

Cahiers Géographiques de l'Ouest n° 14-15

EAU ET ENVIRONNEMENT TERRITOIRES ET SOCIÉTÉS



Coordination

Tarik GHODBANI et Sid-Ahmed BELLAL

Publication du laboratoire de recherche « Espace Géographique et Aménagement du Territoire » (EGEAT) et du département de Géographie et d'Aménagement du Territoire, Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

ISSN : 2170-130X

2020

CAHIERS GEOGRAPHIQUES DE L'OUEST

Comité de rédaction

Sid-Ahmed SOUIAH, géographie, Université d'Oran2, Rédacteur en chef

Bouziane SEMMOUD, géographie, Université Paris 8

Marc CÔTE, géographie, Université de Provence

Tarik DAHOU, anthropologie, Institut de Recherche en Développement (IRD), Museum de Paris

Hatem KHATTELI, géographie, Institut des Régions Arides, Médenine, Tunisie.

Fetoui MONDHER, géographie, Institut des Régions Arides, Médenine, Tunisie.

Lahcen BENABIDAT, hydrogéologie, Université de Fès

Mansour HAMIDI, hydrogéologie, Université d'Oran 2

Mohamed HADEID, géographie, Université d'Oran2

Tarik GHODBANI, géographie, Université d'Oran2

Sid-Ahmed BELAL, géographie, Université d'Oran2

Abdelaziz KOUTI, géographie, Université d'Oran2

EGEAT (Laboratoire de recherche Espace Géographique et Aménagement du Territoire). Laboratoire pluridisciplinaire à dominante géographique.

Responsable : Tarik GHODBANI

Ses thèmes de recherche privilégiés sont :

- Espace et population
- Dynamique urbaine, images et vécus
- Dynamique régionale et gestion des ressources naturelles
- Mobilités et Dynamiques Urbaines
- Dynamique des espaces steppiques et sahariens
- Eau et environnement en milieu aride
- Territoires et Sociétés
- Villes, Espace Géographique et Aménagement du Territoire

AVANT-PROPOS

La présente publication, n° 14-15, des Cahiers Géographiques de l'Ouest est consacrée entièrement à la question de l'eau. Elle regroupe des travaux ayant trait à l'espace algérien mais aussi des travaux centrés sur d'autres espaces ; les coordinateurs de ce numéro ont fait le choix pertinent d'élargir le champ d'étude de cette problématique à d'autres pays, du Maghreb, du Moyen-Orient, du pourtour méditerranéen, de l'Afrique de l'Ouest. Cet élargissement du champ géographique a conféré à ce numéro une grande richesse et ce, du fait de l'importance des travaux proposés mais aussi de la diversité des situations étudiées et des thématiques de l'eau qu'elles ont induites. L'eau, objet du propos, demeurant toujours un enjeu géostratégique de taille dans la majorité des pays du globe.

Dans l'introduction cosignée par T. Ghodbani et S-A. Bellal - initiateurs et coordinateurs de ce numéro -, il est précisé que les onze textes sélectionnés se proposent de présenter la thématique en question dans un cadre plus large, celui de la gestion intégrée des ressources en eau. À cet effet, trois grands axes ont été définis dans le souci de cerner de plus près cette approche à la fois académique et opérationnelle : la gestion alternative de la ressource en eau à travers une approche géographique, les stratégies adoptées afin d'assurer la durabilité de la ressource en eau, et enfin, la portée environnementale que peuvent induire les formes utilisées de gestion de l'eau.

Outre l'importance de la thématique qui y est étudiée, ce numéro possède l'originalité de respecter les normes de publication, y compris celles du classement de la DGRSDT. À ce titre, les articles qu'il renferme sont accompagnés de résumés en anglais et en français ; ils seront visibles via le site de la revue, ce qui permettra une large diffusion de cette publication.

Par ailleurs, bien que la revue ait connu des irrégularités dans sa parution, ce numéro, 14-15, est venu conforter les autres numéros parus depuis l'année de sa fondation, 1978, par un groupe d'enseignants du département de Géographie de l'Université d'Oran.

Notons pour finir, que la large diffusion au niveau national et international qu'ont connue jusque-là Les Cahiers Géographiques de l'Ouest, ainsi que la qualité des articles du présent numéro, l'ensemble des travaux qu'il propose, caractérisés par la pluridisciplinarité et l'intérêt porté sur des thématiques originales traitant l'interface homme/espace, sont autant d'atouts qui portent les coordinateurs à aspirer à ce que ce travail soit hissé à la classe B, comme première étape.

Pour le comité de publication ; **HADEID Mohamed**

Cahiers Géographiques de l'Ouest, n°14-15, 2020

CAHIERS GEOGRAPHIQUES DE L'OUEST

**Eau et Environnement
Territoires et Sociétés**

Water and Environment
Territories and Societies

**Coordonné par
Tarik Ghodbani et Sid-Ahmed Bellal**

**Université d'Oran 2 – Mohamed Ben Ahmed
ISSN : 2170-130X**

SOMMAIRE

1- LA GESTION ALTERNATIVE DE LA RESSOURCE EN EAU DES TERRITOIRES

Fairouz MEGDICHE-KHARRAT, Mohamed MOUSSA, Hichem REJEB et Rachid RAGALA : Les paysages construits à travers les galeries d'eau sur les deux rives de la Méditerranée et au Moyen-Orient.

Abdelkrim DAHMEN et Tsouria KASSAB : *L'eau à Ghardaïa (Algérie) : un système artificiel par excellence*

Saida TEMAM : *La Loire des grands barrages, histoire du projet d'aménagement durable pour la reconquête agricole et industrielle de la vallée inondable*

2- LA MISE EN ŒUVRE DE STRATEGIES SUSCEPTIBLES D'ASSURER LA DURABILITE DE LA RESSOURCE EN EAU

Tarik GHODBANI et Mohamed Nadir BELMAHI : *La problématique de l'eau en oranais et les grands transferts hydrauliques, défis et perspectives.*

Sid Ahmed BELLAL, Abdelkader BAICHE et Ouassini DARI : *Sècheresse et fluctuations des ressources en eau souterraines: le cas du plateau de Mostaganem (Ouest Algérien).*

Beli Didier YAO : *Problématique de l'approvisionnement en eau potable à Abidjan (côte d'Ivoire).*

Hicham SEGHIRI et Sid Ahmed BELLAL : *Disparités socio-spatiales dans l'accès à l'eau : cas de la périphérie oranaise.*

3- L'EQUILIBRE DE L'ENVIRONNEMENT A LONG TERME

Abdelhadi EL MIMOUNI, Lahcène DAOUDI, Fatima Zohra OMDI et S. AOUCHE : *Transformations des zones littorales en milieux semi-aride. Entre l'anthropisation, l'aménagement et l'environnement. Cas du littoral d'Essaouira (Maroc).*

Abdelghani GARTET, Djaouad GARTET et Mohamed ERRAFIK :
Inondation et urbanisation dans les agglomérations prérifaines (Maroc septentrional).

Mounir JARRAYA : *La vulnérabilité de la population aux parasitoses intestinales à Sfax : quelle implication de l'eau ?*

Rafael Mata, Carolina Yacamán, Juan-Ignacio Robles et Lucía González-Martín, *Représentation audiovisuelle dans le processus de patrimonialisation d'un paysage agricole périurbain: eau et jardin maraîcher au sud de la région urbaine de Madrid.*

INTRODUCTION

La question de l'eau et ses dynamiques territoriales s'inscrit dans le cadre, plus large, de la Gestion Intégrée des Ressources en Eau. Depuis plusieurs décennies, elle fait l'objet d'une réflexion soutenue de la part de nombreux chercheurs de plusieurs disciplines scientifiques.

A l'issue d'un appel de textes entrepris par les Cahiers Géographiques de l'Ouest, onze articles ont été sélectionnés par le comité scientifique de la revue. Ils s'inscrivent dans la perspective de traiter la question et ce, en trois grands axes : la gestion alternative de la ressource en eau des territoires ; la mise en œuvre de stratégies susceptibles d'assurer la durabilité de la ressource en eau ; et enfin, l'équilibre de l'environnement à long terme.

Dans le premier, on tente un diagnostic du domaine de la gestion traditionnelle et historique de l'eau et la capacité des anciennes techniques à mobiliser et à gérer l'eau superficielle et souterraine. Dans le second on traite de la problématique des transferts régionaux des ressources ainsi que des déséquilibres entre l'offre et la demande de l'eau potable dans les milieux urbains. Dans le troisième enfin, on fait l'état de la question des risques sous plusieurs formes : inondations, sécheresse, maladies à transmission hydrique...etc, ainsi que des nouvelles adaptations en vue d'une valorisation durable des ressources d'eau.

L'étude de F. Megdiche-Kharrat et al, de même que celle de A. Dahman et al, illustrent l'objet de notre quête inscrite dans le premier axe. Ainsi, les auteurs F. Megdiche-Kharrat et al., par une approche paysagère, dans le cas du Sultanat d'Oman, réalisent une analyse spatiale des galeries d'eau issues de contextes différents ; ils étudient les méthodes et les matériaux de construction des tunnels souterrains et des édifices annexes, des pratiques traditionnelles et savoir-faire anciens accumulés par des peuples différents du fait de leur diversité géographique, sociale et culturelle, et qui ont permis à ces peuples d'édifier un patrimoine paysager qui défie les limites territoriales. Ces ouvrages mis en valeur ici illustrent les conquêtes

de l'Homme sur l'aridité de la Nature, dans sa quête de stabilité et d'expansion, depuis le Moyen-Orient jusqu'aux deux rives de la Méditerranée.

Dans le même ordre d'objet, A. Dahmane et al nous présentent, dans le cas de Ghardaïa, le caractère exceptionnel du système hydraulique du M'zab en Algérie. Les innovations des Mozabites ont permis, non seulement d'exploiter la nappe phréatique contenue dans les calcaires du Turonien de la vallée du M'zab, mais aussi de « l'appivoiser » suivant un système original de captage-restitution par puits capteurs pour optimiser l'exploitation des crues saisonnières.

Dans les deux cas, la question de préservation de ces modes ancestraux s'avère primordiale et ce, face aux menaces engendrées par le développement accru de nouvelles techniques d'exploitation peu soucieuses des équilibres environnementaux et des éléments patrimoniaux.

Des adaptations sont suggérées, en dépit des difficultés et des rapports conflictuels possibles entre les différents acteurs. A ce propos, l'article de S. Temam met en évidence, à travers le prisme du cas de la vallée de la Loire, les interférences pouvant avoir lieu entre la politique du pouvoir central et la volonté des collectivités locales. La situation sur laquelle s'appuie l'étude est certes propre à une période historique remarquable dans l'aménagement hydraulique de la Loire, toutefois ses enseignements peuvent servir de leçon aux générations actuelles et futures pour une possible concertation dans le domaine des grands aménagements hydrauliques.

Dans le second axe, T. Ghodbani et al, abordent l'exemple des transferts hydrauliques dans la région oranaise. Ils tentent de cerner la problématique de l'approvisionnement en eau et ce, en mettant l'accent sur l'analyse des interactions entre les facteurs naturels et le développement socio-économique comme facteur limitant la disponibilité de cette ressource. L'incertitude de la pluviométrie combinée à la littoralisation des villes et aux activités économiques engendrant par ailleurs une forte pression sur les ressources de l'eau. C'est notamment au niveau de l'aménagement, celui des grands transferts hydrauliques, que l'action volontariste de l'Etat apparait ici

la plus déterminante. Elle concerne à la fois la collecte, le stockage et le transfert de l'eau, auxquels s'ajoute l'engagement à l'exploitation de l'eau de mer par le procédé du dessalement.

L'augmentation de la demande en eau ne se limite pas aux ressources superficielles : elle touche aussi les eaux souterraines. Pour mettre en lumière cette réalité, S-D.Bellal et al, se sont intéressés à la sécheresse et aux fluctuations du niveau piézométrique des aquifères du plateau de Mostaganem qui constitue un des plus importantes unités naturelles de l'Algérie occidentale. L'analyse consiste à mettre en évidence la relation entre la fluctuation des aquifères et l'étalement des périodes de sécheresse, phénomène qui a poussé au pompage excessif des eaux souterraines pour parvenir à satisfaire les besoins en eau qui ne cessent d'augmenter.

Outre la dimension régionale, la dimension urbaine et micro-spatiale est omniprésente dans cet axe. Ainsi H. Seghiri et al, traitent la question de l'eau dans la périphérie oranaise, en passe de devenir une préoccupation majeure en raison du fait qu'elle comporte une réelle complexité liée à des enjeux sociaux et économiques. L'accès d'un grand nombre de ménages au réseau a eu des répercussions sur le volume global consommé, comme sur la nature des consommations. En effet, dès lors que les ménages disposent de l'eau à domicile, leur confort doit, à priori, s'améliorer. Pris dans cette logique, les ménages cherchent à gérer le problème de leur besoin soit en s'adaptant à l'offre, soit en essayant de l'améliorer par une ou plusieurs stratégies compensatoires adéquates.

Dans le même champ d'intérêt, l'article de Y.-B. Didier sur la Côte d'Ivoire, vient confirmer la pertinence de cette approche sur la question de l'eau dans le milieu urbain. La ville d'Abidjan dispose d'énormes ressources en eau qui cependant se dégradent à cause du phénomène de la pollution. Cette eau demeure inutilisable car son épuration exige de forts investissements publics. Ainsi la consommation humaine est faite à partir de la nappe du bassin sédimentaire d'Abidjan ; mais l'inadéquation entre l'offre et la demande, consécutive à l'insuffisance des infrastructures et à l'absence d'investissements dans le secteur, dans un contexte d'importants déficits, ne cesse d'alimenter la revendication sociale à

l'accès à l'eau potable et ce, notamment dans les quartiers défavorisés.

Dans le dernier axe enfin, A. Gertit et al, traitant le cas de Fès, au nord-est du Maroc, mettent en exergue les caractéristiques du régime torrentiel des oueds entourant la ville. De fréquentes inondations menacent ainsi les infrastructures et la vie des habitants Fassi. Une prise en charge de ce risque par les instruments d'aménagement est devenue une priorité en matière de gestion urbaine et ce, en vu d'assurer un étalement sécurisé de tout le tissu urbain de Fès. Cette vision peut être appliquée sur tous les espaces à fort indice de vulnérabilité. Dans cet esprit, l'article de A. Elmimouni, et al sur le bassin versant de l'Oued El Ksob, à Essouira, au Maroc, montre clairement cette relation entre la fragilité des écosystèmes et l'action de l'homme. Les impacts des aménagements ne cessent de perturber l'équilibre hydrodynamique du bassin versant de l'oued El Ksob et de sa façade atlantique donnant sur la ville d'Essouira. Ici le risque ne se limite pas seulement au phénomène dynamique puisqu'il touche aussi la santé humaine ; une vérité qui sera bien mise en valeur par M. Jarraya dans son article sur la Tunisie.

L'étude de cas sur Sfax, en Tunisie, démontre que la faible prise en charge de l'assainissement est à la source de la pollution des nappes et, par conséquent, de la prolifération des maladies à transmission hydrique. Des variations géographiques sont relevées. Et il en ressort que les catégories sociales les plus fragiles n'arrivent pas à trouver de solutions d'adaptation au besoin d'une prise en charge urgente.

C'est d'une expérience tout à fait différente des précédentes que traitent R. Mata et al, dans la zone péri-urbaine de Madrid. Il s'agit toujours de l'usage de l'eau bien sûr. L'étude a cependant l'originalité de montrer qu'un processus de résilience autour d'une action de patrimonialisation des pratiques traditionnelles d'irrigation peut limiter la consommation abusive de l'eau de l'aquifère. Les auteurs relèvent, entre autres, qu'une recherche pertinente en cours, menée par une équipe mixte de l'Université Autonome de Madrid, utilise des techniques audiovisuelles modernes pour enrichir une plate-forme numérique sur le web. Cette technique participative permettra l'interaction et l'échange entre les différents acteurs et usagers de

l'eau, dans le Parc Agricole de Fuenlabrada, dans le bassin hydrographique du Tage.

Enfin, pour l'essentiel, sur la composition en approches différenciées de ce numéro, on ne peut que souligner que, les auteurs des articles cités ont, à travers les différents cas abordés, à des échelles variées dans le temps et dans, chacun, un espace spécifique, montré on ne mieux toute l'étendue de la complexité de la problématique du thème proposé. Issus d'horizons scientifiques différents, ils confirment par leur contribution ici autour la justesse de l'adoption d'approches pluridisciplinaires dans la recherche de solutions plus durables dans la préservation de cette ressource : l'eau.

Ghodbani Tarik et Bellal Sid-Ahmed

Février 2020

**LA GESTION ALTERNATIVE DE LA RESSOURCE
EN EAU DES TERRITOIRES**

LES PAYSAGES CONSTRUITS A TRAVERS LES GALERIES D'EAU SUR LES DEUX RIVES DE LA MEDITERRANEE ET AU MOYEN-ORIENT

The landscapes built through the water galleries on both shores of the Mediterranean and in the Middle East

MEGDICHE-KHARRAT Fairouz^{1,2,3}, REJEB Hichem¹, RAGALA Rachid², MOUSSA Mohamed³

¹ *Université de Sousse BP47, 4042 Sousse- Tunisie, ISA-IRESA- Unité de recherche « Horticulture, Paysage, Environnement » (UR13AGR06),*

² *Université Paris-Sorbonne (Paris IV-PSUAD), Centre d'Analyse et de Mathématique Sociales (CNRS-EHESS),*

³ *Institut des Régions Arides, Médenine – Tunisie, Laboratoire d'Érémologie et Lutte Contre la Désertification, feirouzmekdish@gmail.com, hrejeb62@yahoo.fr, rachid.ragala@paris-sorbonne.fr, mohamed.moussa@ira.rnrt.tn*

Résumé

Les galeries d'eau renvoient à une terminologie riche et diversifiée dont *aflaj*, *foggaras*, *qanâts*, termes qui désignent des techniques et des pratiques ancestrales rencontrées dans les écosystèmes arides, notamment dans le Moyen-Orient et sur les deux rives de la méditerranée. Ces techniques et pratiques millénaires d'une grande ingéniosité consistent en une gestion efficace des ressources en eau en utilisant les systèmes de drainage souterrains des aquifères. Une valorisation et des échelles de distribution sont organisées en faveur des utilisateurs et des usagers communautaires. On tentera tout au long de ce travail d'identifier des vestiges de galeries d'eau et l'implication de ces dernières dans la genèse de paysages typiques. Il s'avère que ces systèmes génèrent et animent des vies humaines et non humaines dans des pays aussi différents que l'Iran, Oman, la Tunisie et l'Espagne. La construction des paysages à travers ces infrastructures se matérialise notamment par les oasis, les forts, les moulins à eau, les réservoirs d'eau et les tours à vent. Cette recherche propose une approche spatiale des galeries d'eau issues de contextes différents et étudie les méthodes et les matériaux de construction des tunnels souterrains et de leurs édifices annexes. Ces pratiques traditionnelles et de savoir-faire anciens émanent de peuples marqués par leur diversité géographique, sociale et culturelle,

édifiant ainsi un patrimoine paysager qui défie les limites territoriales et retrace les conquêtes de l'Homme sur l'aridité de la nature dans sa quête de stabilité et d'expansion, depuis le Moyen-Orient jusqu'aux deux rives de la Méditerranée. Ce patrimoine, à la fois commun et varié, fait face à plusieurs enjeux qui parfois menacent l'existence ; pour cela, il est nécessaire de le revaloriser et de l'intégrer dans des contextes spatiaux profitables (culturellement et économiquement), vivables et surtout durables.

Mots clés : Galeries d'eau, paysage, savoir-faire, transmissibilité, partage

Abstract

Water galleries are characterized by a rich and diverse terminology as *aflaj*, *foggaras*, *qanats*, which designates ancestral techniques and practices commonly encountered in arid ecosystems, such as in the MENA region (Middle East and North Africa) and on both shores of the Mediterranean. This millennium ingenuity involves an efficient management of water resources by using underground drainage systems of aquifers. This works through organized distribution scales that serve local beneficiaries and community users. This research tries to identify some vestiges of water galleries and their implications in the genesis of typical landscapes. It appears that these systems build and animate human and non-human lives in countries as diverse as Iran, Oman, Tunisia and Spain. The construction of landscapes through these infrastructures is materialized notably by oasis, forts, watermills, water reservoirs and wind towers. This research proposes a spatial approach to water galleries from different contexts and explores the building materials and methods of underground tunnels and related buildings. These traditional practices and indigenous knowledge emanating from people marked by their geographic, social and cultural diversities; thus building a landscape heritage that challenges the territorial boundaries and recounts the conquests of man on the aridity of nature in its quest for stability and expansion from the Middle East to the two shores of the Mediterranean sea. This heritage, both common and varied, faces several issues that sometimes threaten its existence; for this, it requires being valorized and integrated in profitable spatial contexts

(culturally and economically), that are livable and principally sustainable.

Keywords: Water galleries, landscape, know-how, transmissibility, sharing

Introduction

Depuis la préhistoire, les sociétés ont essayé de capter et de gérer l'eau par le biais de divers processus qui sont le fruit du génie de l'homme faisant face à son environnement immédiat. Les galeries d'eau en sont un bon exemple : elles constituent « (...) un procédé d'acquisition ou d'amenée d'eau » durable, depuis les nappes phréatiques (Goblot, 1979, p. 10). Cette technique est fréquemment utilisée dans les zones arides et semi-arides où les précipitations sont rares et irrégulières. En effet, il s'agit de pratiques ancestrales communes aux sociétés hydrauliciennes du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord pratiquant l'irrigation, et qui ont été aussi transmises aux communautés de l'Europe méditerranéenne (Al-Ghafri et al., 2003b cité par Megdiche-Kharrat et al., 2017a, p. 121). Il s'avère que ce savoir-faire participe à la construction de paysages typiques.

Cette recherche propose une approche spatiale des galeries d'eau construites dans des contextes différents et de leurs paysages associés et ce, en essayant d'identifier des spécificités communes aux vestiges liés à ces systèmes, ainsi que la nature de l'occupation du sol générée en conséquence.

Cette recherche a aussi comme objectif de promouvoir un patrimoine paysager riche commun, qui fait face à plusieurs enjeux qui parfois menacent l'existence. Cette introduction propose une approche générale, d'une part du terme « paysage » en spécifiant ses aspects et son processus de construction, et d'autre part du système de galerie d'eau en présentant son origine et en décrivant son mécanisme de fonctionnement.

1. Le paysage

1.1 Définition et aspects

Le terme paysage est polysémique. Il englobe les concepts de *lieu*, *espace*, *territoire*, *nature*, *environnement*...etc. F.Dastur (2011, p. 1) renvoie le terme de *paysage* au mot « pays », il le définit comme « l'ensemble des formes et des reliefs d'un espace limité ». De même, le mot « paysage » existe dans les langues européennes avec des nuances originelles pour signifier le pays (*landschaften* en allemand, *landskap* en flamand), ou bien la représentation artistique ou littéraire de ce pays (paysage en français, *paesaggio* en italien) (Donadieu et al, 2009, p. 9). Le paysage désigne aussi un genre pictural qui fut mentionné pour la première fois en 1521 (Lacoste, 2009, p. 291). Il s'agit d'une « représentation figurée, destinée à séduire l'œil du spectateur, par le moyen de l'illusion perspectiviste » (Cauquelin, 2011, p. 29).

Le Petit Larousse (1974) définit le paysage entant qu'« étendue de pays qui présente une vue d'ensemble : admirer le paysage » (cité par Pitte, 1989, p. 14). Selon un sens naturaliste, le mot « paysage » renvoie à l'aspect de la surface de la terre (Pitte, 1989, p. 14).

« Le paysage est donc la pellicule de la réalité géographique, la partie émergée de l'iceberg. » (Pitte, 1989, p. 23). Aussi, en évoquant le paysage comme produit naturel, J.Tricart (1979) le décrit « (...) comme la traduction concrète et spatiale d'un écosystème. » (Cité par Pitte, 1989, p. 15). En se référant au paysage comme produit culturel, J.-R. Pitte le qualifie de « réalité culturelle » car selon lui le paysage « est non seulement le résultat du labeur humain, mais aussi objet d'observation, voire de consommation » (Pitte, 1989, p. 23).

1.1.1. La construction du paysage

Le paysage représente « une partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations ; » (Article 1 de la *Convention européenne du paysage* signée à Florence, le 20/10/2000). La construction du paysage implique, ainsi, l'action de déterminants humains et non humains. Les forces non humaines regroupent les forces naturelles qui façonnent le cadre physique d'un site. Ce

dernier est généralement étudié et décrit par les professionnels du paysage selon sa topographie, son hydrographie et sa géologie (Davodeau, 2008, p. 2).

Le deuxième groupe de déterminants de la construction du paysage regroupe les forces humaines qui interagissent avec leurs milieux et les modifient. En effet, les communautés remodelent leurs espaces géographiques naturels à travers la modification physique de l'environnement, qui constitue la synthèse de leurs expériences et leur aptitude à transmettre leur savoir-faire ; « Le paysage en effet, plus que de nature, est affaire de culture, au double sens du terme, celui du sol et celui de la pensée » (Montillet, 2011, p. 1).

1.2. Les galeries d'eau

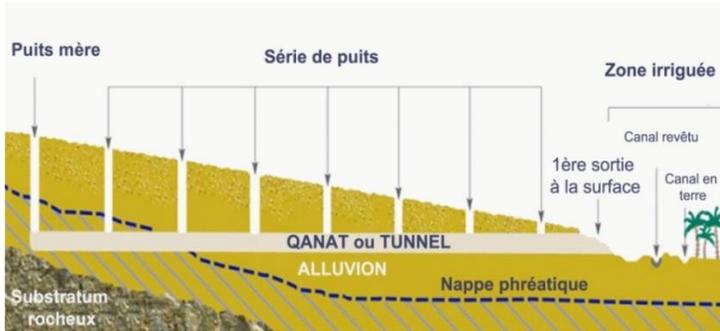
Les galeries d'eau se caractérisent par une terminologie riche et diversifiée, selon le pays ou la région, comme *aflaj*, *foggaras*, *qanâts*, etc. (Megdiche-Kharrat et al., 2015). Cet héritage, à la fois commun et varié, a permis à des populations de s'établir et de s'accroître dans des conditions climatiques sévères. Ces populations, organisées en petites et moyennes communautés, voient leurs liens sociaux tissés autour de systèmes judicieux de partage de l'eau, en assurant une gestion efficace et durable de cette ressource rare (Megdiche-Kharrat et al., 2017a, p. 126).

1.2.1. Description et mécanisme

Les galeries d'eau (Fig 1), notamment les *qanâts*, sont généralement décrites comme des installations minières permettant d'extraire l'eau des profondeurs de la Terre *via* des réseaux de tunnels (Lambton, 1989, p. 5). Beaumont (1971), le *qanat* est un procédé d'exploitation des eaux souterraines qui se compose d'un ou de plusieurs tunnels en pente douce conduisant l'eau par écoulement gravitaire, depuis la nappe phréatique (à son extrémité supérieure) jusqu'à sa sortie à la surface du sol (à son extrémité inférieure) d'où l'eau est acheminée par le biais d'un réseau de canaux d'irrigation vers les communautés d'utilisateurs (cité par Megdicheet Moussa, 2014, p. 2). À l'extrémité supérieure du tunnel souterrain, il existe un puits (dit mère) le reliant verticalement à la surface du sol ; et tout le long du tunnel, à section elliptique d'environ 1,2 x 0,8 m², une série de puits verticaux,

apparaissant comme une chaîne à la surface et dont l'espacement varie de quelques dizaines à une centaine de mètres (Fig 2), assurent la ventilation pour les travailleurs et facilitent le retrait du sable et des rochers (Beaumont, 1971, p. 40).

