

# Habitat Naturel

Construire & Vivre sain



## Spécial Extensions bois

Architecture  
organique

Une éolienne  
dans votre jardin

Les origines du  
Bioclimatisme

L'art du  
Compostage

M 05771 - 7 - F: 5,95 € - RD

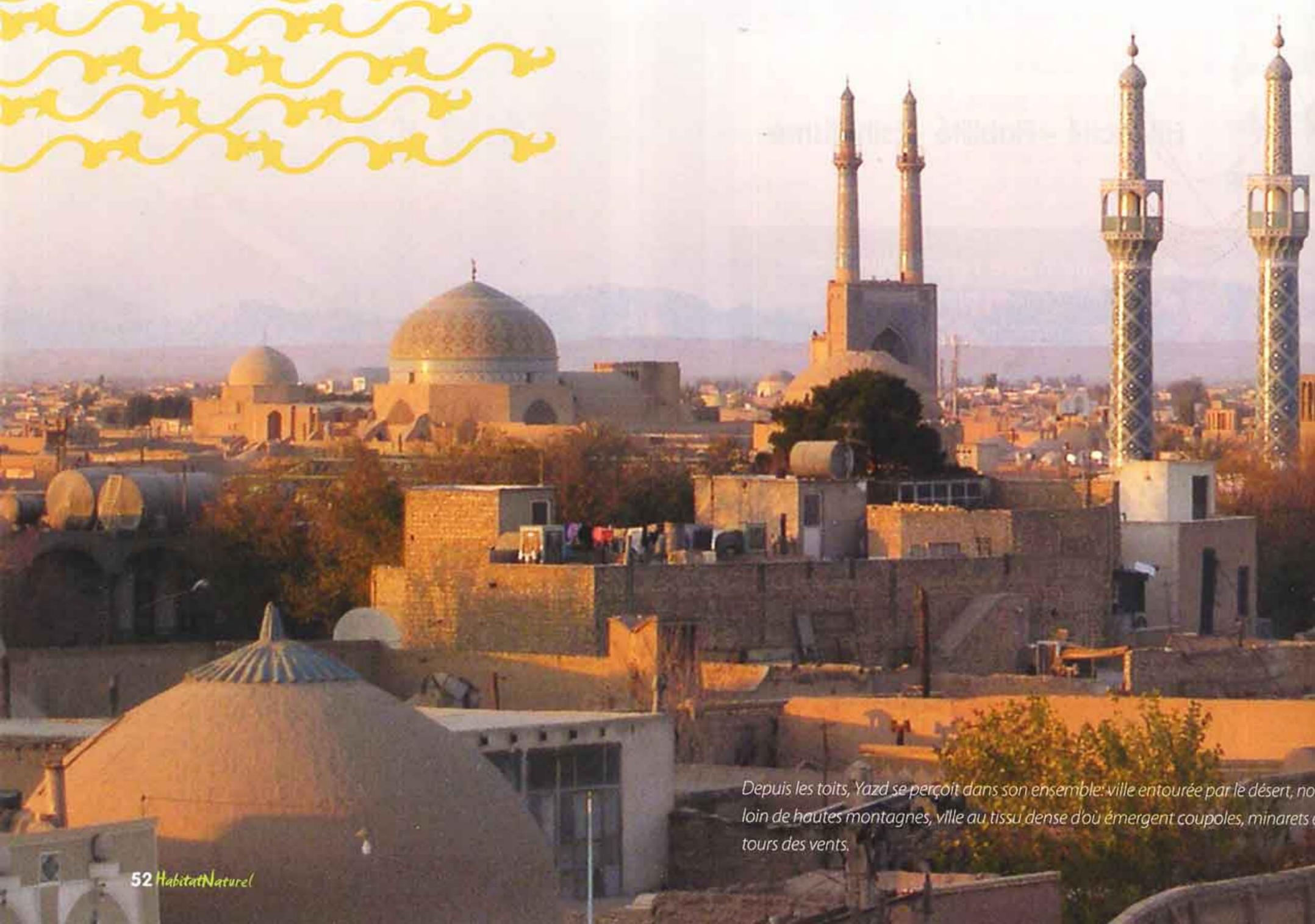


En Iran...

