en découlent. L'objectif spécifique de ce type de cours est par ailleurs l'exposition et l'analyse de l'approche scientifique envers les différentes techniques innovatrices, en général plus durables, comme l'isolation sismique, les systèmes dissipatifs, les matériaux fibro-renforcés, etc.

En outre, vu que les nouvelles réglementations soulignent l'importance de la phase cognitive en identifiant différents niveaux de connaissance possibles de la construction sur laquelle l'on entend intervenir, il est particulièrement intéressant de fournir toutes les techniques nécessaires à l'acquisition d'informations sur l'état de fait. On devra donc faire référence à la phase d'enquête, de test et de contrôle des bâtiments existants. L'on indiquera donc également, en plus des phases essentielles de recherche historique et d'évaluation des techniques de construction, les différents tests destructifs et non destructifs nécessaires pour une connaissance plus approfondie de la structure et des matériaux qui la constituent.

Une autre phase particulièrement importante est l'analyse critique de la dégradation des bâtiments existants.

Pour finir, un ultérieur aspect intéressant, d'un point de vue didactique également, concerne la caractérisation des niveaux de prestation attendus pour un groupe de structures fondamentales pour le fonctionnement du territoire frappé par un événement sismique destructeur, constitué par les bâtiments stratégiques. Comme les constructions stratégiques sont essentielles pour la gestion des urgences suivant des événements catastrophiques, les objectifs de la conception sismique de ces structures ne peuvent se limiter à la prévention des effondrements et à la sauvegarde des occupants, mais il faut en plus garantir le maintien d'un niveau adéquat de service et de fonctionnalité, également après des événements sismiques de forte intensité.

**LES CRITICITÉS
DES ÉTATS DE L'ART ET
LA PROPOSITION
DES LIGNES OPÉRATIVES**

NICOLETTA TRASI

LES CRITICITÉS DES ÉTATS DE L'ART ET LA PROPOSITION DES LIGNES OPÉRATIVES

Je voudrais souligner trois aspects :

- les criticités des états de l'art des disciplines concernant les domaines de la durabilité sociologique, énergétique et sismique, appliqués aux projets de reconstructions après un désastre, analysées sur trois niveaux (macro, méso, micro) ;
- les criticités des lignes directrices mises au point par la région Abruzzes ;
- la proposition de « lignes opératives » ressortant de cette recherche et d'une pédagogie appropriée à former des opérateurs.

Pour commencer, il faut dire qu'il n'existe pas aujourd'hui l'idée de stratégie complexe globale qui prenne en compte les différentes disciplines et les différentes problématiques liées à la reconstruction « durable » d'un territoire, d'un centre urbain et d'un édifice, frappés par un événement désastreux comme un tremblement de terre.

Pour l'heure, les problématiques que posent ces questions ont été affrontées séparément.

Il faut donc partir de ce constat pour souligner que cette recherche a voulu aborder le problème en tentant de surmonter cette approche pour en proposer une nouvelle : une approche « intégrée ».

Et cette intégration doit exister soit entre les échelles (macro, méso et micro), soit entre les disciplines de la durabilité énergétique, de la durabilité sismique et de la durabilité sociale.

Ceci dit, la recherche a proposé une nouvelle forme du paysage prise en considération (la Vallée de l'Aterno frappée par le séisme) qui dérive de l'utilisation de toutes les sources d'énergies renouvelables que la nature met à disposition dans cette portion de territoire. Le but est de se rapprocher d'une consommation zéro. Les propositions des deux plans directeurs présentent ainsi trois points en commun : tenter de redonner une vision d'ensemble au projet de reconstruction ; utili-



ser des formes mixtes d'énergies renouvelables pour « redessiner » le territoire et le paysage ; mettre en relation les centres urbains existants et nouveaux à travers un système de « réseaux ».

La figure du « réseau » devient le moteur des projets de reconstruction : réseaux des infrastructures (les chemins de fer, le réseau routier, des transports publics efficaces, mais aussi des réseaux de promenades piétonnières et de pistes cyclables) ; réseaux des mini-centrales à biomasse situées dans les petits centres urbains et mises en réseau pour le télé-chauffage ; réseaux de l'habitat au sens strict (les centres habités et les installations mineures) ; réseaux des services et des zones de production (artisanales et industrielles qui, à leur tour, deviennent le « support » de sources d'énergie renouvelables : micro-éolien et photovoltaïque) ; réseaux environnementaux (ressources naturelles, couloirs environnementaux formés par les jardins potagers, les zones agricoles et les zones boisées d'où peut provenir la biomasse, le réseau hydrogéologique et micro-hydrographique primaire et secondaire qui, en profitant de la forte présence de l'eau, peut assurer une bonne production d'énergie hydro-électrique, etc.).

Mais l'analyse du territoire au travers de la notion de réseau en a mis en évidence le désordre et la nécessité de promouvoir une interconnexion entre les différents réseaux (infrastructures, habitat, environnement) en conférant du relief et une perspective aux nœuds d'échange et d'intersection.

Le terme « intersection », ou encore « nouvel organicisme », renvoie toujours à une forte intégration qui s'oppose à une vision séparée des choses.

En effet, cette recherche indique que les différentes problématiques environnementales, énergétiques et relatives à l'habitat exigent une méthodologie d'intervention sur grande échelle, comme dimension spatiale nécessaire pour la recomposition des différentes criticités dans un projet intégré en mesure de proposer des structures territoriales cohérentes d'un point de vue fonctionnel, paysager et morphologique.

Il existe des recherches et des disciplines qui décrivent la reconstruction et les critères pour concevoir une architecture antisismique. Le choix de ces critères est de caractère technique ; la référence à la qualité de l'espace semble inexistante. D'autres recherches et disciplines affrontent le paysage selon des critères qui limitent le domaine d'intervention à la réorganisation des espaces verts, y compris

les ressources hydriques et le système des parcours permettant d'en profiter au maximum. Mais le paysage s'arrête là où commence le bâti, qui appartient à une autre discipline, à une autre profession.

La durabilité est justement liée à des technologies spécifiques qui définissent un domaine en transformation perpétuelle et profonde. Si elle est comprise dans ce sens, la durabilité risque de devenir synonyme de solutions technologiques qui, tout en restant d'une extrême importance, ne décrivent pas toute la portée des implications que ce choix comporte.

L'idée est alors d'identifier une stratégie conceptuelle qui intègre, sur le plan de la durabilité, la conception d'espaces verts-paysage avec le bâti, en intégrant et en connectant donc l'échelle micro avec la méso et la macro.

La durabilité repositionne le rôle de l'architecture et du paysage par rapport aux grandes destructions provoquées par un séisme : non seulement l'intégration entre le bâti et les espaces verts mais, à l'échelle macro, aussi la réorganisation du paysage agricole, la reconfiguration du système des reliefs en réutilisant les décombres des destructions provoquées par l'événement catastrophique, en réutilisant le système hydrique, en repositionnant ensemble les installations d'appareils et de centrales qui utilisent le vent et le soleil pour la production d'énergie, en réorganisant le système infrastructurel des réseaux et des parcours de manière à résister aux sollicitations sismiques. A l'échelle moyenne (méso), il s'agit d'expérimenter des systèmes en réseau de modèles urbains de petite et moyenne dimension (max. 5 000 hab.) conjuguant la qualité de l'espace public avec l'espace bâti et les espaces verts prévoyant des parcours et des couloirs qui restent libres également en cas de nouveaux séismes. A l'échelle micro, il s'agit d'expérimenter une architecture antisismique ouverte sur le contexte, permettant la captation du vent pour le rafraîchissement, une enveloppe consentant la continuité entre l'intérieur et l'extérieur, un espace interne continu avec des hauteurs doubles.

Si l'on se réfère aux études et aux expériences de conceptions de projets intégrant architecture, paysage et durabilité dans des zones à risque sismique, il est difficile de retracer des références bibliographiques, ce qui est significatif...

Cette recherche a pour objectif de commencer à combler cette lacune en mettant à disposition du matériel d'enquête et des propositions ayant une valeur plus générale si l'on considère le cas d'étude sur la vallée de l'Aterno comme une première possibilité de vérification.

Le thème de la durabilité est devenu d'ailleurs central dans les politiques de développement et dans la planification territoriale. Ses limites culturelles et scientifiques sont très étendues. On s'est référé substantiellement dans cette recherche aux positions théoriques et opérationnelles du mouvement des Transition Towns (Hopkins). La durabilité environnementale (réduction des émissions nocives, économies d'énergie, sources renouvelables, gestion des ressources hydriques, gestion des déchets) ne peut être dissociée du projet territorial, urbain et paysager : il est donc nécessaire d'expérimenter des solutions d'habitats morphologiquement intégrées (Mostofavi, Doherty).

Pour ce qui concerne la durabilité sismique des habitats, nous avons utilisé une théorie qui va au-delà de l'ingénierie sismique traditionnellement entendue.

L'ingénierie sismique, une discipline qui, historiquement, se charge d'étudier la réponse des structures aux séismes, préconise l'adaptation des structures déjà construites à la sismicité moyenne d'une zone. Mais la protection de la ville contre les effets d'un tremblement de terre ne peut se limiter uniquement à la sécurité des bâtiments. De plus en plus, on a affirmé la nécessité d'une approche « territoriale » pour la réduction du risque sismique, et dans cette recherche on applique cette approche à la petite commune de Poggio Picenze.

L'approche territoriale du problème sismique considère la communauté urbaine soumise au risque dans son ensemble, et non pas comme une simple somme de bâtiments individuels ; une politique urbanistique de prévention des risques sismiques (et, plus généralement, des risques naturels) commence par la reconnaissance de la « vulnérabilité du système urbain » soumis au risque, en considérant dans l'analyse tant la structure urbaine actuelle que les différentes hypothèses de développement futur.

La prévention urbanistique du risque sismique, ainsi défini, prend place parmi les instruments de gouvernance du territoire : l'expression « gouvernance du territoire » fait référence à une planification plus large que le simple « contrôle des bâtiments » qui a caractérisé pendant des années la planification en Italie, de façon à affronter dans ce type de planification différentes questions, y compris la protection contre les risques naturels.

Mais, la protection totale étant un objectif impossible à atteindre, cela déplace l'objet de la prévention d'un problème purement constructif vers un problème de stratégie.

Mais à l'heure actuelle, des questions restent ouvertes : la relation entre l'évaluation de la vulnérabilité urbaine et la taille de l'ensemble urbain ; l'extension de la prévention à d'autres risques naturels (analyse multirisques). Il s'agit évidemment de questions extrêmement complexes, dont la portée va au-delà de l'objet de notre étude, mais qui constitueront sans aucun doute le prochain horizon de la recherche sur les questions de réduction des risques.

A l'échelle micro, le défi pour les architectes est d'un grand intérêt parce que, pour la première fois depuis les grands défis de la révolution industrielle, on fait face à la prise de conscience que l'interaction entre la technologie et l'architecture apportera d'importantes variations typologiques.