Figure 1. Section longitudinale typique d'une galerie d'eau



Source : Adapté de Hermosilla et Moussa, 2011, p. 32, cité par Megdiche-Kharrat et al., 2017a, p. 120.

Figure 2. Séries de puits de qanâts dans la province de Yazd, en Iran (8 août 2017), Coordonnées : 32°22'24,14"N ; 54°02'32,55"E ; élévation k81028m ;eye alt 1,62 Km



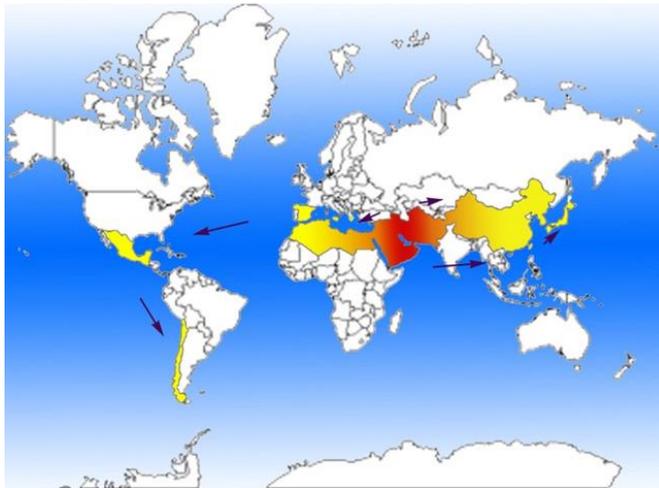
Source : Google Earth Pro.

1.2.2. Origine et propagation de la technique

Selon P. W. English (1968, p. 175), la technique de *qanât* (galerie d'eau) est originaire des hauts plateaux de l'ouest de l'Iran, du nord de l'Irak et de l'est de la Turquie, et date d'environ 2500 ans. P. M.

Costa (1983, p. 275) pensait que ce système avait été inventé dans le Sud de la péninsule Arabique (spécifiquement Oman), en assimilant les connaissances et les techniques de l'exploitation minière du cuivre (au milieu du 3^{ème} millénaire avant J.C.) à celles utilisées pour exploiter et drainer l'eau souterraine vers les aires d'exploitation. La figure 3 explique comment ce savoir-faire a été exporté depuis le Moyen-Orient, d'une part vers l'Afrique du Nord et l'Europe méditerranéenne puis vers les Amériques, et d'autre part vers l'Asie orientale (Al-Ghafri et al., 2003, p. 33). Cependant, certains scientifiques, s'appuyant sur les récentes datations de *qanâts* de pays autres que ceux du Moyen-Orient, émettent l'hypothèse que cette technique s'est développée indépendamment dans plusieurs régions du monde. Malgré cette diversité géographique, les galeries d'eau présentent le même mécanisme ; cependant, elles se caractérisent par une terminologie très diversifiée dont : *aflaj* en Oman, *khattara* au Maroc, *Mkoula* ou *Ngoula* en Tunisie, *fouggarsen* Algérie et *galerias* en Espagne (figure 3).

Figure 3. Origine et diffusion du système de galeries d'eau dans le monde et ses appellations diverses selon les pays



Pays	Nom donné au système
Afghanistan	<i>Kariz</i>
Algérie, Tunisie, Lybie	<i>Foggara, Mkoula, Ngoula</i>
Chine (Xinjiang Uyghur)	<i>Kanjing, Karez</i>
Iran	<i>Qanat</i>
Italie (Sicile)	<i>Ingruttato (s.), Ingruttati (pl.)</i>
Japon	<i>Mambo, Mappo</i>
Corée	<i>Ma-nan-po</i>
Amérique Latine	<i>Galerias, Puquio</i>
Maroc	<i>Khattara, Rhettara</i>
Oman	<i>Falaj (s.), Aflaj (pl.)</i>
Espagne et les îles Canaries	<i>Galerias, Mayrit</i>
Syrie	<i>Qanat Romani</i>
Yémen	<i>Felledj, Ghail, Miyan</i>

Source : Adapté de Al-Ghafri et al. 2003, p. 33, cité par Megdiche-Kharrat et al., 2015, p. 221.

1.2.3. Gestion des galeries d'eau et partage de l'eau

Le système de galeries drainantes constitue une propriété commune. Il est géré par un comité administratif et les usagers eux-mêmes. Dans la plupart des cas, les parties prenantes se partagent la responsabilité d'élire un responsable (*Mirab* en Iran, *Wakil* en Oman) qui, avec l'aide d'assistants, veille au bon fonctionnement du système, gère son budget, répartit l'eau entre les utilisateurs et résout les conflits. L'eau est distribuée aux agriculteurs selon le nombre de parts que possède chacun. Cela dépend de la superficie des terres possédées et/ou de la contribution à la construction de la galerie (Al-Ghafri et al., 2003, p. 29). Les parts sont distribuées en temps d'irrigation et selon un calendrier bien précis de jours de rotation (Wessels, 2005, p. 249), qui diffère d'une galerie à une autre. Par exemple, l'eau du *falaj Al-Khatmeen* à Birket Al-Mouz (province de Nizwa, Oman) est distribuée aux propriétaires selon 865 *athar* (l'équivalent de 15 min), dans un cycle (*dawaran*) de 9 jours (MRMWR, 2009, p. 39).

2. Méthodologie

Cette recherche est menée dans le cadre d'un travail de thèse qui étudie les galeries d'eau (*aflaj, qanâts*), et qui les présente en tant que

systèmes ancestraux de captage d'eau souterraine de façon durable, générateurs de paysages spécifiques. L'étude expose le résultat de plusieurs actions : (1) La collecte de données générales à propos des galeries drainantes à travers une revue de la littérature ; (2) La participation à un symposium international traitant de ce sujet (Conférence internationale « Qanât et Architecture », du 8 au 9 nov. 2014, à Yazd, en Iran) ; (3) La participation à l'atelier « *Re-use, Re-cycle* » Yazd (10-17 nov. 2014, en Iran) ; (4) Un voyage d'étude et une visite des sites importants pour la collecte de données spécifiques *in situ* en Oman, en Iran et en Espagne ; (5) Des entretiens avec des experts d'Iran, d'Oman, de Tunisie et d'Espagne et de bien d'autres pays tels que la France, l'Algérie, l'Iraq, la Chine et l'Azerbaïdjan lors de la 6^{ème} réunion du Conseil d'administration du ICQHS-UNESCO (*International Center on Qanats and Historic Hydraulic Structures*), le 8 novembre 2014, à Yazd, en Iran.

3. Résultats et discussions

Les galeries d'eau existent dans plusieurs pays du monde ; elles sont plus recensées en Iran qu'ailleurs. En 2014, les autorités iraniennes ont déclaré l'existence d'environ 37 000 *qanâts* actifs, assurant un débit annuel estimé à 7 milliards de mètres cubes (S.Yazdi et L.Khaneiki, 2014). A Oman, il existe 4 112 *aflaj* inventoriés, dont 3 017 sont toujours actifs et 1 000 sont dotés d'un tunnel souterrain (MRMWR, 2008). En Tunisie, en 2013, 127 *foggaras* ont été inventoriées, dont seulement 21 sont à peine actives et 23 en bon état de conservation (Hermozilla et Moussa, 2011; Hermozilla et Moussa, 2012; Hermozilla et Moussa, 2013). En Algérie, plus précisément dans la région d'Adrar, l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH) a inventorié, entre 1998 et 2015, 1 942 *foggaras* qui irriguent 16 000 ha de palmeraies (Ansari, 2015, pp. 166-172). L'Espagne compte 8 136 galeries drainantes (*galerías de agua*) connues, 3 012 en Andalousie, 1 572 dans les Îles Canaries et 1 143 en Catalogne, le reste étant réparti dans d'autres régions du pays (Antequera et al., 2014, p. 1145).

3.1. Construction des galeries d'eau

La construction des galeries d'eau se fait par une main-d'œuvre qualifiée et spécialisée (appelés *bayadir*, en Oman). Le tableau 1 nomme, en prenant le cas de l'Iran en exemple, les différents spécialistes de ce savoir-faire et explique le rôle de chacun dans le long processus de construction.

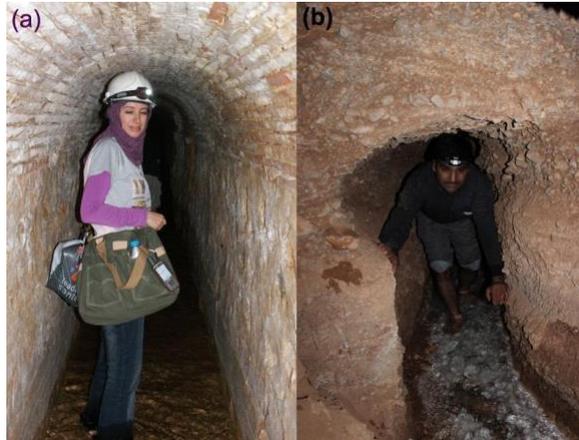
Tableau 1. Equipe de construction et de maintenance des galeries drainantes : le cas des *qanâts* d'Iran

Statut	Fonction	Emplacement	Descriptif du rôle
Karshenas	Superviseur	À la surface	décide où creuser en commençant par localiser le puits mère à la surface
Ostad kar , Muqani	Maître ouvrier, ouvrier qualifié	Dans le tunnel souterrain	creuse le tunnel souterrain du <i>qanat</i>
Gelband	Collecteur de terre excavée	Dans le tunnel souterrain	collecte la terre et cailloux excavés derrière le <i>Muqani</i> et constitue par ailleurs son apprentis
Lashe kesh	Débarrasseur de terre excavée	Dans le tunnel souterrain	déplace le seau rempli de terre excavée vers
Charkh kesh	Opérateur de treuil ou de moulie	À la surface	tire le seau hors du puits

Source : Adapté de Semsar Yazdi & Labbaf Khaneiki, 2012, p. 122.

La longueur du tunnel souterrain varie d'une galerie à l'autre, mais cette largeur dépasse rarement la distance entre deux coudes, les bras tendus vers les côtés (S Yazdi et L Khaneiki, 2013). Sa hauteur moyenne, au Moyen-Orient, varie entre 1,25 et 1,4 m. Cependant, il a été observé que les galeries souterraines de l'Afrique du Nord et de l'Europe méditerranéenne sont plus hautes, ce qui permet de s'y tenir debout (Fig 4). Pour éviter les effondrements, le tunnel comporte parfois des voûtes en briques cuites ou est soutenu par des blocs de pierres (Yazdi et Khaneiki, 2013) (Fig 5).

Figure 4. Taille des tunnels de galeries d'eau : (a) La galerie d'eau Font Del Port à Albaida, province de Valence, Espagne, juillet 2014 ; (b) Le *qanat* de Ghassem Abad au sud de Yazd, Iran, novembre 2014.



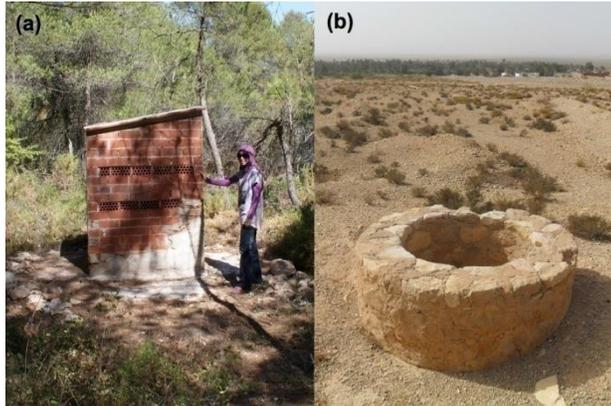
Source : Megdiche-Kharrat.

Figure 5. Etalement en pierres et voûtes en briques cuites locales des tunnels de galeries d'eau : (a) La galerie d'eau Font Del Port à Albaida, province de Valence, Espagne, juillet 2014 ; (b) Le *qanat* de Ghassem Abad au sud de Yazd, Iran, novembre 2014.



Source : Megdiche-Kharrat.

Figure 6. Protection des puits d'aération des galeries d'eau : (a) La galerie d'eau Font Del Port à Albaida en province de Valence, Espagne (juillet 2014) ; (b) La galerie Ain El Guettar à Gafsa, Tunisie



Sources : (a) Megdiche-Kharrat ; (b) Hermozilla et Moussa, 2011

Les puits verticaux accédant au tunnel de la galerie présentent généralement des diamètres inférieurs à 1 m (60 à 75 cm en Iran). Leur profondeur, très variable, dépend du niveau des nappes, allant de quelques dizaines de mètres (17,5 m pour le puits mère de *falaj Al-Khatmeen* à Birket Al-Mouz, en Oman) à une centaine de mètres (cas du puits mère du *qanât Ghassabe* à Gonabad, en Iran) (S Yazdi et L Khaneiki, 2014, p. 14). À la surface, les entrées des puits sont souvent protégées par des couronnes de pierres locales enduites ou par des petites constructions semi-fermées (Fig 6).

3.2. Des édifices annexes aux galeries d'eau

3.2.1. Les forts

Les forts sont des constructions militaires très répandues au Moyen-Orient, ils se caractérisent par des remparts et plusieurs tours de contrôle. En Oman et en Iran, certains forts sont construits au-dessus du réseau d'irrigation des galeries d'eau, ce qui permet d'irriguer les petites parcelles cultivées dans l'enceinte du fort comme c'est le cas dans le village de Ghassem Abad, à Yazd, en Iran, où le fort date d'environ 300 ans (figure 7). Pour certains forts, il s'agissait d'affirmer une forme de souveraineté au moyen du contrôle de l'eau. L'eau du *falaj Al-Khatmeen* à Birket Al Mouz, en Oman, qui date d'environ 350 ans, passetout d'abord par le fort Bait Al-Rudaida, puis est conduite vers les terres des agriculteurs ; cette eau pouvait être déviée et dirigée vers des réservoirs situés au sein même du fort (Fig 7).

Figure 7. Fort du village de Ghassem Abad à Yazd en Iran, la photo de droite montre un des canaux d'irrigation du *qanât* traversant le jardin du fort (novembre 2014)



Source : Megdiche-Kharrat.

Figure 8. Le fort Bait Al-Rudaida à Birket Al Mouz en Oman, la photo de droite montre l'entrée du canal principal de *falaj Al-Khatmeen* dans l'enceinte du fort avant de rejoindre les terres des agriculteurs (avril 2014)



Source : Megdiche-Kharrat.

3.2.2. Les moulins à eau

Les moulins à eau sont des structures qui servent à moudre et à broyer les graines. En Iran comme en Espagne, certains moulins travaillent avec l'énergie produite par les eaux des galeries d'eau. En Iran, le moulin à eau se présente comme un édifice souterrain connecté au canal d'un *qanât* (Fg 8). En descendant en une chute libre, qui peut atteindre une dizaine de mètres, l'eau pousse les pales en bois du *rotor* et fait tourner, par suite, la meule supérieure (S Yazdi et L Khaneiki, 2013). Le frottement généré entre les deux meules réduit les grains en farine.

Figure 9 : Moulin à eau du *qanât* de Zarch à Yazd, en Iran (novembre 2015) : (a) La descente vers le moulin ; (b) La partie centrale du moulin où se trouve le rotor en bois, les meules et le bac à recevoir la farine ; (c) L'eau du *qanât* descendant en chute libre pour pousser les pales du rotor



Source : Megdiche-Kharrat.

En Espagne, cette technique est largement répandue. Certaines galeries d'eau font fonctionner plusieurs moulins à la fois. Dans la province de Valence, par exemple, neuf moulins ont été construits sur le passage du réseau d'irrigation de la galerie d'eau Font Del Port à Albaida (Hermosilla, 2012). Ces édifices sont partiellement enterrés, et les constructeurs profitent de la nature topographique de la région pour installer les moulins en cascade, en suivant la pente du terrain.

3.2.3. Les réservoirs d'eau et les tours à vent

Les réservoirs d'eau sont des bâtiments publics urbains, très répandus en Iran. Il s'agit de structures souterraines ou semi-enterrées qui stockent les eaux des *qanâts* et en permettent l'accès pour un usage domestique.

Chaque réservoir d'eau se compose de plusieurs parties : une citerne à plan carré, octogonal ou circulaire, et dont les dimensions dépendent du débit de l'eau ; le toit de la citerne (en dôme) ; plusieurs tours à vent (de 1 à 6) ; des escaliers dépassant généralement une trentaine de marches ; et un portail d'entrée en briques cuites apparentes et très ornementées (S Yazdi et L Khaneiki, 2013, p. 38) (Fig 10 et 11). Pour assurer leur étanchéité, les citernes sont badigeonnées de *sarouj*, un mélange de chaux, d'argile et de paille hachée (S Yazdi et L Khaneiki, 2013). En Espagne, plusieurs

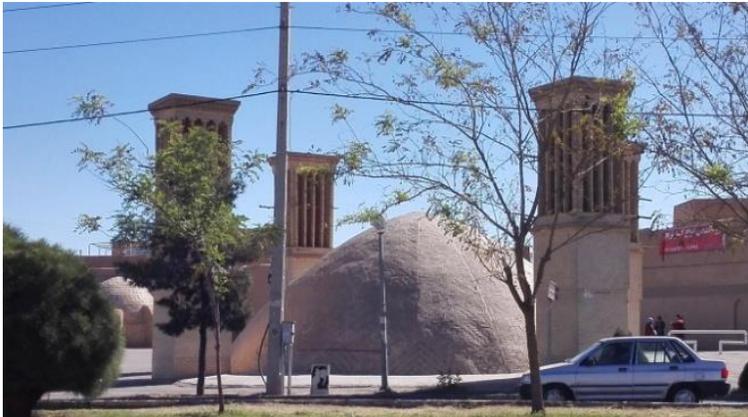
réservoirs d'eau potable, dotés d'une structure en arcades et d'une toiture voûtée, ont été construits autour des sources d'eau vers la fin du XIX^{ème} siècle (Soloaga et Martínez, 2014).

Figure 10. Le réservoir d'eau du site funéraire des Zoroastriens, construit sur le parcours du *qanât* Ghassem Abad au sud de Yazd, en Iran. Seuls, l'entrée (présentée sur la photo de droite), le dôme et les deux tours à vent sont visibles à la surface, le reste de l'édifice étant souterrain (novembre 2014).



Source : Megdiche-Kharrat.

Figure 11. Le réservoir d'eau Rostam-e Giv au centre-ville de Yazd, en Iran. Celui-ci date de plus de cent ans et est doté d'une citerne de 15 m de profondeur et de 4 tours à vent (novembre 2014).

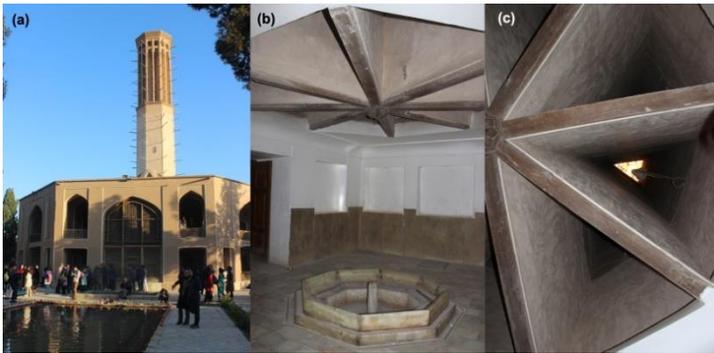


Source : Megdiche-Kharrat.

Les tours à vent (*badgir, malqaf*) sont des structures traditionnelles très utilisées au Moyen-Orient pour rafraîchir l'intérieur des demeures. Elles présentent un plan carré ou octogonal et une

hauteur très variable qui peut atteindre une trentaine de mètres (Fig 12). Les sections verticales construites longitudinalement à l'intérieur de la tour favorisent la circulation de l'air. Parfois, sous la tour, se projette une petite fontaine qui, avec la circulation de l'air, favorise une climatisation naturelle.

Figure 12. La tour à vent la plus haute au monde dans le jardin Dolat Abad à Yazd, en Iran : (a) La tour est construite dans la perspective du bassin d'eau du *qanât* Dolet Abad ; (b) La fontaine en marbre sous la tour à vent ; (c) Les sections verticales coupant longitudinalement la tour en huit parties égales, à bases triangulaires (novembre 2014)



Source : Megdiche-Kharrat.

3.2.4. Les oasis, paysages typiques irrigués par l'eau des galeries

Le Sultanat d'Oman se caractérise par une topographie très singulière dominée, au nord, par la chaîne de montagnes Al-Hajar, avec des pics qui peuvent atteindre jusqu'à 3 000 m d'altitude (El-Baz, 2002 cité par Megdiche-Kharrat et al., 2017a). Au piedmont se développent des oasis et des palmeraies alimentées par des galeries d'eau typiques nommées localement *aflaj*. Les *aflaj* sont de trois types : *aini*, *ghaili* et *dawoudi*. Les deux premiers types captent l'eau des sources et des *wadis*, tandis que le troisième draine l'eau des nappes phréatiques par le biais de tunnels souterrains (Costa, 1983, p. 275 cité par Megdiche-Kharrat et al., 2017b). Nizwa est une ville oasis, située au nord d'Oman, et est connue pour ses nombreux *aflaj* de type *dawoudi* qui alimentent la population locale en eau potable et d'irrigation. Ces systèmes hydrauliques spécifiques ont induit une occupation du sol très particulière. Il s'agit d'une trame irrégulière d'habitations, parsemée d'aires plantées et de petites palmeraies, qui

rafraîchissent les quartiers et leur donnent un caractère très paisible (Fig 13).

Figure 13. Plantations et palmeraies dans le quartier Al-Alaya irriguées par l'eau du *falaj* Daris à Nizwa, Oman (juin 2015)



Source : Megdiche-Kharrat.

En Tunisie, les galeries d'eau, appelées locale *mentmkoula*, *ngoula*, ou encore *foggaras*, existent dans des régions où la pluviométrie est faible (en dessous de 500 mm par an) (Hermosilla et Moussa, 2011).

Au Sahara, dans le sud du pays, les conditions environnementales et climatiques sont sévères. Les communautés locales ont réussi à s'adapter grâce à ce savoir-faire relatif à l'acquisition de l'eau, leur ayant permis une utilisation rationnelle de la ressource. Ainsi ces *foggaras* ont généré, dans la région Nord Africaine, des systèmes agro-urbains comme les oasis, capables de se maintenir et de se développer dans des milieux hostiles (Laureano, 2005 cité dans Hermosilla et Moussa, 2011).

En fait, il existe plusieurs types d'oasis dont la typologie varie en fonction de la morphologie du terrain et du type de captage de l'eau (puits, galeries drainantes) : l'oasis du *wadi*, l'oasis du désert de sable et l'oasis de *sebkha* (Hermosilla et Moussa, 2011). En Tunisie, dans la région de Gafsa, 29 *foggaras* ont été localisées : 2 à Lortoss et 27 à El Guettar (commune d'El Guettar Ouest) (Moussa, 2005). Ces galeries drainantes, construites sur le versant méridional du Djebel Orbata, irriguaient l'oasis El Guettar par l'eau de la nappe phréatique située

au piedmont de cette montagne et selon un glacis de 6 à 8 km de longueur (Hermosilla et Moussa, 2011) (Fig 14).

Figure 14. Oasis El Guettar à Ain Bousoufa dans le gouvernorat de Gafsa, Tunisie



Source : Hermosilla et Moussa, 2011, p. 66.

4. Discussion

La plupart des experts en galeries d'eau considèrent que cette technique est originaire du Moyen-Orient. Elle s'est diffusée vers l'Est, le long de la route de la soie : l'oasis de Tourfan en Chine est un exemple éminent d'oasis qui doit son existence aux nombreux *karez* (*qanâts*) qui irriguent (Hopkirk, 1980). Vers l'Ouest, la technique a été transmise par le biais des conquêtes arabes ; il est d'ailleurs notable qu'en Espagne, l'Andalousie affiche le nombre le plus élevé de galeries d'eau du pays (Antequera et al., 2014). Cet héritage commun, dans sa diversité géographique, fait face à plusieurs enjeux d'ordre climatique, économique, social et culturel. Dans certains pays tels que la Tunisie, les galeries sont pratiquement toutes asséchées ; mais dans d'autres comme l'Espagne, Oman et l'Iran, elles continuent jusqu'à nos jours à fournir l'eau potable et à irriguer les terres cultivées. Leur état de conservation diffère : certaines galeries d'eau sont encore en parfaite condition tandis que beaucoup d'autres sont négligées et se détériorent progressivement. Les édifices annexes aux galeries tels que les réservoirs et les moulins à eau sont, soit abandonnés, soit déviés de leurs rôles originels. Néanmoins, ils sont reconnus en tant que patrimoine culturel et ont été restaurés et transformés en musées, comme certains moulins à eau en Espagne,

alors que d'autres, en raison de leurs spécificités architecturales, constituent une attraction importante pour le tourisme culturel (cas de l'Iran). De nos jours, plus d'efforts sont nécessaires de la part des autorités et des populations concernées pour sauvegarder aussi bien ce savoir-faire ancestral que ses manifestations spatiales.

Conclusion

Le *qanât* apparaît comme un écosystème humain qui interagit avec les environnements biotiques et abiotiques dans le contexte de la société humaine (Honari, 1989 cité par Wessels, 2005). Par ailleurs, il est remarquable que les galeries d'eau soient profondément impliquées dans la genèse de paysages typiques qui se reproduisent dans des contextes géographiques très divers.

La construction de ces paysages, à la fois communs et variés, à travers des infrastructures et un savoir-faire ancestral, se manifeste par des paysages cultivés, tels que les oasis et les palmeraies, et par des architectures typiques tels que les forts, les moulins à eau, les réservoirs d'eau et les tours à vent. Ce patrimoine qui défie les limites territoriales des pays allant du Moyen-Orient jusqu'aux deux rives de la Méditerranée constitue une richesse que l'on doit protéger, revaloriser et intégrer dans des contextes spatiaux rentables (culturellement et économiquement), viables et surtout durables.

Remerciements

Les auteurs remercient vivement tous ceux qui ont aidé à l'accomplissement de ce travail. Une reconnaissance spéciale s'adresse aux experts Dr. Ali A. Semsar. Yazdi et M. Majid Labbaf Khaneiki d'Iran, Dr. Abdullah Al-Ghafi d'Oman et Dr. Jorge Hermosilla, Dr. Miguel Antequera et M. Ghaleb Fansa d'Espagne pour leur coopération et leur assistance, notamment sur sites, et la qualité des informations fournies.

