

# EAU PLANÈTE ET PEUPLES

**EAU : IMAGINONS ENSEMBLE  
DES SOLUTIONS POUR LE CLIMAT !**

[COP 22]

Eau, Planète et Peuples

MAROC



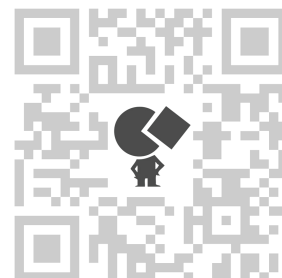
LIEN vers FILM  
relatif à l'Article

*C'est le moment  
d'AGIR !*



Dossier

*Les Khetaras du  
TAFILALET...*



LIEN vers SITE  
relatif à l'Expo

*Les Regard des  
AÏNS*



# Le nouveau round de négociations climatiques, la COP22, qui se tient à Marrakech au Maroc, aborde enfin la question de l'eau...

Le cycle de l'eau, sa préservation et sa restauration, doivent être placés au cœur de la lutte contre le changement climatique.

**C**ar le climat, l'eau, l'air, le sol, la végétation constituent un seul et même ensemble.

Cela va bien au-delà de l'adaptation évoquée jusqu'à présent dans les textes officiels de la COP22.

Mais cette idée d'adaptation peut néanmoins fournir une porte d'entrée pour aborder autrement la question du climat et de l'eau.

**E**n effet, demandons nous simplement : qui sont les champions de l'adaptation ?

Ce sont les peuples qui partout sur terre ont su trouver des modes de vie en équilibre avec les ressources naturelles.

Des déserts arides aux banquises du pôle Nord, des populations humaines se sont adaptées aux conditions les plus extrêmes.

**AU MAROC, LES KHETTARAS, CONNUES SOUS LE NOM DE QANAT DANS D'AUTRES PAYS, CONSTITUENT UN FORMIDABLE EXEMPLE D'ADAPTATION QUI MÉRITE D'ÊTRE CONNU, PRÉSERVÉ ET DÉVELOPPÉ POUR FAIRE FACE AUX DÉFIS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE.**

Edouard SORS, architecte et auteur de l'Article, de l'Exposition et du présent Dossier s'est vu offrir une CARTE BLANCHE par nos associations afin de traduire, en mots et en images, la problématique des khettaras au Maroc.

Lauréat du concours de L'Esquisse Verte avec sa proposition de régénérations des khettaras de Marrakech en 2005, expert invité aux workshops HydroCity en Iran pour la valorisations des qanats de Teheran en 2012 et Yazd en 2014, il a publié en 2016 CARTEAU *rendre l'invisible lisible*, ouvrage qui rend compte des eaux disparues d'un plateau agricole en ile de France.

# LES KHETTARAS DU TAFILALET AU MAROC :

## la maîtrise de l'eau souterraine pour verdier le désert.

Article et des prises de vues d'Edouard SORS

### UNE EAU INVISIBLE

Dans la province d'Errachidia, au sud est du Maroc, des cordons de végétation s'étirent le long des *oueds* Ziz et Ghéris, du Haut-Atlas au Sahara, depuis les vallées ocres des montagnes vers les plaines aux pâles teintes du désert...

Dans la plaine semi-aride du Tafilalet, serpentant entre l'étendue désolée du socle ras d'une *hamada* chauffée à blanc au nord-est et les sombres contreforts calciné de l'Anti-Atlas au sud-ouest, les lacets changeant de l'oued Ghéris dessinent un paysage désolé, alternant écaillés d'argile desséchée, amoncellements rocailleux, bancs de sable et... poches de verdure. Ecrasées par le soleil et balayées par des vents abrasifs, des oasis s'étalent aux bords du lit, preuve s'il en fallait qu'occasionnellement il se remplit : flots impétueux des fontes de neiges au printemps, crue éclair lors des épisodes orageux d'automne, lente décrues. Mais ces eaux ont de tout temps préféré s'enfouir au cœur de l'amoncellement détritique de ces terrains poreux riches en alluvions, en sables et en pierres roulées ; elles se sont dissimulées dans les profondeurs de cette jeune couche du Quaternaire épaisse de 15 à 30 mètres ; elles se sont maintenues à demeure, dans la cuvette formée par la roche mère dont les horizons géologiques ressurgis de l'époque reculée du Crétacé dessinent les plissements de l'Anti-Atlas voisin...