# Les tours des vents

HabitatNaturel

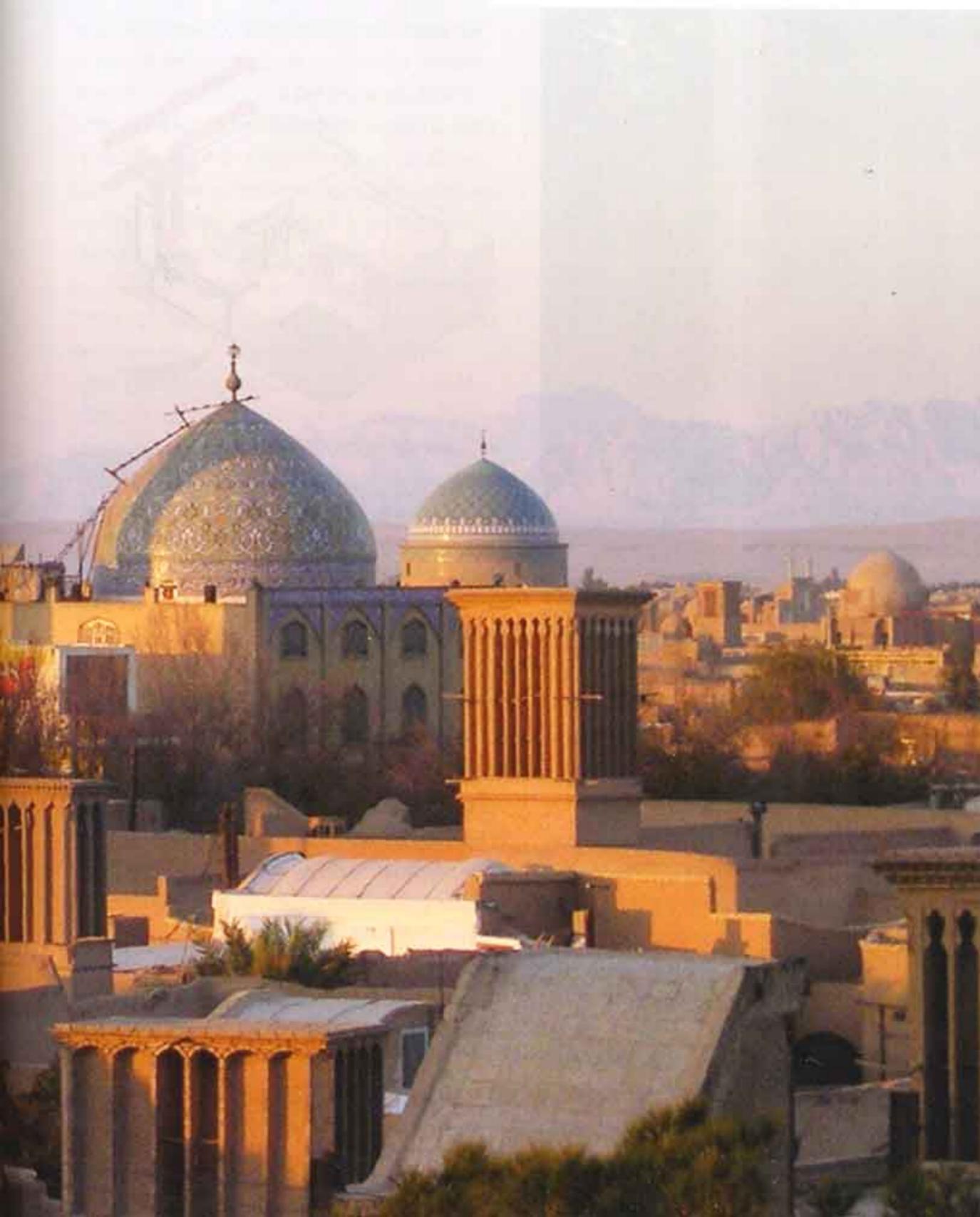
Aux origines du bioclimatisme



*Depuis les toits, Yazd se perçoit dans son ensemble: ville entourée par le désert, non loin de hautes montagnes, ville au tissu dense d'où émergent coupoles, minarets et tours des vents.*



Comment rafraîchir une maison avec le vent ? C'est le principe utilisé depuis des siècles en Iran dans la ville de Yazd. Hervé Richard et Shiva Tolouie sont des architectes fascinés par le rapport entre l'architecture et la nature. Lauréats de la Bourse EDF aux jeunes architectes, ils sont partis étudier sur place les tours des vents de la ville de Yazd. Le résultat de leur étude est actuellement présenté à l'exposition Alter Architecture (Fondation pour l'Architecture de Bruxelles jusqu'au 26 mars 2006) avant d'être présenté à l'Espace Electra de Paris à partir du mois de juin.