BIBLIOGRAPHIE

AL-GHAFRI A, INOUE NAGASAWA T, 2003, Daudi Aflaj: the Qanat of Oman, *Proceedings of the Third Symposium on Xinjiang Uyghor, China*: pp.29-36

ANSARI T, 2015, Mapping living heritage: the foggara of Adrar, Algeria. In SEMSAR YAZDI et A. R. BAHRI (Eds.), *Proceedings of IWA Workshop on Evolution of Qanat and Relevant Hydraulic Technologies, 8-10 November 2015, Yazd, Iran* (pp. 166-180). Yazd : UNESCO-ICQHS

ANTEQUERA M, IRANZO E, HERMOSILL, J, 2014, Las galerías drenantes en España: cuantificación y clasificación tipológica de los sistemas horizontales de captación de aguas subsuperficiales, *Actas del Congreso Internacional, Regadío, Sociedad, Territorio*, SANCHIS C, PALAU-SALVADOR G, MANGUE I, MARTINEZ-SANMARTIN L-P, (Eds.), Homenaje a T. F. Glick, Valencia, 25-27 sep. 2014, Valence : pp. 1139-1154

BEAUMONT P, 1971, Qanat systems in Iran, *International Association of Scientific Hydrology, Bulletin*, 16:1, pp. 39-50(Enligne: <http://dx.doi.org/10.1080/02626667109493031>)

CAUQUELIN A, 2011, *L'invention du paysage* (3e éd.), Paris : Presses Universitaires de France

COSTA P-M, 1983, Notes on Traditional Hydraulics and Agriculture in Oman, *World Archeology*, 14:3, pp. 273-295

DASTUR F, 2011, Phénoménologie du paysage, *Projets de paysage*,5(Enligne: http://www.projetsdepaysage.fr/fr/phenomenologie_du_paysage)

DAVODEAU H, 2008, Le « socle », matériau du projet de paysage, *Projets de paysage*, 1(En ligne: http://www.projetsdepaysage.fr/fr/le_socle_materiau_du_projet_de_paysage)

DONADIEU P, REJEB H, 2009, *Abrégé de Géomédiation Paysagiste*, Tunisie : Imprimerie Officielle

ENGLISH P-W, 1968, The origin and spread of qanats in the Old World, *Proceedings of the American Philosophical Society*, 112:3, pp. 170-181

GOBLOT H, 1979, *Les qanâts: une technique d'acquisition de l'eau*, Paris, Mouton Editeur

HERMOSILLA J, 2012, Las galerías de agua en la cuenca hidrográfica del Júcar: un patrimonio hidráulico en el Mediterráneo español, *Colección Patrimonio Hidráulico*, 3, Valencia: Confederación Hidrográfica del Júcar y Departament de Geografia, Universitat de Valencia, pp. 199-229

HERMOSILLA J, MOUSSA M, 2011, *Les galeries d'eau Tunisiennes : Les gouvernorats de Kebili, Tozeur, Gafsa et Gabès*, Vol. 1-2 et 3, Valencia : ESTEPA

HOPKIRK P, 1980, *Foreign Devils on the Silk Road*, Amherst, The University of Massachusetts press

LACOSTE Y, 2009, *De la géopolitique aux paysages, Dictionnaire de la géographie*, Paris, Armand Colin

LAMBTON, A-K-S, 1989, The origin, diffusion and functioning of the qanat, *Qanat, Kariz and Khattara: Traditional water systems in the Middle East and North Africa*, London, MENAS Press LTD, pp. 5-12

MEGDICHE-KHARRAT F, MOUSSA M, 2014, The Qanat as a Crucial Antique Water Acquisition System Common to Arid Zones' Communities: Two case Studies, Foggaras in Tunisia and Aflaj in Oman, *The International Journal Research Publications, Singapore (TIJRP)- Research Journal of Social Science & Management - RJSSM (ISSN2251-1571)*,3: 12 (2014) issue le 1er Avril 2014

MEGDICHE-KHARRAT F, MOUSSA M, RAGALA R, 2015, Assessing Qanat Water Governance in terms of Sustainability, Equity and Integrity : the Case Study of Ghassem Abad Qanat in Yazd Province, Iran. In A. A. SEMSAR YAZDI A, BAHRI R (Eds.), *Proceedings of IWA Workshop on Evolution of Qanat and Relevant Hydraulic Technologies, 8-10 November 2015, Yazd, Iran* (pp. 219-231). Yazd, UNESCO-ICQHS

MEGDICHE-KHARRAT F, MOUSSA, M, REJEB, H, 2017a, *Aflaj Water Management in Oman : The Case of Falaj Al-Khatmeen in Birkat Al-Mouz*, Wilayat Nizwa. In M. OUESSAR, D. GABRIELS, A. TSUNEKAWA et S. EVETT (Eds), *Water and Land Security in Drylands*, Gewerbestrasse, Switzerland: Springer International Publishing AG. DOI : 10.1007/978-3-319-54021-4_12

MEGDICHE-KHARRAT F, RAGALA, R, Moussa, M, 2017b, The Aqueducts of the Sultanate of Oman. Sustainable Water-Supplying Systems Irrigating Oases Cities. In A. N. Angelakis, E. chiotis, S. Eslamian, et H. Weingartner (Éds.), *Underground Aqueducts Handbook*. Boca Raton, U.S.A, CRC Press.

MINISTRY OF REGIONAL MUNICIPALITIES AND WATER RESOURCES, 2008, *Aflaj Oman in the World Heritage List*, Mascate, Le Sultanat d'Oman

MINISTRY OF REGIONAL MUNICIPALITIES AND WATER RESOURCES, 2009, *Experimental Project for Archiving Ownerships and Norms and Sunan and data related to aflaj*, Mascate, Le Sultanat d'Oman

MONTILLET P, 2011, Les trois âges du paysage, *Projets de paysage*, 6 (En ligne: http://www.projetsdepaysage.fr/fr/les_trois_ages_du_paysage)

MOUSSA M, 2005, "Foggara" Inventory, Analysis and Valorization of Traditional Water Techniques of European and Saharan Drainage Tunnels, ICA3-2002-10087, Institut des Regions Arides, Medenine, Tunisie

PITTE J-R, 1989, *Histoire du paysage français (Vol. 1) Le sacré : de la Préhistoire au 15e siècle* (3e éd.), Paris, Tallandier

SEMSAR YAZDI A et LABBAF KHANEIKI, M, 2014, Qanats of Iran and Yazd at a Glance, *Proceedings of the Workshop on Qanat and Architecture "Re-use, Recycle Yazd", 8-17 Novembre 2014*, Yazd, Iran: UNESCO-ICQHS

SEMSAR YAZDI A, LABBAF KHANEIKI, M (Éds.), 2012, *Qanat in its cradle: Situation of qanat (karis, karez, falaj) in the world*, Iran, Shahandeh Publications Co.

SEMSAR YAZDI, A A et LABBAF KHANEIKI, M, 2013, *Veins of desert: A review on the technique of qanat/ falaj/ karez*, Iran, IWRMO

SOLOAGA A-M, MARTINEZ J-L, 2014, El Barranco de los Molinos y las Huertas Mayores en Ibi (Alicante). Paisajes hidráulicos a proteger. *Actas del Congreso Internacional, Regadío, Sociedad*,

Territorio, SANCHIS, C, PALAU-SALVADOR G, MANGUE, I, MARTINEZ-SANMARTIN, L-P (Eds.). Homenaje a T. F. Glick, Valencia, 25-27 sep. 2014, Valence: pp. 1083-1104

WESSELS J-I, 2005, Criteria for renovating and using ancient qanats in Syria-case studies, *Proceedings of the International Frontinus Symposium 2-5 October 2003, Walferdange*, Luxemburg: pp. 249-262

**L'EAU A GHARDAIA (ALGERIE),
UN SYSTEME ARTIFICIEL PAR EXCELLENCE**

Water at Ghardaia (Algeria), an ultimate artificial system

DAHMEN Abdelkrim^{1,2}, KASSAB Tsouria^{1,2}

¹Laboratoire Villes, Architecture et Patrimoine

²Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme El-Harrach Alger

abdahmen@gmail.com, tsouriakassab@yahoo.fr

Résumé

Le patrimoine de l'eau en Algérie présente une variété de systèmes hydrauliques ayant tous contribué à pérenniser l'établissement humain dans les contrées sahariennes. L'un des exemples les plus significatifs ici serait la Vallée du M'zab. L'objet de cet article est de démontrer le caractère exceptionnel du système hydraulique du M'zab, à Ghardaïa. Il s'agit de montrer comment le génie des Mozabites a permis, non seulement d'exploiter la nappe phréatique contenue dans les calcaires du Turonien, mais aussi de l'appriivoiser suivant un système original de captage-restitution par puits capteurs pour optimiser l'exploitation des crues saisonnières. Durant des siècles, le savoir, l'organisation sociale, la norme basée sur le rite Ibadite, mais surtout la maîtrise technique ont contribué à créer un système d'occupation du territoire et de gouvernance qui a su concilier urbanité, bien-être et développement durable. Nous ne connaissons pas une autre région au monde qui ait entrepris d'appriivoiser une nappe phréatique pour en disposer à volonté comme d'un réservoir souterrain.

Mots clés : M'zab, patrimoine de l'eau, crue d'oued, puits-captateur, artificiel

Abstract

The water heritage in Algeria presents various hydraulic systems which have contributed to sustain human settlements in the Saharan regions. One of the most indicative examples could be the M'zab Valley in the region of Ghardaïa. The main focus of this paper is to figure out the outstanding character of the M'zab hydraulic system in

Ghardaïa. The question is not only to show how the Mozabits' genius has enabled the Turonian aquifer exploitation. It is also to illustrate how they tamed it through an original system of catchment-restitution, using feeding-wells to optimize the seasonal flood exploitation. For centuries, the knowledge, the social organization, the norms based on the Islamic Ibadite rite, but more likely the mastering of the technique, have contributed to create a spatial planning and a governance system which has been able to reunite urbanity, well-being, and sustainable development. It would be hard to find another area around the world which undertook to domesticate an aquifer to dispose at will as an underground reservoir.

Keywords: M'zab, water heritage, river flood, feeding-well, artificial

« Depuis notre lointain ancêtre qui, en grattant la terre, a conçu le premier canal d'irrigation en dérivant par écoulement gravitaire les hautes eaux d'une rivière, depuis l'apparition des technologies premières, des grands programmes d'aménagement en Mésopotamie et en Chine, depuis les premières villes, l'hydraulique n'a cessé d'accompagner le développement des civilisations. » Pierre-Louis Viollet (2000).

Introduction

Durant des siècles, les structures hydrauliques ont constitué les aspects les plus savants dans les pratiques quotidiennes des établissements sahariens (Moulias, 1927). L'ensemble représente un patrimoine de l'eau qui brasse les aspects matériels et immatériels. Dans cet ensemble, le système hydraulique de la Vallée du M'zab revêt une importance particulière compte tenu des efforts exceptionnels réalisés par l'homme pour implémenter et maintenir la viabilité du système.

Néanmoins, l'importance des systèmes hydrauliques dans les établissements humains ne se retrouve pas avec autant d'évidence dans l'intérêt porté par les différentes études à travers l'histoire. De tous les travaux consacrés à la Vallée du M'zab, les aspects propres à l'organisation et au fonctionnement du système hydraulique restent peu étudiés. La première représentation graphique du profil du

puits-capteur du M'zab n'a été publiée que récemment (Dahmen 2015). L'objet du présent travail est de démontrer le caractère exceptionnellement artificiel du système hydraulique de la vallée du M'zab.

Après une présentation de la région et un bref aperçu historique, nous procéderons à la description du système hydraulique de la Vallée, avec ses aspects essentiels : Le captage et la restitution.

Pour une meilleure compréhension, nous avons estimé plus approprié de faire référence à la situation du système à l'époque antérieure aux changements intervenus depuis l'entrée en exploitation de la nappe de l'Albien.

Nous ferons cas ensuite des menaces actuelles qui tendent à le disqualifier, pour parvenir, enfin, à démontrer et conclure à l'exceptionnalité du système hydraulique de la Vallée du M'zab, qualifié d'artificiel par excellence.

1. Présentation

La région du M'zab marque une situation géographique et hydrographique très particulières où le savoir-faire a produit des travaux hydrauliques très ingénieux. Située à environ 600 km au sud d'Alger, la région est desservie par un plateau calcaire d'une altitude de 250 à 750 m.

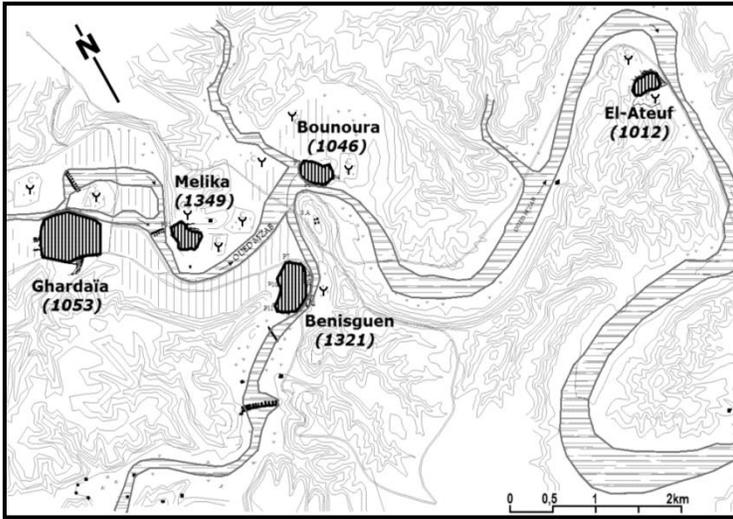
La pluviométrie moyenne ne dépasse pas les 100 mm par an. Cependant, le plateau, pierreux et incliné vers le Sud, fait que l'eau des précipitations coule rapidement et sans grande infiltration vers la vallée du M'zab suivant un réseau de rivières : M'zab, Metlili, Seb-Seb, N'sa et Zeghrir. C'est ce réseau qui constitue la Chebka du M'zab, qui fait partie du réseau orographique intérieur prenant naissance au sud de Laghouat pour s'échouer dans les dépressions de la vallée de l'Oued-Righ à l'ouest de la ville de Ouargla. Les nappes phréatiques de la vallée vont jusqu'à une profondeur de 55 m dans la couche calcaire du Turonien. Vers 1012, les premières formes d'exploitation hydrauliques ont permis la création de la première des oasis mozabites, El-Ateuf, celle qui est actuellement la plus en aval.

Les persécutions successives ont conduit les Ibadites vers la Vallée du M'zab (Bakelli, 2009). Depuis le début du XI^e siècle, les Mozabites ont fondé un ensemble de ksour construits sur les collines rocheuses le long de la rivière tout en exploitant la vallée pour l'agriculture. El-Ateuf puis Bounoura et Ghardaïa sont fondés durant la première moitié du XI^e siècle. Presque deux siècles après, sont fondés Beni-Izguen et Melika (Fig 1). D'autres villes suivront plus loin, comme Guerrara (1631) et Berriane (1679) au nord.

A chaque ville, ou ksar, correspond une palmeraie qui comprend les jardins et les demeures d'été. La prospérité de la vallée tient à l'exploitation judicieuse des crues saisonnières des oueds. Le résultat en a été une civilisation urbaine qui va marquer de son influence une bonne partie du Maghreb et jusqu'au Soudan comme le témoignent certaines permanences architecturales (Shacht, 1954).

Les traces de présence humaine sont attestées depuis le paléolithique et remonteraient jusqu'à 20000 ans (Roffo, 1934 ; Abonneau, 1983). Les gravures rupestres qui ponctuent la vallée du M'zab depuis Berriane au nord jusqu'à El-Ateuf au sud font partie de la période libyco-berbère et dateraient de l'âge de Bronze (Flamand, 1921 ; Bonète, 1962 ; Sari, 2003). La vallée semble avoir connu une occupation berbère durant au moins la seconde moitié du premier millénaire chrétien, probablement poussée au sud par le limes romain et l'invasion vandale (Amat, 1888 ; Camps, 2007).

Figure 1. La vallée du M'zab et ses ksour à partir de photo aérienne.



Source : Carte préparée à partir des données de l'Office de Promotion de la Vallée du M'zab (OPVM)

À première vue, on est tenté de considérer le M'zab comme un système à base de digues, car il existe bien un réseau de digues pour retenir les crues et dévier l'eau vers les jardins. Cependant, la réalité est plus subtile.

Les crues n'étant pas assez fréquentes pour assurer une alimentation prospère, le génie des Mozabites a été de réaliser une infiltration artificielle plus rapide et plus efficace que celle des digues et des barrages. Cela produit un système très particulier qui peut présenter quelques nuances d'un ksar à un autre. Dans le présent article, nous nous intéressons au système hydraulique de la palmeraie de Ghardaïa dans sa partie amont.

2. Le partage des eaux

La première forme d'exploitation était basée sur le puisage à partir de puits creusés dans la vallée.

A Ghardaïa, le premier puits est creusé dans la vallée en 1047 par Ba-Aissa ou-Alouane (Fig 2). Il s'agit du puits Loubira, restauré en 2006

mais qui est à sec aujourd'hui. La première canalisation est le canal de la palmeraie Ath-Naâlouf qui descend de Chaâbet In-Irez.¹

Figure 2. Puits Loubira, premier puits réalisée dans la Vallée de Ghardaïa



Source : Dahmen, 2016

Vers 1707, un érudit local, Cheikh Hamou-Lhadj, est venu s'entendre avec les Ath-Naâlouf pour canaliser les crues des affluents Labiodh et Laâdhira vers la palmeraie Bouchemdjane. Il a été convenu qu'une part du débit soit versée dans le canal des Ath-Naâlouf à partir d'une ouverture, appelée en Berbère local : Akdhi (Takdhit au féminin). Dès lors, le canal et la palmeraie des Ath-Naâlouf s'appellent désormais Takdhit (Hadj-Said, 1992). Le grand canal Bouchemdjane est réparti entre les canaux :

Ba-Nouh, Hamou-Aissa, Ammi-Younes, Mouch et Chaâba-n-Oudjenna. Les travaux d'aménagement auraient duré quarante ans². Les deux parties ont convenu d'exploiter le vide entre les deux canaux. C'est ainsi que fut créé le barrage Bouchene et son canal d'alimentation qui porte le même nom, le canal Takdhit devient alors enterré.

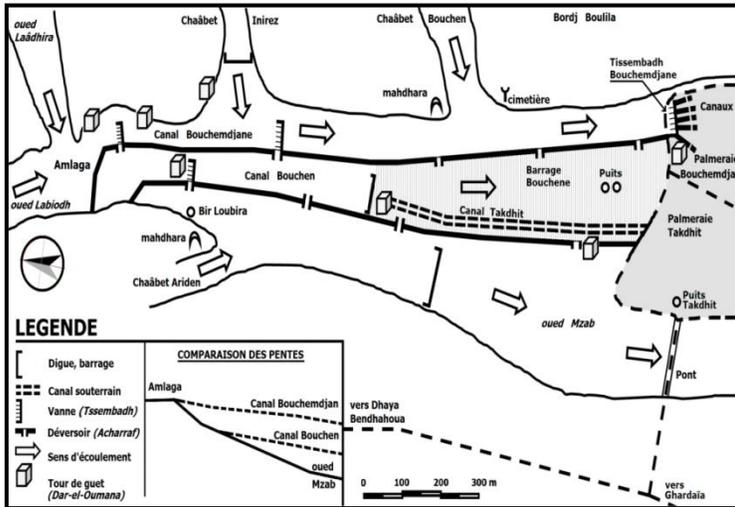
¹Ces données historiques sont recueillies auprès de l'Office de Promotion de la Vallée du M'zab (OPVM).

² Données recueillies auprès de l'OPVM 2016.

Un traité bilatéral est adopté assurant la protection et l'entretien du barrage. Des dérivations depuis le canal Bouchemdjane sont construites ultérieurement.

Il s'agit des canaux Boudhrissa et Merzoug. Un canal est dérivé également depuis le canal Chaâba-n-Oudjenna, il est abandonné après que l'on s'est rendu compte que son débit se perd dans une faille. Depuis, le système a pris la forme que nous connaissons aujourd'hui (Fig 3).

Figure 3. Carte du système de partage des eaux Ghardaia-Nord. Préparée à partir des données recueillies auprès de l'Office de Promotion de la Vallée du M'zab (OPVM)



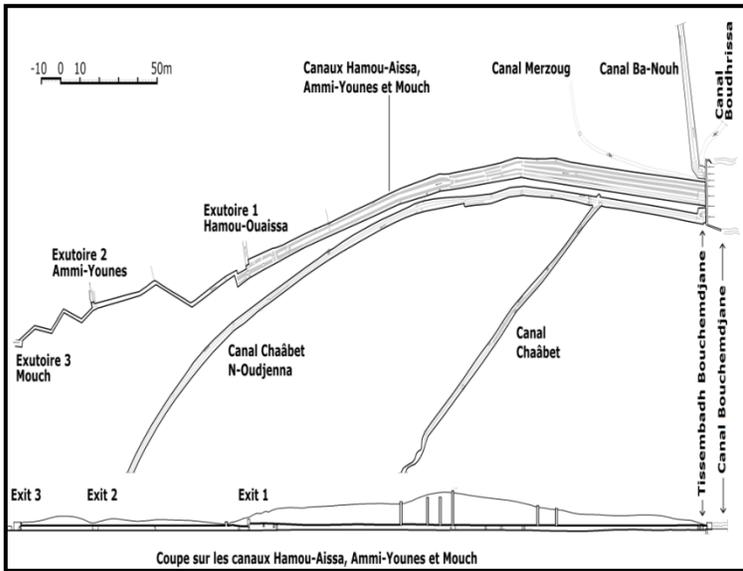
Source : Carte préparée à partir des données de l'OPVM 2016

A l'arrivée des crues, l'eau est bloquée en amont par un système de digues permettant de réguler le débit au moyen de vanes, *Tissembadh*. L'eau est déviée dans les canaux Takdhit et Bouchemdjane ainsi que dans le barrage Bouchene. A chaque niveau de déviation, des vanes régulent le débit. Le surplus est redirigé vers l'oued par des tremplins appelés *Acharraf*.

L'eau emprunte les canaux de distribution pour parvenir aux jardins ainsi qu'aux puits-captateurs qui alimentent directement la nappe phréatique du Turonien. Des crues plus importantes permettent encore de retenir l'eau en amont des différentes digues. Le surplus

est reversé dans l'oued. Vannes et déversoirs d'un côté, règlement du niveau des canaux de l'autre, permettent d'utiliser l'eau à bon escient (Fig 5).

Figure 4. Plan des canaux de partage du canal Bouchene avec coupe de profil du groupe de canaux Hamou-Ouaissa, Ammi-Younes et Mouch avec leurs puits d'aération.



Source : Dessins préparés à partir des données de l'OPVM 2016

Le canal Bouchemdjane se déverse dans un ensemble de canaux à partir du dispositif de distribution, le Tissebath Bouchene (Fig 4). Les canaux Hamou-Aïssa, Ammi-Younes et Mouch sont groupés et présentent, en plus des sorties de canalisation privées, des dispositions de transfert de débit entre eux qui résultent sans doute du développement de la gestion des partages et des successions.

Les jardins sont desservis par un réseau de distribution utilisant les chemins de desserte de la palmeraie. Ce sont pour la plupart des chemins pédestres pour les hommes et les bêtes. Parfois, le chemin accuse une dépression tout en laissant de minces bandes surélevées qui peuvent servir à aménager des séguias desservant des jardins plus en amont. L'entrée du jardin présente un seuil élevé qui ne laisse passer l'eau que par une fente. Celle-ci correspond à la part de débit du propriétaire (Fig 5).

La largeur de la fente est déterminée suivant un calcul des parts basé sur le nombre de palmiers par jardin.

La mesure est réalisée à l'aide de noyaux d'un type de dattes locales appelées *Takerboucht* dont les noyaux présentent des dimensions relativement stables.

L'eau des crues est distribuée suivant un ordre de priorité. L'alimentation concerne d'abord les jardins. Quelle que soit la valeur du partage, lorsque l'eau couvre le jardin jusqu'à hauteur du genou, l'eau est redirigée vers les puits capteurs, puis vers le barrage et les digues en amont. Auparavant, les jardins bordant l'oued avaient des déversoirs pour se débarrasser de l'excédent d'eau de crue.

Figure 5. Ghardaia-Nord, ruelles de la palmeraie servant de réseau de distribution de l'eau des crues. Les fentes de droite représentent un exemple de parts d'eau



Source : Dahmen, 2016

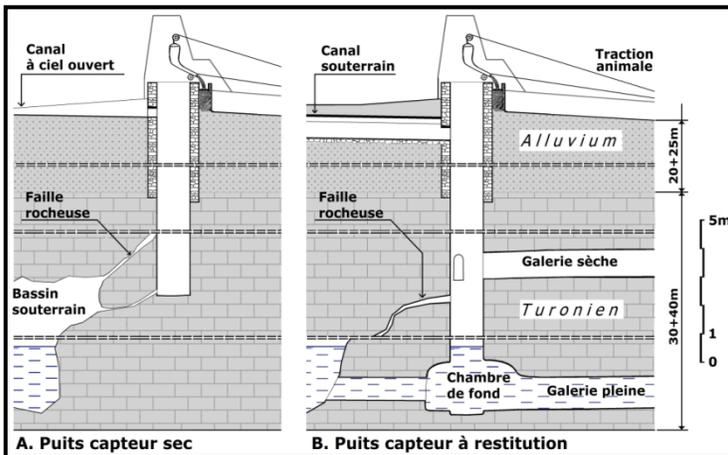
3. Le captage-restitution

En plus de l'infiltration naturelle vers la nappe phréatique par les digues et le barrage, L'alimentation artificielle de la nappe est assurée par les puits capteurs. Ce sont des puits qui rencontrent des failles rocheuses qui sont en contact avec le réseau des failles profondes et des cavités créées par la dissolution des calcaires par le

gaz carbonique contenu dans les eaux pluviales charriées par les crues.

Les eaux chargées en gaz carbonique renforcent, avec le temps, la capacité de ces bassins souterrains. L'alimentation de captage à partir de la crue est assurée par un canal qui peut, selon le cas, être souterrain ou en plein air. Un puits capteur peut fonctionner exclusivement pour le captage, il reste alors à sec en dehors des crues (Fig 6 à gauche). Il peut aussi servir à la restitution lorsqu'il rencontre des failles profondes situées au-dessous du plafond de la nappe (Fig 6 à droite). Son débit est alors important compte tenu que sa réalimentation est directe depuis les failles rocheuses.

Figure 6. Profil d'un puits *Tamehrit* dans la Vallée du M'zab.



Source : Dahmen, 2016

Les puits du M'zab servant dans l'irrigation sont de trois catégories. D'abord les puits ordinaires qui puisent dans la nappe phréatique alluvionnaire proche de la surface. Leur profondeur est de l'ordre de 20 à 25 mètres. Le puisage dure de six à trente mois sans réalimentation.

La seconde catégorie de puits est celle à puisage permanent, appelés *Warwara*. Ils drainent l'eau de la nappe la plus profonde contenue dans le Turonien, située à une profondeur qui arrive à 55 mètres (Charlet, 1905). Les puits *Warwara* donnent de l'eau de façon continue lorsque le puisage ne dépasse pas une certaine cadence.