fig.2 Les gorges de l'oued Ziz, ksar d'Ouled Shakir, entre Errachidia et Erfoud



fig.1 Lit de l'oued Ghries, barrage de Fezna

## UNE EAU SOUS-JACENTE

Les gisements de fossiles marins captifs des affleurements rocheux du Tafilalet ne révèlent-ils pas la lointaine présence d'une eau primordiale ? Sur la route des oasis du sud, entre Errachidia et Erfoud, le jaillissement artésien de l'eau salée d'Aïn El Ati n'est-t-il pas la preuve que l'eau réside encore dans les tréfonds de la terre? Mais depuis le retrait de la mer du Crétacé il y a 600 derniers millions d'années et avant qu'on ne mette à jour cette l'eau fossile afin de la désaliniser, c'est celle plus douce et captive de la couche Quaternaire qui, pendant des siècles si ce n'est des millénaires, a permis au règne végétal de s'accrocher à la vie sur ces terres austères.

Au gré des recharges de cette nappe phréatique, les peuplements d'herbacés ont puisé leurs nutriments et leur eau quand celle-ci daignait se présenter sous leur pieds : en raison de la sécheresse chronique subie par les premiers 60 centimètres de terre, et bien que les racines de palmiers puissent sonder le sol jusqu'à 10 mètres de profondeur, les habitants de la plaine du Tafilalet durent longtemps se cantonner à l'élevage et à une agriculture de subsistance. Afin de limiter les pertes par transpiration et évaporation, ils développèrent le modèle traditionnel d'agriculture à trois étages, typique des oasis ; l'étage supérieur des palmiers-dattiers porte ses ombres éparées sur l'étage intermédiaire des autres arbres fruitiers tels que le grenadier ou l'olivier, majoritaire, sous lesquels des cultures céréalières et maraichères poussent, à couvert. Spectatrices des phénomènes répétés de résorption ou de résurgence des eaux en surface, les populations oasiennes avaient pleine conscience de l'enjeu de sa conservation dans le sol, et soupçonnaient la manne d'être à porter de main. L'eau essentielle à leur consommation était puisée dans la profondeur des 10 premiers mètres de leurs terrains à l'aide de roues montées sur leur puits et de godets levés par traction animale.



fig.3 Aïn el Ati, la Source du Don découverte en 1982 suite à un forage profond dans des aquifères de la couche infra-cénomaniennne du Crétacé supérieure, au plus haut niveau marin préhistorique

## UN RENOUVEAU

Implantés sur un axe majeur de circulation des caravanes ralliant l'Afrique sub-saharienne, les micro-foyers urbains oasiens se développèrent surtout lorsque le commerce s'enrichit des opportunités d'échanges qu'apportèrent les conquêtes arabes au 8<sup>ème</sup> siècle, et qui donnèrent lieu à la fondation de la cité berbère de Sijilmassa, à 40 km de l'actuelle Rissani. Cependant, pour que les conditions d'une sédentarisation pérenne soient réunies dans la plaine du Tafilalet, il fallut attendre que soit rendue possible l'irrigation des terres et la transformation des maigres oasis en riches palmeraies : seule la mobilisation de l'eau souterraine, en toute saison, pouvait garantir une activité agricole et une relative sécurité alimentaire. Mais comment puiser les volumes nécessaires ? Comment le creusement du sujet 'terre' pour retrouver l'objet 'ressource' pouvait affranchir l'homme ou l'animal de la corvée du levage du godet dont les quantités étaient dérisoires ?

La solution fut trouvée au 14<sup>ème</sup> siècle avec l'adoption d'un système appelé *qanât* ou *kariz* dans l'ancienne Perse où il était développé et employé depuis l'antiquité et qui devait s'avérer parfaitement adapté au Tafilalet. Cette technique de drainage des nappes phréatiques via des galeries souterraines à très faible pente fut importée par les Arabes et rebaptisée *khettara* lors de sa mise en œuvre dans les sols détritiques marocains. Le recours aux khettaras avait déjà fait ses preuves 3 siècles plus tôt : celles creusées dès 1062 dans la plaine désertique du Haouz pour la fondation ex-nihilo de la cité de Marrakech au pied du Haut-Atlas permirent d'extraire l'eau nécessaire à la consommation courante de ses habitants, à l'irrigation de ses jardins et au développement de sa palmeraie. Sijilmassa, déjà mise à mal par la fulgurante émergence de la cité ocre, finit de périr et de se dépeupler au moyen-âge (l'âge d'or arabe) au profit des *ksour* de Fezna, Jorf et Hanabou, les villages dont les habitants avaient entrepris un vaste chantier de creusement de khettaras des pieds de l'Anti-Atlas jusque dans leurs oasis afin de libérer les eaux souterraines et irriguer les palmeraies .