Pour la première fois, les solutions proposées pour la construction durable d'un bâtiment n'appartiennent plus à un monde marginal, mais font partie de la démarche typologique.

La recherche a tenté de répondre à l'exigence d'une intégration progressive des logements et des techniques durables, pour aboutir un jour à une architecture qui élabore dans son vocabulaire de nouveaux choix typologiques.

La situation particulière dans laquelle se trouvent L'Aquila et sa province, après le séisme dévastateur de 2009, offre une occasion importante : étudier la relation entre la résidence et d'éventuelles intégrations/modifications de certaines techniques d'intervention applicables à l'habitat intermédiaire.

L'objectif est de vérifier la faisabilité de l'intégration des interventions « durables » à utiliser dans des contextes différents, puis d'en étudier les interactions avec les types d'habitation impliqués dans le processus de transformation.

Nous avons mis en place trois systèmes de classification, liés aux catégories d'intervention, aux stratégies d'application et à l'identification d'actions architecturales visant à explorer des solutions possibles.

La sociologie urbaine joue un rôle très important dans les projets de reconstruction, tant au niveau territorial qu'au niveau urbain et du bâti. Il convient de souligner que, dans un passé récent, un facteur crucial de l'amplification des effets catastrophiques des tremblements de terre et d'autres types de désastres naturels, était lié à l'absence d'une capacité adéquate d'intégrer les mesures de caractère technique aux mesures de caractère social.

Aujourd'hui, l'approche dominante est une approche « organisationnelle » ou,

parfois, une approche d'ingénierie. Il est donc évident qu'une intégration de connaissances différentes est nécessaire.

Dans le cadre de l'activité de définition de la composante sociale d'une approche intégrée à une conception de projet durable pour le territoire et les bâtiments dans des contextes de haute sismicité, la recherche a ainsi identifié comme exigence fondamentale la prise en compte des trois formes d'intégration aux trois niveaux macro, méso et micro.

Comme élément de départ, on a choisi une définition de la résilience tendant à surmonter les approches traditionnelles fondées sur les concepts de danger, de risque et de vulnérabilité.

On a en effet considéré la résistance comme l'élément de base de la durabilité. Dans ce sens, la résilience de la société peut être définie comme : « la capacité d'un groupe ou d'un contexte social à s'adapter de manière interactive et proactive aux processus et aux transformations, tant de caractère social que de caractère naturel ». L'adoption d'une approche dynamique confère un caractère encore plus central à la nécessité de prendre en considération la dimension temporelle : il ne s'agit pas uniquement de viser à l'intégration entre l'urgence, la reconstruction et le développement, mais également de considérer, la façon dont le temps influe sur les processus et les dynamiques sociaux liés à la relation entre les individus, les groupes humains et leur environnement, ainsi que sur les éléments mêmes de l'environnement.

Des concepts comme le « risque social » et « l'exclusion sociale » ont donc été centraux : la question n'est pas la simple fonctionnalité des infrastructures ou des organisations, mais la manière dont ces dernières interagissent avec les sujets et les processus qui les concernent, en évitant d'une part que des processus d'exclusion émergent en limitant leurs effets et, d'autre part, en favorisant les processus de « développement ».

La recherche n'a donc pas simplement tenté d'identifier les facteurs susceptibles de réduire l'impact des événements catastrophiques, mais également les modalités à travers lesquelles les « risques » sont identifiés et gérés au niveau local. Ces modalités – qui sont étroitement liées aux différentes perspectives d'une pluralité de sujets – influent en effet tant sur la « résistance » d'un centre habité que sur celle de l'« habitat intermédiaire ».

La contribution de l'ingénierie antisismique la plus avancée a également permis à la recherche d'identifier une direction nouvelle d'intervention que l'on pourra suggérer aux administrations.

Toutes les actions visant à réduire les pertes après un séisme doivent être compatibles avec l'environnement, la qualité de la vie, la viabilité économique et la capacité de récupération ou la résilience du territoire suite à la catastrophe. En particulier, la résilience désigne la capacité des communautés à réduire le danger (ou hasard), à contenir les effets de la catastrophe et à mener les activités de restauration en minimisant les conséquences négatives et, en même temps, à diminuer les effets d'éventuels événements futurs.

Un projet correct de nouvelles constructions et d'adéquation des constructions existantes pouvant être retenu sismiquement durable devrait tenir compte, d'une part, de l'impact du tremblement de terre sur l'environnement sur la base d'une simulation du comportement des différentes constructions, ainsi que du système urbain et territorial, en évaluant toutes les connexions et interrelations possibles entre les différents domaines et, d'autre part, de l'identification des interventions d'adéquation structurale et non structurale possibles, en particulier pour ce qui concerne l'emploi de matériaux et de techniques de consolidation durables.

Les systèmes structuraux qui doivent être l'objet d'un approfondissement d'enquête à cet égard sont les suivants : au niveau macro, les réseaux d'infrastructures et les lifelines nécessaires pour le transport de l'eau, du gaz, de l'électricité et des systèmes de communication ; au niveau méso, les centres habités ; et au niveau micro, les différentes constructions.

Une étape fondamentale pour mettre en place un plan de reconstruction et/ou de réhabilitation sismique à la fois durable et fonctionnel aux caractéristiques structurales de l'existant est de construire des modèles d'évaluation de la vulnérabilité des réseaux, des centres historiques, des bâtiments stratégiques, des constructions, etc. dans le cadre de différents scénarii sismiques.

Avec un tel instrument (qui recouvre différents aspects : structural, technico-organisationnel, social et économique), il sera possible d'évaluer les fragilités des différents systèmes et les meilleures stratégies d'intervention pour augmenter la résilience de toute la communauté, dans le sens d'une capacité à supporter un certain niveau de fonctionnalité ou de performance suite à un événement catastrophique. Pour satisfaire ces objectifs, on a procédé ces dernières années à un nombre important de changements et d'innovations qui ont amené à adopter une optique des activités de conception des projets et de réhabilitation non plus prescriptive, mais prestationnelle.

Cette méthodologie de conception de projets implique une analyse du problème

qui évalue a priori les effets que l'on souhaite obtenir et permet une classification plus détaillée des prestations désirées, en fonction également de différents niveaux de risque.

En résumé, pour projeter ex-novo ou pour étudier les prestations d'une structure, des réseaux à la construction même, pendant et après un événement sismique et en évaluer les conséquences (impact socio-économique), il est donc nécessaire : d'identifier les systèmes structuraux ; d'identifier les éléments qui composent chaque système ; d'identifier les relations entre ces éléments ; de caractériser ces éléments (vulnérabilité sismique : dommages en fonction de l'intensité, etc.) ; de choisir une mesure de prestation appropriée au système analysé et à l'objectif de l'étude. L'ensemble de ces phases contribuent au choix optimal du type d'intervention à effectuer.

Les criticités des lignes directrices mises au point par la Région Abruzzes

La Région Abruzzes qui, en tant qu'administration locale, gère les fonds gouvernementaux pour la reconstruction des communes endommagées par le tremblement de terre du mois d'avril 2009, s'appuie sur une Structure technique de Mission (STM) qui coordonne et contrôle les activités de planification et de réalisation de la reconstruction. Sur la base d'un examen des documents produits pour le moment (nous vous invitons à consulter le site www.commissarioperlaricostruzione.it), il émerge une production consistante d'orientations et de règlements pour la rédaction des outils urbanistiques de réalisation (Plans de reconstruction) et d'outils de mise en œuvre d'interventions de reconstruction des bâtiments (évaluation des contributions financières, cahiers des charges techniques, orientations relatives aux projets).

Il manque encore une planification territoriale sur grande échelle. D'où l'intérêt manifesté par la STM envers notre recherche AGE.

La Région a adopté une loi très restrictive en matière de construction dans les zones sismiques. Il s'agit de lignes directrices « pour la reconstruction des centres historiques » approuvées en mars 2010. En ce qui concerne les questions relatives aux économies d'énergie et à l'objectif de consommation zéro, il existe une loi régionale (n° 16 du 28 août 2009) : « Mesures pour le développement économique

et le soutien du secteur de la construction à travers des mesures visant à améliorer la qualité architecturale, de l'énergie et du logement pour préserver et réaménager le patrimoine de bâtiments existant, dans le respect de l'environnement et des biens historiques, culturels et paysagers, et dans le respect de la réglementation sismique, également pour rationaliser et limiter l'utilisation du territoire».

D'autres observations aux notes stratégiques concernant les Plans de reconstruction des centres historiques, qui se réfèrent à trois dimensions : la dimension urbanistique, aussi bien la dimension économique que la dimension sociale sont identifiées dans des processus qui restent génériques, dans le premier cas la « reprise du développement socio-économique » et dans le second cas le « retour de la population ».

Dans ce sens, une première contribution issue du modèle proposé dans la recherche concerne la possibilité de « qualifier » la reconstruction et de lui conférer une perspective stratégique du point de vue du développement du territoire : il ne s'agit pas simplement de revenir aux conditions « précédant » le séisme dans la mesure du possible, mais plutôt d'identifier les vocations et les processus de développement du territoire et de définir des perspectives de mutation et de rapport avec l'environnement physique et social « durables », c'est-à-dire en mesure de s'adapter à la mutation.

Les notes stratégiques et le décret sur la reconstruction attribuent au maire la responsabilité de la reconstruction, sans déterminer les conditions de faisabilité et de praticabilité d'une politique de reconstruction. Une conséquence de l'indétermination de ces conditions et, donc, de l'absence d'actions visant à soutenir l'administration locale dans l'initiative de reconstruction, a entraîné un renoncement de la part du maire en question (suite au choix dramatique de présenter ses « démissions ») de conduire la reconstruction.

Le modèle proposé peut contribuer, dans un cadre de formulation des actions, à définir les conditions de praticabilité des politiques de développement durable, en mettant en évidence les nécessités et les lacunes et, surtout, en rendant évidents les processus présents sur le territoire qui conditionnent la mise en œuvre des politiques.

En outre les notes stratégiques et le décret sur la reconstruction assument un point de vue lié à la gestion des conditions d'urgence (ex. le déblayage des décombres et la gestion des déchets, la coordination entre l'administration publique et les bé-

névoles, etc.). Il n'existe aucun lien entre la gestion de l'urgence et la reconstruction sur le long terme, ni pour ce qui concerne l'identification des sujets concernés par le processus de reconstruction et de développement du territoire, ni pour ce qui concerne l'identification d'actions qui mettent en relation l'action immédiate de gestion de l'urgence avec le développement du territoire : la conséquence en est la cristallisation de l'urgence.

Le modèle proposé peut, dans ce contexte, faciliter l'identification des zones de superposition et d'interaction entre la reconstruction et le développement.