La troisième catégorie comprend les puits qui donnent de l'eau sans interruption et sans limitation de puisage ; ils s'appellent *Tamehrit*. Les puits des deux dernières catégories peuvent parfois servir de puits capteurs.

Les puits comportent dans leur fond une chambre, plus large que le diamètre du puits. Elle peut se prolonger par des galeries horizontales visant toujours à renforcer la capacité de drainage. Le procédé existe même au Nord comme un moyen de chercher plus de greffons. Réalisées de façon successive, ces galeries finissent par se recouper pour former un réseau qui tend à mutualiser la capacité de restitution des puits. Certains puits capteurs sont connectés à des failles majeures. La réalimentation peut alors accueillir toute la crue. Parfois le canal d'alimentation du puits déverse l'eau des crues pendant plusieurs jours (Fig 7). Après captage de l'eau de crue, le puisage s'arrête pour une durée de deux semaines environ, le temps que l'eau sédimente et redevienne pure.

Figure 7. Puits capteur Takdhit (à gauche) qui n'est plus utilisé avec l'urbanisation avancée de la palmeraie. Photo 4. Puits Acherroun (à droite) à Beni-Isguen en plein captage de l'eau de la crue de septembre 2015.



Source : Dahmen, 2016

La nature alluviale du lit de l'oued, le réseau des galeries qui relie le fond des puits et les failles rocheuses dans le Turonien renforcent la

vitesse d'infiltration par les puits autant qu'ils permettent à ceux-ci de drainer l'eau de la nappe en dehors des crues.

4. La gestion

La gestion de l'eau est régie par une législation écrite se basant sur le rite ibadite et sur l'expérience accumulée dans la vallée (Feliu, 1909). Une référence particulièrement suivie : le livre d'un érudit de Djebel Neffoussa (Libye). Il s'agit de A. Al-Fursuta-i (1997) dont le père aurait inventé le système socio-politique traditionnel de la Azzaba (Hadj-Said, 1992).

Le système est géré par un groupe de contrôleurs appelé Oumana-Essayl³, sous l'autorité de la Djemâa appelée *Azzaba*⁴. Les Oumana-Essayl guettent la météorologie et les changements climatiques. Un savoir-faire local permet de prévenir les crues. Tout le processus décrit plus haut est conduit par la corporation qui dispose de tours de guet servant également au dépôt de l'équipement de travail. Un système de signes par miroirs, ou par le feu, permet la communication entre les différents points de déviation de l'eau jusqu'aux jardins.

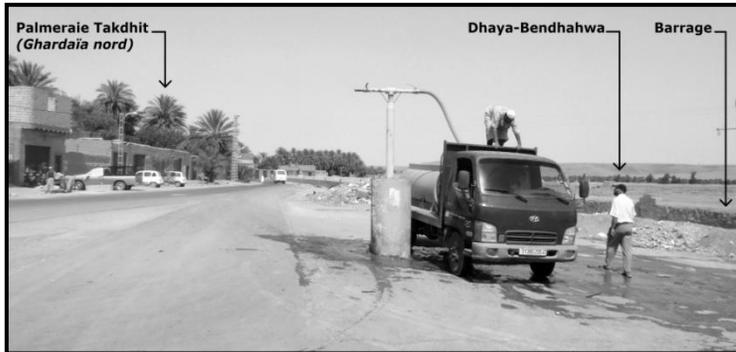
Jusqu'à aujourd'hui, la corporation supervise l'alimentation gratuite du ksar en eau potable. A côté du barrage de Bouchen, un point de puisage alimente les camions citernes (Fig 8). Ceux-ci approvisionnent les réservoirs qui ponctuent les rues du ksar après tarissement des puits du ksar.

L'eau ainsi distribuée est préférée à celle des forages profonds de l'Albien. Néanmoins, la qualité subit de plus en plus la pollution produite simultanément par l'accumulation des infiltrations par les eaux vannes, issues de l'Albien, et la rétention des barrages aménagés en amont de la région ; ce qui réduit l'eau des crues et le lavage périodique de l'aquifère.

³En Berbère : *Laoumna-n-essyl*. C'est une forme traditionnelle de police de l'eau. Elle dépend d'une corporation plus large appelée Oumana-el-Ârch, une forme de police de l'urbanisme qui administre le cadre bâti du ksar. L'activité commerciale relève quant à elle de la Azzaba.

⁴La Azzaba est une forme socio-administrative qui incarne le pouvoir traditionnel à Ghardaïa. Elle est devenue aujourd'hui une instance civile consultée et respectée

Figure 8. Point d'approvisionnement en eau potable près du barrage Bouchene à Ghardaïa Nord



Source : Dahmen, 2016

Les crues sont divisées en volume, faute de pouvoir procéder autrement et ce, compte tenu de l'instantanéité du phénomène. En revanche, la division dans les jardins s'effectue par durées de puisage, selon un système de mesure. Le jour est divisé en 24 unités appelées *kharrouba*, subdivisée en sous-unités (Tab. 1).

Le premier recensement établi par l'administration coloniale en 1884 fait état de 3600 puits dont 512 secs dans toute la vallée (Robin, 1884). Les puits sont classés selon la durée de leur autonomie. En début du siècle, le commandant Charlet (1905) en donne une description⁵.

Tableau 1. Subdivisions de l'unité temps de puisage au M'zab.
(Le jour comprend 24 unités appelées *Kharrouba*)

1 jour-nuit	= 24	1	= 1 H
	Kharrouba,	Kharrouba	
1	= 8 Tmen,	1 Tmen	= 7,5 Mn
	Kharrouba		
1 Tmen	= 3	1	= 2,5 Mn

⁵Selon l'auteur, 302 puits tarissent six mois après la crue, 900 tiennent une année, 490 tiennent plusieurs années mais avec un débit faible, et 19 puits exceptionnels ne tarissent jamais.

Mouzouna,		Mouzouna	
1	= 30 Dirham,	1 Dirham	= 5
Mouzouna			secondes

Source : Moulias (1927).

Les différentes unités sont qualifiées de blanches ou noires selon qu'elles correspondent au jour où la nuit.

Dans la pratique, seule la *Kharrouba* est utilisée dans la mesure des parts, les subdivisions servent pour le calcul. Quelle que soit la valeur de la part, elle est additionnée autant de fois jusqu'à faire un quart de jour pour être donnée en une seule fois. Le temps est mesuré par l'ombre pendant le jour et par la position des étoiles pendant la nuit⁶. Auparavant, l'alimentation domestique des quartiers du ksar se faisait depuis les puits du ksar ; l'enjeu de partage n'est pas aussi crucial que pour les puits de la palmeraie.

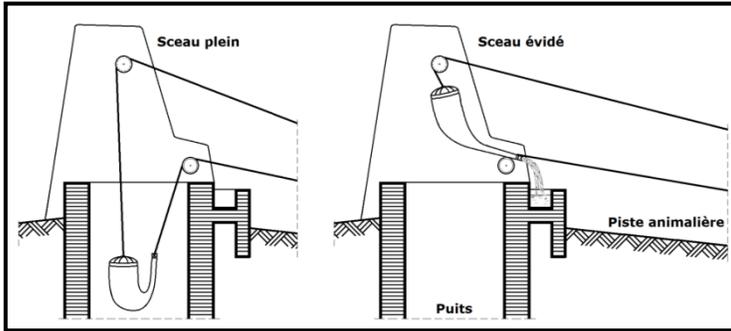
Le puisage se fait par extraction animale. Le puits alimente un bassin ou une séguia d'irrigation. Une piste est aménagée pour le va-et-vient de l'animal. Elle est légèrement inclinée vers le bas pour alléger l'effort d'extraction. Les puits du M'zab sont connus par leur système de *delou* (seau) en cuir qui se déverse tout seul par un tube qui le prolonge et qui reste plié lors de la montée (Fig. 7).

Le système permet une optimisation du temps de puisage ; ce qui semble avoir contribué à sa diffusion dans le Maghreb. Il aurait soudoyé certains chefs militaires français stationnés dans les oasis⁷. Un puits peut irriguer un seul jardin dans le cas d'un seul propriétaire.

Figure 9. Variante du puisage avec *Delou* au M'zab par un système de double poulie. La poulie basse peut être plus élevée et l'embout du *delou* plus long.

⁶Il est intéressant de noter que la terre de prédilection de la mesure par les étoiles est l'Oman, une société Ibadite aussi. Il n'est pas exclu que le savoir astronomique utilisé soit le fruit d'un échange entre sociétés de même rite, même si de tout temps les gens du M'zab ont plus entretenu des rapports avec les Ibadites berbères de Djebel Neffoussa (Lybie) et ceux de Djerba (Tunisie).

⁷Comme le puits de la résidence du Major Laing à Ghadamès qui comporte deux pistes animalières d'extraction (Mircher, 1863).



Source : Dahmen, 2016

Dans la pratique, le plus souvent ce sont plusieurs jardins qui sont irrigués par un seul puits. Selon la tradition locale, un jardin unique s'appelle Ghaba. Il peut se diviser en plusieurs parties appelées Haouza avec une moyenne de 50 palmiers chacune. Un puits alimente jusqu'à vingt jardins.

Bien que géré par la corporation des Oumana-es-Sayl, le système de captage et de distribution des crues engage toute la société. La crue est un événement exceptionnel. C'est un moment attendu et célébré. Il est souvent accompagné d'expressions festives montrant la joie de tous les habitants venant accueillir le prélude d'une année heureuse. En revanche, l'extraction à partir des puits est une tâche presque d'ordre mécanique tant elle est ardue et nécessite beaucoup d'efforts. La main-d'œuvre est souvent extérieure. Aux anciens esclaves a succédé une main-d'œuvre bon marché, originaire le plus souvent du bassin de Gourara et de Touat.

Le système hydraulique est au centre de l'écosystème oasien. Il conditionne l'ordre spatial, bien que celui-ci réponde aussi à d'autres impératifs d'ordre politique et sécuritaire. Les monticules, ou parties hautes, du relief raviné sont consacrés à l'habitat. Celui-ci s'organise de façon circulaire autour de la mosquée et marque ses limites avec le marché et les cimetières.

Le bâti est exclusivement en pierre calcaire et bois de palmier. Plâtre et chaux traditionnels servent de mortier ou d'enduit selon le cas. Les vallées longeant les rives de l'oued intermittent offrent un sol irrigable et servent ainsi d'espace pour les jardins de la palmeraie. Les jardins abritent les demeures d'été, utilisées du mois de mai au

mois d'octobre. Elles sont bâties en terre crue et contribuent ainsi à préserver un certain confort thermique dans le microclimat de la palmeraie. La séparation est très nette entre ksar, palmeraie, cimetières et réseau d'écoulement.

Il est plus que probable que l'organisation hydraulique, comme l'organisation spatiale du territoire, s'est consacré au terme d'un processus de formation et de consolidation qui aura duré, nous l'avons vu, jusqu'au XVIII^e siècle. La pérennité du processus a conduit à un développement synergique entre les aspects technologiques, économiques et socioculturels qui fondent l'originalité d'un site qui associe bien-être, urbanité et développement durable en plein Sahara.

En effet, l'hostilité du désert et la relative austérité du mode de vie n'ont pas empêché le développement d'un écosystème basé sur une activité agricole et commerciale, un mode de vie urbain, une technologie appropriée, une gestion consensuelle, une cohésion sociale, une économie des moyens, un respect de l'environnement et un système hydraulique efficient. La tradition orale locale indique que celui-ci permet par temps de sécheresse une autonomie de sept ans. Le non-respect de ce système, surtout suite à l'urbanisation de la palmeraie, aurait conduit à la catastrophe de 2008, lorsqu'une crue exceptionnelle frappa la région.

5. Les menaces

Le développement postindépendance et les programmes successifs d'équipement de la vallée ont contribué à la mutation du modèle urbain de la vallée. La pression foncière et la demande de logements ont fini par faire déborder le bâti sur l'espace des palmeraies. Les jardins qui, jadis, ne contenaient qu'une demeure d'été construite en terre crue, sont de plus en plus urbanisés par des habitations pérennes en béton. De plus en plus de propriétaires ne veulent plus recevoir les eaux de crues.

A Ghardaia, l'oued M'zab est constamment resserré, les crues qui, jadis, apportaient la vie sont devenues pour les gestionnaires des moments de grande appréhension. C'est à croire qu'elles ne sont plus les bienvenues.

Le gouvernement répond par des projets spéciaux : un canal souterrain qui traverse le centre-ville de Ghardaïa est réalisé, moyennant une enveloppe de 760 millions de dinars. Il devrait prémunir des crues. De même, un barrage d'une capacité de 27 millions de m³/an est programmé en amont (Makedhi, 2006).

La situation a conduit à une dépréciation du système de partage des eaux sans pour autant arriver à prémunir des catastrophes. La crue dévastatrice du début d'octobre 2008, qui a coïncidé avec une fête religieuse, a montré combien le système traditionnel de partage des eaux a été mutilé. Le triste évènement a mis à nu l'incohérence de la gestion hydraulique et urbaine. Dans la batterie des mesures prises en réaction à la catastrophe, un projet de restauration du système de partage des eaux de Ghardaïa⁸ est entrepris, sous l'auspice du ministère de la culture, par l'Office de promotion de la Vallée du M'zab (OPVM), organe gestionnaire du plus vaste patrimoine culturel inscrit à l'Unesco. Les travaux d'étude ont commencé en 2010 et sont terminés et validés par le ministère de la culture depuis deux ans. Les études de restauration n'ont concerné que la partie amont du système de partage qui s'arrête aux exutoires des canaux de distribution. La restauration de la partie aval est moins évidente avec l'urbanisation. Selon les informations recueillies auprès des services de l'OPVM, les travaux devraient être lancés en 2017. L'enveloppe de financement accordée au projet semble couvrir partiellement les dépenses⁹. En plus, le projet ne semble pas rencontrer d'engouement de la part des entrepreneurs. Trois appels d'offres ont été déclarés infructueux. Ces éléments suscitent des soucis quant à la maîtrise du savoir-faire en rapport avec les aménagements hydrauliques traditionnels. Ils portent à penser aussi qu'il existe une certaine difficulté à faire adapter les travaux de restauration aux procédures administratives de financement public, plus habituées aux études classiques d'architecture et de génie civil.

⁸Un système de partage similaire existe dans la vallée de l'Oued N'tissa à Beni-Izguen. Il connaît la même dépréciation bien qu'il n'eut pas à subir la catastrophe avec la même acuité. Récemment, des membres de la société civile ont entamé avec l'aide de l'Assemblée Populaire Communale de Bounoura dont dépend le Isar de Beni-Izguen des procédures pour la restauration du système.

⁹Le Bureau d'études aurait été convié à proposer une liste de travaux prioritaires qui ne dépasserait pas les 45 million de dinars.

6. Système artificiel par excellence

A Ghardaia, il n'existe point de sources ni de puits artésiens. Depuis des siècles, beaucoup d'efforts ont été consentis en vu de trouver des nappes artésiennes¹⁰. Même la technique de la foggara a été tentée, en vain (Moulias, 1927). A cet effet, il est à rappeler qu'à l'instar du canal Takdhit, les canaux souterrains de partage des eaux du canal Bouchene étaient initialement découverts. Ils ont été construits et recouverts dans un souci de protection (Fig 9). Cela explique l'usage délibéré du mot foggara par les autochtones et certains auteurs pour les désigner (Remini et al, 2012 ; Djellouli-Thabet, 2015).

Les crues sont rares mais peuvent être d'un apport exceptionnel. Le génie mozabite a été d'avoir su développer un montage de structures hydrauliques qui retiennent, dévient, emmagasinent et restituent l'eau.

Les initiatives humaines pour apprivoiser l'eau constituent toutes des systèmes artificiels qui ont servi l'établissement humain.

Il est possible d'imaginer à travers le globe l'aménagement de barrages, de digues ou de retenues. Nous pouvons faire état des techniques de divertissement de l'eau des grands fleuves depuis les Assyriens sur le Tigre ou les Egyptiens sur le Nil, ou encore les foggaras qui atteignent en Iran le nombre de 32 000 qanats en 1973 et ce, uniquement pour les éléments vivants (Semsar et Khaneiki, 2010).

Figure 10. L'apparence actuelle des canaux de distribution à partir du canal Bouchene. Les margelles en blanc marquent le haut des puits d'aération des canaux

¹⁰La Vallée du M'zab se trouve géographiquement entre l'Oued-Righ à l'est et El-Golea au sud-ouest. Ces deux régions sont de très anciennes régions artésiennes. Le fait que le M'zab se situe entre les deux a dû nourrir la volonté d'explorer le sous-sol à la recherche d'une eau jaillissante. Cette quête s'est prolongée même durant l'époque coloniale dans le cadre des grandes investigations artésiennes qui ont commencé au Sud après la prise de Laghouat en 1853 (Berbrugger, 1956).



Source : Dahmen, 2016

Nous pouvons encore admirer les grands bassins d'Angkor (Unesco, 2016b), capitale de l'Empire Khmer au Cambodge, ou le Grand Canal chinois avec ses 2000 km de parcours navigables qui ont nécessité 12 siècles de travail (Unesco, 2016c). Toutes ces infrastructures gigantesques dénotent un art exceptionnel de maîtrise de l'eau à partir de structures artificielles créées par l'homme.

Plus localement, le génie humain a su développer une variété de systèmes hydrauliques parfaitement adaptés aux contextes naturels des territoires sahariens, notamment en Algérie. Ce patrimoine de l'eau (Djellouli-Thabet, 2015) va du plus grand appareil hydraulique qu'est la foggara (Savornin, 1947) au plus simple appareil qu'est le système Bour (Savornin, 1950) sur les bandes limitrophes des deux Grands ergs, dans le Souf et le Nord Gourara. Nous pouvons citer le système artésien de l'Oued-Righ, le système source des Zibans, le système des digues dans la Vallée de la Saoura ou à Laghouat, ou encore le système d'inféroflux comme à Djanet. A chaque fois, un génie humain exceptionnel a su apprivoiser les eaux courantes ou cachées, souvent avec des moyens dérisoires.

Qu'il s'agisse des systèmes présents en Algérie ou de ceux dont l'existence est attestée ailleurs, à travers l'histoire de l'humanité, on ne connaît pas de région autre que la Vallée du M'zab qui se prévaudrait d'avoir si bien imaginé comment apprivoiser une nappe souterraine et en disposer comme réservoir souterrain à alimenter artificiellement par des canaux verticaux pour multiplier sa capacité hydrique et parer aux années de disette par restitution.

La vallée du M'zab est classée au patrimoine mondial (Unesco, 2016a) depuis 1982, compte tenu de trois critères¹¹.

Elle est reconnue pour son architecture influente (critère II), pour son organisation spatiale comme témoignage exceptionnel de la culture ibadite (critère III) et comme exemple d'interaction extrêmement efficace entre l'homme et l'environnement (critère V) et ce, par l'articulation entre ksar, palmeraie et système hydraulique (Icomos, 1982)¹². Cependant ce système hydraulique qui concrétise un savoir-faire exceptionnel (critère I) n'a pas été reconnu en tant que tel. Nous ne sommes pas certains que le dossier d'inscription en ait fait référence¹³.

Malheureusement, le classement ne s'est pas basé sur le caractère exceptionnel de l'art de l'eau qui a pourtant servi à générer cette civilisation. Ces dernières années, il est possible de lire sur le site du Centre du patrimoine mondial de l'Unesco une allusion claire aux « *ingénieux systèmes de captage et de répartition de l'eau et de création de palmeraie.* » (Unesco, 2016). Serait-ce une manière implicite de reconnaître quelque valeur au génie hydraulique ? Il est vrai que depuis une décennie nous remarquons un regain d'intérêt pour un patrimoine de l'eau, de plus en plus global (Cote, 2015 ; Willems et Schaik, 2015).

Conclusion

L'établissement humain dans la vallée du M'zab est conditionné par l'exploitation de la nappe alluviale et son extension dans les calcaires du Turonien. L'eau souterraine est réalimentée par les crues saisonnières de l'Oued M'zab et ses affluents. Au moment où l'on ignorait l'existence de la nappe profonde du Continental Intercalaire

11 Les critères de classement au patrimoine mondial de l'Unesco sont au nombre de dix. Six critères concernent le patrimoine culturel et quatre pour le patrimoine naturel.

12 L'allusion au système hydraulique a été rajoutée ultérieurement, elle ne figure pas sur le rapport de 1982.

13 Les experts de l'ICOMOS qui évaluent les demandes des Etats parties retiennent les critères en rapport avec leur expertise et indépendamment des propositions contenues dans le dossier d'inscription. Ceci étant, dans le cas du M'zab, le critère (I) n'a pas été discuté. Cela prouve qu'il n'a pas été proposé par l'Etat partie.

(l'Albien), et ignorait comment l'exploiter, compte tenu de la profondeur, les réserves souterraines sont renforcées par un système exceptionnel de captage-restitution au moyen de puits qui, en recoupant les failles rocheuses, accélèrent sensiblement le processus de réalimentation.

En moins de deux siècles une civilisation urbaine est arrivée à prospérer au Sahara jusqu'à devenir une plate-forme du commerce transmaghrébin et transsaharien.

De pays refuge, censé protéger des Berbères ibadites persécutés, le M'zab s'est développé jusqu'à s'ouvrir à la présence juive et arabe et contribuer par l'aide financière et militaire à protéger les côtes algériennes et tunisiennes (Djerba), des attaques espagnoles du temps de la présence Ottomane.

Le système hydraulique de la Vallée du M'zab n'est sans doute pas exceptionnel par son envergure ni par l'importance de la civilisation qu'il a engendrée.

Sa particularité tient au rapport entre l'ingéniosité du savoir-faire, la limite des moyens et surtout au pouvoir d'imagination qui a permis d'apprivoiser des eaux cachées. En plein Moyen âge, le génie des hommes a poussé les limites du possible en transcendant les aménagements visibles, créés par l'homme, par un savoir-faire qui maîtrise les aménagements souterrains de la nature : un aquifère. C'est comme si la nappe souterraine devenait, par l'alimentation directe des puits capteurs, une nappe artificielle. D'où le qualificatif de système artificiel par excellence.

Remerciements

Nos remerciements vont à tous ceux qui ont apporté une contribution à cette étude.

D'abord, à un des auteurs, qui est en même temps chef de projet de la restauration du système de partage des eaux du ksar de Ghardaïa. Sa contribution ayant été très utile à la préparation de ce travail.

Puis aux organismes et autres fournisseurs de données, dont les apports respectifs indéniables méritent d'être salués : il s'agit de la corporation des Oumana-Essayl en charge de la gestion du partage et

de la distribution des eaux du ksar de Ghardaïa ; le bureau d'études AURBHYT sis à Beni-Isguen ; l'ingénieur hydraulicien, Rostom Sioussiou, spécialiste de l'hydraulique traditionnelle et superviseur de chantiers de restauration de puits traditionnels ; ainsi que les services de l'Office de promotion de la Vallée du M'zab, pour la vérification de certaines sources historiques.

BIBLIOGRAPHIE LATINE

ABONNEAU A, 1983, *Préhistoire du M'zab*, thèse de 3^e cycle, univ. Paris-1.

AMAT C. (1888). *Le M'zab et M'zabites*. Alger, Challamel.

BAKELLI A. (2009). *De l'histoire des Ibadites au Maghreb. Regard libre sur les chroniques d'abu Zakaria*. Casbah éditions, Alger.

BERBRUGGER A, 1862, *Les puits artésiens des oasis méridionales de l'Algérie*, Bastide, 2^e édition, Alger.

BONETE Y, 1962, *Gravures rupestres du M'zab*, in Bulletin de Liaison Saharienne, n° 45, pp. 16-29.

CAMPS G, 2007, *Les Berbères*, Alger, Barzakh. 1^{ère} publication 1980 aux Hespérides France.

CHARLET L-T, 1905, *Les palmiers du M'zab*. In : *Bulletin de la Société de Géographie d'Alger et de l'Afrique du Nord*. T-X. Zamith & Cie, Alger, pp-11-87.

COTE M, 2015, *Les patrimoines culturels de l'eau, introduction pour une étude thématique dans l'esprit de la Convention du patrimoine mondial*. In : Icomos. 2015. *Les patrimoines de l'eau. Les patrimoines culturels de l'eau au Moyen-Orient et au Maghreb. Etude thématique*. Icomos, 1^{ère} édition, Paris, pp. 27-41.

DAHMEN A, 2015, *Major hydraulic systems in Algeria*. In: Proceedings of Second IWA Workshop on : *Evolution of Qanat and Relevant Hydraulic Technologies*, UNESCO-ICQHS, Yazd (Iran), 141-154.

DJELLOULI-THABET Y, 2015, *Le patrimoine de l'eau en Algérie : une succession d'héritages*. In : International Council on Monuments and Sites (ICOMOS), *Les patrimoines culturels de l'eau. Les patrimoines culturels de l'eau au Moyen-Orient et au Maghreb*, France. pp. 79-100.

FELIU E. (1909). *Etude sur la législation de l'eau dans la chebka du M'zab*. Blida, Mauguin.

FLAMAND G-B-M, 1921, *Les pierres écrites (Hdjrat-mektoubat) gravures rupestres et inscriptions rupestres du Nord-Africain*. Paris, Masson.

ICOMOS (International Council on Monuments and Sites). (1982), *Rapport sur l'inscription de la Vallée du M'zab sur la liste du Patrimoine Mondial*. N° 188, Paris.

MAKEDHI M, (2006). *Transfert d'eau In Salah – Tamanrasset*. In: *Quotidien El-Watan*, Edition du 14 mai 2006.

MIRCHER. J, 1863, *Mission de Ghadamès (septembre, octobre, novembre & décembre 1862). Rapports officiels et documents à l'appui*. Alger, Duclaux.

MOULIAS D, 1927, *L'organisation hydraulique des oasis sahariennes*. Alger, Carbonel.

REMINI B, ACHOUR B, OULED-BELKHIR C, BABA-AMAR D, 2012, *The M'zabfoggara: an original technique for collecting the water rising*, in: *Journal of Water Land Development*, Poland, N° 16, (I-VI), pp. 49-53. DOI: 10.2478/v10025-01k82-0024-x

ROFFO P, 1934, *Les civilisations paléolithiques du M'Zab*, Alger, Heintz.

ROBIN C-D-T, 1884, *Le M'zab et son annexion à la France*. Alger, Jourdan.

SARI J, 2003, *M'zab: une création ex-nihilo en harmonie avec les principes égalitaires de ses créateurs*. Alger, Anep.

SAVORNIN J, 1947, *Le plus grand appareil hydraulique du Sahara (nappe artésienne de l'albien)*. In : travaux de l'Institut de Recherches Sahariennes (IRS), Université d'Alger, t.4, pp.25-66.

SAVORNIN J, 1950, *Le Bas Sahara (l'appareil artésien le plus simple du Sahara)*. In : travaux de l'IRS, t.6, 45-62.

SCHACHT J, 1954, *Sur la diffusion des formes d'architecture religieuse musulmane à travers le Sahara*. In : travaux de l'IRS, t.11, pp. 11-27.