Si en 900 ans la plaine du Haouz de Marrakech s'était dotée d'un entrelacs de 567 khettaras courant du sud vers le nord, du Haut-Atlas vers l'oued Tensift, il ne fallut que 600 ans pour que les puisatiers des palmeraies de la province d'Errachidia en creusent 410, totalisant plus de 300 km de réseau. Pour les seules palmeraies de Fezna, Jorf et Hanabou, un faisceau de 69 khettaras fut réalisé : il sillonne aujourd'hui encore une portion haute de la plaine du Tafilalet, d'ouest en est, avec des galeries drainantes d'une longueur moyenne 7 km et des puits de tête pouvant atteindre jusqu'à 30 mètres de fond.



fig.4 Tirant leur nom des racines arabes *khat* (la ligne) ou *khetta* (la tranchée), les puits de khettara situés au-dessus de leurs galeries forment des lignes en pointillé, à la surface des plaines arides tandis que, plus loin, les canaux de distribution aériens appelés séguia courent entre les palmiers. Ici le champ de khettara de Fezna

Les centaines de puits nécessaires au creusement, à la ventilation et à l'entretien des khattaras firent apparaître en amont des palmeraies un paysage improbable de talus en forme de cônes tronqués ; un bosselage n'ayant d'écho, aujourd'hui encore, que les crêtes arasés des contreforts de l'Anti-Atlas, les bosses des dromadaires, ou les lignes de faitage des tentes berbères, des *khaimas* du désert... Comme autant de discrètes manifestations sur la plaine de la matrice hydrique la sous-tendant.

## UNE INFRASTRUCTURE INVISIBLE

Mais à l'époque, si la promesse de récoltes abondantes justifia que les locaux et les nouveaux arrivants s'emploient à gratter, sillonner, ensemercer et protéger de l'ensablement des terres jusqu'ici incultes, elle impliquait surtout une mobilisation sans égale de tout un peuple. En raison de l'argent, du temps, du labeur et de l'organisation sociale nécessaire à la mobilisation de l'eau, la réalisation des galeries de drainage et la gestion de leur débit devinrent le liant de la cohésion sociale sans faille exemplaire de leurs communautés d'utilisateurs.

Courage et la précision était en effet de rigueur tant au moment de l'excavation du sous-sol à la pioche pour accéder à l'eau que pour la drainer hors la nappe, pour la conduire sous terre et enfin l'acheminer à travers champs via le réseau de canaux d'irrigation, les séguias. Solidarité et la parcimonie était ensuite de mise pendant toute la vie de la galerie drainante, dans la gestion coutumière de son débit continu, pour la distribution entre ayants droit, usagers et exploitants, propriétaires terriens ou non, et enfin pour la maintenance des galeries et des canaux, voire leur consolidation ou leur prolongement.

En premier lieu, les puisatiers sondaient le sol en amont de la ligne du drain dont ils projetaient la réalisation ; le premier puits en eau en marquait l'extrémité, le puits de tête. En second lieu, à l'autre extrémité de la ligne, ils entamaient le sol des terres des commanditaires, à l'aval, creusaient la galerie à sec vers l'amont en direction du puits mère, remontant à la surface le matériel d'excavation par des dizaines de puits distants entre eux d'environ 30 mètres, franchissaient la ligne piézométrique de la nappe phréatique et atteignaient la région du sous-sol gorgée d'eau... La galerie était finalement connectée au puits de tête et l'exhaure était libérée : l'eau ainsi drainée dans la partie supérieure de la nappe pouvait alors s'écouler sous terre par simple gravité le long d'une très faible pente jusqu'à apparaître à la surface, à l'*ain*.

Sa trajectoire ne pouvait en aucun cas intersecter celle d'une khattara voisine au risque d'en altérer le débit : chaque ksar en avait plusieurs, chaque quartiers, certaines familles ou certains grands propriétaires terriens ayant la leur. Tous les propriétaires de drains souscrivaient à l'application du droit coutumier du partage de l'eau entre usagers, que les débits sortant soit importants ou non. En l'absence de bassins de retenue à l'*ain* de la khattara, la distribution du flot continu entre ayants-droit était assuré par les *cheikhs* de l'eau via l'attribution équitable de parts d'eau comptabilisée en temps d'irrigation : la durée de ces parts d'eau pouvaient varier selon les heures de la journée, la nature des cultures et les saisons.