Propositions pour une pédagogie appropriée

L'article 6 de la «European Landscape Convention», dans sa description des mesures spécifiques pour sa réalisation, souligne l'importance de renforcer la sensibilisation de la société civile, des organisations privées et des autorités publiques à la valeur des paysages, à leur rôle et à leur transformation et, au second point, de former et d'éduquer des «spécialistes dans le secteur de la connaissance et de l'intervention sur les paysages».

Cette formation s'adresse d'une part «aux professionnels du secteur public et privé et aux associations de catégorie intéressées» grâce à des «programmes pluridisciplinaires de formation sur la politique, la sauvegarde, la gestion et la planification du paysage» et, d'autre part, aux étudiants avec des «enseignements scolaires et universitaires traitant, dans le cadre des disciplines respectives, des valeurs liées au paysage et des questions concernant sa sauvegarde, sa gestion et sa planification».

Le chapitre 36 de l'Agenda 21 énumère en particulier les actions à promouvoir finalisées à l'éducation, à la conscience publique et à la formation :

1. réorienter l'éducation à l'environnement et au développement durable ;
2. renforcer, dans la population, la conscience des connexions profondes qui existent entre la sauvegarde de l'environnement et les actions qui y sont effectuées ;
3. solliciter et promouvoir des occasions de formation adéquates afin d'atteindre les objectifs fixés par l'Agenda 21.

Les modalités pour mettre en place surtout le point 3, peuvent être effectuées à travers différents aspects que, en partant des réflexions émergées dans cette recherche AGE.

La recherche peut introduire, dans la didactique, de nouveaux contenus disciplinaires : une plus grande attention à l'ingénierie du territoire (hydraulique, géologique, géotechnique), aux sciences de l'environnement (biologie et écologie), à l'ingénierie des transports, à la gestion des déchets, à l'ingénierie des sources énergétiques renouvelables.

En outre l'activité didactique concernant les arguments du projet de recherche AGE devront nécessairement insister, dans une zone à haute dangerosité sismique comme L'Aquila, sur l'étroite corrélation qui doit exister entre l'intervention envisagée et sa faisabilité constructive aux différentes échelles, en reconnaissant donc à l'aspect structural un rôle implicite lors des activités de conception de projets de construction structurellement durables. Les arguments présentés par la suite peuvent être l'objet de différents modules didactiques, tant dans le cadre de masters spécialisés que dans des cours s'adressant à des figures professionnelles du secteur du bâtiment.

Les arguments vont de la conception de nouveaux projets de construction à la réhabilitation de l'existant, toujours en tenant compte de la nécessité d'obtenir des systèmes structuraux en mesure de satisfaire des niveaux précis de prestations avec des matériaux et des techniques durables.

Pour ce qui concerne les projets sur de nouvelles structures en zone sismique, l'un des arguments les plus importants porte sur les techniques innovatrices qui, à la différence des techniques traditionnelles, sont en mesure d'augmenter considérablement le niveau de protection sismique des structures et de leur contenu, tout en assurant une pleine fonctionnalité après le tremblement de terre.

Les contenus de l'enseignement concernant la réhabilitation de l'existant se basent sur la description des principales problématiques diagnostiques, technologiques et conceptuelles qui concernent les interventions sur les structures existantes.

Les cours se proposeront de promouvoir l'acquisition des critères méthodologiques pour l'analyse des conditions statiques et déformantes de bâtiments existants, En outre, il est particulièrement intéressant de fournir toutes les techniques nécessaires à l'acquisition d'informations sur l'état de fait. On devra donc faire référence à la phase d'enquête, de test et de contrôle des bâtiments existants. Une autre phase particulièrement importante est l'analyse critique de la dégradation des bâtiments existants.

Pour finir, un ultérieur aspect intéressant, d'un point de vue didactique également,

concerne la caractérisation des niveaux de prestation attendus pour un groupe de structures fondamentales pour le fonctionnement du territoire frappé par un événement sismique destructeur, constitué par les bâtiments stratégiques. Comme les constructions stratégiques sont essentielles pour la gestion des urgences suivant des événements catastrophiques, les objectifs de la conception sismique de ces structures ne peuvent se limiter à la prévention des effondrements et à la sauvegarde des occupants, mais il faut en plus garantir le maintien d'un niveau adéquat de service et de fonctionnalité, également après des événements sismiques de forte intensité.

Comme cela a déjà été dit, le transfert des élaborations dans la didactique pourrait donner lieu à la formation de figures professionnelles spécialisées dans la rénovation et, en même temps, dans la prévention du risque sismique dans les centres historiques, les noyaux ruraux et dans toutes les formes d'habitat caractérisées par des techniques de construction en maçonnerie ou, dans tous les cas, présentant des caractéristiques qui ne sont pas spécifiquement antisismiques.

En Italie, la question des interventions dans les centres historiques est d'une grande importance si l'on considère l'étendue du patrimoine historique architectural de notre pays et que, historiquement parlant, l'habitat urbain est constitué d'innombrables centres urbains de moyenne dimension, que l'on ne peut définir comme des villes, ou de petits centres urbains, souvent d'une dimension extrêmement réduite, pour lesquels l'application de la SUM semble facile sous bien des aspects. Comme décrit dans le chapitre 3, dans les centres urbains plus importants, caractérisés par une complexité fonctionnelle importante, la définition de la SUM apparaît plus complexe mais, en même temps, l'incitation aux interventions privées pourrait être plus facile.

Dans ce cas également, la mise en place de cours de formation spécifiques (diplôme universitaire de deuxième grade, masters spécialisés, doctorats), pourrait permettre une meilleure efficacité d'intervention.

Il est important quand même de souligner, à mon avis, que la recherche, avec sa stratégie d'intégration des différentes disciplines, se positionne de manière originale par rapport aux contenus de tant de cours de formation spécialisés par secteurs qui existent aujourd'hui.

En-dehors de l'université, on peut envisager des cours de formation sur initiative privée et publique de la part d'administrations, de régions ou de provinces dans le but de former des figures professionnelles « intégrées » en mesure de

gérer l'ensemble du processus de transformation du territoire en cas de séisme en misant sur une préparation qui permet d'identifier des stratégies d'interventions spécifiques en fonction des différentes situations dans l'optique de la reconstruction, mais également de conférer un niveau qualitatif par le biais d'une profonde transformation du contexte sur lequel on intervient.

Il s'agit de gérer la participation à cet objectif de qualité.

Les effets des séismes, et de toutes les catastrophes en général, sont traumatisantes non seulement pour les structures physiques, mais également pour les habitants des territoires frappés par ces désastres. Etablir des objectifs de qualité est l'un des moteurs de la reconstruction; il est donc fondamental de préparer des figures professionnelles sensibles à ces objectifs et en possession de capacités d'organisation et d'émulation des multiples protagonistes de la reconstruction.

A l'échelle micro (de l'édifice) l'objectif est de sensibiliser un ample contexte professionnel à affronter les projets durables et l'utilisation de sources d'énergie renouvelables à l'échelle architectonique dans des zones à haut risque sismique à partir de multiples points de vue professionnels et productifs.

Le modèle d'habitat proposé dans cette recherche exige l'expérimentation d'un programme différent d'intervention, tant dans le cadre de la recherche et de la didactique que de l'activité professionnelle.

Le programme, de par sa complexité, requiert la coordination et l'intégration de compétences disciplinaires variées. Au sein des institutions universitaires concernées, l'on entend constituer à travers des séminaires et des ateliers de projets intégrés une modalité d'analyse interprétative des données et d'élaboration de solutions de projets intégrés en mesure de synthétiser des apports disciplinaires différents.

Un site web sera réalisé qui reproduira de manière lisible les résultats de la recherche et les problèmes à discuter. On propose d'associer à ce site un blog dont l'objectif est d'élargir le plus possible le débat sur les thèmes traités et d'en diffuser la connaissance.

Les résultats de la recherche seront proposés dans les milieux professionnels intéressés par le biais d'initiatives spécifiques avec des séminaires d'information au siège des ordres et des organisations professionnels (Ordre des architectes, In/Arch, Inu, Uia, Oice, Siu).

Enfin, traduire les résultats de la recherche en activités de formation, du point de

vue sociologique, signifie déterminer les objectifs de ces activités de formation. On peut identifier deux typologies : la première est centrée sur la construction et le renforcement des capacités des différents sujets intéressés par la formulation et la gestion des politiques de prévention et de limitation des désastres (administrations publiques, entreprises, organisations non gouvernementales). Les principales connaissances sur lesquelles la formation devra porter sont les suivantes : les dynamiques et les liens entre l'habitat et les citoyens ; les phénomènes d'exclusion sociale et les politiques de lutte contre l'exclusion sociale sur le territoire ; les processus et les acteurs du développement local ; les processus de fonctionnement et de transformation des administrations publiques dans des situations de crise et les dynamiques d'innovation de la bureaucratie ; la gestion des désastres et le rapport entre l'urgence, la reconstruction et le développement.

La deuxième est centrée sur l'intégration de connaissances et de compétences liées à la prévention et à la gestion des désastres, en particulier des événements sismiques, dans le cadre des curricula disciplinaires en architecture, en urbanistique et en sciences sociales et donc adressés aux étudiants universitaires. Il s'agira donc de traiter les arguments suivants : les fondements de la sociologie urbaine : les processus de transformation de l'habitat et les acteurs concernés ; la sociologie des acteurs sociaux et les dynamiques liées à l'émergence des sociétés civiles ; l'analyse des dynamiques sociales liées à la technologie et à l'innovation technologique ; le développement économique local et l'interaction entre les acteurs et les ressources ; le rapport entre la société et l'environnement physique (en particulier au niveau micro) ; les désastres et les processus liés à l'analyse et à la gestion des risques.

En partant de ces réflexions on pourra envisager de former des vrais figures professionnelles capables dans un futur pas trop loin, d'aborder les reconstructions des édifices, des centres urbains, de territoires, détruits à la suite de différentes - et toujours plus fréquentes - types de catastrophes (tsunamis, tremblements de terre, etc.), en ayant comme but final la qualité de la vie des habitants et la durabilité la plus proche possible à une consommation zéro.

Une utopie ? non, je dirai plutôt un projet à réaliser le plus tôt possible, et comme a bien dit Oscar Niemeyer en répondant à une question que je lui avais posée (1) : «Quelle est votre perception de la ville contemporaine ? Aujourd'hui, si un maître d'ouvrage vous appelait à dessiner une ville, quels paramètres utiliseriez-vous ?» ... «Je me limiterai à parler de la ville du futur et à dire que pour son étude, il

ne suffirait pas d'avoir les programmes, les plans et les rapports généralement nécessaires. Si l'architecte, au lieu de s'occuper de la ville du futur, s'intéressait à ce qui se passe sur cette planète, il serait surpris de savoir que la température de bien des régions devrait atteindre des niveaux insupportables, que les tsunamis pourraient se répéter, détruisant les zones littorales, que la Terre, dans quelques cinquante ans, aura une population de dix milliards d'habitants, que les tempêtes pourront atteindre des violences incalculables. Et le tout sans oublier que pourrait apparaître un terroriste – pire que Bush et que ces phénomènes. Et l'architecte alors oubliera la ville du futur, cherchant à imaginer les mesures que l'architecture et l'urbanisme devront prendre face à un tableau si peu prometteur».