SEMSAR-YAZDI A., KHANEIKI M-L, 2010, *Veins of the desert*, International Center on qanatas and Historic Hydraulic Structures (ICQHS-UNESCO), Yazd (Iran). Iranian Water Resources Management Organisation (IWRMO).

UNESCO, 2016a, *La Vallée du M'zab*. In : Site du Patrimoine mondial : <http://whc.unesco.org/fr/list/188/> consulté le 2 novembre 2016.

UNESCO, 2016b, *Angkor*. In : Site du Patrimoine mondial : <http://whc.unesco.org/fr/list/668>, consulté le 2 novembre 2016.

UNESCO, 2016c, *Le Grand Canal*. In : Site du Patrimoine mondial : <http://whc.unesco.org/fr/list/1443>, consulté le 2 novembre 2016.

VIOLLET P-L, 2000, *L'hydraulique dans les civilisations anciennes*. Presses de l'Ecole nationales des Ponts et chaussées, Paris.

Willems W-J-H, SCHAİK H-P-J, 2015, *Water heritage, material, conceptual and spiritual connetions*. Leiden, Sidestone Press.

BIBLIOGRAPHIE ARABE

الفُرسُطائي (Al-Fursuta-i)، أبو العباس بن محمد بن بكر النفوسي. (1997). "القسمة وأصول الأراضي"، تحقيق بكير بن محمد الشيخ بلحاجود. محمد بن صالح ناصر، الطبعة الثانية، جمعية التراث، القرارة (غرداية).

– الحاج سعيد (Hadj-Said) يوسف بن بكير. (1992). تاريخ بني ميزاب، دراسة اجتماعية

**LA LOIRE DES GRANDS BARRAGES, HISTOIRE DU PROJET
D'AMENAGEMENT DURABLE POUR LA RECONQUETE AGRICOLE
ET INDUSTRIELLE DE LA VALLEE INONDABLE.**

*The Loire of large dams, history of the sustainable management project
for the agricultural and industrial reconquest of the flooding valley*

TEMAM Saïda^{1,2}

¹Maison des Sciences de l'Homme-MSH Paris

²Laboratoire Espace Géographique et Aménagement du Territoire

saidatemam@gmail.com

Résumé

A partir des années 50 du siècle passé, la reconquête de la vallée de la Loire signifie le développement de projets agricole, d'urbanisation et d'industrialisation. Le contexte politico-idéologique qui accompagne ce projet est la base sur laquelle se dessinera tout le jeu d'acteurs qui va marquer l'aménagement de la vallée de la Loire. Retracer l'historique de la mise en place de ce projet va permettre d'en comprendre les intérêts et les inconvénients. Quelles conséquences peut-il avoir au niveau de la gestion territoriale du risque inondation ? Ce projet fait l'apologie des barrages comme moyen de réduire la vulnérabilité de la vallée. Les barrages visent-ils d'autres objectifs que la protection de la vallée contre les crues ? Par ailleurs l'analyse du devenir des anciens aménagements de protection contre les crues (levées) va rendre compte d'un tournant idéologique durant les années 1980. La réalisation du projet initial s'avère difficile car la sécurisation de la vallée doit désormais se combiner avec des revendications sociétales, portées par les associations écologistes, relatives à la sauvegarde de la richesse environnementale et patrimoniale. Tout compte fait, il y a lieu de poser la question suivante : ce grand projet d'aménagement serait-il l'expression d'une gestion de la vallée complètement abstraite et théorisée des technocrates ou, au contraire, représente-il la solution qui va réconcilier les acteurs en conflit ?

Mots clés : Loire, inondation, barrage, ingénieurs, écologie

Abstract

From the 1950s, the Loire valley's reconquest means projects for agricultural development, urbanization and industrialisation. The political and ideological context of this project is the basis on which will be defined the actors' relationship that will mark the development of the Loire Valley. Retracing the project's history could be important for understanding its interest and its disadvantage. What are the consequences of this project upon the territorial flood risk's management? This project presents dams like the best solution to reduce the valley's vulnerability, that why I analyze what the old layouts of protection against floods become (dykes) ? This will allow identifying the engineers' ideological turning point who argued for the need to build dams in the 1980s. Are there other intended objectives other than the protection of the valley against the floods? Besides, securing the valley must from now on combine with societal claims brought by environmental groups concerning the preservation of environmental and heritage wealth of the valley. Ultimately, this great development project, would it reflect a completely technocrats' abstract and theorized view of the management of the Loire Valley or it is conversely the solution that will reconcile the actors in conflict?

Keywords: Loire, floods, large dam, engineer, ecology

Introduction

A partir des années 50 du siècle passé, la réappropriation du territoire ligérien s'accompagne d'un accroissement de sa vulnérabilité et ce, du fait d'une urbanisation et d'une exploitation agricole accrue dans la vallée inondable (Fig 1). La reconquête de la vallée de la Loire signifie le développement de projets agricoles, d'urbanisation et d'industrialisation. Le contexte politico-idéologique qui accompagne ce projet est la base sur laquelle se dessinera tout le jeu d'acteurs qui va marquer l'aménagement de la vallée de la Loire et la sécurisation de ses plaines inondables jusqu'à nos jours. Quels sont les intérêts et les inconvénients de ce grand projet d'aménagement ? Quelles conséquences peut-il avoir au niveau de la gestion territoriale du risque d'inondation ?

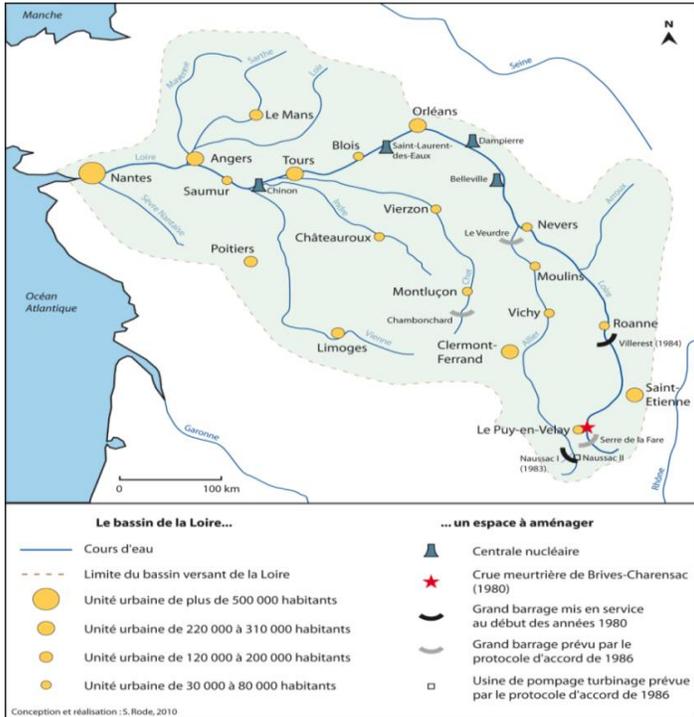
La stratégie d'aménagement de la vallée ligérienne est définie par le rapport de l'ingénieur Chapon (1979) qui rend compte de cette volonté de gérer les extrêmes hydrologiques. Le barrage apparaît comme un aménagement idéal de cette stratégie permettant de prévenir l'inondation tout en remédiant aux périodes d'étiages. La sécheresse de 1976 rappelle aux gestionnaires que si les inondations de la Loire restent redoutables par leurs effets destructeurs, les périodes de sécheresse et d'étiage sont tout autant paralysantes. Cet événement hydrologique traumatisant a été l'élément déclencheur rendant nécessaire et vital la construction des barrages. La réponse technique apportée va permettre d'identifier le tournant idéologique des ingénieurs qui prônent la nécessité des barrages durant cette période. Tiennent-ils compte d'autres exigences que celles relatives à la question de l'efficacité des barrages en matière de gestion de l'inondation ?

Par ailleurs la sécurisation de la vallée doit désormais se combiner avec des revendications sociétales, portées par les associations écologistes, relatives à la sauvegarde de la richesse environnementale et patrimoniale de la vallée. Nous utilisons plusieurs sources dont les documents d'archives de l'Établissement Public Loire, anciennement Établissement Public pour l'Aménagement de la Loire et de ses Affluents déposées aux archives Départementales du Loiret. Leur consultation a nécessité l'accord écrit du directeur actuel de l'Établissement Public Loire (ex-EPALA) car ces fonds sont soumis à la réglementation des archives datant de moins de 50 ans. Ces fonds, composés des correspondances entre les structures et d'articles de presse, retracent l'histoire, les débats et les acteurs de la mise en place du projet d'aménagement de grande envergure de la Loire. Ils couvrent une période allant de 1950 à 1980, période durant laquelle se situe un ballet de créations et de dissolutions de structures locales. Les documents et études plus récents sont une ressource documentaire importante facilement consultable sur le portail internet de l'Établissement Public Loire¹⁴. On y trouve les informations relatives à la mise en place des stratégies de gestion du fleuve. Dans un premier temps, j'évoque le

¹⁴Site internet de l'Établissement Public Loire : <http://www.eptb-loire.fr>

contexte historique et politique dans lequel émerge ce projet de « reconquête de la vallée de la Loire » qui est la base sur laquelle va se faire tout un jeu d'acteurs. Ensuite je m'attacherai à étudier plus précisément ce projet d'aménagement intégré en essayant de comprendre quels en sont les intérêts et les inconvénients ? Comment il compte s'appuyer sur les structures locales et mettre en place une nouvelle gouvernance territoriale ? Enfin, au travers de la question de la vulnérabilité aux inondations, dont les barrages sont présentés comme la solution, j'analyserai le devenir des aménagements traditionnellement dédiés à la gestion des crues sur la Loire (les levées). Ceci va permettre d'identifier l'idéologie prédominant chez les ingénieurs et vérifier, in fine, si ce grand projet est le reflet d'une gestion de la vallée complètement abstraite et théorisée des technocrates ou si, au contraire, il est la solution qui va réconcilier les acteurs en conflit et résoudre le problème de vulnérabilité territoriale de la vallée.

Figure 1. Présentation des axes fondamentaux du projet d'aménagement de la vallée de la Loire (Rode, 2010)



1. Le projet d'aménagement intégré de la vallée de la Loire : la première ébauche

La naissance du projet d'aménagement intégré de la vallée de la Loire tient au fait de prendre en compte les territoires ligériens comme des territoires en crise mais aux forts potentiels. Cette prise de conscience est accompagnée de celle de la nécessité de lutter contre le déséquilibre qui existe entre l'agglomération parisienne et le reste du territoire français, déséquilibre dont fait écho J.F. Gravier (1947) dans son ouvrage *Paris et le désert français*.

Dans les années 60 du siècle passé se met en place la politique des « métropoles d'équilibres »¹⁵ conduite par les D.A.T.A.R., nouvellement créée par Olivier Guichard¹⁶. Cela ne signifie pas pour autant la mort des petites villes de province (comme il aurait pu être le cas des villes de la vallée de la Loire). Au contraire ces dernières affichent leur volonté de développement et sollicitent l'intervention de l'État pour lancer un plan d'aménagement du territoire. Dès 1955, « Aménager la Loire pour rééquilibrer le territoire français » est l'objectif de la politique d'aménagement du territoire, politique entreprise à travers la mise en place du Plan national d'aménagement du territoire. Le lancement de l'étude globale de la vallée de la Loire, dont nous allons parler, a pour objectifs de déterminer les faiblesses, les forces, et les zones à protéger. Les villes de la vallée disposaient de trois atouts : un grand potentiel humain détenant un savoir-faire, un site attirant et une agriculture intensive. C'est par rapport à ces aspects de la région que l'industrie devait s'insérer (Figure 2).

D'autre part, le contexte international est marqué, à partir de 1970, par la mise en œuvre du Marché Commun Européen. Cette création, dont la France est partie prenante, a rendu nécessaire l'amélioration de la compétitivité de ses territoires et a marqué l'entrée de la dimension européenne dans les politiques publiques d'aménagement et d'environnement.

¹⁵« Métropole d'équilibre » nait à partir de travaux de géographe et statisticiens, Michel Rochefort et Jean Hautreux, (1965).

¹⁶ Il est remarquable qu'à cette période le val de Loire central et aval comptaient de nombreux élus qui étaient appelés les « barons du Gaulisme ». Olivier Guichard, député-maire de la Baule, Michel Debré, premier ministre était élu du Blésois et Edgar Pizani, ministre l'agriculture (1961-1966) était sénateur de Haute-Marne et conseiller général de Montreuil-Bellay ; Jean Royer, député-maire de Tours.

Bien des actions furent entreprises pour mettre en valeur les potentialités des territoires ligériens, et ces dernières servirent de base pour définir les grandes lignes du projet final d'aménagement intégré de la vallée de la Loire. La création du Ministère de l'Environnement (qualifié de «Ministère de l'impossible») en 1971 marque le début de la prise en compte officielle des équilibres naturels et ouvre ainsi un champ de possibilités de mise en valeur de ce potentiel naturel que recèle la vallée de la Loire. La visée étatique est double : aménager la Loire d'une part, d'autre part rééquilibrer le territoire français.

Un rapport définirait les lignes directrices d'un programme de protection et de mise en valeur des valls de Loire en même temps que le contenu d'un programme d'aménagement hydraulique du fleuve pendant les quinze années à venir. A cela s'ajoute la nécessité de définir un support politique pouvant servir de liaison entre les partenaires concernés (départements, Établissements publics régionaux, comité de bassin Loire-Bretagne) et l'État. L'accord doit se faire sur plusieurs points, en l'occurrence le contenu du programme, son financement et sa réalisation par l'intermédiaire d'une structure qui se porterait maître d'ouvrage de l'ensemble des équipements préconisés.

Le programme de protection et d'aménagement présenté par l'ingénieur Chapon (Fig 2), le 28 avril 1980, apparaît comme une combinaison de toutes les études, rapports et projets définis par les différents acteurs du territoire¹⁷. Une combinaison qui constitue un projet d'aménagement global, «intégré» de la vallée de la Loire, projet axé sur un aménagement hydraulique, une protection des richesses, un aménagement de l'espace de la vallée et son développement économique¹⁸. Ces différents objectifs tendent à réduire les

¹⁷Le plan s'appuie sur le rapport de 1979 de la Mission déléguée du bassin Loire-Bretagne pour l'aménagement hydraulique et sur les études faites en région Centre pour la protection et l'aménagement.

¹⁸Il est conforté par l'approbation notifiée le 20 janvier 1975 par le ministre de la qualité de la vie, de l'ensemble du programme de l'Agence de Bassin Loire-Bretagne. Le vote par le Comité interministériel de l'aménagement du territoire, le 11 avril 1975, du schéma d'aménagement de la Loire Moyenne tandis que le Comité interministériel d'action pour la nature et l'environnement a adopté le 14 février 1978, le schéma de développement des ressources en eau et de la reconquête de leur

handicaps de la vallée de la Loire qui est considérée comme un territoire attractif pour les populations du fait de la beauté du paysage et du cadre de vie. Elle pêche cependant par le manque d'implantation d'activités et de structures pouvant faciliter le développement économique et démographique de ce territoire. Il faut donc se concentrer sur la modernisation des activités de la vallée en tablant sur le développement de l'industrie lourde, des villes et de l'agriculture grâce à la mise en place d'un aménagement hydraulique qui pallierait l'insuffisance de la quantité et de la qualité de l'eau en période d'étiage. La régularisation du régime du fleuve nécessite beaucoup de précaution, pour tenir compte des conséquences sur l'écologie, les cultures et l'urbanisme de la vallée.

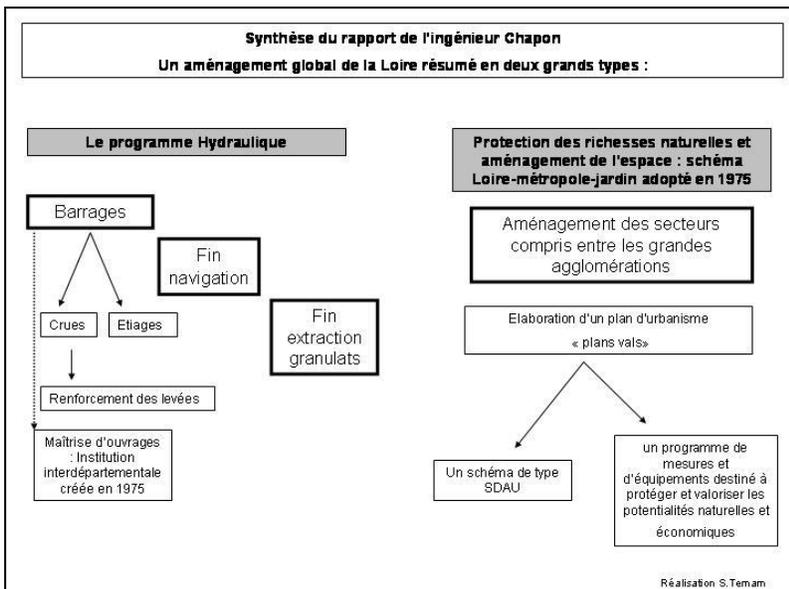
L'aménagement hydraulique consiste, pour une grande part, en la construction de quatre barrages. Le rapport (en question) confirme l'intérêt de réaliser les ouvrages du Verdure sur l'Allier et de Chambon hard sur le haut Cher. Ils compléteront ainsi le dispositif mis en place pour maintenir les étiages et lutter contre les crues avec la construction des barrages de Villerest (Loire) et de Naussac (Lozère). Ce document reconnaît aussi la nécessité d'aménagements sur la Vienne et, surtout, en amont de Nantes. Enfin, il prévoit la réfection des levées. Dans la crainte de la crue centennale, les levées existantes seront renforcées en sorte qu'elles puissent supporter la forte montée des eaux causées par la conjugaison des crues de la Loire et de l'Allier avec un maximum de 6 000m³/s. Les travaux devant se situer durant une période allant de 1980 à 1995.

Le rapport préconise le ralentissement progressif des extractions de sable et graviers qui détériorent les rives, le lit du fleuve et ses ouvrages d'art. Pour ce qui est de la navigation, le rapport donne un avis global défavorable à la navigation commerciale, en contestant l'intérêt économique de tout aménagement susceptible d'accroître le trafic. Pour la navigation de plaisance, il invoque les dangers que présente et présentera la Loire, même lorsque son cours sera

qualité. D'autre part, le CIANE a pris de 1975 à 1978, des décisions concernant le financement du barrage de Villerest et des levées de protection.

régularisé. En matière de protection des richesses naturelles et d'aménagement de l'espace, le rapport suggère, pour les secteurs compris entre les grandes agglomérations, l'élaboration de documents d'urbanisme dits « plans vals », comprenant un schéma directeur d'aménagement et d'urbanisme (SDAU) et un programme de mesures et d'équipements destiné à protéger et à valoriser les potentialités naturelles et économiques.

Figure 2. Présentation des axes fondamentaux du projet d'aménagement de la vallée de la Loire (Temam, 2012).



L'application de ces dispositions équivaudrait en fait à la généralisation du schéma de la Loire ou « Loire-métropole-jardin » défendu par Jean Royer, maire de Tours, et adopté en 1975. Jean Chapon énumère une série de « directives intermédiaires », qui consisteraient, par exemple, à accélérer le classement de monuments historiques et de réserves naturelles.

Réalistes, quelque peu restrictifs et décevants, tant sur le plan des grands projets d'aménagement que sur celui de l'engagement de l'État, telle est la perception des représentants locaux concernant ces grands projets présentés par l'ingénieur Chapon. L'enthousiasme des élus locaux semble absent. Ce qui est indéniable, c'est qu'aussi

imparfait que puisse être ce rapport, il a le mérite de donner une vision générale des intérêts de cette vallée de la Loire. Non définitif, il est cependant une base sur laquelle va se faire une réflexion plus aboutie suscitée par le dialogue entre les différents représentants locaux et l'État. Ce rapport a pour ambition affichée d'être le ferment d'une réflexion à long terme. Les inégalités de mise en valeur des régions semblent être mises en avant par les contestataires qui estiment que le rapport Chapon n'est qu'une opération électorale visant à taire les assertions sur les inconvénients dus à la construction des barrages. Les élus socialistes s'indignent, la guerre politique se reflétant ainsi à travers les oppositions d'interprétation de ce projet censé produire, en principe, un effet de solidarité. Selon ces derniers, le rapport n'offre pas de perspectives économiques ; s'étonnant par ailleurs de ce qu'il soit resté anormalement discret sur le programme électronucléaire et sur le problème de financement qui fait appel aux deniers des collectivités locales.

2. Le poids de la gouvernance locale dans la redéfinition du projet d'aménagement intégré

Tour-à-tour des structures associatives émergent, et vont aider à améliorer cette première esquisse du projet d'aménagement. Un dialogue s'amorce afin de faire remonter et faire coïncider les revendications locales, la réalité du terrain avec l'exigence statiques. Progressivement un glissement de pouvoir s'opère au sein de ces associations, qui alors deviennent de plus en plus les instruments de la domination politique des localités Orléanaise puis Tourangelle et laissent pour compte les autres localités, dont la Nièvre qui se transforme en un territoire abandonné. Or l'approche du rapport Chapon sur l'aménagement de la Loire est censé être une approche intégrée et intégrale car elle ne se préoccupe pas seulement de la régularisation du débit du fleuve, mais aussi de sa « vie » et de son environnement. Elle met l'accent sur la nécessité de rendre compatibles la poursuite du programme hydraulique et la préservation de l'environnement, qui a conservé un certain caractère naturel. Néanmoins, le rapport passe sous silence l'importance des barrages en tant que fournisseur énergétique pour le refroidissement des réacteurs des centrales hydro-électriques (EDF). Jean Royer

(député-maire de Tours) présentait cela comme une source de revenus et de financement permettant d'assumer ces coûteux ouvrages de régularisation des débits du fleuve. Présenter le barrage comme un moyen de la gestion des crues-étiages et un moyen de fournir en eau l'activité agricole et les zones urbaines qui se développent apparaît bien moins générateur d'opposition, notamment de la part des localités où vont être construits ces barrages. La mise en application du projet nécessite, de prime abord, la définition d'une stratégie. Cette dernière apparaît d'autant plus difficile à mettre en place que se lit, en filigrane, une lutte politique entre les représentants locaux, les pouvoirs étatiques et les associations, sur la question de la gouvernance et des priorités, et de celle du financement du projet, à grande envergure, proposé. Sur la base de cette structure administrative en place aux différentes échelles territoriales, la requalification des prérogatives de chacun rentre dans la logique des chaises musicales.

2.1 ANECLA : Action politique, volonté d'être une structure gestionnaire locale, un intermédiaire entre les communautés locales et l'État.

L'Association Nationale pour l'Étude de la Communauté de la Loire et de ses Affluents¹⁹ regroupe les principaux départements riverains de la Loire ainsi que les villes, les chambres de commerce et d'industrie, les chambres d'agriculture et les personnes physiques. Elle est créée en 1952 pour s'opposer au détournement des eaux du bassin de la Loire vers les autres bassins en captant les eaux de la Loire pour desservir la région parisienne et en détournant les eaux du haut bassin vers l'Allier. Cette première action est une victoire pour la reconnaissance de son statut de communauté locale représentant les intérêts des localités qu'elle défend selon le principe d'une « solidarité ligérienne » et cela en matière de gestion des régions ligériennes et plus particulièrement pour la réalisation d'ouvrages de régularisation des eaux du fleuve.

¹⁹ Association type Loi 1901.

2.2. L'Institution interdépartementale, une reprise en main de l'État et une relégation des associations locales

L'ANECLA a fondé la SEMECLA, une société d'économie mixte pour l'étude de la communauté de la Loire et de ses affluents, le 22 août 1962. Sa mission était d'étudier l'aménagement hydraulique du bassin de la Loire, et pour ce faire elle a effectivement mis en œuvre des travaux de recherches dont le financement provenait essentiellement de subventions de l'État. Néanmoins les organismes de bassin et ensuite de l'institution interdépartementale supplantent la SEMECLA, en 1975, dans ses fonctions. Ceci a en quelque sorte détruit les espoirs de cette dernière d'être une structure locale intermédiaire décidant de l'aménagement de la Loire en collaboration avec l'État. L'ancien président de la SEMECLA s'en est parfaitement rendu compte :

Nommé en 1968 président du comité de bassin Loire-Bretagne, il avait, dès lors, décidé de « jouer le jeu des organismes de bassin ».

Son décès en 1972, a malheureusement coupé court à cette orientation et, depuis, l'ANECLA d'abord sous la présidence du Sénateur Joseph Beaujannot, puis, sous celle de Jean Royer, n'a cessé de « critiquer », par tous les moyens, la politique préconisée par les organismes « officiels » (comité, agence, institution).

L'institution interdépartementale pour la Protection des Vals de Loire et contre les inondations de la Loire, constituée par délibération des conseils généraux des départements de l'Allier, du Cher, d'Indre-et-Loire, du Loiret, du Loir-et-Cher, du Maine et Loire, de la Nièvre et de Saône et Loire, est un Établissement Public qui supprime l'ANECLA et La SEMECLA. Elle a pour mission de réaliser ou faire réaliser les études, la construction et l'exploitation du barrage de Villerest sur la Loire (département de la Loire). Elle pourra également réaliser les études, la construction et l'exploitation de tout autre barrage-réservoir ou de tout autre ouvrage concourant directement ou indirectement à la protection des vals contre les inondations provoquées par les crues de la Loire et de ses affluents.

Elle est bien une institution étatique puisqu'elle est administrée par un Conseil d'Administration composé de conseillers généraux, présidé par le Préfet. Bien qu'elle dispose d'un comité technique, elle

reçoit l'assistance technique de la Direction Départementale de l'Équipement du Loiret.

2.3. L'association LIGER pour l'affirmation des collectivités locales.

Le 31 mai 1980, la création d'une nouvelle Association nationale de réflexion et d'action pour l'aménagement intégré et global du bassin de la Loire a pour ambition de parvenir à susciter une solidarité non seulement à l'échelle du bassin de la Loire, notamment entre les élus et les populations concernées par l'aménagement du bassin, mais également au niveau national et européen. L'objectif escompté par les fondateurs de cette association, notamment du député-maire de Tours Jean Royer²⁰, est d'en faire, tant par sa représentativité que pour sa compétence, l'interlocuteur privilégié des pouvoirs publics et des populations, en accomplissant le rôle de sensibilisation, de réflexion et d'incitation qu'elle s'est assignée. De ce fait, Jean Royer rend un peu hommage au travail effectué pendant vingt-cinq ans par les membres de l'ANECLA, quand il dit : « *Non entendus des pouvoirs publics, mais qui ont eu le mérite de mettre les élus au courant des dangers et préparer surtout une plateforme de travail, base de l'action futur de Liger* »²¹. L'association garde toujours comme objectif l'aménagement non seulement « intégré » mais également global du bassin de la Loire. Comme il est stipulé dans les statuts, l'aménagement intégré est défini par la prise en considération simultanée de tous les facteurs non seulement hydrauliques mais aussi économiques, biologiques, écologiques, sociaux et culturels. La notion d'aménagement global introduit le principe d'un aménagement qui s'applique, en même temps, à l'ensemble du bassin. Il implique une articulation et une programmation cohérente des travaux et s'oppose à toute réalisation en ordre dispersé et sectoriel.

²⁰ En association avec les élus socialistes des grandes villes des bords de Loire.