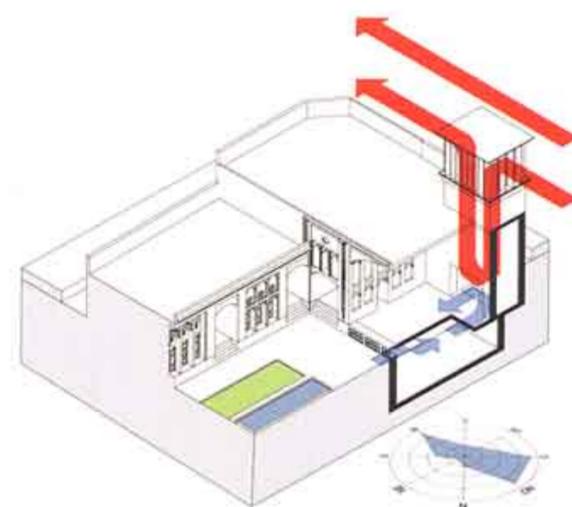
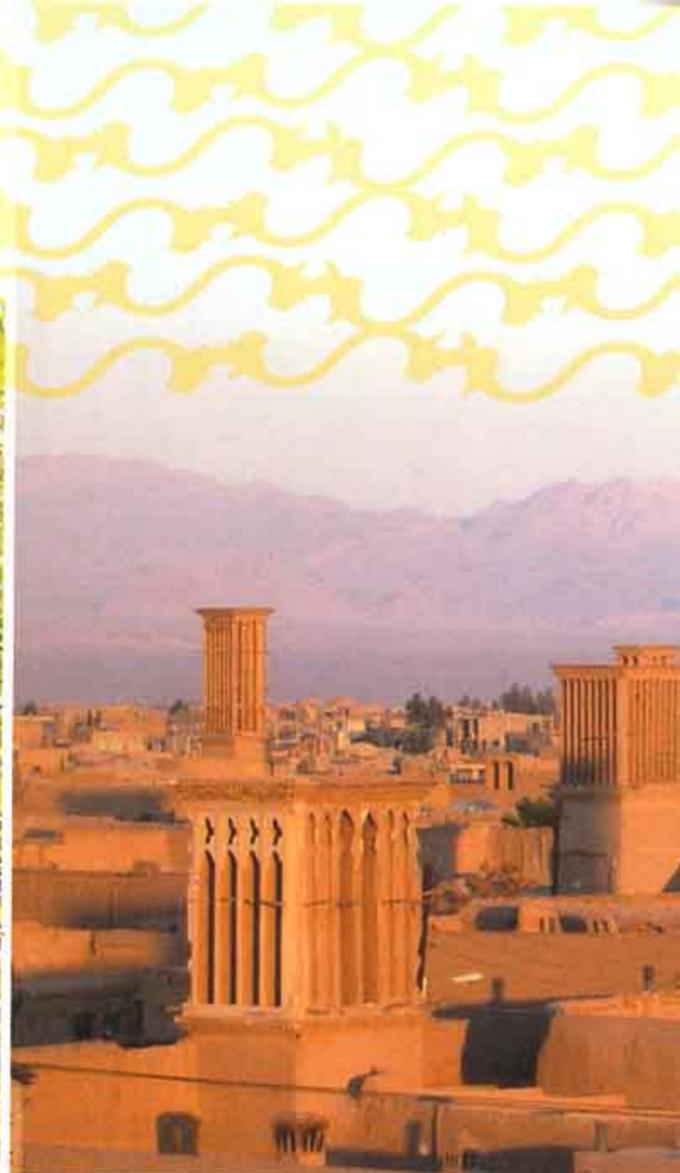
La ville de Yazd se trouve sur le haut plateau du centre de l'Iran, entourée par le désert, à proximité de montagnes dépassant 4000 m d'altitude. Cette région connaît un climat particulièrement extrême : écrasée de chaleur en été alors qu'il y gèle en hiver, il n'y tombe pratiquement aucune pluie et les vents qui y soufflent sont chargés de sable du désert. Les habitants de cette ville ont dû composer avec les éléments pour façonner leur milieu. Ils ont pu rendre accueillante cette région inhospitalière en canalisant l'eau depuis les montagnes, en donnant forme à la terre, en rendant fertile le sable, en se protégeant de la chaleur trop ardente.