NOTE :

(1) N. Trasi, Oscar Niemeyer. Permanence et invention. Editions du Moniteur, Paris, 2007.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET RÉGLEMENTATION DE RÉFÉRENCE

L'ÉCHELLE MACRO / M. PAZZAGLINI

- PAZZAGLINI M. (dirigé par), « Progetto sostenibile. Architettura, città, territorio », Diagonale edizioni, Rome 2000.
- SASSO U. (dirigé par), « Nuovo Manuale Europeo di bioarchitettura », Mancosu edizioni, Rome 2008.
- METAMORFOSI, quaderni di architettura » dans les n° 44 -71, Rome 2003-2009.
- BRAJER M.A., SIMONON B. (dirigé par), « Archilab. Orléans 2002- Economie de la terre », Orléans 2002.
- AA.VV., « Le Grand Pari(S). Consultation internationale sur l'avenir de la métropole parisienne », Le Moniteur Architecture, Paris 2009.
- FERNÁNDEZ Per A. et ARPA J., « The public chance. Nuevos paisajes urbanos. New urban landscapes », publisher: Vitoria-Gasteiz, Spain : A+t ediciones, 2008.
page 20 – cit. normativa : «Linee di indirizzo strategico per la ripianificazione del territorio», previste dall'art. 1, comma 1 del Decreto del Commissario Delegato alla Ricostruzione n. 3 del 9 marzo 2010.
page 25 – les documents de la programmation de la Région Abruzzo sont:
- CARTA TIPOLOGICO FORESTALE DELLA REGIONE ABRUZZO.
- PIANO ENERGETICO DELLA REGIONE ABRUZZO: Cap 2 : «Potenzialità delle fonti energetiche Rinnovabili e delle nuove tecnologie all'idrogeno».
- ACCORDO DI PROGRAMMA BIOMASSE PROTOCOLLO TECNICO AGGIUNTIVO: «programma per la valorizzazione delle biomasse agro-Forestali e residuali nella Regione Abruzzo».
- LA CARTA DEL VENTO DELLA REGIONE ABRUZZO.
- Studio a supporto della programmazione regionale in materia di risorse idriche destinabili alla produzione di energia elettrica.

L'ÉCHELLE MACRO / R. PAVIA / RAFAELLA MASSACESI

- CAPRA F., La rete della vita, Milan, 1988.
- CLEMENTI A., Pavia R., Territori e spazi delle infrastrutture, Ancône 1998.
- DUPUY G., Systèmes, réseaux et territoires. Principes de réseautique territoriale, Paris 1985.
- FORMAN R., Urban Regions. Ecology and planning beyond the city, Harvard University 2008.
- GEDDES P., Città in evoluzione, Milan 1970.
- PAVIA R., Babele, Rome 2002.
- SECCHI B., On mobility, Venice 2010.
- HOPKINS R., Manuale pratico della transizione, Milan 2009
- VIGANÒ M., Ecological Urbanism, Harvard University 2010.
- WALDHEIM C., The Landscape urbanism reader, Princeton Architectural Press 2005
- CARAVAGGI L., Paesaggi di paesaggi, Rome 2002.

- Decreto Legge n. 39/2009
- «Interventi urgenti in favore delle popolazioni colpite dagli eventi sismici nella regione Abruzzo nel mese di Aprile 2009 e ulteriori interventi urgenti di protezione civile» (conversione in legge, L.77/2009)
- Decreto Legge 83/2012
- «Misure Urgenti per la crescita del Paese» (coordinato con la legge di conversione, L.134/2012)
- Decreto Legge n. 43/2013
- «Disposizioni urgenti per il rilancio dell'area industriale di Piombino di contrasto ad emergenze ambientali in favore delle zone terremotate del 2012 e per accelerare la ricostruzione in Abruzzo....» (conversione in legge, L.71/2013)
- Per i numerosi Decreti della Presidenza del Consiglio, del Commissario per la ricostruzione, della Protezione Civile, nonché ordinanze e documenti, consultare. <http://www.comune.laquila.gov.it>

L'ÉCHELLE MACRO / L. DE LICIO

- ADE, (2003), Evaluation ex post des programmes de l'Objectif 5b pour la période 1994-1999, Louvain-la-Neuve, Belgique.
- AGRA CEAS consulting, (2005), Synthesis of Rural Development Mid-Term Evaluations.
- ANTROP M., (2005), "Why landscapes of the past are important for the future", Landscape and Urban Planning , 70, pp. 21-34.
- ANTROP M., (2006), "Sustainable landscapes: contradiction, fiction or utopia?", Landscape and Urban Planning, 75, pp.187 -197.
- BEREITER C., (2002), Education and mind in the knowledge age, LEA, Mahwah.
- BEREITER C., Scardamalia M., (2003), "Learning to work creatively with knowledge", in E. De Corte, L. Verschaffel, N. Entwistle e J. V. Merrienboer (a cura di), Powerful learning environments: Unraveling basic components and dimensions,; Elsevier Science, Oxford, pp.73-78.
- BRANCA P.G., (2001), "Il potere nella comunità locale tra coinvolgimento e partecipazione, in Quaderni di animazione e formazione, EGA, Torino, pp. 81-93 (Animazione Sociale 10 (1996), pp. 50-62).
- CACCIAMANI S., GIANNANDREA L., (2004), La classe come comunità di apprendimento, Carocci, Rome.
- BRUNO G., (2006), Atlante delle emozioni, Bruno Mondadori, Milan.
- CALAFATI A., (2000), "Il capitale come paesaggio", Foedus. Culture, economie, territori, 1, pp. 1-15.
- CARAVAGGI L., (2002), Paesaggi di paesaggi, Meltemi, Rome.
- CASSANO F., (2004), Homo Civicus. La ragionevole follia dei beni comuni, Dedalo, Bari.
- CASTIGLIONI B., (2002), Percorsi nel paesaggio, Turin, Giappichelli Editore.

- CASTIGLIONI B., (2006), *Paesaggio e sostenibilità: alcuni riferimenti per la valutazione*, dans ce volume.
- CECCHINI A., (2003), "Cellular Automata General Environment (CAGE)", in Santini L., Zotta D. (dirigé par), *Input 2003. Costruzione e gestione della conoscenza. Actes du congrès : "Terza conferenza nazionale su informatica e pianificazione urbana e territoriale. Input 2003"* (Pise, 5-7 juin 2003).
- CLAVAL, P., (2002), *La geografia culturale*, De Agostini, Milan.
- COMMISSION DES COMMUNAUTES EUROPEENNES, (2001), *Livre blanc "Un nuovo impulso per la gioventù europea"*, in http://ec.europa.eu/youth/whitepaper/download/whitepaper_it.pdf 232, Bruxelles.
- COMMISSIONE DELLE COMUNITÀ EUROPEE, (2004), *Seguito del Libro bianco "Un nuovo impulso per la gioventù europea": bilancio delle azioni condotte nel quadro della cooperazione europea in materia di gioventù*, in [http://ec.europa.eu/youth/whitepaper/postlaunch/com\(2004\)694_it.pdf](http://ec.europa.eu/youth/whitepaper/postlaunch/com(2004)694_it.pdf), Bruxelles.
- DE MARCHI M., (2000), *Proprietà collettive, logiche territoriali e sviluppo sostenibile*, in Nervi P. (dirigé par), *Le terre civiche tra l'istituzionalizzazione del territorio e il declino dell'autorità locale di sistema*, Cedam, Padoue, pp. 185-202.
- DE MARCHI M., (2007), *Sostenibilità, valutazione e paesaggio nelle politiche di sviluppo regionale tra il 2007 e il 2013*.
- DEMATTEIS G., DANSERO E., ROSIGNOLO C., (2000), *Sistemi locali e reti globali*, *Dispense di geografia politica ed economia*, in Ferlaino F. (dirigé par), *La sostenibilità ambientale del territorio, teorie e metodi*, Utet, Turin.
- DEMATTEIS G., (2001), "Per una geografia della territorialità attiva e dei valori territoriali", in DEMATTEIS G., (2005), "Geografia della diversità", *Equilibri. Rivista per lo sviluppo sostenibile*, 1, pp. 49-58.
- DIAMANTINI C., GENELETTI D., (2005), "Un quadro conoscitivo a supporto di decisioni territoriali: il sistema informativo della sensibilità ambientale", in *Terre d'Europa e fronti Mediterranei*, vol. 1, *Strutture e identità. Paesaggi e valori*, Milan, SIU, pp. 120-128. *Atti del convegno "IX Conferenza Nazionale della Società Italiana degli Urbanisti"* (Palermo, 3-4 mars 2005).
- EAGLES P.F.J., MCCOOL S.F., HAYES C.D.A., (2002), *Sustainable tourism in protected areas: guidelines for planning and management*, IUCN, Gland, Suisse et Cambridge.
- ECNC, (2002), *Biodiversity indicators and monitoring*, The Hague.
- EEA & JRC, (2006), *Urban sprawl in Europe - The ignored challenge*, European Environment Centre and Joint Research Centre of the European Commission. *Environmental Report No. 10/2006*, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. 157
- ELCAL, (2005), *Typologies, Cartography and Indicators for the Assessment of Sustainable Landscapes*, edited by M. Wascher, Alterra.
- EUROPARC Federation, (2002), *The European Charter for Sustainable Tourism in Protected Areas, Full Text, Updated version of October 2002*, traduction de l'original en langue anglaise dirigée par M. De Marchi.