²¹ Article de presse régionale, *République du Centre*, 15 mars 1980.

Les méthodes utilisées par l'association sont principalement : la concertation avec les populations concernées et ce, au moyen d'enquête, de consultations et de réunions sur place ; l'actualisation des études déjà faites ; la réalisation de nouvelles études et l'élaboration de propositions.

La clé de voûte de son action se trouve dans sa volonté d'assurer une concertation permanente avec les autres organismes responsables de l'aménagement, permettant ainsi le contrôle, à priori et à posteriori, sur les programmes de travaux et sur leur incidence financière. On retrouve cette idée de vouloir maintenir ce rôle d'intermédiaire entre l'État et les localités dans sa volonté de garder les populations informées grâce à la rédaction de comptes rendus réguliers des travaux de l'association, l'organisation de colloques ; la tenue de conférences de presse et des publications d'administration marque cette volonté d'ouverture et de représentativité des composantes d'une localité et des acteurs pouvant être concernés par l'aménagement de la Loire.

Cette assemblée est composée de représentants de régions, de départements, de communes ou syndicats de communes, de milieux socioprofessionnels, d'associations, de personnalités qualifiées.

Par souci de représentativité et d'équilibre, il est stipulé que tous les grands secteurs géographiques doivent être équitablement représentés. Bien que les pouvoirs centraux ne soient pas habitués à procéder ainsi dans pareil dossier, Jean Royer fera preuve de persévérance en insistant sur le fait qu'il ne fallait surtout pas se décourager et en rappelant que même si l'association commençait petite, seuls le cap fixé et les actes allaient compter. Par une telle attitude Jean Royer se présente comme le fervent défenseur du projet d'aménagement intégré de la Loire.

3. La voix de l'opposition : pour la création de syndicats d'aménagements

Cette proposition n'englobe pas toutes les voix car de nombreux représentants locaux du Parti communiste français s'y opposent, soumettant d'autres propositions. Les députés communistes déposent une proposition de loi pour contrecarrer celle du

financement du projet par les collectivités locales de Jean Royer. Claude Poperen (membre du Bureau politique du P.C.F.), entouré de Marcel Zaidner (coordonnateur du P.C.F. pour la région Centre) ainsi que de nombreux dirigeants et élus des départements du bassin du fleuve entrent en opposition à l'association *LIGER* qu'ils considèrent bien plus solidaire avec l'État qu'avec les localités dont elle est censée défendre les intérêts. Ces opposants se manifestent contre le vote d'une taxe d'écrêtement des crues que devraient payer les collectivités pour financer la construction des barrages. Ils reprochent aux ambitions de l'association *LIGER* et à celles du pouvoir de posséder des caractéristiques communes : l'autoritarisme, la technocratie, l'encadrement des collectivités locales et l'étatisme. Pour eux, l'aménagement du fleuve doit figurer parmi les objectifs prioritaires et bénéficier donc de l'engagement financier de l'État. Plus concrètement, ils proposent le remplacement du comité de bassin et de l'institution interdépartementale par sept syndicats d'aménagement (bassin de l'Allier, Loire amont, Loire moyenne, bassin du Cher et de l'Indre, bassin de la Vienne, bassin du Maine, Loire aval). Ces syndicats mixtes, composés de représentants des conseils généraux et des communes auraient pour tâche d'évaluer les besoins en eau, la maîtrise d'ouvrages des barrages d'intérêt local, la réglementation des zones inondables et de l'exploitation des matériaux fluviaux, la lutte contre la pollution et l'utilisation du potentiel de loisirs des cours d'eau. Seuls les grands barrages échapperaient à leur gestion, ceux-là étant d'intérêt général ; de même que les travaux de navigabilité qui, eux, reviennent à l'État. Une institution interrégionale aurait pour tâche de coordonner les travaux des syndicats mixtes, de lutter contre les inondations et de réaliser les grands barrages. S'y retrouveraient les représentants des huit régions concernées (Pays de Loire, Poitou-Charentes, Centre, Bourgogne, Limousin, Auvergne, Rhône-Alpes et Languedoc-Roussillon). Ceci maintiendrait un équilibre des pouvoirs et assurerait dans le consentement les intérêts de chacun.

Ce projet ambitieux suscite différentes controverses dont celles tournant autour de la mise en place d'une gouvernance représentative des multiples intérêts et enjeux au sein de cette vallée.

L'évaluation des besoins en eau et les ressources, l'entretien en urgence des levées de protection, dont certaines sont délabrées, la construction d'un ensemble de barrages réservoirs venant compléter les ouvrages en construction, sont les plus importantes mesures envisagées.

D'autres critiques sont formulées : elles concernent les questions de refroidissement des centrales thermiques, l'exploitation des sables (qui doit cesser dans le lit de la Loire), la sauvegarde et le développement du potentiel de loisirs et de détente que constituent les cours d'eau (A.D.L 1046 W art.).

Les défenseurs du projet Chapon rappellent à quel point ce rapport n'est qu'un document de travail qui gagne à être amélioré. A l'inverse, les opposants le dénoncent, n'y voyant que le reflet d'un pouvoir technocratique qui s'impose à eux.

4. Un programme hydraulique s'appuyant sur les barrages

4.1. Le barrage, compromis « technique pour plusieurs Loire possibles »

L'objet du projet Chapon est d'optimiser l'exploitation de la Loire en accordant moins d'importance aux levées. Les barrages (Fig 3) y sont présentés comme le compromis technique devant la diversité des possibilités qu'offre la vallée de la Loire. Le projet décline des objectifs aussi variés que celui de faire de la Loire un fleuve domestiqué et producteur d'énergie, un fleuve sûr pour les riverains, un fleuve producteur de développement économique et écologique avec l'utilisation des rejets des centrales nucléaires pour le chauffage urbain, l'industrie, l'agriculture.

L'aménagement de la Loire et de ses affluents apparaît comme une nécessité à multiples visées. La première consiste à prévenir le risque d'inondation en régularisant la ressource en eaux. La présence de cette ressource est jusqu'à l'heure demeurée « sauvage », surabondante et dangereuse en hiver et presque inexistante en été, handicap majeur de ce territoire. Les riverains ont à souffrir tantôt d'inondations dévastatrices précairement contenues par les levées, tantôt de longs mois d'assèchement. Les crues sont d'autant plus dévastatrices que la vulnérabilité s'accroît dans cette vallée. La

population n'a cessé depuis cinquante ans de se concentrer et d'augmenter dans ces lieux-là, où se trouve rassemblée la plus grande part des terres de qualité. Ce sont des cités de plus en plus importantes et des zones de cultures de plus en plus riches qui sont exposées aux débordements de cours d'eau particulièrement imprévisibles et violents.

La deuxième visée consiste à valoriser le secteur agricole. En Loire Nivernaise, l'espace agricole s'est considérablement adapté aux aléas du fleuve puisque c'est un territoire dont la prépondérance de près d'embouche destinée à l'élevage est visible depuis le XIX^e siècle. L'exemple de la sécheresse de 1976 reste encore dans les mémoires et ce, par la désorganisation qu'elle a provoquée au sein des exploitations agricoles nivernaises. L'analyse de cet aléa climatique est faite sous le prisme humain, en s'attelant à comprendre les réactions des agriculteurs, l'impact économique de cet aléa et à en tirer les « enseignements » adéquats (Robic et *al.*, 1982). Les autorités étatiques considèrent la sécheresse d'autant plus catastrophique qu'aucune solution n'a encore été trouvée pour la rendre moins néfaste. Elle est incompatible avec certains besoins incompressibles d'intérêt public tels que la desserte des villes en eau, l'évacuation des effluents, le refroidissement des centrales nucléaires en service ou en projet, et le maintien des tirants d'eau nécessaires dans le port de Nantes, compte tenu de l'augmentation considérable des engravements par l'amont et de l'envasement par l'aval. On ne saurait sous-estimer non plus le danger de tarissement des nappes auquel pourraient vite aboutir des pompes aussi anarchiques que ceux dont on voit maintenant s'étendre la pratique en vue d'irrigations par aspersion de la part non seulement des maraîchers des vals, mais encore des agriculteurs des régions environnantes comme la Beauce.

Pour le moment et malgré ses aptitudes, le secteur agricole possède dans la majeure partie du bassin, sauf exception, des structures périmées, de faibles rendements de productions (à cause de leur irrégularité) et ce, qu'elles soient végétales ou animales. Un seul moyen d'y remédier : la généralisation organisée de l'irrigation de complément, et, pour en assurer la possibilité, une évidente nécessité : l'aménagement hydraulique de la Loire et de ses affluents.

De son côté l'industrie, est faiblement implantée dans ces différentes circonscriptions d'influence régionale, à l'exception du complexe de la Basse-Loire. Ceci en dépit des décentralisations dont ont commencé à bénéficier les parties du bassin les proches de l'agglomération parisienne. Dans son état actuel, cette industrie est totalement dans l'incapacité d'employer, dans les années à venir, les excédents de population active fournis notamment par la transformation des structures agricoles. C'est pourquoi l'industrialisation de l'Ouest a été retenue comme une des grandes options à proposer, mais cette dernière, indispensable au rééquilibrage national, ne saurait être envisagée ni réalisée sans une alimentation régulière en eau, alimentation dont le déficit aurait poussé les industriels à fuir ces régions.

Enfin, le tourisme. Il est sans conteste un facteur non négligeable de développement aussi bien dans les parties amont que dans les parties aval du bassin. On n'ignore pas l'avantage de l'attrait qu'exerce, dans ce cadre, l'existence de plans d'eau pour les sports nautiques. Ces « réservoirs d'emménagement, la construction d'une vingtaine de barrages à buts multiples situés dans les hauts bassins d'Auvergne et du Limousin, permettraient d'emmagasiner 1,8 milliard de m³ d'eau et d'entretenir en permanence, pendant cinq mois d'été 140 m³/sec à Gien et 250 m³/sec. à l'estuaire, sachant que les débits naturels y tombent fréquemment à 25 et 100 m³/Sec. Cette première régularisation des débits permettrait d'assurer l'irrigation systématique de 450 000 hectares. Les réservoirs en question procureraient en outre une capacité constamment disponible de 400 à 500 millions de m³ pour une atténuation efficace des crues les plus dangereuses. Ils apporteraient l'avantage d'écrêter les crues et de ce fait soutiendraient techniquement les levées »²².

En ce qui concerne les « réseaux d'irrigation, le choix des terres à irriguer serait limité aux terres les plus fertiles et immédiatement prêtes à profiter de l'irrigation sans mise en condition préalable par assainissements. Ces périmètres sont le Nivernais, le Berry, l'Orléanais, les Vals de Touraine et d'Anjou, le pays nantais, toutes les zones dont les produits (fruits et légumes de qualité, horticulture et

²²*Le Moniteur*, 24 décembre 1979

arboriculture, élevage, betteraves et cultures industrielles), non seulement ne posent aucun problème de débouchés, mais exigent des développements considérables pour faire face à la demande de la consommation intérieure et tirer partie des possibilités d'exportation »²³.

4.2. Les levées des ouvrages secondaires en matière de gestion des crues

L'intégration de la dimension patrimoniale par les différents projets d'aménagement qui se sont succédé, provoque bien des débats donnant lieu à une confrontation de perspectives contradictoires et exclusives dans la réalisation. Avoir recours à la technique pour résorber l'inondation aurait pu être une solution si celle-ci n'était pas susceptible de provoquer elle-même un autre dérèglement du patrimoine naturel de cette vallée. Le dilemme à résoudre interroge la stratégie de gestion de l'inondation. La sauvegarde du patrimoine naturel se présente-t-il comme une entrave à la gestion des inondations par les barrages et les levées ? Inversement le maintien d'aménagements dont on ne connaît l'historicité peuvent-ils avoir un effet sur le fonctionnement du fleuve ? Ceci pose la question de la gestion durable du territoire et de l'inondation et de sa mise en application. La question du patrimoine doit être déclinée sous diverses formes, dont celle de la connaissance du patrimoine historique et culturel de la vallée et de ses aménagements, afin d'éclairer cette gestion intégrée du fleuve. La technique peut être un apport important dans cette gestion mais il faut connaître ses impacts et limites. L'endiguement entraîne une désorganisation du système fluvial en provoquant d'une part une accélération des écoulements et d'autre part en suscitant une érosion verticale qui déstabilise les ouvrages latéraux. En 1978, l'écroulement du pont de Wilson à Tours met au jour ce phénomène et rend compte de la nécessité de traiter cette problématique de l'impact des aménagements aussi bien en termes de protection des populations que de celle du patrimoine écologique (Bravard et *al.*, 1986 ; Dufour, 2006 ; Geerling et *al.*, 2006).

²³ Idem

L'alternative apportée aux mesures structurelles est de concentrer les efforts sur la gestion de la plaine inondable dont la vulnérabilité ne cesse de s'accroître (Beguin, 1965). Une démarche tendant à rendre compte du lien existant entre l'accroissement des dégâts et l'occupation des plaines en zone inondable, depuis l'entre-deux guerres (White et al., 1958).

Malgré la construction d'ouvrage visant à réduire les effets des crues, F. Murphy parle de suréquipement de la plaine inondable et présente un panel de méthodes permettant d'organiser l'aménagement des espaces alluviaux (Murphy, 1958 cité par Beguin, 1965). Ces auteurs considèrent que gérer les espaces alluviaux est moins coûteux que les investissements sur les équipements de protection ne permettant pas d'éviter les dégâts. Progressivement les autorités publiques vont tenter d'adapter leur démarche en matière de gestion de l'inondation en visant une action préventive.

La conscience de l'impact des aménagements rend compte de cette recherche d'aménagement visant à laisser sa part à l'eau. S'enclenche une réflexion de fond sur une gestion des flux et des plaines alluviales. En parallèle des aménagements qualifiés de structurels (barrage, réservoir, digue). Les bassins de retenue, la restauration du lit, les systèmes de déversoirs apparaissent comme des mesures beaucoup plus « douce » permettant de faire la part de l'eau. Ces dernières ont démontré leur efficacité sur le Rhin et la Meuse car elles ont permis une rétention des volumes d'eau à l'amont de la plaine alluviale évitant leur déversement sur les enjeux à l'aval (Dijkman et Maaten, 2006). Pour ce qui est de l'endiguement, l'idée de laisser un champ d'expansion des crues en espaçant et en reculant les levées d'une part et en ouvrant des déversoirs d'autre part, vient conforter cette « nouvelle » conception de la gestion de l'inondation sur la Loire.

Une conception datant du XVIII^e siècle pour ce qui est de la Loire (Temam, 2012). L'ensemble de ces mesures structurelles « douces » forme la méthode consistant à opérer un ralentissement dynamique qui a pour objectif le contrôle des écoulements. Ce contrôle se fait à une échelle « hydrologique » pertinente comme l'explique J. Dunglas et Blandi (1991) : « le ralentissement dynamique [...] reprend l'idée, historiquement ancienne, qu'on peut atténuer les crues d'un cours

d'eau, c'est-à-dire en diminuer et en étaler la pointe, en cherchant à freiner les écoulements avant l'arrivée dans le lit du cours d'eau, à mobiliser les capacités d'amortissement offertes par les débordements des crues dans le lit majeur et à stocker temporairement une partie des volumes de crue dans des ouvrages spécifiques ». Cette notion de ralentissement dynamique a pour objectifs de ralentir les écoulements par la végétalisation des talwegs les plus accélérateurs, en réaménageant les parcelles agricoles voisines dans l'objectif de favoriser aussi l'infiltration des eaux de crue en aménageant des micro-retenues et de renforcer les capacités d'amortissement des crues par les différents lits. Ces mesures présentent tout de même des limites. L'impact environnemental des ouvrages structurels reste non négligeable même s'il est moindre que celui des « grands » ouvrages.

D'autre part, les cours d'eau auxquels peuvent s'appliquer la capacité d'extension des eaux de crue doivent avoir des lits majeurs suffisamment étendus pour le permettre.

Le ralentissement dynamique, bien qu'il présente des avantages, concerne essentiellement les bassins versants de plaine, bien plus que ceux présentant une pente importante. Comme bien des mesures usitées sur la Loire, le ralentissement dynamique s'avère efficace pour des crues moyennes (inférieure à Q100).

Pour « les crues exceptionnelles, il est illusoire de compter sur l'efficacité des mesures de réduction de l'aléa en général, et du ralentissement dynamique » (Dunglas et Blandin, 1991).

5. La crue de janvier 1980 : un événement qui entérine ce projet d'aménagement

Le vent de contestation qui présente les barrages comme un désastre écologique est balayé par la crue de type « cévenol » du 20 septembre 1980. Causée par de fortes précipitations allant jusqu'à 600 mm sur le haut du bassin, elle a atteint un débit de pointe de 2 000 m³/s avec une montée rapide des eaux à 6,70m par rapport à l'étiage (DIREN Centre, 2005). A Brives-Charensac, à proximité du Puy-en-Velay (Haute Loire), on déplore plusieurs victimes dont huit personnes tuées et plus d'une cinquantaine de blessés graves. Les dégâts matériels considérables sont estimés à 400 millions de francs (61

millions d'euros) (Chapon, 1989). Analyser la crue de 1980 rend compte de l'impact des barrages quant à la prise de décision relativement à l'aménagement de la Loire. La crue de 1980 motive la construction de barrages (Fig 4) pourtant décriée par les associations et partis politiques entrés en opposition au projet présenté par l'ingénieur Chapon. Étant donné le déroulement des événements, il apparaît clairement que la contestation politique est emportée par la crue de 1980. Selon Boddaert (1990), Barraque et Gressent (2004), l'organisation de cette contestation se structure autour de trois phases dont l'émergence et la structuration se fait autour du projet d'aménagement proposé (Figure 1). Dans les années 1980, elle concerne les barrages de Viller est et Naussac. En novembre 1980, lors du colloque interrégional de la Fédération des associations de Protection de l'Environnement du Centre (FRAPEC) sur l'Ecologie et l'aménagement de la Loire, un appel au rassemblement des associations de protection de la nature est fait. Cette mobilisation aboutit à la mise en place du Plan Loire Grandeur Nature, stratégie d'aménagement tentant de répondre aux attentes des différents acteurs en présence (Despointes, 2009).

La contestation se cristallise autour du programme hydraulique présenté par M. Chapon. Les propos du député-Maire de Roanne, Jean Auroux sont révélateurs : *« la véritable finalité du rapport n'est-elle pas de faire avaler la pastille du nucléaire en l'enrobant de vert ? »*²⁴.

Les inégalités écologiques et économiques se renforceraient avec la construction des centrales nucléaires puisque certaines collectivités se verraient lésées de leur capital écologique en acceptant un compromis tendant à réserver les inconvénients des centrales à certains départements et les retombées en terme de qualité de vie et d'emplois à d'autres départements.

Jean Auroux: *« intégrer un tissu industriel adapté à l'environnement est possible. Nous ne voulons pas un boulevard de béton. Nous sommes une région à part entière qui peut bénéficier de la solidarité nationale.*

*La Loire semble avoir été mieux aimée par les rois que par la République »*²⁵. Pour ce qui concerne la navigation de plaisance sur la Loire, beaucoup estiment que le potentiel touristique est réel et le

²⁴ Archives départementales du Loire, 1980.

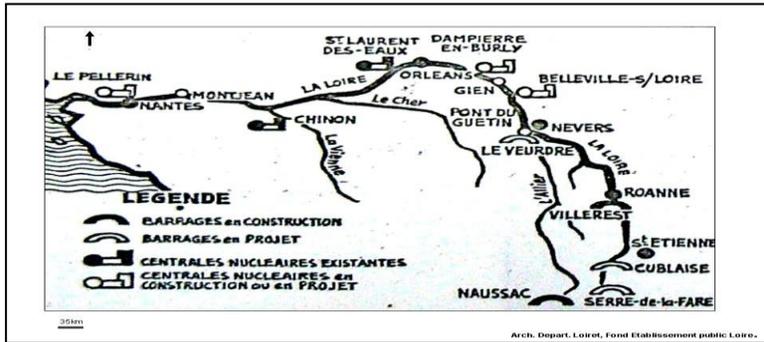
²⁵ Idem

danger bien moindre que ce que M. Chapon en dit. L'incompréhension est d'autant plus grande que la construction des barrages de Villerest et des autres ouvrages de régularisation étaient censés permettre une amélioration de la navigabilité du fleuve. Ce que le rapport tente de cacher, c'est que la navigation fluviale n'est plus possible car la construction des centrales nucléaires de Belleville-sur-Loire, Dampierre-en-Burly, Saint-Laurent-des-Eaux et Chinon s'accompagne d'une rectification du lit de la Loire et de la construction de seuils. Pour beaucoup d'élus locaux, l'aménagement proposé par l'ingénieur Chapon est un aménagement déséquilibré et partiel.

Pour ce qui concerne l'agriculture, il n'est pas encore question d'envisager l'arrêt d'un développement dans les plaines inondables. L'opposition se renforce en ce qui concerne la gestion de la vallée de la Loire par l'association *LIGER* dirigée par le député-maire de la région Centre. Ce dernier est perçue comme luttant pour les intérêts des vals de la région Centre seulement, les vals amont subissant les inconvénients accompagnant la construction de barrages (déplacement des populations) afin de favoriser le développement des vals plus en aval. L'ingénieur Chapon continue de défendre les principes d'aménagement présentés dix ans auparavant tout en y apportant des modifications. L'ouvrage fluvial n'est plus seulement la base de la protection contre les crues.

Si endiguement il y a, il doit respecter une disposition nécessaire à l'expansion des eaux de crue. « L'endiguement supplémentaire doit être réservé aux zones les plus agglomérées. Aucun endiguement ne doit, par contre être effectué pour protéger les autres zones qui doivent continuer à jouer leur rôle d'expansion, donc d'écrêtement des crues » (Chapon, 1989, p.10).

Figure 3. Carte des aménagements hydrauliques définis par l'ingénieur Chapon. (A.D. Loiret, Fonds Établissement Public Loire, référencés dans Temam, 2012).



Il revient sur la question de la ligne d'eau qui s'est rehaussée depuis l'abandon d'entretien du lit à partir du XIX^e siècle. Quant aux déversoirs, ne seront en fonctionnement que ceux considérés comme essentiels à la défense des agglomérations comme c'est le cas pour la ville de Blois (Loire Moyenne). Il maintient l'utilité de la construction du barrage du Veudre qu'il considère comme une solution pour le soutien d'étiage et la prévention contre les inondations. La prévention du risque repose également sur l'amélioration des systèmes de prévision et d'alerte des crues nécessaires à la gestion de crise. Crise qui peut être évitée si l'organisation de l'espace tend à réduire la présence humaine dans les zones inondables.

La solution de déplacer les habitants les plus exposées n'est pas encore évoquée mais elle sera mise à exécution plus tard, en Loire moyenne.

Le 7 février 1990, le programme d'aménagement de la Loire est suspendu car considéré comme trop fondé sur des mesures hydrauliques et pas assez respectueux de l'environnement. En remplacement, une charte est proposée à l'EPALA pour mettre en place un aménagement intégré s'inspirant largement du rapport de l'ingénieur Chapon. Pour ce qui est des grands ouvrages, seul le projet de barrage de Chambonchard est réexaminé, tout le reste est abandonné. Dans la continuité d'une prévention des inondations, des outils de gestion vont voir jour. Un Atlas des zones inondables doit être édité afin d'assurer la mise en œuvre des Plans d'exposition aux risques (PER) et des Plans de Surfaces Submersibles. Un délai de cinq ans est accordé pour mettre en place les mesures relatives à la

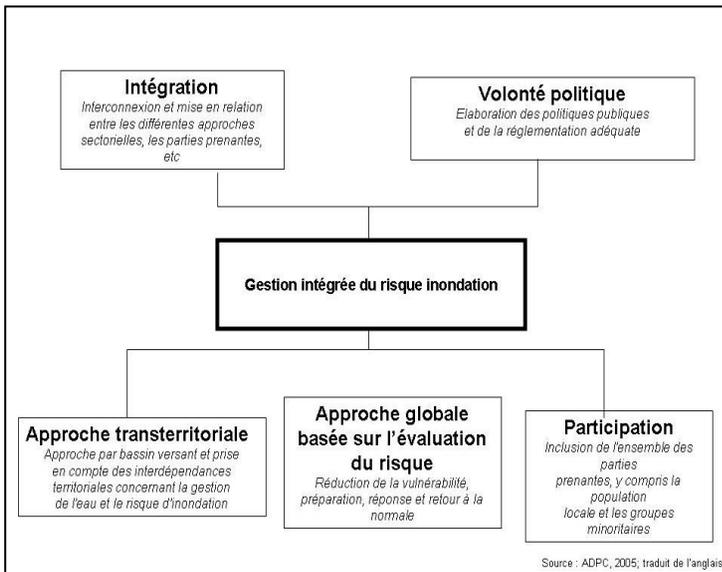
protection de l'environnement et la mise en valeur des milieux naturels.

6. Le Plan Loire Grandeur Nature, un aboutissement définissant la stratégie des « 3P » : Prévision, prévention et protection

Le 4 janvier 1994 est présentée une nouvelle stratégie de gestion dans le cadre du Plan Loire Grandeur Nature. L'aménagement proposé ne doit négliger aucune des composantes que ce soit celle de la navigation aval, de la gestion des crues et étiages, de l'irrigation et de la production hydro-électrique, permettant le développement du territoire ligérien autant que sa protection. A l'échelle du cours d'eau ou du bassin versant, l'aménagement transversal et longitudinal devient objet d'étude et de réactualisation. Cette approche d'« aménagement intégré structurel » présentée, par les ingénieurs Dambre (1997) et Monadier (2000) est considérée comme une troisième phase dans l'histoire des aménagements du fleuve, la première phase étant caractérisée par un aménagement local et ponctuel qui a permis le développement de la navigation fluviale et la protection contre les crues, la deuxième, par la construction des barrages pour l'exploitation agricoles et industrielles de la Loire. La stratégie portée par ce programme s'appuie sur trois points essentiels en matière de gestion du risque inondation : Prévision, Prévention, et Protection. Cette gestion est voulue intégrée (Fig 4) revêt les caractéristiques d'un concept selon Hubert (2001). Elle remet en cause l'idée d'une gestion étatique, centralisée, issue d'une exigence technique et réglementaire. La gestion intégrée entérine le « droit de participation pour de nouveaux acteurs appartenant à la société civile, à la définition des actions en directions des hydro systèmes(et) le caractère pluri-actorial, transectoriel et trans-territorial de la politique de l'eau » (Hubert, 2001, p 19 cité par Doussin, 2009, p.174). L'objectif de la prévention étant de réduire la vulnérabilité des territoires inondables. Dans le cadre de cette prévention, la prévision prend place avec les scénarii de gestion de crise tenant compte des comportements et des plans (plans communaux de sauvegarde, plan ORSEC) à déployer en cas de venue de l'événement. Ces mesures visent à diminuer l'aspect catastrophique qu'une inondation peut avoir si elle n'est pas prévue.

Ces mesures visent, pour assurer cette prévention à réorganiser les territoires considérés comme vulnérables en limitant l'urbanisation. Des Plans de prévention des risques en sont la mesure phare en France (Pottier, 1998).

Figure 4: Schématisation de la gestion intégrée des inondations (Temam, 2012).