L'exemple le plus original de cette adaptation se trouve certainement dans les tours des vents qui se sont développées dans cette ville d'une manière unique. Les badgir, mot persan signifiant littéralement attrape-vents, captent les vents au-dessus des toits pour rafraîchir maisons et réservoirs d'eau.

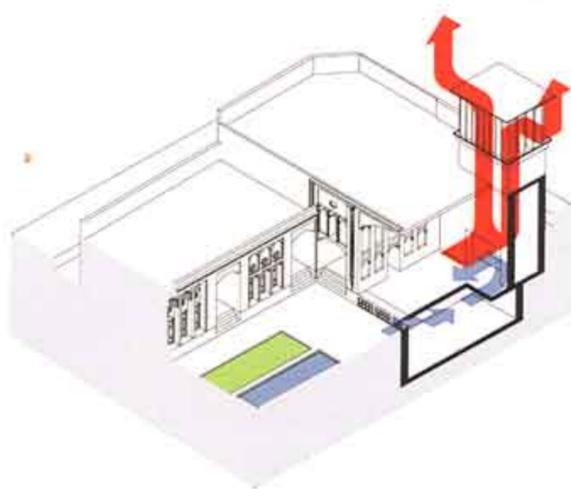
Pour comprendre Yazd, il faut monter le soir sur les toits des maisons et, au-delà du labyrinthe de la ville d'où émergent tours des vents, coupoles et minarets, voir le désert à perte de vue alentour sous le ciel immense et les montagnes au loin se



*Le badgir, l'eau, l'air et la terre ensemble s'opposent au feu du soleil.*



*Badgir centré : effet attrape vent.*



*Badgir centré : effet cheminée.*

dissoudre dans la couleur du sable porté par le vent. Yazd est aujourd'hui une capitale régionale de 400.000 habitants qui s'étend vers sa périphérie pendant que, dans le centre historique, des quartiers entiers de maisons anciennes abandonnées retournent à l'état de poussière. La prise de conscience du patrimoine à préserver est récente, elle se traduit par la restauration des bâtiments majeurs et de grandes maisons. Selon l'Unesco, Yazd est l'une des plus anciennes villes encore habitées et l'une des plus grandes en terre crue dans le monde.