- FARINA A., (2000), "The cultural landscape as an example of integration of ecology and economics", *BioScience*, 50, pp.313-320.
- FRABBONI F., (2006), *Educare in città*, Rome, Editori Riuniti.
- FRANCESCHINI A., (2006), *Il paesaggio: percezione e dinamiche emozionali*, Thèse de doctorat, Université de Pise.
- FRANCESCHINI A., (2007), "Aspetti visivi nella lettura e nella valutazione del paesaggio".
- GAMBINO R., (2000), "Introduzione", in Castelnovi P. (dirigé par), *Il senso del paesaggio*, IRES, Turin, pp. 3-19.
- GAMBINO R., (2002), "Maniere di intendere il paesaggio", in Clementi A., *Interpretazioni di paesaggio*, Meltemi, Rome, pp. 54-72.
- GENELETTI D., (2004), "Coinvolgimento di conoscenze esperte nella redazione di una cartografia del valore faunistico", *Valutazione Ambientale*, 5, pp. 5-9.
- GIORDAN A., (2006), "Questioni vive per un'educazione allo sviluppo sostenibile bilancio di 30 anni di ricerche e di innovazioni", in Salomone M. (dirigé par), *Educational Paths towards Sustainability. Actes du 3e Congrès mondial d'éducation environnementale (3rd WEEC)* (Turin, Italie, 2-6 octobre 2005), in http://www.3weec.org/_upload/it_atti_149_206.pdf, pp. 151-167 (consulté le 17.01.2007).
- GOVERNA F., Salone C., (2004), "Territories in Action, Territories for Action: The Territorial Dimension of Italian Local development Policies", *International Journal of Urban and Regional Research*, 28 (4), pp. 796-818.
- GREENE J., BENJAMIN L., GOODYEAR L., (2001), "The merit of mixing methods in evaluation", *Evaluation*, 7 (1), pp. 25-44.
- GREENING REGIONAL DEVELOPMENT PROGRAMMES NETWORK, (2006), *Handbook on SEA for Cohesion Policy 2007- 2013*.
- HARDI P., MARTINUZZI A., (2006), *EASY-ECO-Training-Materials*, www.sustainability.at/easy.
- INFEA, (2000), *Conferenza Nazionale dell'educazione ambientale: appunti per un documento conclusivo*, in http://www.arpat.toscana.it/educazione_ambientale/ea_genova.rtf, Gênes.
- JAKOB M., (2005), *Paesaggio e letteratura*, Olschki, Florence.
- LANDO F., Voltolina A., (2005), *Atlante dei luoghi. Ipotesi per una didattica della geografia*, Cafoscarina, Venise.
- MAGNAGHI A., (2000), *Il progetto locale*, Bollati Boringhieri, Turin.
- MAGNAGHI A. (dirigé par), (2005), *La rappresentazione identitaria del territorio: atlanti, codici, figure, paradigmi per il progetto locale*, Alinea, Florence.
- MAGNAGHI A., (2006), Il "bene comune" come terza forma della proprietà: una verità da affermare nelle cose, intervention au Congrès de l'ANCI Toscane "Comuni, comunità e usi civici per lo sviluppo dei territori rurali" (Grosseto, 15 septembre 2006), in <http://eddyburg.it/article/article-view/7364/1/129>.
- MARANGON F., (2006), *Imprese agricole e produzione di beni pubblici. Il caso del paesaggio rurale*, Université des Etudes d'Udine, Département de Sciences économiques, Working Paper N.01-06-eco.
- MARANGON F. (dirigé par), (2006), *Gli interventi paesaggisticoambientali nelle politiche regionali*

- di sviluppo rurale, Franco Angeli, Milan.
- MARANGON F., TEMPESTA T., (2002), "La valutazione monetaria del paesaggio rurale: esperienze nazionali e internazionali", *Valutazione ambientale*, n. 1.
- MATUSOV E., (2001), "Intersubjectivity as a way of informing teaching design for a community of learners classrooms", *Teaching and Teacher Education*, 17 (4), p.p. 383-402.
- NIJOS, (2003), *Agricultural impacts on landscapes: Developing indicators for policy analysis*, Oslo.
- OECD, (2001a), *Environmental Indicators for agriculture*, vol. 3, Paris.
- OECD, (2001b), *Expert Meeting on Agri-Biodiversity Indicators*, Paris.
- OECD, (2002), *Expert Meeting on Agricultural Landscape Indicators*, Paris. ÖIR - Management-dienste GmbH, (2003), *Ex-post evaluation of the Community Initiative Leader II*.
- OLIVER I., (2002), "An expert panel-based approach to the assessment of vegetation condition within the context of biodiversity 161 conservation. Stage 1: the identification of condition indicators", *Ecological Indicators*, 2, pp. 223-237.
- OREADE-BRECHE, (2005), *Évaluation des mesures agroenvironnementales*, Auzeville, France.
- OSTROM E., (2000), "Come alcune comunità hanno evitato la tragedia delle risorse comuni", in Nervi P. (a cura di), *Le terre civiche tra l'istituzionalizzazione del territorio e il declino dell'autorità locale di sistema*, Cedam, Padova, pp. 35-65.
- PAOLILLO P.L., LA ROSA S.D., (2003), "La misura della sostenibilità dei vincoli insediativi: un'applicazione di supporto alla VAS", *Territorio*, n° 25.
- PETRELLA R., (2006), "Le risorse per i beni comuni", in *La casa dei beni comuni*, EMI, Bologne, pp. 77-87.
- PFEFFERKORN W., EGLI H.R., MASSARUTTO A. (eds.), (2005), *Regional Development and Cultural Landscape Change in the Alps - From Analysis and Scenarios to Policy Recommendations*, Geographica Bernensia, G74, pp. 61-72.
- POTSCHIN M.B., HAINES-YOUNG R.H., (2006), "Landscapes and sustainability", *Landscape and Urban Planning* 75, pp.155-161.
- PRIORE R., (2005), "Verso l'applicazione della Convenzione Europea del Paesaggio in Italia", http://www.settoreweb.com/file_fbsr/file/Priore.pdf (consulté le 16/02/07).
- RABINO G., SCARLATTI F., (2006), "Statistiche testuali, mappe concettuali, reti bayesiane: applicazioni nella valutazione del paesaggio", in Moroni S. e Patassini D. (dirigé par), *Problemi valutativi nel governo del territorio e dell'ambiente*, Franco Angeli, Milan, pp. 180-203.
- RAFFESTIN C., (2005), *Dalla nostalgia del territorio al desiderio di paesaggio*, Alinea, Florence.
- SHRADER-FRECHETTE K., (2002), *Environmental Justice: Creating Equality, Reclaiming Democracy*, Oxford University Press, New York.
- STEINER F., (2004), *Costruire il paesaggio*, McGraw-Hill, Milan.
- SUMMIT MONDIALE SULLO SVILUPPO SOSTENIBILE, (2002), in <http://www.earthsummit2002.org/>, Johannesburg.
- TEMPESTA T., (2006), "La valutazione del paesaggio", in F. Marangon (dirigé par), *Gli interventi paesaggistico-ambientali nelle politiche regionali di sviluppo rurale*, F. Angeli, Milan.
- THE GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF KOREA IN PARTNERSHIP WITH THE UNITED NATIONS, (2005), *Sixth Global Forum on Reinventing Government*, "The Seoul Declaration on Participato-

- ry and Transparent Governance”, in <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/un/unpan020790.pdf>, Séoul, République de Corée.
- TURCO A., (2002), “Introduzione”, in Turco A. (dirigé par), *Paesaggio: pratiche, linguaggi, mondi*, Diabasis, Reggio Emilia, pp. 7-49.
- UNITED NATIONS, (2002), Report of the World Summit on Sustainable Development (Johannesburg, South Africa, 26 August-4 September 2002), United Nations Publications, New York.
- VALLEGA A., (2004), *Le grammatiche della geografia*, Pàtron, Bologne.
- VARISCO B.M., GRION V., (2000), *Apprendimento e tecnologia nella scuola di base*, UTET libreria, Turin.
- WACKERNAGEL M., RESS W., (2000), *L'impronta ecologica*, Edizioni Ambiente, Milan.
- WEEC 3 ,(2005), in <http://www.3weec.org/>.
- WENGER E., MCDERMOTT R., SNYDER W.M., (2002), *Cultivating Communities of practice*, Harvard Business School Press, Boston.
- WIDMER T., (2006), *EASY-ECO-Training-Materials*, www.sustainability.at/easy.
- WORLD TOURISM ORGANIZATION, (2002), *Contribution of the World Tourism Organization to the World Summit on Sustainable Development (Johannesburg, 2002)*, Madrid.
- WORLD TOURISM ORGANIZATION, (2002), *World Ecotourism Summit (Québec, Canada, 19 – 22 May 2002)*, Final Report, World Tourism Organization and the United Nations Environment Program, Madrid.
- COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES, (2000), *Indicateurs pour l'intégration de la problématique environnementale dans la politique agricole commune, COM*, Bruxelles.
- COMMISSION EUROPÉENNE, (2007), in http://ec.europa.eu/sustainable/sds2006/index_en.htm
- CONSEIL DE L'EUROPE, (2000), *European Landscape Convention*, in http://www.coe.int/t/e/Cultural_Cooperation/Environment/Landscape et <http://conventions.coe.int/Treaty/ita/Treaties/Html/176.htm>.
- COMMISSION EUROPÉENNE, (2002), *From Land Cover to Landscape Diversity in the European Union*, Luxembourg.
- COMMISSION EUROPÉENNE, (2000), *Common Evaluation Questions with Criteria and Indicators*, Bruxelles.
- COMMISSION EUROPÉENNE, (2002), *Building Agro Environmental Indicators*, Bruxelles.
- COMMISSION EUROPÉENNE, (2005), *Agri-environment Measures*, Bruxelles.
- COMMISSION EUROPÉENNE, (2006), *The New Programming Period 2007-2013. Indicative Guidelines on Evaluation Methods; Monitoring and Evaluation Indicators*, Bruxelles.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, (2001), *Towards agrienvironmental indicators. Integrating statistical and administrative data with land cover information*, Topic report n.6, Copenhagen.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, (2005), *Agriculture and Environment in EU-15- the IRENA indicator report*, Luxembourg.
- PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO, (2006), *Piano Urbanistico Provinciale della Provincia Auto-*

noma di Trento, Servizio Urbanistica e Tutela del Paesaggio della Provincia Autonoma di Trento, Trento.

REGIONE EMILIA ROMAGNA, (2003), Piano Territoriale Paesistico Regionale della Regione Emilia Romagna, Servizio Valorizzazione e Tutela del Paesaggio e Insempiamenti Storici.

REGIONE LOMBARDIA, (2001), Piano Territoriale Paesistico Regionale della Regione Lombardia, Assessorato al Territorio e all'Urbanistica della Regione Lombardia.

REGIONE LOMBARDIA, (2005), Paesaggio, Turismo, Agenda21 Locale, Direzione Generale Qualità dell'Ambiente, Regione Lombardia.

REGIONE MARCHE, (2006), Applicazione della procedura VAS a piani e programmi regionali: metodologia sperimentale, Servizio Ambiente e Difesa del Suolo della Regione Marche.

REGIONE PUGLIA, (2000), Piano Urbanistico Territoriale Tematico per il Paesaggio della Regione Puglia, Assessorato Regionale all'Urbanistica, Assetto del territorio ed E.R.P della Regione Puglia.

L'ÉCHELLE MESO / V. FABIETTI

1 - Cette étude a été effectuée dans le cadre du projet de collaboration Progetto Interlab entre les universités des Abruzzes et la Région Abruzzes. Le groupe qui s'est occupé de la commune de Poggio Picenze était formé, outre l'auteur de cet essai, d'Elanora Baldassarri, de Carlo Pozzi, de Vincenzo Sepe, d'Enrico Spacone et de Clara Verzazzo. Irene Cremonini, du Groupe d'études INU «Vulnérabilité sismica urbana» a participé aux activités du groupe pour l'étude sur la vulnérabilité sismique urbaine.