La gestion intégrée du risque induit une concertation des différents acteurs concernés. De ce fait émerge une nouvelle problématique inhérente à la gestion du risque inondation, celle de la concertation et de la participation publique. L'ouverture de ces nouveaux champs se fait dans le cadre d'un questionnement sur la nouvelle gouvernance environnementale qui essaie de dépasser les conflits autour de la prévention du risque suscités par des approches différentes. Les arbitrages réalisés peuvent aboutir à une démarche partenariale visant une réelle intégration entre prévention des risques et développement durable des territoires (Offner, 1999).

Un programme de restauration de ces ouvrages de protection est en préparation et rend compte de la nécessité du maintien des héritages fluviaux. A la différence du rapport de l'ingénieur Chapon qui minimisait le rôle du déversoir, l'ingénieur Dambre (1997) le

considère au contraire comme un système de protection essentiel pour l'écrêtement des grandes crues. La stratégie d'utilisation des déversoirs a pour principe de diriger les eaux de crue vers les zones agricoles peu habitées afin d'éviter que les zones d'habitats denses soient noyées sous les eaux. La mise en œuvre doit se faire au niveau du bassin afin que les modifications des conditions d'écoulement n'aient pas d'impacts en aval en cas de crue de type centennale. Il rappelle ainsi l'existence des trois types d'aménagement permettant de se protéger contre les crues du fleuve : les barrages écrêteurs, les levées et les déversoirs.

Conclusion

Plusieurs défis doivent être surmontés par le Plan Loire en matière de gestion de la Loire dont le plus important la réorganisation des services territoriaux en charge de la mise en application d'une politique d'aménagement intégrée de la vallée de la Loire. Retracer l'historique de la reconquête et de la valorisation de la vallée de la Loire rend compte de cette difficulté à faire dialoguer les différents acteurs et à trouver un compromis technique et politique qui satisfasse les intérêts de tous. Le projet doit assurer une articulation entre les mesures qu'elles soient structurelles ou non ; Il doit combiner les différentes échelles pour répondre aux exigences locales et aux nécessités de la gestion hydrologique, plus pertinentes à l'échelle du bassin. De ce fait, il doit tenir compte de la nouvelle donne politique marquée par une affirmation du pouvoir des collectivités locales sur lesquelles va s'appuyer la décentralisation de la gestion et de l'aménagement de la Loire. L'apparition de nouveaux acteurs territoriaux marque une mesure pionnière au sein de la gouvernance du bassin versant. Les pouvoirs acquis par les collectivités s'expliquent par le changement de la donne marquée par l'émergence des questions environnementales et leur intégration dans la gestion de l'eau et des territoires depuis le vote des lois sur l'eau de 1964 et 1992.

Désormais la lutte contre les inondations n'est plus gérée par des mesures relevant de la technique seulement.

La mise en application du Plan Loire va s'appuyer sur les différents services locaux de l'État.

La Direction Départementale de l'Équipement (DDE) est en charge des travaux sur le lit et les levées et de la réalisation des Plans de Prévention des Risques. Bien qu'il y ait un fonctionnement en réseau afin d'assurer une gestion cohérente au sein du bassin, l'interrelation au sein des DDE reste pourtant à revoir. La DIREN Centre assure le secrétariat général du Plan Loire, garantit le suivi et la coordination du Plan Loire en matière de prévention des inondations. Ses missions réalisées par les services qui la composent tel que Maîtrise d'Ouvrage Générale, de Service hydraulique et Prévisions des Crues (SHPC), le Service de l'Eau et des Milieux Aquatiques. Les services préfectoraux départementaux sont en charge du suivi et de l'application de la réglementation des Plans de prévention du risque inondation. La réorganisation successive des services pose un problème de lisibilité des responsabilités de chacun et de la coordination entre eux. La fréquente rotation des ingénieurs, ne permet pas une bonne connaissance des éléments en jeu en matière de gestion de la Loire. La mise en application de la stratégie définie, dans le cadre du Plan Loire, rend compte des difficultés de gouvernance qui paraissent être le point d'achoppement de ce programme d'aménagement intégré de la vallée de la Loire. Au travers de ce suivi chronologique et selon les données actuelles, l'analyse du nouveau tournant dans la gestion des crues, amorcé, dans les années 1980, tient compte d'autres exigences que celles relatives à la question de l'efficacité des barrages en matière de gestion de l'inondation. La nécessité de la sécurisation de la vallée doit désormais se combiner avec des revendications sociétales, portées par les associations écologistes, relatives à la sauvegarde de la richesse environnementale de cette vallée. Une demande de classement dans le patrimoine d'éléments de la Loire se développe, dont certains ouvrages fluviaux, qui peuvent avoir une incidence sur le fonctionnement du fleuve. La gestion de la Loire n'est plus la seule affaire des technocrates mais de ces multiples acteurs émergents.

BIBLIOGRAPHIE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DU LOIRET, 1046 W art. 77764
Préfecture, Cabinet. « Dompter les eaux. Une proposition de loi du

P.C.F. pour aménager le plus long fleuve de France ». *L'Humanité* : 24 mars 1980.

BARRAQUE B, GRESSENT A, 2004, *La Politique de Prévention du Risque Inondation en France et en Angleterre : de l'action publique normative à la gestion intégrée* -Rapport final-. Programme "Evaluation et Prise en compte des Risques naturels et technologiques", MINISTERE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT - DGAD/ SRAE: 122 pages.

BEGUIN H, 1965, « Le problème des inondations », *Tiers-Monde*, tome 6, N° 24, pp 1075-1080.

BODDAERT A, 1990, *La Loire déchirée*. Éditions de la Nouvelle République, 144 p.

BRAVARD J-P, AMOROS C, PATO G, 1986, « Impact of Civil Engineering Works on the Successions of Communities in a Fluvial System ». *Oikos*. N° 47, pp 92-111.

CHAPON J-P, 1979, *Protection et aménagement intégré de la vallée de la Loire*, Rapport présenté par M. Chapon, Vice-Président du Conseil des Ponts et chaussées à M. le Ministre de l'Environnement du Cadre de Vie. 117 p.

CHAPON, J-P, 1989. *Protection et aménagement intégré du bassin de la Loire. Secrétariat d'État chargé de l'Environnement et de la Prévention des Risques Technologiques et Naturels Majeurs*. 2^{ème} édition du rapport revu. 88 p.

CHAPON, J-P, 1989. *Protection et aménagement intégré du bassin de la Loire. Secrétariat d'État chargé de l'Environnement et de la Prévention des Risques Technologiques et Naturels Majeurs*. 2^{ème} édition du rapport revu. 88 p.

DAMBRE J-L, 1997, *Les levées de la Loire, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées Dambre*, Rapport N° 94.051, 12 mars 1997, 106 p.

DESPOINTES F-H, 2009, La Loire, espace d'une gouvernance environnementale ?, *Vertigo, la revue électronique en science de l'environnement*, hors série 6 : *La gouvernance à l'épreuve des enjeux*

environnementaux et des exigences démocratique.
URL :<http://vertigo.revues.org/9160>. Consulté en juillet 2011.

DIJKMAN J, MAATEN R, 2006, Flood management for the middle Loire: an outsider perspective. Delft Hydraulics.

DOUSSIN N, 2009, *Mise en œuvre locale d'une stratégie globale de prévention du risque d'inondation : le cas de la Loire moyenne*, Thèse de doctorat, Université Cergy-Pontoise, 485p.

DUFOUR S, 2006, *Contrôles naturels et anthropiques de la structure et de la dynamique des forêts riveraines des cours d'eau du bassin rhodanien*. Thèse de doctorat en Géographie et Aménagement, 244 p.

DUNGLAS J, BLANDIN P, 1991, *Le génie écologique*. Rapport d'étape, Cemagref, 27 p.

GEERLING G-W, RAGAS A-M-J, LEUVEN R-S-E-W, 2006. « Succession and Rejuvenation in floodplains along the River Allier », *Hydrobiologia*, Vol. 565, N°1, pp. 71-86.

GRAVIER J-F, 1947, *Paris et le désert français*, Le portulan. Paris, 1947, 414 p. Réed Flammarion, 1972, 284 p.

HUBERT G, 2001, *Aménagement et gestion locale des bassins hydrographiques*. Mémoire d'Habilitation à diriger des Recherches en aménagement de l'Espace et urbanisme. Université de Tours, 243 p.

MONADIER P, 2000, *Conditions d'intervention des services déconcentrés du ministère de l'équipement dans la mise en œuvre du Plan Loire Grandeur Nature*, Conseil général des Ponts et Chaussées, 72 p.

Murphy F, 1958, *Regulating Flood-Plain Development*, Department of Geography, Chicago, *Research Paper*, N°56, pp19-216

OFFNER J-M., 1999, Gouvernance, mode d'emploi, *Pouvoirs locaux*, N°42, pp58-61.
<http://www.uiweb.uidaho.edu/ecohydraulics/faculty/klausjorde/ctown/Proceedings/Duel%20H/Duel%20H%20et%20al.PDF>.
Consulté en juillet 2011.

POTTIER N, 1998, *L'utilisation des outils juridiques de prévention des risques inondation : évaluation des effets sur l'homme et l'occupation*

des sols dans les plaines alluviales. Doctorat en Techniques de l'Environnement. Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 594 p.

ROBIC M-C, PLET F, REY V, MATHIEU N, 1982, Accident climatique et fonctionnement de la société agricole. La sécheresse de 1976 chez les éleveurs d'un canton de la Nièvre, *Espace géographique*, N°2, pp 111-123

ROCHFORT M, HAUTREUX J, 1965, Physionomie urbaine de l'armature urbaine française. *Annales de géographie*, année 1965, Vol 74, N° 406, pp. 660-677.

RODE S, De l'aménagement au ménagement des cours d'eau : le bassin de la Loire, miroir de l'évolution des rapports entre aménagement fluvial et environnement, *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Environnement, Nature, Paysage, document 506, mis en ligne le 22 septembre 2010, consulté le 28 avril 2017. URL : <http://cybergeo.revues.org/23253> ; DOI : 10.4000/cybergeo.23253.

TEMAM S, 2012, *Stratégie de gestion du risque inondations en Loire nivernaise, ouvrages d'art et ingénieurs*, thèse de doctorat de géographie, Université Paris 8, 510p.

WHITE G, CALEF W-C, HUDSON J-W, MAYER H-M, SCHAEFFER J-R, VOLK D-J, 1958, *Changes in urban occupance of flood plains in the United States*, Department of Geography Research Paper 57, University of Chicago Press, Chicago.

**LA MISE EN ŒUVRE DE STRATEGIES SUSCEPTIBLES
D'ASSURER LA DURABILITE DE LA RESSOURCE EN EAU**

**LA PROBLEMATIQUE DE L'EAU EN ORANAIS ET LES GRANDS
TRANSFERTS HYDRAULIQUES, DEFIS ET PERSPECTIVES**

*The water problem in Oran region and the major hydraulic transfers,
challenges and prospects*

GHODBANI Tarik^{1,2}, BELMAHI Mohamed Nadir^{1,2}

¹ Laboratoire Espace Géographique Et Aménagement du Territoire

² Faculté des Sciences de la Terre et l'Univers, Université d'Oran2,

ghodbani_tarik@yahoo.fr, belmahinad@yahoo.fr

*The water problem in Oran region and the major hydraulic transfers,
challenges and prospects*

Résumé

La croissance économique et démographique et l'urbanisation suscitent une forte demande sur l'eau. Si dans plusieurs pays de la rive nord de la mer Méditerranée la situation est stabilisée, elle demeure problématique dans les pays de la rive sud. Ceci malgré les grands moyens mis en œuvre pour la mobilisation des ressources en eau qui deviennent de plus en plus rares avec les changements climatiques. Face à cette situation de pénurie et pour alimenter les villes littorales, les pays de la rive sud, dont l'Algérie, font appel à des transferts d'eau des bassins versants intérieurs par la construction de barrages. Depuis quelques années, le dessalement d'eau de mer apparaît, malgré les coûts élevés, comme une solution de rechange qui pourra apaiser la pression sur l'eau. Pour l'Algérie, cette option devient inévitable, à cause de la sécheresse, d'une part, et la croissance soutenue de la demande sur l'eau, d'autre part. L'objectif de cet article est d'analyser sur la base d'observation de terrain, des lectures de travaux et un traitement cartographique les facteurs qui impactent la disponibilité des ressources en eau dans la région oranaise et les solutions mises en œuvre par les acteurs de gestion.

Mots clés : Eau, Méditerranée, Algérie, transfert hydraulique, dessalement, environnement

Abstract

Economic and demographic growth and urbanization are creating high demand for water. If in several countries of the northern shore of the Mediterranean Sea the situation has stabilized, it remains problematic in the countries of the southern side. This is despite the great resources used to mobilize water resources which are becoming increasingly scarce under climate change impacts. Facing this situation of scarcity and to supply coastal cities, the countries of the southern shore, including Algeria, are calling for water transfers from inland watersheds by building dams. In recent years, seawater desalination has appeared, despite the high costs, as an alternative solution that will ease the pressure on the water. For Algeria, this option becomes inevitable, due to drought, on the one hand, and to the sustained growth in demand for water, on the other hand. The objective of this article is to analyze on the basis of field observation, readings of works and a cartographic treatment, the factors which impact the availability of water resources in the Oran region and the solutions implemented by the management's actors.

Keywords: Water, Mediterranean, Algeria, hydraulic transfer, desalination, environment

Introduction

En Algérie, le problème de l'alimentation en eau a commencé au début du siècle dernier, simultanément avec l'urbanisation accélérée de la bande littorale et la création de périmètres irrigués. Certes, la littoralisation a engendré un accroissement de la demande en eau de toute la région nord, mais la situation dans la partie ouest de cette région est particulièrement inquiétante : en plus des conditions naturelles défavorables est venu s'ajouter une pression démographique non moins importante.

1. Une forte pression sur les ressources en eau

La carte de répartition de la population montre une forte disparité entre un Nord très peuplé et un Sud moins dense. Les densités enregistrées au niveau de la bande littorale, en particulier, diminuent au fur et à mesure qu'on progresse vers l'Intérieur, pour atteindre

des taux très bas, dans certaines zones reculées des Hautes Plaines où le climat est plutôt aride.

Les communes de la bande littorale, appartenant aux wilayas de Mostaganem, Oran, Aïn-Témouchent et Tlemcen, regroupent, à elles seules, selon le RGPH (2008), 2 155 603 habitants, soit plus de 30 % de la population de la région nord-ouest de l'Algérie (l'Oranais), sur un territoire de 3037 km², soit 4,8 % de la superficie totale de la région.

La densité par commune littorale dépasse souvent les 400 habitants / km², alors que dans la plupart des communes intérieures, notamment celles du sud, les densités restent faibles, avec moins de 100 habitants / km². Les communes des wilayas (province) de Tiaret, Sidi Bel Abbès, Mascara, Saïda et de la partie hors domaine littoral de la wilaya de Tlemcen regroupent 3 916 584, soit une densité de 71,98 hab/km². Entre la zone littorale et sub-littorale, au nord et la zone steppique, au sud, se détache, dans le domaine tellien, un centre composé d'un ensemble de communes à forte densité. Il s'agit des communes chefs-lieux des wilayas de Tlemcen, Sidi Bel Abbès, Mascara et Relizane. Cette densité reste néanmoins très localisée autour des centres de ces agglomérations urbaines, contrairement à la partie littorale où la densité est diffuse sur le territoire situé sur l'axe Oran - Arzew - Mostaganem.

Tableau 1. Répartition de la population, selon différents recensements et entités naturelles

	Superficie	Population 1987		Population 1998		Population 2008	
Littoral (communes à façade maritime)	3037	1285415	25,72	1595137	21,85	2155603	23,98
Arrière pays	6670	769381	15,39	950921	13,02	1183778	13,17

littoral							
Domaine tellien	32110	2782856	55,68	4580454	62,75	5456604	60,71
Partie nord de la Steppe	21460	159948	3,2	172796	2,36	190983	2,12
Total	63277	4997600	100 %	7299308	100 %	8986968	100 %

Source : Ghodbani à partir des données de l'ONS, 2008

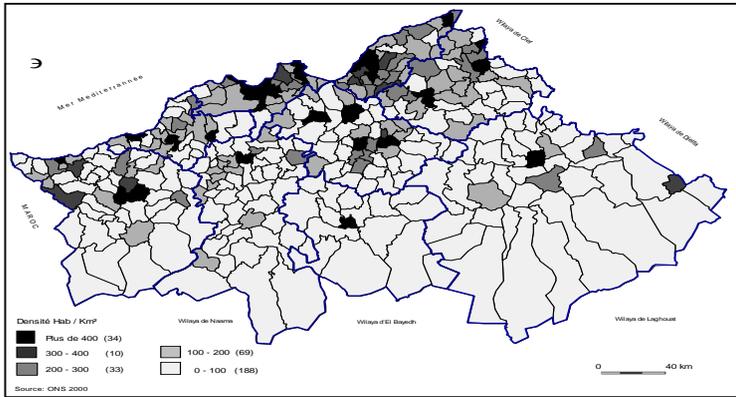
La dissymétrie de la répartition de la population n'est pas limitée au sens Nord-Sud ; elle est aussi observée à l'intérieur du même espace littoral. En effet, dans la moitié Est de celui-ci, plus exactement entre Oran et Mostaganem, les densités par commune restent élevées, avec plus de 400 habitants / km², contrairement à la partie Ouest où les communes sont faiblement peuplées, avec des densités variant entre 100 et 200 habitants / km².

Le littoral tlemcénien et témouchentois affiche des densités beaucoup moins importantes, sauf dans les communes urbaines de Béni-Saf et de Ghazaouet, qui se distinguent par des densités évidemment élevées. D'une manière générale, la charge démographique du littoral maintient l'importance des écarts nord-sud, ceci malgré le poids démographique des espaces médians, couverts par les bassins intérieurs.

Cette littoralisation est due tout d'abord à des facteurs naturels compte tenu de la semi-aridité du climat méditerranéen dans cette région mais elle est aussi due aux conditions historiques liées à la construction de grandes villes portuaires durant la colonisation française ainsi qu'à la politique postindépendance qui s'est orientée vers le renforcement économiques des villes côtières par la création de grandes plates-formes industrielles (Ghodbani et al, 2012). Cette situation qui reflète un phénomène de littoralisation a eu des

conséquences lourdes sur la disponibilité, entre autre, des ressources en eau.

Figure 1. La densité de population par commune selon RGPH 1998



Source : Ghodbani, à partir des données ONS, 2008

2. Transferts d'eau et élargissement des rayons hydrauliques des grandes villes littorales

En effet, depuis la fin du 19^{ème} siècle, des forages ont été réalisés et plusieurs barrages ont été construits sur les oueds les plus importants : Chlef, Tafna, Isser, Fergoug...etc. Le plus grand nombre d'ouvrages hydrauliques s'est concentré dans la zone tellienne, car la plus favorisée par la pluviométrie. Les barrages destinés à l'alimentation en eau potable des villes littorales, sont Béni Bahdel, Fergoug et, plus récemment, le barrage de Gargar et de Kramis. Le transfert de l'eau, depuis les lieux de rétention, a nécessité la réalisation de plusieurs centaines de kilomètres de conduites et de nombreuses stations de refoulement. Actuellement, plus de 178 000 m³/j, soit 84 % du total mobilisé, sont transférés vers les quatre villes importantes du littoral ouest (Mostaganem, Oran, Béni-Saf et Ghazaouet). Cependant, ce quota reste très faible, en comparaison avec les besoins réels de ces villes, dans la mesure où le bilan affiche un déficit équivalent à 211 100 m³/j. Cette situation est aggravée par deux autres facteurs non moins importants :

a/Le taux de fuite des conduites d'alimentation qui peut atteindre, dans quelques tronçons, les 40 %.

b/La capacité de stockage des barrages régresse, suite à leur envasement²⁶.

Par ailleurs, la carence dans l'alimentation en eau potable a, en plus de la dégradation du cadre de vie, engendré un rabattement du niveau piézométrique de la majorité des nappes exploitées, suite au pompage excessif et à l'émergence de conflits dans la gestion des quotas alloués, suite au détournement vers les villes de volumes auparavant destinés à l'irrigation²⁷.

Sur la question des rabattements des nappes souterraines, plusieurs cas ont été étudiés dont celui du plateau de Mostaganem.

A-M. Benali, A. Baïche et S. Hayane estiment un rabattement important du niveau piézométrique : « *De 11,4 millions de m³ en 1971, le volume d'eau soutirée annuellement est passé à 23,5 millions de m³, en 1995. Plus de 5500 points d'eau ont ainsi été inventoriés en 1998, dont une grande partie ne capte plus le toit de la nappe. Leur densité laisse entrevoir des phénomènes d'interférences qui réduisent grandement leur productivité. Ils mettent aussi en évidence, à des degrés divers, les limites des potentialités de la nappe par les rabattements locaux qui y sont observés. La configuration de la surface piézométrique, en relation avec les paramètres de transmissivité, subit, de fait, une dégradation continue et irrémédiable avec une extension des zones de décharge. Elle est restituée par la carte piézométrique de 1995 qui révèle un rabattement moyen de 8 à 10 m dans la partie orientale (- 18 m) et alentour des zones hydrauliques stables (zones septentrionales de la ville de Mostaganem et la région de Mazagan)* » (Benali, Baïche et Hayane, 2009).

²⁶ L'envasement des barrages est un problème commun à tous les pays à climat méditerranéen semi-aride il est causé par la combinaison de plusieurs facteurs : la fragilité des sols, la faiblesse de la couverture végétale et le régime torrentiel de la pluviométrie. En Oranais, plusieurs barrages ont été rehaussés pour compenser la perte de leurs capacités de stockage.

²⁷ Les restrictions dans l'alimentation en eau des périmètres irrigués de l'Habra, de la basse vallée de la Tafna et, à un degré moindre, de Maghnia, engendrent des piquages clandestins sur le réseau de l'AEP, des creusements non autorisés de puits ou l'utilisation des eaux usées urbaines pour l'irrigation des cultures maraîchers. Ces pratiques menées par certains agriculteurs ont pour but de compenser le manque d'eau qui persiste depuis plusieurs années.

Certes, la crise de l'eau est générale à toutes les agglomérations littorales, mais elle est cruciale à Oran. En effet, la ville enregistre un déficit de 150.000 m³/j, malgré la diversité des ressources mobilisées.

Elle s'alimente selon trois systèmes de transfert (ouest, centre et est) et possède désormais un des plus grands rayons hydrauliques en Algérie (plus de 300 km) (Magagnoscet Toubach, 1991).

Tableau 2. Evolution (en moyenne annuelle) de la dotation en eau potable de la ville d'Oran entre 1986 et 2010

Transfert	Sources d'approvisionnement	Volume produit m ³ /j	Quota moyen dotation m ³ /j en 1986	Quota moyen dotation m ³ /j en 2010
OUEST	Barrage Béni Bahdel	92000	80000	5000
	Prise Tafna	24000	Inexistante	Arrêt temporaire
CENTRE	Divers forages locaux	20000	15000	14000
	Nappe de Brédéah	35000	35000	20000
EST	Station dessalement Kahrama (Arzew)	90000	Inexistante	70000
	Prise Chlef	40000	20000	Supprimée
	Barrage Gargar	230000	Inexistant	70000
	Barrage Fergoug	60000	25000	0

	Total	591 000	175 000	179 005
--	-------	---------	---------	---------

Source : ADE d'Oran 2008

Tableau 3. Dotations et déficits dans l'alimentation en eau potable des grandes villes du littoral ouest

Villes	Ressources locales (m ³ /j)	Grands transferts hydrauliques (km)	Taux de satisfaction %	Déficit (m ³ /j)	Rayon hydraulique (km) (distance par rapport aux points d'approvisionnement)
Oran	15000	165000	54,54	15000 0	175 km
Mostaganem	11745	13311	36,02	44500	35 km
Béni-Saf	4400	0	32,35	9200	7 km
Ghazaouet	2600	0	26,00	7400	10 km
Total	33745	178311	50,11	21110 0	

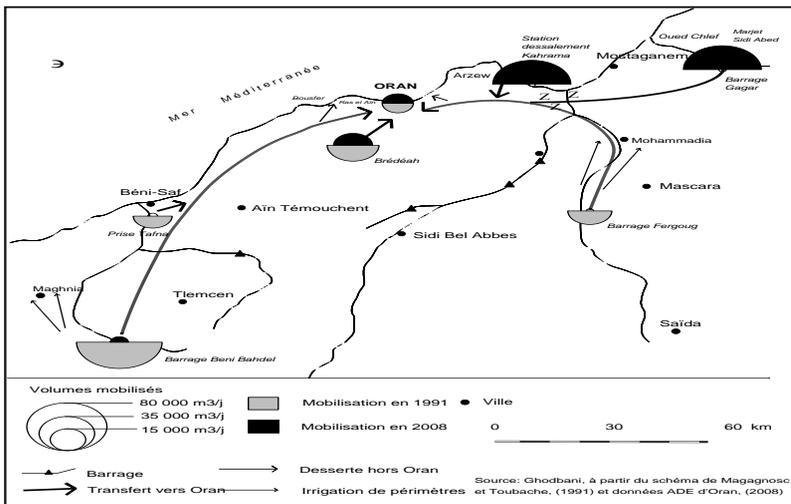
Source : ADE de la Wilaya de Tlemcen, d'Aïn-Témouchent, d'Oran et de Mostaganem, 2008

Afin de déterminer l'évolution de l'alimentation en eau potable de la ville d'Oran, nous avons procédé à une comparaison entre le schéma publié en 1991 par Magagnosc et Toubache, pour l'année 1986, avec des données que nous avons recueillies auprès de l'Algérienne De l'Eau (ADE) d'Oran, en 2010. L'analyse a révélé les résultats suivants :

- Une forte régression des volumes, moyens annuels, mobilisés pour l'agglomération oranaise à partir des barrages (75.000m³/j en 2010 contre 105.000 m³/j en 1986), ceci étant du à une régression des volumes stockés dans les barrages. En effet, le volume parvenant du barrage de Béni Bahdel est passé de 80 000 m³/j à 5000 m³/j et le barrage de Fergoug ne participe plus à l'alimentation d'Oran, alors qu'il le faisait avec 25 000 m³/j, en 1986. Cette importante

diminution s'explique par de longues périodes de sécheresse et l'envasement des ouvrages. Selon un rapport de l'Agence du Bassin *Chott Chergui* en 2006, sur les bassins versants de l'Ouest algérien, basé sur des données fournies par l'Agence Nationale des Barrages (ANBT), le barrage de Béni Bahdel n'a stocké ces dernières années que 18 millions m³, alors qu'il pouvait régulariser 63 millions m³ ; celui de Fergoug n'a stocké qu'un million m³ sur une capacité de 14 millions m³. Cette régression n'épargne pas le nouveau barrage de Gargar qui stocke difficilement 30 millions m³, sur une disposition de 450 millions m³. S'ajoutent à cela l'affaiblissement des ressources locales et l'arrêt des prélèvements directs à partir des deux oueds Chlef et Tafna. La prise du Chlef a été officiellement suspendue en 2002, suite à des problèmes techniques et à la mise en service du transfert Est (Gargar-Marjet Sidi Abed) ; et la prise de la Tafna a été, récemment, suspendue également, à cause de l'assèchement, imprévu, de l'oued Tafna

Figure 2. Les volumes mobilisés pour l'agglomération oranaise, en 1986 et en 2010



- La grande station de dessalement, réalisée à Arzew (Kahrama), fournit, depuis 2002, 70 000 m³/j.