### Les tours des vents

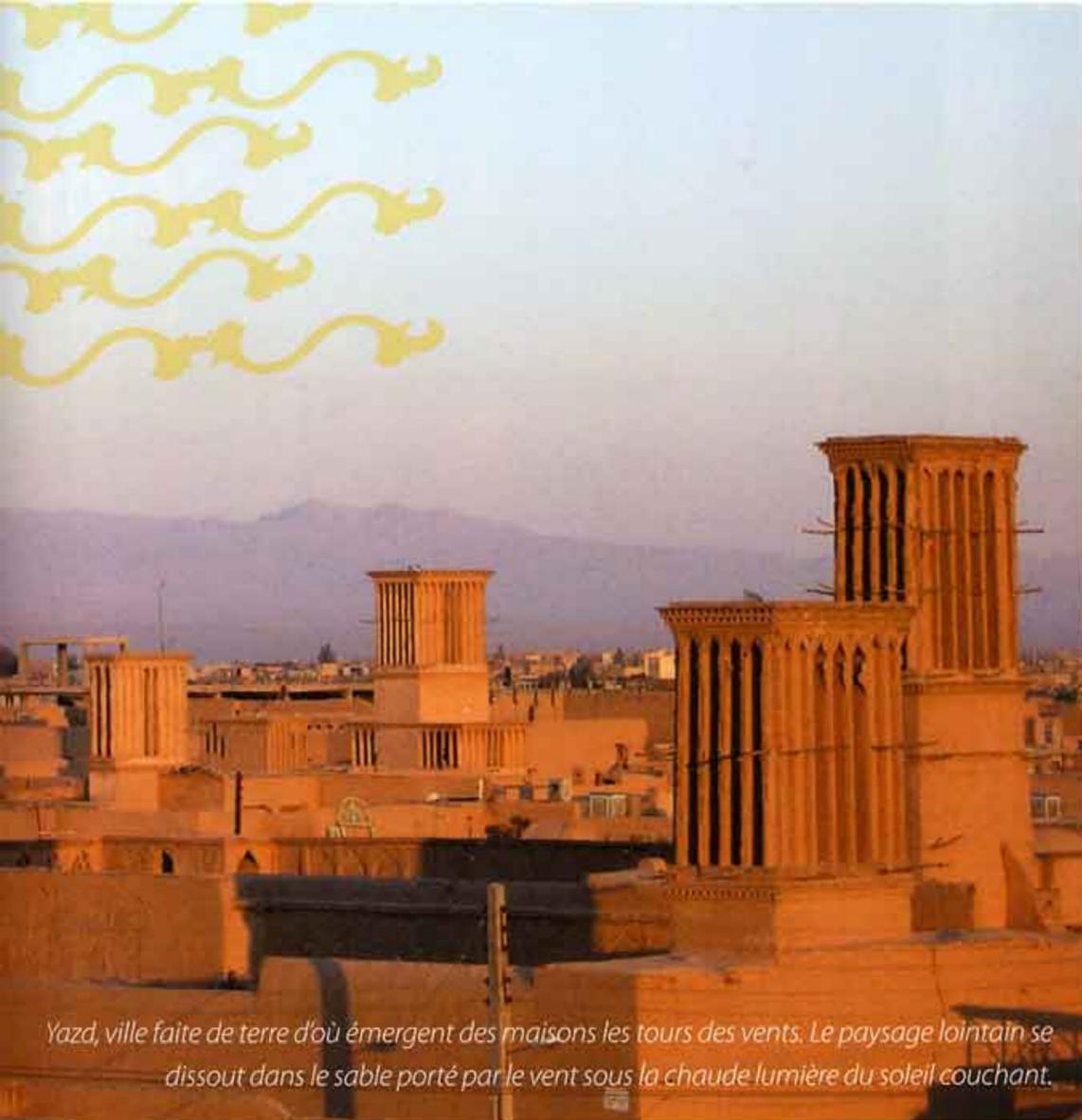
A Yazd, les vents dominants suivent l'axe nord-ouest / sud-est (orientation des principaux reliefs de la région) leur sens variant au cours de l'année. L'étroitesse des rues a pour corollaire de devoir capter les vents au-dessus des toits, pour ventiler

les maisons, évitant de s'ouvrir sur l'extérieur et respectant ainsi l'intimité de l'univers intérieur.

Les tours des vents de la ville de Yazd se présentent généralement comme de grandes cheminées rectangulaires d'environ 3 x 5 m extérieur et d'un quinzaine de mètres de haut. La partie supérieure de la tour dépassant au-dessus des toits comporte des ouvertures verticales, le bas s'ouvre dans la pièce à rafraîchir (généralement une loggia). L'intérieur de la tour est recoupé verticalement afin de canaliser le vent, séparant flux ascendants et flux descendants.

Deux principes sont en jeu et prévalent l'un ou l'autre en fonction de la force du vent et des différences de températures entre l'intérieur et l'extérieur qui varient au cours des heures de la journée.

- Effet attrape vent : Le vent plus rapide en



*Yazd, ville faite de terre d'où émergent des maisons les tours des vents. Le paysage lointain se dissout dans le sable porté par le vent sous la chaude lumière du soleil couchant.*



*Vue depuis une chambre sur le jardin.*

hauteur et moins chargé de sable est capté par les ouvertures hautes de la tour situées du côté du vent. Le vent descend par les canalisations verticales reliées à ces ouvertures jusqu'à la pièce à rafraîchir avant de remonter par les canalisations situées en symétrie reliées quant à elles aux ouvertures situées sous le vent. Dans la pièce, ce courant d'air peut alors selon les cas passer au-dessus d'un bassin, son évaporation créant de la fraîcheur, ou bien aspirer (effet venturi) l'air frais des sous-sols pour rafraîchir les pièces d'été.

- Effet cheminée : La tour chauffée par le soleil réchauffe l'air contenu dans ses conduits. Mettant en œuvre le principe de convection, l'air chaud monte créant une aspiration en bas de la tour, ventilant la pièce. En l'absence de vent, ce principe prédomine. Toute la complexité du fonctionnement des tours des vents ne semble cependant pas avoir été encore élucidée.