Voir la page suivante http://www.inu.it/commissioniegruppi/index_2008.html

2 - Les finalités auxquelles on se réfère portent sur la définition de valeurs symboliques et identitaires pour la collectivité locale, comme par exemple un système d'espaces centraux, d'édifices ou de paysages appartenant à l'image collective du centre; mais également la constitution d'un système de voies d'évacuation et d'accès rapide, la définition d'éléments stratégiques «résistants» dans les différents sous-systèmes urbains (par exemple, dans le sous-système des équipements collectifs, des lifelines, de la production, etc.) et d'autres encore. Tout cela en considérant les hypothèses de développement définies par la collectivité locale.

3 - Pensons par exemple aux expériences en Emilie Romagne ou en Ombrie. Cf. «Rischio sismico: riflessioni sulla valutazione della vulnerabilità urbana e territoriale» (V. Fabietti et autres), rapport présenté lors du séminaire international Vulnerabilità ai terremoti e metodi per la riduzione del rischio sismico, Noto (SR), 27/30 septembre 1984; S. Caldaretti, V. Fabietti, A. Riggio, La vulnerabilità sismica dei sistemi territoriali, DeI, Rome 1987; V. Fabietti «Vulnerabilità sismica del sistema insediativo: conoscenza del territorio come contenuto di piano», rapport présenté lors du congrès «Rischio sismico e pianificazione territoriale», Teramo, 25 mars 1988; V. Fabietti, Progetti mirati e pianificazione strategica, Gangemi, Rome 1993; I.

Cremonini, Rischio sismico e pianificazione nei centri storici, Alinea, Florence 1993; V. Fabietti, Vulnerabilità urbanistica e trasformazione dello spazio urbano, Alinea, Florence 1999; M. Olivieri, Vulnerabilità urbana e prevenzione urbanistica degli effetti del sisma: il caso di Nocera Umbra, INU Edizioni, Rome 2004.

4 - On se réfère là au budget économique de l'organisme public qui administre le territoire en question et, plus généralement, à la capacité de dépense de cette collectivité.

5 - « Le standard des prestations est un élément complémentaire de la vulnérabilité des différents bâtiments constituant le sous-système fonctionnel pour déterminer les dommages sismiques potentiels, vu qu'un système surabondant et avec d'excellentes prestations s'effondre plus difficilement qu'un système sous-dimensionné ou avec des prestations modestes » I. Cremonini, Analisi e valutazione della vulnerabilità dei sistemi urbani: dalle esperienze avviate nel 1990 in Emilia-Romagna al progetto S.I.S.M.A. ed al nuovo contesto normativo, Bologne 2006.

6 - M. Crozier, G.E. Fridberg, Attore sociale e sistema, Etas libri, Milan 1996; H. Mintzberg, Ascesa e declino della pianificazione strategica, Free Press, N.Y. 1996; P. Healey, Making strategic spatial plans: innovation in Europe, Bristol Penn, Londres 1997; K.S. Christiansen, Cities and Complexity: making intergovernmental decisions, Sage Publ.s, Thousand Oaks, Cal. 1999; P. Mantini, Modelli giuridici di negoziazione urbanistica in Italia, in F. Curti, Urbanistica e fiscalità locale, Maggioli, Rimini 1999; F. Simpson, M. Chapman, Comparison of urban governance and planning policy, in « Cities », vol. 16, n° 5, 1999; G. Franz, La città di domani: strategie, programmi, progetti di riqualificazione urbana, InfoRUM, Ferrare 2000; E. Rullani, Città e cultura nell'economia delle reti, Il Mulino, Bologne 2000; A. Cicerchia, Pianificazione strategica e ambiente, Franco Angeli, Milan 2000.

7 - cf. V. Fabietti, Vulnerabilità. op cit.

8 - En vérité, comme on aura l'occasion de le dire par la suite, la Structure urbaine minimale dépend tant des caractères fonctionnels que de ceux qui sont liés aux hypothèses de développement (vision directrice), ainsi que (ou peut-être faudrait-il dire surtout) de la capacité économique et organisationnelle de la collectivité locale.

9 - Les termes « plan urbanistique », « outil urbanistique », « outil de gouvernance du territoire », même s'ils présentent conceptuellement et pratiquement un certain nombre de différences, se réfèrent tous ici au document administratif qui gouverne les transformations physiques d'un contexte administratif précis (par exemple, une commune).

10 - Les premiers programmes complexes développés en Italie ont été promus par le Ministère des Travaux publics de l'époque sur la base d'appels d'offres au bénéfice des administrations locales. C'est ainsi qu'ont été lancés les Programmes intégrés d'Intervention, introduits par la

Loi 179 de 1992, et les Programmes de Requalification urbaine, introduits par la Loi 493 de 1993. Les Programmes de Réhabilitation urbaine, les Programmes de Réhabilitation urbaine et de Développement durable du Territoire, l'initiative communautaire Urban, les Contrats de Quartier et d'autres encore sont tous des outils introduits par la législation nationale et communautaire au cours des années 1990.

Les caractéristiques fondamentales de ces outils sont : le cadre d'intervention - un cadre urbain caractérisé par une dégradation physique, fonctionnelle et sociale - et l'intégration entre les ressources qui permet de coordonner les financements publics et les investissements privés.

Pour plus de documentation, voir S. Ombuen, M. Ricci, O. Segnalini, I programmi complessi, Il Sole 24 Ore - Pirola, Milan 2000; F.Karrer, M. Moscato, M. Ricci, O. Segnalini, Il rinnovo urbano, Carocci ed., Rome 1998; A.P. Latini, I programmi di riqualificazione urbana, INU, Rome 1997.

I «programmi complessi» sono un insieme di strumenti per la riqualificazione urbana, introdotti dall'inizio degli anni '90. Sono strumenti non più volti a governare la crescita quantitativa ma a promuovere la trasformazione qualitativa. I primi Programmi complessi sono stati introdotti dalla legge n. 179 del 1992: Si tratta dei Programmi Integrati - PrInt (ex art 16) e dei Programmi di Riqualificazione Urbana - PRIU (ex art 2). Successivi provvedimenti hanno introdotto: i Programmi di Recupero Urbano - PRU (ex art. 11 della legge . 493 del 1993); i Contratti di Quartiere -CdQ definiti da Bandi Ministeriali nel 1998 e nel 2001; i Programmi di Riqualificazione Urbana e di Sviluppo Sostenibile del Territorio - PRUSST (ex DM n. 1169 del 1998). Dopo un lungo periodo di sperimentazioni e numerose realizzazioni in molte città e aree urbane italiane, oggi i Programmi entrati nella prassi urbanistica ordinaria sono i Programmi Integrati - PrInt ex art 16 della legge n. 179 del 1992

11 - Voir, par exemple, les expériences de la Région Marches et de la Région Ombrie, ou encore de la Région Emilie Romagne.

12 - Une fois la SUM définie, il sera donc important d'évaluer l'état d'avancement de la protection diffusée vers cette structure afin de corriger le tir et de programmer d'ultérieures actions futures qui transforment la récupération diffuse en un véritable système.

13 - Cf. AA.VV., Poggio Pienze Interlab. Università abruzzesi per il terremoto, Aracne, Rome 2010

14 - Ce paragraphe a été rédigé par Fabrizio Mollaioli

15 - Ce paragraphe a été rédigé par Gianfrancesco Costantini

16 - Ce paragraphe reprend les contenus de : I Cremonini, Obiettivi e metodi per l'indagine di vulnerabilità dei sistemi urbani, in AA. VV., Poggio Pienze...op. cit.

17 – Facteurs d'exposition physique et fonctionnelle, standards fonctionnels, vulnérabilité directe et induite, dangerosité locale.

18 – La Structure technique de Mission (STM) est un bureau technique créé par la Région Abruzzes dont le rôle est d'organiser, en collaboration étroite avec les administrations locales, l'action de reconstruction de la commune de L'Aquila et des communes du cratère sismique. L'objectif affiché par la STM est d'activer une «gouvernance de la reconstruction». La STM a produit pour le moment différents décrets relatifs aux choix de reconstruction sur la base de critères permettant de délimiter les centres historiques qui sont l'objet de Plans de Reconstruction.

- L'art.120 del D.lgs. 18 agosto 2000, n.267 « Testo Unico delle leggi sull'Ordinamento degli Enti Locali » (nel quale è stato trasfuso il testo del comma 59 dell'art.17 della legge n.127/97), ha disciplinato la facoltà delle città metropolitane e dei comuni di costituire, anche con la partecipazione della provincia e della regione, società per azioni a capitale misto pubblico/privato, denominate Società di Trasformazione Urbana, finalizzate alla progettazione e alla realizzazione di interventi di trasformazione urbana in attuazione degli strumenti urbanistici vigenti. All'effettiva operatività di tali strumenti ha dato, tuttavia, un notevole impulso la pubblicazione del Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 6 Giugno 2001 di promozione delle società di trasformazione urbana che, in applicazione della legge 8-2-2001, n.21, ha destinato 41,6 miliardi di lire al finanziamento degli studi di fattibilità.

L'ÉCHELLE MICRO / G. SALIMEI, C. LEPRATTI, M. FERRARI

- SCONCI E. : Il centro storico dell'Aquila. Struttura Urbana e modelli di rappresentazione, L'Aquila 1984.

- MATTOGNO C. : L'Aquila : la formazione della città tra luoghi centrali e periferie, in Il recupero delle periferie urbane, Roma 1989.

Stockel G. L'Aquila. Rappresentazione fotografica della città esistente. Casa Editrice Futura, L'Aquila 1989.

- PANIZZA M. : L'Aquila : taccuino di viaggio. Edizioni Associate, Roma, 1990.

- CENTOFANTI M. : L'Aquila : città di piazze. Spazi urbani e tecniche costruttive. Edizioni Carsa, Pescara 1992.

- CENTOFANTI M. : L'Aquila 1753-1983. Il restauro della città. L'Aquila 1985.

- BELLICOSO A. : Fabbriche del primo Novecento a L'Aquila : l'evoluzione delle tecniche, di. Tesi di dottorato in Ingegneria Edile : Architettura e costruzione, XIII ciclo, Università degli Studi di Tor Vergata (2001).

- SPAGNESI G., PROPERZI P. : L'Aquila. Problemi di forma e storia della città. Dedalo, Bari 1972.

- CLEMENTI A., PIRODDI E. : Le città nella storia d'Italia. L'Aquila. Laterza, Bari - Roma 1986.

- LATOUCHE S. : Petit traité de la décroissance sereine, Mille et une nuits, Département de la

Librairie Arthème Fayard, Paris 2007.

- HEGGER, FUCHS, STARK, ZEUMER : Energie Atlas. Nachhaltige Architektur, Edition Detail, München 2007.

- AA.VV. : Sustainable by Design, UIA Paris 2010, ISBN : 978-3-00-027805-1.