En plus de l'orchestration de cette répartition du temps de l'eau, il incombait au cheikh de modérer les conflits entre propriétaires et usagers, de contrôler l'entretien des ouvrages et de conduire les travaux adéquats en cas de baisse du débit : un simple curage des vases pouvait suffire, ou alors un désencombrement d'ébouillis et les consolidations des tunnels pouvaient être préconisés, voire parfois un colmatage des affouillements dus à un débit trop fort ou à un sol friable.

Mais en cas de sécheresses répétées, d'insuffisance des apports en infiltration et de recharge déficiente de la nappe, les travaux plus conséquents étaient envisagés : on procédait soit à l'approfondissement de la galerie sur plusieurs dizaines de centimètres, soit à son prolongement de plusieurs centaines de mètres vers l'amont, là où la nappe était plus haute du fait de l'élévation de la roche mère aux limites de la cuvette d'inscription de la couche Quaternaire. Une khattara n'était abandonnée - avec le secret espoir que ses eaux ressuscitent un jour - que si les charges d'entretien ou de travaux étaient trop lourdes pour la seule communauté de ses propriétaires : il était souvent plus sûr d'en creuser une nouvelle, plus profonde.

C'est ainsi que 25 générations d'habitants du sud-est marocain se sont relayées pour assurer l'extraction raisonnée et communautaire de leur gisements d'or bleu grâce à leurs 410 khattaras pendant 6 siècles... A l'instar des centaines de générations d'habitants des plaines et plateaux arides des contreforts montagneux de l'actuel Iran qui avaient durablement exploité leur patrimoine hydrique à l'aide de 40 000 qanâts pendant plus de 25 siècles... Jusqu'à l'avènement des temps modernes et de ses nouvelles hydres.



fig.5 Vues de la canopée de palmiers-dattiers et des canaux à terre avec, en toile de fond, l'horizon rocheux ensablé de la palmeraie de Jorf

## MAUX D'HERNE

On aurait pu croire que les découvertes du pétrole et du béton allaient permettre à la force des machines de soulager les bras des puisatiers et aux arches armées de soutenir les rudimentaires voûtes de terre. Mais l'occasion de systématiser la modernisation du réseau des galeries au 20<sup>ème</sup> siècle fut manquée ; le recours à l'énergie fossile et à la pierre de synthèse provoqua même leur déclin. En effet, à partir des années 1950, les puits individuels se sont multipliés, légalement ou illégalement, l'extraction verticale motorisée a pompé l'eau sans compter et les forages ont été chercher de plus en plus profondément à mesure que la nappe baissait. De solides barrages de dérivation ont modifié la morphologie des lits des oueds et le régime d'infiltration de l'eau dans le sol. Les nouvelles techniques ont altéré le fragile équilibre entre consommation et renouvellement de la ressource souterraine que les captages horizontaux avaient su maintenir.

La baisse généralisée des niveaux piézométriques des aquifères à travers le monde fut telle que, malgré la volonté de certaines communautés d'usagers gestionnaires engagées dans la conservation de leur patrimoine hydrique, ni les prolongements vers l'amont ni les décaissements en profondeur

ne pourraient cette fois raviver le flot continu des galeries drainantes. Au Maroc comme en Iran ou Chine, les khattaras, qanats et kariz se tarirent et furent abandonnées les unes après les autres. (voir article – *NOW is time for ACTION / C'est le moment d'AGIR*)

A Marrakech, en 1970, les khattaras encore en état de fonctionner libéraient 5 mètres cube par seconde pour irriguer 20 000 hectares, soit 150 millions de mètres cube par an ; en 2005, du fait du développement urbain, le niveau de la nappe avait baissé de plus de 20 mètres par endroits et une seule khattara était encore vive. Dans la province faiblement urbanisée d'Errachidia, une étude exhaustive conduite en 2005 par l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Tafilalet ORMVATF et la Japanese International Cooperation Agency JICA dresse un tableau plus nuancé. Il y est établi que sur 410 khattaras répertoriées, 350 avait servi au 20<sup>ème</sup> siècle, 160 se seraient tarées entre 1950 et 1970 et 72 autres après 1985, que 143 khattaras auraient vu leur débit baisser entre 2000 et 2005 tandis que 23 l'auraient vu augmenter... Dans le secteur irrigué de 4 000 hectares entre Fezna, Jorf et Hanabou, mis à mal par la baisse de près de 10 m du niveau piézométrique de la nappe, sur 69 khattaras existantes, 26 ont été déclarées mortes avant 1970, 7 avant 1985, 4 avant 1995 et 3 avant l'an 2000 ; 18 seulement étaient encore vives, 1 avait vu son débit augmenter et 7 étaient menacées d'ensablement.



fig.6 Bassins et déversoirs d'une station de pompage datant de 1952, dispensant une eau un peu saline, où le pétrole est désormais remplacé par des panneaux photovoltaïques

## REHABILITATIONS

La capacité de réserve de la nappe phréatique du Quaternaire du secteur de Fezna, Jorf et Hanabou a été estimée à 30 millions de mètre cube. Mais, exception faite de 3 khattaras restaurées en 2005, toutes les khattaras qui avaient appartenu aux communautés de Fezna sont aujourd'hui à sec : l'eau de substitution est désormais celle des puits individuels, des stations de pompage et des ouvrages de dérivation des eaux de crue de l'oued Ghries (barrages et canaux). En résulte un champ de puits et de galeries délaissées devenu propriété communale...