Généralement de plan rectangulaire, les tours des vents présentent une grande variété dans le nombre de leurs ouvertures.

La sensation de confort thermique d'été met en jeu la température de l'air, son humidité et son mouvement. En augmentant la vitesse de l'air, la zone de confort thermique se déplace vers des températures plus hautes. Ainsi les tours des vents contribuent au confort des occupants en favorisant les courants d'air (principe du ventilateur), en évacuant l'air chaud au profit de l'air frais venant du jardin ou des sous-sols et créant de la fraîcheur par évaporation.

Ces dispositifs ne nécessitant d'autre énergie que celle du vent pour rafraîchir les maisons sont présents dans l'architecture vernaculaire

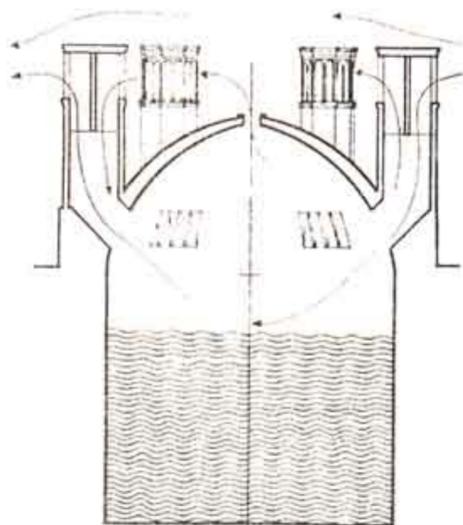


*La maison traditionnelle est fermée sur la rue et s'ouvre sur l'intimité de son jardin intérieur. Constamment à l'ombre, l'eiwan, pièce où on se tient en été est une vaste loggia généralement rafraîchie par une tour des vents.*

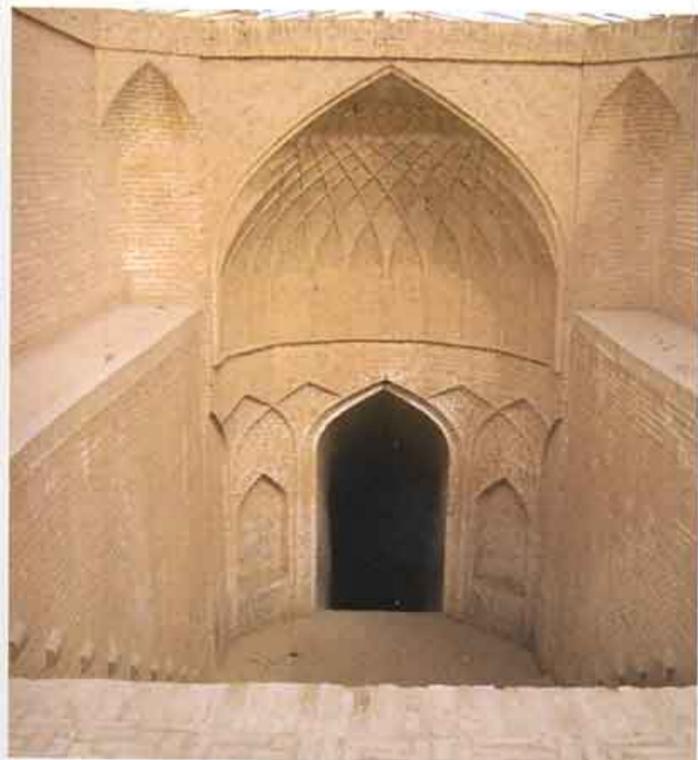
des zones arides et chaudes de l'ensemble du Moyen-Orient, depuis l'Égypte jusqu'au Pakistan selon des variantes adaptées aux climats et aux modes de construction. Le développement des climatiseurs a contribué à ce que ce procédé traditionnel tombe en désuétude au cours du XXe siècle, toutefois les pollutions induites par l'emploi d'énergies fossiles amènent à regarder les tours des vents avec une attention renouvelée.