- SALIMEI G., LEPRATTI C. (a cura di) : Epicentro. Dall'instabilità all'equilibrio : progetto di rigenerazione urbana. Cantiere di riflessioni sull'avvenire delle città vulnerabili, ed List, Trento 2010, ISBN : 9788-895-623245

Conférences et symposiums :

- «FADEU en la Reconstrucción» Universidad Católica de Chile. Santiago, 27 mars 2010

- «Simposio Arquitectura y reconstrucción» Universidad del Bío . Concepción, 14 - 15 mai 2010.

1951 ACNUR -Estándares de planificación

2004 «CARTA DE MADRID»

2009 ONEMI -Bases para la gestión integral en Protección Civil

Réglementation et Lignes directrices de référence pour le relevé, l'analyse et le projet d'intervention :

- Linee Guida per gli interventi di miglioramento sismico degli edifici in aggregato nei centri storici, ReLUIS (C. Carocci, C. Tocci, S. Cattari, S. Lagomarsino), mars 2009 ;

- Linee Guida per le modalità di indagine sulle strutture e sui terreni per i progetti di riparazione/miglioramento/ricostruzione di edifici inagibili, ReLUIS, version du mois de mars 2010 ;

- Directive du Président du Conseil des Ministres - Patrimoine culturel du 12/10/2007.

- Linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme Tecniche e all'applicazione dell'O.P.C.M. n. 3274 del 2003 e successive modifiche e integrazioni. G.U. n°24 du 29/1/2008 suppl. ord. n°25. 1, par la suite indiqué comme Lignes directrices Patrimoine culturel ;

- Décret ministériel du 14/1/2008. Norme Tecniche per le Costruzioni. G.U. n°29 du 4/2/2008 suppl. ord. n°30, par la suite indiqué comme NTC2008 ;

- Circulaire du 2 février 2009 n°617, Ministère des Infrastructures et des Transports. Istruzioni per l'applicazione delle « Norme Tecniche per le Costruzioni », D.M. 14/01/2008.

- G.U. n°47 du 26/2/09 suppl. ord. n°27 ;

- Linee Guida per la riduzione della vulnerabilità di elementi non strutturali, arredi e impianti, Dipartimento della Protezione Civile (par A. De Sortis, G. Di Pasquale, M. Dolce, S. Gregolo, S. Papa, G.F. Rettore), juin 2009 ;

- Linee Guida per la riparazione e il rafforzamento di elementi strutturali, tamponature e partizioni, DPC-ReLUIS, version du mois d'août 2009.

Réglementation de référence pour la présentation et l'exécution d'interventions de récupération post-séisme et critères de financement :

- Arrêté du Président du Conseil des Ministres n°3820 du 12/11/2009. Ulteriori interventi

diretti a fronteggiare gli eventi sismici verificatisi nella regione Abruzzo il giorno 6 Aprile 2009 e altre disposizioni di protezione civile, art. 7, alinéas 3-9, successivement indiqué comme O.P.C.M.3820 ;

- Arrêté du Président du Conseil des Ministres n°3827 du 27/11/2009. Ulteriori interventi diretti a fronteggiare gli eventi sismici verificatisi nella regione Abruzzo il giorno 6 Aprile 2009 e altre disposizioni di protezione civile, art. 10, alinéas 2,3,4, successivement indiqué comme O.P.C.M. 3827 ;

- Arrêté du Président du Conseil des Ministres n°3832 du 22/12/2009. Ulteriori interventi diretti a fronteggiare gli eventi sismici verificatisi nella regione Abruzzo il giorno 6 Aprile 2009 e altre disposizioni di protezione civile, art. 3, successivement indiqué comme O.P.C.M. 3832 ;

- Décret du Commissaire délégué à la Reconstruction de la Région Abruzzes n°3 du 09/03/2010.

LA DURABILITÉ SOCIALE / G. COSTANTINI

BIJKER W.E. et al. (2009) Handbook on the Socialisation of Scientific and Technological Research, EC, 6th FP. Citizenship and governance in a knowledge based society, Rome

BRAND S, (1994) How Buildings Learn: What Happens After They're Built, Penguin

CANNON, T., J. TWIGG, et al. (2005). Social Vulnerability, Sustainable Livelihoods and Disasters, Report to DFID Conflict and Humanitarian Assistance Department (CHAD) and Sustainable Livelihoods Support Office. Londres, DFID: 63.

COSTANTINI G. (2002), Cultural Heritage and the struggle against poverty and social exclusion, «The rehabilitation of the Historic City of Fez», Fez 31/5 - 2/6/2002, World Bank and ADER FÈS

COSTANTINI G., A model for the assessment of social vulnerability to environmental disasters. A research study carried out in the framework of EC «Epoch» Programme, CERFE, Rome, 1996 c

COSTANTINI G., Quinti G. (1997), Question urbaine: un nouvea défi, European commission, Bruxelles, 1997

COSTANTINI G. (2003), Reunificar a Cidade: novas estratégias de desenvolvimento, novas governanças», Katálysis, Vol.6,n. 2

COSTANTINI G. (1997), Review of Housing - Working Paper, European Commission, Bruxelles, 1997

CUTTER, S.L., et al. (2003), Social vulnerability to environmental hazards. Social Science Quarterly 84 (1):242-261.

GALLOPÍN, G. C. (2006). Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. Global Environmental Change 16 (3):293-303.

MARTINEZ M., (2008) Complexity and participation: the path of strategic invention, Interdisciplinary Sciences Reviews, 33

MASTEN, A. S., and J. Obradović. (2008) Disaster preparation and recovery: lessons from re-

- search on resilience in human development. *Ecology and Society* 13(1): 9. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss1/art9>
- O'KEEFE, K., Westgate, et al. (1976). «Taking the naturalness out of natural disasters.» *Nature* 260.
- QUARANTELLI, E. L. 1989. Conceptualizing disasters from a sociological perspective. *International Journal of Mass Emergencies and Disasters* 7 (3):243-251.
- SHOVE E., *Comfort, Cleanliness and Convenience: The Social Organization of Normality*, Lancaster, 2003
- TIERNEY, Kathleen J. 1999. Toward a critical sociology of risk. *Sociological Forum* 14 (2):215-242.
- VILLÁGRAN de LEÓN, J. C. (2006). «Vulnerability Assessment in the Context of Disaster-Risk, a Conceptual and Methodological Review.» *SOURCE SOURCE* No. 4/20.
- WEICHSELGARTNER, J. (2001). «Disaster mitigation: the concept of vulnerability revisited.» *Disaster Prevention and Management* 10(2): 85-94.
- WISNER, B., Blaikie, P., T. Cannon, Davis, I. (2004). *At Risk: Natural hazards, people's vulnerability and disasters*. 2nd edition, Londres, Routledge.

- Commissario Delegato per la Ricostruzione, Presidente della Regione Abruzzo, Decreto n.3, 9 Marzo 2010
- Comune dell'Aquila, Assessorato alla ricostruzione e pianificazione, Piano per la ricostruzione dei centri storici dell'Aquila e delle frazioni, devastate dal sisma del 6 aprile 2009, Linee di Indirizzo Strategico, Dicembre 2011

LA DURABILITÉ SISMIQUE / F. MOLLAIOLI

- BRUNEAU, M., CHANG, S., EGUCHI, R., LEE, G., O'ROURKE, T., REINHORN, A., SHINOZUKA, M., TIERNEY, K., WALLACE, W. AND VON WINTERFELDT, D., (2003), *A Framework to Quantitatively Assess and Enhance Seismic Resilience of Communities*, *Earthquake Spectra*, Vol. 19, N° 4, pp. 733-752.

- BRUNEAU, M., Reinhorn, A., (2004). Seismic resilience of communities - conceptualization and operationalization, Actes du workshop international sur le Performance based seismic-design, Bled - Slovénie, 28 juin- 1^{er} Juillet
- CHANG, S., Shinozuka M., (2004). Measuring Improvements in the disaster Resilience of Communities, EERI Spectra Journal, 20, (3), 739-755
- BSSC, 2004, NEHRP Recommended Provisions for Seismic Regulations for New Buildings and Other Structures - 2003 Edition, FEMA 450 Report, préparé par le Building Seismic Safety Council pour la Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C.
- SEAOC. 1995. Vision 2000 - A Framework for Performance Based Design, Volumes I, II, III. Structural Engineers Association of California, Vision 2000 Committee. Sacramento, Californie, 3 avril 1995.
- AA.VV. Linee guida per il Rilievo, l'Analisi ed il Progetto di Interventi di Riparazione e Consolidamento Sismico di Edifici in Muratura in Aggregato, Dipartimento Protezione Civile, ReLUIS, Bozza – Ottobre 2010, Versione 3.
- CEN. Eurocode 8, Design Provisions for Earthquake Resistance of Structures, European Presdandard ENV 1998. Comité européen de Normalisation, Bruxelles, 1994.
- NTC2008, Décret ministériel du 14.01.2008, «Nuove norme tecniche per le costruzioni» (Code sismique italien inclus), en Italien.
- CIRCULAIRE (y compris commentaires au Code sismique italien) du 2 février 2009, n° 617, Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008 (en Italien).
- Eurocode 8 [1994] Design provisions for earthquake resistance of structures, Part 1.1. ENV1998.1.1., CEN European Committee for Standardisation. Bruxelles.
- FEMA 349, 2000, Action Plan for Performance Based Seismic Design, préparé pour la Federal Emergency Management Agency par le Earthquake Engineering Research Institute, avril 2000.
- FEMA 445, 2006, Next-Generation Performance-based Seismic Design Guidelines, Program Plan for New and Existing Buildings, préparé par le Applied Technology Council pour la Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C.
- FEMA 461, 2007, Interim Protocols for Determining Seismic Performance Characteristics of Structural and Nonstructural Components, préparé par le Applied Technology Council pour la Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C.
- FEMA 547, 2006 Techniques for the Seismic Rehabilitation of Existing Buildings, Rutherford & Chekene (R & C) Consulting Engineers (Subconsultant) pour le National Institute of Standards and Technology (NIST), octobre 2006.
- DECRETO N°3 del Commissario Delegato per la Ricostruzione Presidente della Regione Abruzzo, del 9 marzo 2010.
- FEMA 451, 2006, NEHRP Recommended Provisions: Design Examples, prepare par le Building Seismic Safety Council for the Federal Emergency Management Agency, august 2006.

LES AUTEURS

Nicoletta Trasi, architecte, docteur en «Architecture Théories et projet», est professeur à la Faculté d'Architecture de Rome Sapienza, directrice du Laboratoire LACA (Laboratorio di Architettura e Controllo Ambientale) et membre du Collège du Doctorat de la Sapienza et du Conseil Scientifique de l'ENSA Paris-Val-de-Seine. Elle est directrice didactique du Mastère spécialisé universitaire international de II^e niveau en «Management du Projet d'Architecture Complexe» de la Sapienza. Membre de l'agence d'architecture et d'urbanisme nstudio de Rome. Elle a une expérience didactique et de recherche au niveau international et participe à des colloques nationaux et internationaux. Elle a publié plusieurs travaux en Italie et en France notamment avec les éditions du Moniteur, et a obtenu le Prix du Livre d'architecture 2002.