En 2004, trois frères vivant tant bien que mal du tourisme ont eu la riche idée - rapidement reprise par d'autres habitants du village – de demander l'autorisation à la commune d'installer leur khaïma dans le champ des puits des khattaras afin d'offrir un point de ralliement pour les visiteurs curieux de découvrir leur étonnant paysage en surface. Le succès de cette initiative fut tel qu'en 2007, ils purent creuser et déblayer, 3 mois durant, le tout premier escalier d'accès à une veine souterraine tarie, permettant aux touristes du monde entier de pratiquer à la seule lumière des puits et des lampes à huile, un monde souterrain jusque là invisible.



En ce qui concerne l'irrigation de la palmeraie de Jorf, le risque d'assèchement de ses 28 khetaras aurait représenté un réel problème d'insécurité hydrique à cause de l'absence de réelle alternative en approvisionnement, due à son éloignement des canaux de dérivation de l'oued et à la salinité des eaux des puits individuels forés à la marge de la couche Quaternaire. Fort heureusement, la tendance au tarissement des khetaras fut ici inversée grâce à trois facteurs : la recharge de la nappe suite à plusieurs années pluvieuses, la campagne de désensablement et désencombrement entreprise en 2005 et finalement, l'abandon des drains souterrains de Fezna. Tant et si bien qu'en 2013, 25 khetaras délivraient 12 millions de mètres cube annuels là où pendant les années 1960, 22 d'entre elles en libéraient moitié moins.

C'est ainsi que la palmeraie Jorf vit revenir à elle des habitants qui l'avaient quittée, provoquant un phénomène d'exode urbain suffisamment rare pour que les villageois s'en réjouissent, que les autorités régionales et la communauté scientifique s'en félicitent.



fig.7 Champ de puits de Fezna, vue des installations touristiques d'appoint

La corrélation ainsi mise en lumière entre la réversibilité d'une tendance démographique et la résilience de la technique ancestrale de drainage de l'eau souterraine nous interpelle et nous encourage à convoquer leurs qualités au 21ème siècle. Les khetaras ont offert l'opportunité à cette plaine semi-aride du Tafilalet de connaître un développement agricole durable ; leur insertion dans une hydrographie locale est le gage d'une consommation raisonnée et mesurée de la ressource. D'une manière globale, les galeries drainantes par la nature même de leur débit continu parvinrent à favoriser l'essor d'une culture de « l'eau bien-commun divisible et autogéré » ; l'enjeu de leur survivance relève moins de la volonté de patrimonialisation que de la démonstration d'un bon sens retrouvé, un sens commun.

**C'est en cela que les drainages souterrains sont fidèles à ce qu'ils ont toujours été : des sources d'espérance. L'exhaure de leur aïns doit être vue comme une exhortation aux terriens : qu'ils trouvent leur eau dans une assiette hydrographique limitée et maîtrisée, dans une matrice complexe qui ne saurait plus souffrir d'être méconnue et qu'on ne peut plus se permettre d'épuiser.**



C'est le message  
que nous voulons faire  
entendre à la COP22.

Le peuple marocain peut être  
fier du patrimoine hydrique  
qu'il a créé et entretenu  
au fil des siècles.

Les pouvoirs publics,  
marocains et internationaux,  
doivent en prendre la mesure,  
le protéger et le développer,  
comme une réponse exceptionnelle  
aux menaces que fait peser  
le dérèglement climatique.



[www.coordination-eau.fr](http://www.coordination-eau.fr)  
5 rue de la Révolution,  
93100 Montreuil  
09 82 31 73 84  
[coordination@eau-iledefrance.fr](mailto:coordination@eau-iledefrance.fr)



France Libertés  
5 rue Blanche, 75009 Paris  
01 53 25 10 40  
[eau1@france-libertes.fr](mailto:eau1@france-libertes.fr)  
[www.france-libertes.org](http://www.france-libertes.org)



**ACME-Maroc**