## Les maisons traditionnelles

La tour des vents n'est qu'une des dispositions de la maison traditionnelle servant au confort d'été. Les maisons du centre ancien de la ville se présentent toutes selon le même principe : les principales pièces de la maison s'organisent autour d'un jardin intérieur situé quelques marches en contrebas de la rue, pièces d'été et pièces d'hiver se faisant vis-à-vis. Cette organisation leur vaut le



Schémas de ventilation naturelle : les tours des vents permettent la ventilation du réservoir en évitant de souiller l'eau par le sable porté par le vent et la maintiennent fraîche.



Chaque quartier du centre ancien dispose d'un réservoir d'eau (Abambar) qui approvisionnait en eau potable les habitants.

nom de "maison 4 saisons".

La maison fermée sur la rue s'ouvre sur son jardin intérieur, fenêtre sur le ciel. Le jardin intérieur a en son centre un bassin et, de part et d'autre, des parterres plantés agrémentés de quelques arbres. Les pièces principales sont surélevées par rapport au jardin permettant d'éclairer et de ventiler les pièces semi enterrées. La principale pièce d'été est une vaste loggia (eiwan) haute de deux hauteurs d'étage grande ouverte sur le jardin. Constituant la façade s'ouvrant au nord de la cour et couvert d'une voûte, cet espace est constamment à l'ombre. Les maisons importantes possèdent une tour des vents (badgir) captant le vent au-dessus des toits pour rafraîchir les pièces d'été. Les pièces d'hiver en vis-à-vis des pièces d'été sont closes par des fenêtres au verre multicolore face au sud, recevant le soleil tout au long de la journée. Sur les deux autres côtés de la cour des pièces, généralement des chambres, peuvent être ouvertes ou fermées suivant les maisons.

Des pièces semi enterrées et parfois plusieurs niveaux de sous-sol servent de cuisine, de stockage... et complètent les pièces principales. Les maisons les plus vastes ont un accès direct à l'eau des canalisations souterraines (qanats) depuis le jardin.

## Les réservoirs d'eau

Le climat de Yazd est particulièrement aride, les précipitations annuelles moyennes étant de 30 l/m<sup>2</sup> (Bruxelles 833 l/m<sup>2</sup>). Depuis l'antiquité

l'approvisionnement en eau de la ville s'est faite par des canaux souterrains (qanat) depuis les flancs des montagnes environnantes. Ces qanats servent aujourd'hui encore à l'irrigation. Présents dans chaque quartier, des réservoirs (cylindre enterré, de 10 à 20 m de profondeur, couvert d'une coupole) fournissaient l'eau aux habitants. Des tours des vents, captant les vents en altitude servaient à la ventilation et au rafraîchissement par évaporation.

## Technique de construction

L'ensemble des bâtiments anciens de la ville est construit en terre crue selon la technique de l'adobe. Des briques composées majoritairement de sable, ainsi que de limon et d'argile sont moulées dans des cadres avant d'être séchées au soleil. La matière première provient pour l'essentiel de l'excavation des sous-sols.

Ce matériau permet de réaliser voûtes et dômes dits nubiens sans coffrage. Les tours des vents, elles aussi construites en adobe, ont leurs fines colonnettes solidarées entre elles par des branches afin de les stabiliser. Un enduit recouvre ensuite les maçonneries, enduit fin à l'intérieur, enduit plus grossier à l'extérieur et comportant de la paille.

Les maisons en adobe nécessitent un entretien régulier qui se fait en hiver, l'enduit érodé par les vents de sable et les rares pluies devant être reconstitué.

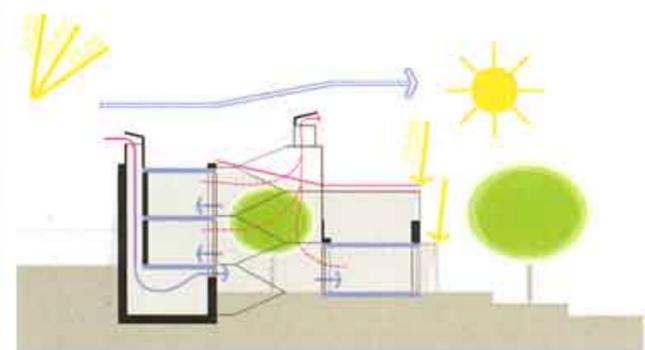


## Axonométrie.

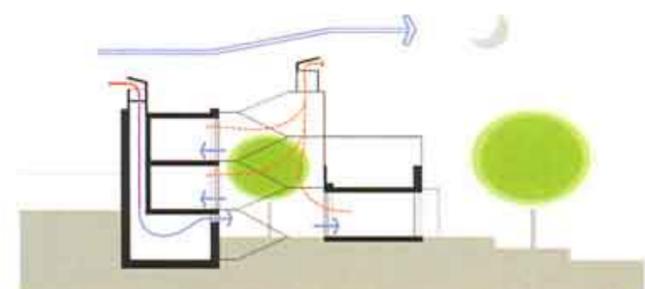
La maison au cours des saisons :