Elle est membre du WP Urban Settlements & Disasters de la UIA

**Responsable
scientifique**

Département **DIAP** (Dipartimento di Architettura e Progetto) «Sapienza Università di Roma»- Faculté d'Architecture

**Organisme de
rattachement**

Luciano De Licio, architecte, Professeur de Projet architectural et urbain à la «Sapienza Università di Roma»- Faculté d'Architecture, membre du Département DIAP et membre du LACA

**Membres
de l'équipe**

Marcello Pazzagli, architecte, Professeur de Projet architectural et urbain à la «Sapienza Università di Roma» - Faculté d'Architecture, membre du Département DIAP et membre du LACA

Rosario Pavia, architecte, Professeur d'urbanisme auprès de la Faculté d'Architecture de Pescara, Université de Chieti «G. D'Annunzio»

Valter Fabietti, architecte, Professeur d'urbanisme auprès de la Faculté d'Architecture de Pescara, Université de Chieti «G. D'Annunzio»

Christiano Lepratti, architecte, enseignant à la Technische Universität de Darmstadt (TUD)

Gianfrancesco Costantini, sociologue et expert en Sociologie Urbaine

Fabrizio Mollaioli, ingénieur, professeur associé de Science des Constructions à la «Sapienza Università di Roma» - Faculté d'Architecture, membre du Département d'Ingénierie structurale et géotechnique et expert en architecture antisismique

Guendalina Salimei, architecte, membre fondateur de l'agence d'architecture et d'urbanisme Tstudio (structure professionnelle privée) - maître de conférence de Projet architectural et urbain à la « Sapienza Università di Roma » - Faculté d'Architecture, membre du Département DIAP et membre du LACA

Partenariat

F. Zonetti, L. La Vitola, R. Massacesi, V. Carpitella, R. Ippolito, C. Muceli,
I. Cremonini, M. Ferrari, A. Deberardis

Collaborateurs

SOURCES DES IMAGES

- Couverture** : <http://it.wikipedia.org/wiki/L'Aquila>
 Page 9 : élaboration graphique des étudiants P.Andreozzi, A.Henkel, K.Janssen, O.Storjohann
 Page 10 : photo de N. Trasi
 Page 11, 15 : élaboration graphique de R. Massacesi
 Page 12 : élaboration graphique de F. Zonetti et L. La Vitola
 Page 13 : élaboration graphique de A. Deberardis
 Page 14 : élaboration graphique de R. Massacesi
 Page 26, 27, 28, 36 : élaboration graphique de F. Zonetti
 Page 29 : élaboration graphique de F. Zonetti (les cartes) et <http://www.theecolife.net/> ; <http://www.quietrevolution.co.uk/> (les photos)
 Page 30, 37 : élaboration graphique de L.La Vitola
 Page 31 : en haut: Accordo di Programma Biomasse Protocollo Tecnico Aggiuntivo – ReBios : “Programma per la valorizzazione delle Biomasse nella Regione Abruzzo”; en bas : les photos :<http://www.ener2g.com/> ; www.cesdam.it ;http://www.caldaieabiomassa.it/silospellet_stoccaggio_pelletsfuso_sistemi_di_trasporto.htm
 Page 32, 33, 38, 39, 40, 45 : élaboration graphique de F. Zonetti et L.La Vitola
 Page 34 : en haut : élaboration graphique de F. Zonetti ; en bas : planche 2 provenant du : “Studio a supporto della programmazione regionale in materia di risorse idriche destinabili alla produzione di energia elettrica” Bacino Imbrifero Aterno Pescara.
 Page 35 : élaboration graphique de F. Zonetti ; le profil en bas : planche 3/4 provenant du: “Studio a supporto della programmazione regionale in materia di risorse idriche destinabili alla produzione di energia elettrica” Bacino Imbrifero Aterno Pescara.
 Page 46: élaboration de L.La Vitola sur la base de données du : http://www.protezionecivile.gov.it/cms/view.php?dir_pk=395&cms_pk=16016&n_page=3)
 Page 51, 52, 53, 54, 55, 56, 59, 62 : élaboration graphique de R. Massacesi
 Page 69, 70 : Legambiente-http://risorse.legambiente.it/docs/linee_guida_rinnovabili.0000002815.pdf
 Page 74 : CRB Puglia - <http://www.crbnet.it/catasto/regioni/abruzzo.gif>
 Page 75 : http://www.utopieconcrete.it/allegati_content/Cotana_light.pdf
 Page 76 : <http://www.ecoedililty.it/e3news/?p=482>
 Page 77 : <http://www.leonengineering.net/biogas.asp?lang=it>
 Page 81 : photo de V.Fabiatti
 Page 85, 91, 94, 95, 96, 102, 105, 109, 110, 111, 112, 115 : élaboration de V.Fabiatti
 Page 89 : Texte de l'INU « prix UrbanPromo 2008 »-éditions 2008
 Page 100, 101 : élaboration de I. Cremonini
 Page 116, 117, 118, 119 : élaboration du groupe Interlab Poggio Pienze (cf Nota 1)
 Page 129, 131, 133, 136, 137, 138, 139, 143, 145 : élaboration graphique de A.Deberardis
 Page 140 : Thèse de Diplôme (TPFE) de C.Grappelli, P.Andreozzi, V.De Angelis
 Page 140 : Thèse de Diplôme (TPFE) de A.Maiozzi
 Page 181, 182, 183, 18, 187, 188, 190, 191 : photo de F.Mollaioli
 Page 185 : à gauche : photo Reproduced by permission of Paolo Clemente (ENEA) ; à droite : photo de F.Mollaioli

Page 186 : Instructional Materials Complementing - FEMA 451, Design Examples PBE Design 15-2 - 63

Page 189: les 3 photos à gauche: Google Street View et Google Maps ; les 3 photos à droite : photo de F.Mollaioli

Page 192, 193, 195 : élaboration graphique de F.Mollaioli

Page 194 : Instructional Material Complementing - FEMA 451, Design Examples Seismic Isolation 15 - 7- 7

Page 196 : Instructional Material Complementing - FEMA 451, Design Examples Passive Energy Dissipation 15-6-31

Page 209 : élaboration graphique de R. Massacesi



Un territoire durable et un habitat de qualité à consommation zéro dans les zones à risque sismique

Le thème de la régénération urbaine et territoriale s'est imposé désormais comme un défi incontournable pour les architectes et les autres acteurs qui travaillent sur le territoire.

Après de telles catastrophes - comme le cas d'étude pris en considération : le tremblement de terre de L'Aquila de 2009 - il est nécessaire de comprendre comment affronter la reconstruction et comment gérer la régénération sociale et économique de la ville et du territoire.

La réflexion ici présentée et réalisée à l'intérieur du Programme multidisciplinaire de recherche Architecture de la Grande Echelle (AGE) mis en place par le BRAUP et le PUCA, et coordonnée par Nicoletta Trasi de la Faculté d'Architecture de Rome Sapienza, s'est fixée cet objectif en visant à une « durabilité d'ensemble » de l'intervention.

La recherche se base sur l'idée que la reconstruction puisse s'affirmer comme une occasion de véritable durabilité, bien évidemment à la fois sociale, économique, sismique et bioclimatique.

La durabilité de villes similaires à L'Aquila et de beaucoup d'autres à travers le monde, frappées par des catastrophes de tout genre et de toute entité, impose une réflexion profonde sur la « façon » d'affronter ces défis que nous lance toujours plus fréquemment la nature.

Il est nécessaire de ramener l'exceptionnalité de la réduction du risque dans un cadre ordinaire de processus de planification urbanistique ou, mieux encore, de répondre aux besoins extraordinaires (prévention et réduction du risque) par le biais de politiques ordinaires de développement.

Organisé selon quatre grands départements de capitalisation des connaissances : **Sociétés urbaines et habitat** traite des politiques urbaines dans leurs fondements socio-économiques ; **Territoires et aménagement** s'intéresse aux enjeux du développement urbain durable et de la planification ; **Villes et architecture** répond aux enjeux de qualité des réalisations architecturales et urbaines ; **Technologies et construction** couvre les champs de l'innovation dans le domaine du bâtiment ; le PUCA développe une recherche incitative sur le **Futur des villes à l'impératif du développement durable**.

Ce plan se décline, selon des programmes finalisés dont les objectifs de recherche répondent aux défis urbains de demain.

Ces programmes sont accompagnés par des ateliers thématiques de bilan des connaissances et des savoir-faire, ainsi que par des programmes transversaux à l'échelle des territoires et des villes et à l'échelle européenne avec la participation du PUCA à des réseaux européens de recherche.

Le PUCA, par ailleurs, assure le secrétariat permanent du programme de recherche sur l'énergie dans le bâtiment.

plan	urbanisme	construction	architecture
► Le gouvernement des villes et la fabrique du bien commun			
Planification sociale de l'urbain et services publics			
Citoyenneté et décision urbaine			
Intercommunalité et métropolisation			
Normes et fabrique du bien commun			
► Le renouveau urbain			
Rénovation urbaine et mixité sociale			
Renouvellement et recomposition des quartiers			
Créativité et attractivité des villes			
► L'avenir des périphéries urbaines			
Territoires urbains et sûreté			
Architecture de la grande échelle			
Habitat pluriel : densité, urbanité, intimité			
Systèmes périurbains et coûts d'urbanisation			
Dynamiques et pratiques résidentielles			
► Comportements résidentiels et défis démographiques			
Vieillesse de la population et choix résidentiels			
Habitat et services aux personnes âgées			
Évolutions démographiques et inégalités territoriales			
► Accès au logement			
Trajectoires résidentielles			
Recompositions institutionnelles de l'offre de logement			
Modes et formes de l'hébergement			
Économie foncière et immobilière			
► L'innovation dans l'architecture et la construction			
Projet négocié			
Logements optimisés : coûts, qualité, fiabilité, délai			
Concept qualité, habitat, énergie			
Observatoire des bâtiments durables			
Palmarès de l'innovation			
Évaluation énergétique du patrimoine existant (PREBAT)			
Bâtiments démonstrateurs (PREBAT)			
► Territoires et acteurs économiques			
Espaces urbain et dynamiques économiques			
Lieux, flux, réseaux dans la ville des services			
Développement économique local et mondialisation			
Économie de l'aménagement			
Attractivité des territoires			
► Vers des villes viables et acceptables			
Politiques territoriales et développement durable			
Risques technologiques : enjeux économiques et territoriaux			
Villa urbaine durable			
Quartiers durables			
Aménagement et démarches HQE			
Collectivités locales et politiques énergétiques (PREBAT)			
Collectivités locales et défi climatique (PREBAT)			
POPSU2			