## l'été...

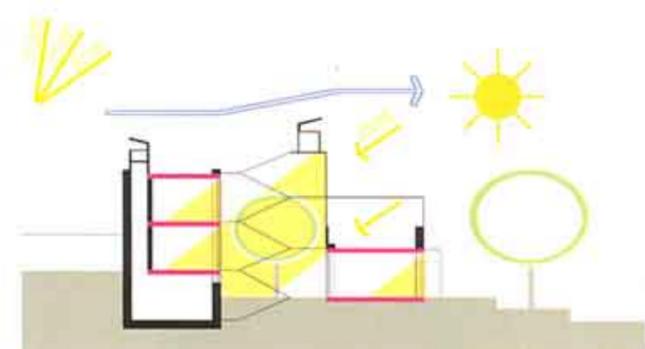


Journée d'été

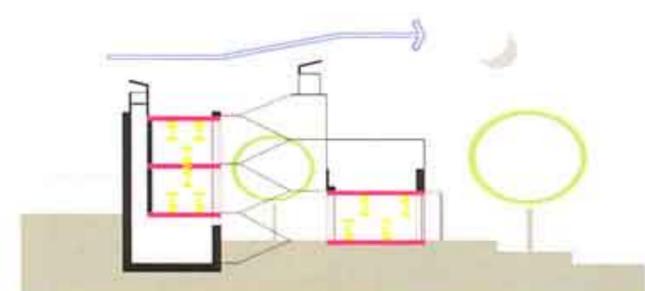


nuit d'été

## l'hiver...



Journée d'hiver



nuit d'hiver

### L'exposition Alter Architecture

L'Iran est un pays en plein développement où la forte croissance démographique conduit à une urbanisation galopante. Ici comme ailleurs, ce développement va de pair avec la dégradation des milieux naturels, la détérioration de la qualité de l'air, de l'eau et du sol, l'accroissement des déchets, l'appauvrissement en matières premières et en sources d'énergies fossiles, avec les incidences plus globales sur les changements climatiques. Si la nécessité d'un développement plus durable semble commencer à être partagée au niveau des idées, il faut maintenant des réalisations concrètes. Le thème de l'exposition Alter Architecture engage à proposer une alternative aux maisons qui s'étendent dans la périphérie des villes d'Iran. Il s'agirait d'un prototype de maison adaptée où mode de vie, climat, économie, matériaux, ressources, déchets et paysage interagiraient à l'image d'un écosystème. Il s'agirait d'un microcosme où les quatre éléments seraient les matériaux primordiaux de l'architecture. La dimension climatique de la maison met en jeu des protections solaires mobiles permettant

de se protéger du soleil ou de capter sa chaleur selon les saisons. La ventilation s'opère par deux tours des vents dont les têtes mobiles s'adaptent au mieux à l'orientation du vent et à ses moindres variations. La première tour attrape les vents, la deuxième, dos au vent, évacue l'air chaud de la maison. L'air capté au-dessus des toits descend dans le sous-sol pour y être rafraîchi avant d'arriver dans le jardin intérieur. Les pièces s'ouvrant sur le jardin profitent de cette fraîcheur, la deuxième tour des vents crée une dépression qui fait circuler l'air frais dans l'ensemble de la maison ensuite évacué par les ouvertures supérieures. Une forte inertie thermique permet de décaler le moment des plus hautes températures entre l'intérieur et l'extérieur.

Réinterprétant les thèmes de la maison traditionnelle, tout en correspondant au mode de vie d'une famille iranienne contemporaine, ce projet associe compacité, adaptation au gré des saisons et résistance sismique. Il s'agit d'un projet en cours, d'un projet ouvert ayant pour but de mutualiser les expériences.

Adresses p.78