Ce quota pourtant important ne compense nullement le déficit induit par la régression des volumes anciennement mobilisés pour Oran. Cette insuffisance s'explique certes par des contraintes naturelles,

mais aussi par le retard accusé par la mobilisation relativement à l'évolution démographique. En effet, et en vingt ans, la population du groupement d'Oran est passée de 681.900 à environ 1.295.800, soit une croissance de 190 %. Dans la même

période, la mobilisation potentielle a été portée de 175 000 à 180 000 m³/j, soit une augmentation de 102 % seulement, ce qui illustre bien le décalage entre l'évolution de l'offre et celle de la demande. Afin d'atténuer la pression sur l'eau dans l'agglomération d'Oran et pour rattraper le retard en matière d'infrastructures hydrauliques, deux projets importants sont lancés :

- Le système MAO, qui doit transférer l'eau à Oran par une adduction qui alimentera en même temps Mostaganem et Arzew, à partir de deux barrages réservoirs : Chlef et Kerrada. Ces derniers seront approvisionnés à partir de l'oued Chlef, grâce à un système de pompage avec un volume de 155 millions de m³/an pour l'approvisionnement du couloir Mostaganem-Arzew-Oran (MAO).

- Le projet de l'usine de dessalement de Mers-el-Hadjaj, la plus grande du bassin méditerranéen et d'Afrique. Elle produira 500 000 m³/j et alimentera Oran ainsi que les villes intérieures, tel que Relizane. Selon les responsables de l'hydraulique de la wilaya d'Oran, une fois que les deux projets seront réceptionnés, le problème de l'eau sera définitivement résolu et d'importants volumes seront exportés vers les autres régions intérieures. L'option du dessalement illustrant l'exploitation de ressources renouvelables n'est pas propre à Oran puisqu'elle concernera tout le littoral ouest. Cette orientation va inverser l'ancien schéma de mobilisation sud-nord vers un autre schéma nord-sud.

3. Nouvelles usines de dessalement et exportation de l'eau vers les villes intérieures

Le choix du dessalement pour subvenir à la demande croissante des villes littorales n'est pas aléatoire, il se justifie par plusieurs facteurs : La récente disponibilité financière qui a suivi l'augmentation des prix des hydrocarbures (2000-2014), l'augmentation de la pression sur l'eau et, enfin, la régression de la capacité de stockage des barrages. Sur les vingt et une stations programmées le long de la côte

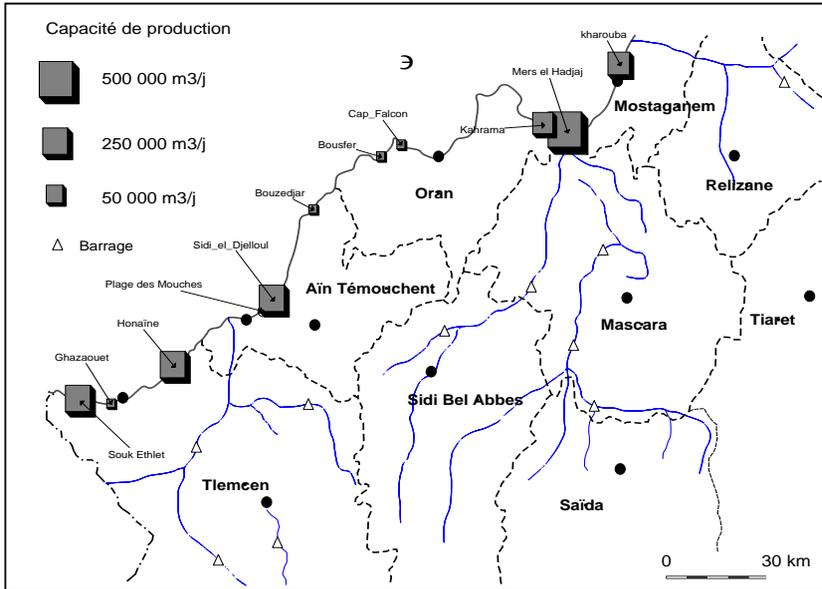
algérienne, la partie ouest regroupe dix stations et produira plus de 62 % du total prévu pour tout le littoral algérien. L'ensemble des stations sont construites selon le principe de « *Bilt-Operat-Own* » c'est-à-dire que l'état algérien engage l'argent public seulement pour acheter les volumes d'eau dessalés selon un contrat de long terme avec les multinationales, qui, elles, se chargent à leurs frais de construire les usines, de les équiper, d'assurer l'entretien des machines et le paiement des techniciens. Le coup de l'investissement est amorti à moyen terme selon l'étude conçue par la SAFEG en 1997.

Tableau 4. Les grandes stations de dessalement réalisées et en cours de réalisation sur le littoral algérien

Lieu d'implantation	Wilaya	Capacité (m ³ /j)	Année pour la mise en service
Arzew (Kahraba)	Oran	90.000	2007
Macta	Oran	500.000	2015
Sidi el Djelloul	AïnTémouchent	200.000	2012
Honaïne	Tlemcen	200.000	2012
Souk Ethleta	Tlemcen	200.000	2013
Kharouba	Mostaganem	200.000	2010
Fouka	Tipaza	120.000	2006
El Hamma	Alger	200.000	2007
Cap Djenet	Boumerdes	100.000	2010
Skikda	Skikda	100.000	2007
El Chatt	El Tarf	50.000	2009
Oued Sebt	Tipaza	100.000	2014
Total		2.060.000	

Source : Del Instituto Español de Comercio Exterior (2006, p6)

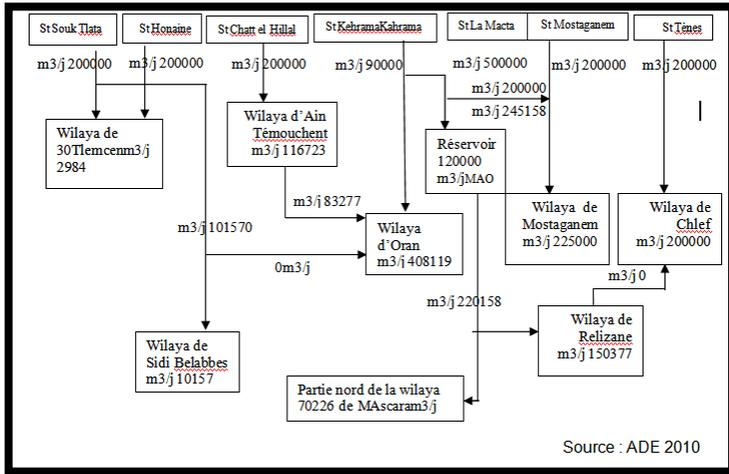
Figure 3. La répartition des stations de dessalement, fonctionnelles et en cours de réalisation, sur le littoral ouest



Source : Ghodbani à partir des données ADE, 2010 L'alimentation en eau potable des agglomérations littorales sera assurée, en majeure partie, par l'ensemble des stations réalisées ou en cours de réalisation. Les plus grandes d'entre elles (500 000 m³/j) fourniront des quotas importants aux villes intérieures telles que Relizane, Sidi Bel Abbès et Tlemcen. Outre le fait qu'ils sont vitaux pour l'économie urbaine et le bien-être des habitants du littoral, ces réseaux vont permettre de libérer l'eau des barrages pour l'irrigation et participeront à l'équilibre de l'environnement²⁸. Cependant, et d'un autre point de vue, ces stations auront tendance à renforcer la littoralisation par l'occupation de grandes surfaces au niveau de la côte. Elles favoriseront l'implantation industrielle et les grandes structures touristiques balnéaires.

Figure 4. Schéma de distribution de l'eau dessalée à travers le territoire de la région ouest

²⁸ Le dessalement réduira la construction des barrages et, par conséquent, le maintien des équilibres écologiques des bassins versants, des cours d'eau et des zones d'embouchures.



Enfin, elles renforceront la dépendance des régions intérieures envers le littoral. Dans le même contexte et à une échelle plus locale, d'autres pressions seront ressenties dont l'obligation d'assurer une forte alimentation en énergie pour faire fonctionner les machines de dessalement²⁹ d'une part, et de laisser opérer une importante artificialisation du paysage côtier, d'autre part.

Conclusion

La problématique de l'eau dans l'ouest algérien réside dans la combinaison de plusieurs facteurs, à la fois naturels et humains. La faiblesse des précipitations et les contraintes physiques, ajoutées à la littoralisation des villes et des activités économiques, ont engendré une forte pression sur les ressources en eau. Une orientation par les décideurs vers la construction de barrages pour le transfert de l'eau à travers les différents bassins versants paraît inefficace et ce, face aux problèmes d'envasement des barrages, la gestion difficile des conduites et les problèmes environnementaux causés par la rétention de l'eau dans les parties avals des vallées. L'engagement de l'Etat dans l'exploitation de l'eau de mer par la technique du dessalement est devenu indispensable en vue de faire face aux

²⁹ Le procédé utilisé dans le dessalement est l'osmose inverse, c'est une technique simple mais qui demande une forte capacité en énergie. Les stations de Bouzedjar et de Ghazaouet ne fonctionnent qu'à 50 % de leur capacité réelle de production, pour s'adapter à la forte consommation de l'énergie

périodes de pénurie d'eau causée par des sécheresses de plus en plus fréquentes. L'importance des volumes d'eau dessalée produits, destinée à la consommation urbaine, va favoriser la libération des eaux de barrages vers l'irrigation. Mais aussi à inverser le schéma du transfert hydraulique régional classique, du sud vers le nord, en un autre schéma, du nord vers le sud.

Enfin l'enjeu ne se limite pas aux questions de volumes produits, également un effort conséquent doit être fourni pour la sensibilisation des usagers afin de rationaliser la consommation de cette matière devenue rare et dont la mobilisation est de plus en plus coûteuse.

BIBLIOGRAPHIE

ALGERIENNE DES EAUX (ADE) wilayas de Tlemcen, d'AïnTémouchent, d'Oran et de Mostaganem, Service AEP., 2008, Rapports et données sur la situation de l'alimentation en eau potable des agglomérations littorales, 25 p

BELLAL S-D, Mokrane S, Ghodbani T, Dari O, 2015, usagers et gestionnaires de l'eau en zone semi-aride : Le cas de la wilaya d'Oran (ouest algérien), Territoire en mouvement, *Gestions alternatives de la ressource en eau* pp25-26.

BENALI A-M, BAÏCHE A, HAYANE S, 2009, Géostatique de la charge hydraulique de la nappe du plateau de Mostaganem, document écrit en cours de publication, 6 p.

BENOIT G, COMEAU A, 2007, Méditerranée, les perspectives du Plan Bleu sur l'environnement et le développement : Six enjeux de développement durable, pp.72-107, disponible en format Pdf sur le lien http://www.una-leader.org/leader/IMG/ppt/Plan_Bleu_partie2.ppt

BRAVAD J-P, 1997, Les cours d'eau, dynamique du système fluvial, Paris, Edition Armand Colin, Paris, 221 p.

DEL INSTITUO ESPAGNOL DE COMERCIOEXTERIOR, 2006, Les estaciones de desalacion Argelia, pp. 36-40.

GHODBANI T, BERRAHI-MIDDOUN F, 2012, La littoralisation dans l'Ouest algérien : analyse multi-scalaire des interactions hommes

espaces-écosystèmes, *Espace Populations Sociétés*, n° 1-2, pp 231-243.

GHODBANI T, 2010, *L'homme et l'environnement sur le littoral ouest de l'Algérie, du Kiss au Dahra*, Edition Européennes Universitaire, Allemagne, 260 p.

MAGAGNOSC J-S, Toubache H, 1991, *Emprise des villes algériennes et espaces hydrauliques : Le cas d'Oran. Conséquences sur la politique d'aménagement du territoire*, *Les Cahiers d'Urbama N° 22 L'eau et la ville*, Centre d'Études et de Recherches sur l'Urbanisation du Monde Arabe (URBAMA), Tour, pp. 119-126.

OFFICE NATIONAL DE METEOROLOGIE (ONM., 2010, *Base de données climatiques sous format numérique des stations d'Oran Es-Sénia, Mostaganem, Cap Falcon et Mascara*.

OFFICE NATIONAL DES STATISTIQUES (ONS), 2008, *Recensement Général de la population*.

**SECHERESSE ET FLUCTUATIONS DES RESSOURCES EN EAU
SOUTERRAINES: LE CAS DU PLATEAU DE MOSTAGANEM
(OUEST ALGERIEN)**

*Drought and fluctuations of underground water resources: the case of
the Mostaganem plateau (west Algeria)*

BELLAL Sid-Ahmed^{1,2}, **BAICHE Abdelkader**^{2,3}, **DARI Ouassini**^{1,2}

¹, Laboratoire Espace Géographique Et Aménagement du Territoire

² Faculté des Sciences de la Terre et l'Univers, Université d'Oran2

³ Laboratoire Géodynamique des bassins sédimentaires

bellalsid@yahoo.fr, baicheabdelkader@yahoo.fr, o_dari@yahoo.fr

Résumé

Le plateau de Mostaganem est bien individualisé sur le plan géographique. Il s'étend sur 750 km², son altitude moyenne est de 200 m environ et les points les plus bas sont à 110 m. Il constitue un vaste plan incliné comportant une série d'ondulations orientées sud-ouest / nord-est et en grande partie calquées sur les plis qui déforment le substratum mio-pliocène. L'histoire géologique révèle une activité tectonique très intense au cours du Néogène et du Quaternaire, dont résultent les grands traits de la morpho-structure actuelle. Le plateau est constitué de 3 types de formations intéressantes. Du point de vue structural, il est formé d'une suite d'anticlinaux et de synclinaux parallèles à la côte, orientés selon une direction principale sud-ouest / nord-est. Ces derniers sont constitués par des formations mio-plio-quaternaires marneuses, gréseuses et argileuses. La structure la plus favorable à la constitution des réserves en eau correspond aux synclinaux. Par contre, les collines ou bien certains djebels sont des anticlinaux qui favorisent l'alimentation en eau des synclinaux. Il renferme un niveau réservoir important. Ce réservoir donne naissance à la plus grande nappe du plateau de Mostaganem. La ressource en eau de cette nappe a pour origine les précipitations, lesquelles dépendent des conditions climatiques de la région. La pluviométrie est incertaine, mal répartie, avec une récurrence importante des phases de sécheresse. L'épuisement progressif de la nappe, dû à la surexploitation anarchique, a réduit considérablement les ressources

en eau souterraine, qu'il faut désormais aller chercher plus en profondeur. Cette configuration géologique a, logiquement, conduit à un tarissement des sources, puits et forages, conséquence directe de l'abaissement du niveau de la nappe du plateau.

Mots clés : Plateau, marnes du Miocène inférieur, grès du pliocène inférieur, tectonique intense, semi-aridité, sécheresse, rabattement des nappes

Abstract

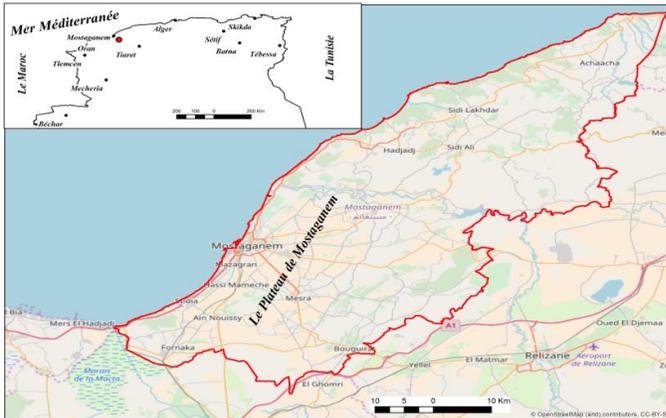
The Mostaganem plateau is well individualized geographically. It covers 750 km², its average altitude is around 200 m and the lowest points are at 110 m. It constitutes a vast inclined plane comprising a series of undulations oriented Southwest-Northeast and largely traced on the folds, which deform the Mio-Pliocene substratum. Geological history reveals a very intense tectonic activity during the Neogene and the Quaternary, from which result the main features of the current morphostructure. The board consists of 3 types of interesting structural formations. From a structural point of view, it is made up of a series of anticlines and synclines parallel to the coast, oriented in a main Southwest-Northeast direction. The latter are formed by mio-plio-quaternary mainly sandstone and clay formations. The structure most favorable to the constitution of water reserves corresponds to the synclines. Besides, the hills or some mountains are anticlines, which support the water supply of the synclines. It contains a significant reservoir level. This reservoir gives rise to the largest aquifer of the Mostaganem plateau. The water resource of this aquifer originates from rainfall, which depends on the climatic conditions of the region. Indeed, rainfall is uncertain, unequally distributed, with significant recurrence of drought phases. The gradual depletion of the water table, due to uncontrolled overexploitation, has considerably reduced groundwater resources, which must now be sought after deeply in the ground. This geological configuration has logically led to a drying up of springs, wells and boreholes, a direct consequence of the lowering of the level of the aquifer on the plateau.

Keywords: Plateau, lower Miocene marls, lower Pliocene sandstone, intense tectonics, semi-aridity, drought, lowering of aquifers

Introduction

Le plateau de Mostaganem se trouve en Oranie centrale, à la limite NE du littoral oranais (Fig 1). Il s'étend sur 750 km². Il est bordé à l'ouest par la Méditerranée et les massifs littoraux oranais (Mont d'Arzew, Montagne des Lions et Murdjadjo) ; au nord, par le bas Chélif ; à l'est, par la vallée de la Mina, affluent du bas Chélif, et la plaine de Relizane, limitée elle-même par l'Ouarsenis ; enfin au sud, par la Macta et les Béni Chougrane. Tous ces reliefs appartiennent, sur le plan structural, au domaine tello-rifain lequel appartient à la zone externe de l'orogénèse alpine (Fenet, 1975). Ces reliefs sont tous des horsts séparés par des zones effondrées, grabens ou fossés tectoniques, comme la plaine de la Macta ou celle de Relizane.

Figure1. Carte de localisation du plateau de Mostaganem (Bellal, 2016).



En bordure de la mer méditerranée, le plateau de Mostaganem se présente comme une aire tabulaire, comprise entre la vallée du Chélif au Nord, la dépression de la Mactaa au Sud, enfin la vallée de la Mina et les Monts de Bel Hacer à l'Est. Ce plateau s'abaisse régulièrement vers l'Ouest en direction de la plaine de l'Habra et du Golfe d'Arzew. Il comporte une série de rides et de dépressions parallèles orientées SudOuest-NordEst, dont l'altitude voisine 200 m, s'abaisse progressivement jusqu'à 100 m au niveau de la Mactaa. Au Nord, le plateau surplombe régulièrement la basse vallée du Chélif, montrant une suite de

falaises dont les hauteurs varient de 150 m à 200 m. Au Nord-Est, il vient buter sur l'éperon crétacé du Djbel Diss (Dahra) qui culmine à une altitude de 400 m. Au Sud-Est, il est bordé par une ligne de relief matérialisée par les fortes de l'Akboube et d'Ennaro qui le sépare de la plaine de Relizane.

Le plateau de Mostaganem est bien individualisé même si ses limites topographiques sont malaisées à tracer (Fig 2). Il appartient administrativement à la wilaya de Mostaganem, et est couvert par 13 communes. Une grande partie, de l'Oranie, appartient à l'étage méditerranéen bioclimatique semi-aride avec des pluies irrégulières, liées à la variation interannuelle des précipitations.

Il est constitué de trois types de formations intéressantes :

- Les marnes du Miocène supérieur et du Pliocène inférieur.
- Des niveaux à perméabilité variable d'âge Pliocène supérieur : ce sont des micro poudingues, des grès et des sables ou grès jaunâtres.
- Des grès, des sables et de la croûte calcaire quaternaire, discordant et dont l'épaisseur varie d'une zone à une autre.

De point de vue structural, il est formé d'une suite d'anticlinaux et synclinaux parallèles à la côte, orientée selon une direction principale SW/NE. La structure la plus favorable, qui constitue les réserves en eau, se trouve au point bas des synclinaux qui correspondent à des dépressions – les anticlinaux, quant eux, correspondent à des collines ou bien des djebels qui favorisent l'alimentation en eau des synclinaux.

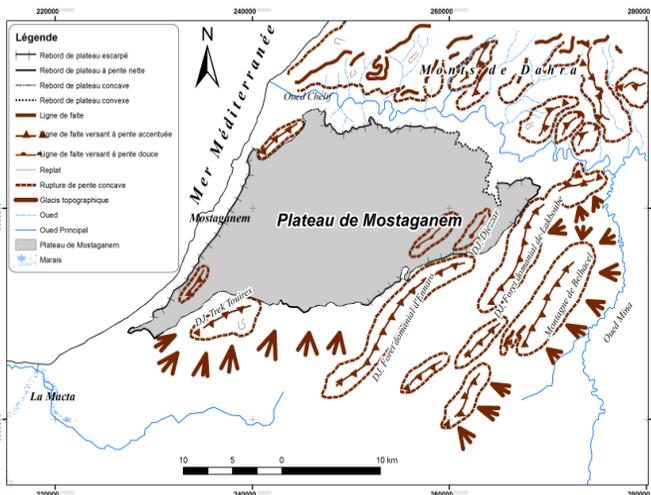
L'étude consiste donc à mettre en évidence les potentialités en eau en s'intéressant plus spécialement aux précipitations qui sont à l'origine de la ressource en eau souterraine et qui sont influencées par la sécheresse qui s'est installée depuis 1977. Ces potentialités sont appelées à être gérée de façon rationnelle pour en éviter l'épuisement de la nappe qui constitue le principal réservoir d'eau de la région de Mostaganem. Actuellement, on craint que l'alimentation annuelle des nappes ne parvienne plus à compenser les prélèvements, et que l'on soit déjà, au stade actuel, entrain de puiser sur les réserves accumulées antérieurement.

Des études hydrogéologiques ont été effectuées sur le plateau de Mostaganem par J. Gaucher (1970), par la direction des études du

milieu et de la recherche hydraulique (D.E.M.R.H) (1978) et par A. Baiche (2010)

Malgré l'insuffisance, parfois le manque de fiabilité de certaines données statistiques, une analyse des caractéristiques fondamentales du climat avec ses irrégularités spatio-temporelles sera tentée à partir des données météorologiques pour les stations suivantes: la station d'Oran-Sénia, de Mostaganem, de Cap-Falcon et de Mascara. Les données ont été recueillies auprès de l'Office National de Météorologique (O.N.M) à Oran, de la période de 1986 à 1991. Ce sont Oran-Sénia, Mostaganem, Cap Falcon et Mascara. Les lacunes ont été comblées par le calcul des coefficients de corrélation existants entre deux stations voisines et des constantes d'ajustement pour les stations présentant les meilleures corrélations (Aime, 1988).

Figure 2. Limite et contexte morphologique du plateau de Mostaganem (Bellal, 2016).



1-Les ressources potentielles en eau dépendent d'abord de la pluviométrie

Les précipitations représentent la seule source hydrique pour le milieu naturel, mais l'apport global apprécié par les mesures pluviométriques est fortement modifié sur le terrain par de multiples facteurs dont la pente et le micro-relief qui influent sur le ruissellement superficiel (drainage externe, infiltration ou au contraire accumulation).

S. Aimé (1988) a mis en évidence, d'après l'évolution des précipitations à Oran-Sénia et sur plus de 70 ans, 4 périodes climatiques (grâce à la méthode des précipitations cumulées) dont la tendance se situerait soit au-dessus du volume des précipitations moyennes (sur 76 ans), soit au-dessous. Ce sont :

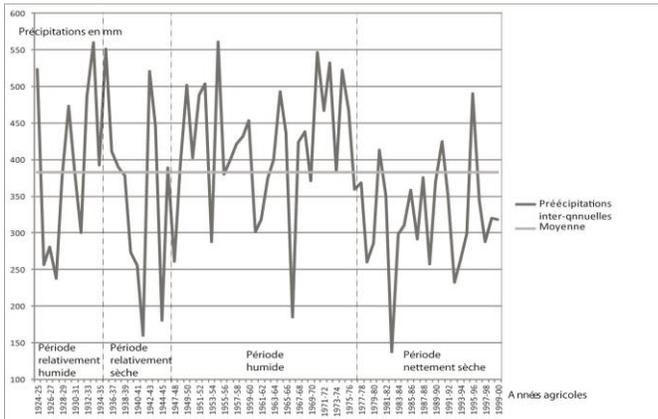
- 1924-1934, période relativement humide.
- 1935-1945, période relativement sèche.
- 1946-1976, période humide.
- 1977- 2000, période nettement sèche.

Nos propres données (complément des données de précipitations de 1986 à 2000) sur Oran nous ont permis de constater que la sécheresse qui a commencé en 1977 continue encore de sévir. Par ailleurs, la période 1977-2000 qui nous intéresse directement s'avère nettement plus sèche et atteste d'une tendance déficitaire des précipitations lors des 23 dernières années où les 18 valeurs annuelles se trouvent en dessous de la moyenne (Fig 3). C'est là, en effet, que l'on repère l'année la plus sèche sur 76 ans: 1981-1982. Son déficit pluviométrique par rapport à la moyenne est de 194 mm.

L'analyse de la variabilité interannuelle des précipitations mérite d'être complétée par l'étude de la variabilité des précipitations mensuelles.

Les valeurs moyennes mensuelles pluviométriques relatives à la période 1954-1991 et à la période 1954-1984, représentées par le tableau N°1, traduisent clairement les variations inter-mensuelles de la distribution des précipitations à l'échelle annuelle, les quatre stations font ressortir deux saisons distinctes: une saison sèche et chaude et une saison fraîche et pluvieuse (saison humide).

Figure 3. Variations interannuelles des précipitations de la station d'Oran-Sénia (1924/1925-1999/2000)



- Une saison sèche, qui correspond à l'été (juin, juillet, août et septembre), caractérisée par un déficit pluviométrique et concerne toutes les stations.

- Une saison humide, qui correspond aux autres mois de l'année – les mois les plus pluvieux diffèrent d'une station à l'autre. D'après la moyenne des précipitations mensuelles, les mois les plus pluvieux sont novembre, décembre, janvier et février. Le mois de décembre est le mois le plus humide dans toutes les stations, il est suivi généralement par le mois de janvier dans les stations d'Oran-Sénia et Mascara.

Tableau 1. Variation mensuelle des précipitations moyennes des quatre stations (en mm).

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avri	Mai	Juin	Juil	Août	Total
Mostaganem 1954-1991	11,2	41,5	45,8	64,9	45	45,7	39,3	33,6	26,4	8,92	0,92	1,72	365
Oran-Sénia 1954-2000	11,27	24,4	45,1	39,9	45,7	39,7	38,5	28,8	30,8	6,4	2,7	2,3	316,15
Cap-Falcon 1954-1984	7,2	26,6	37,2	54,6	31,2	33,3	34,8	35,2	16,6	6,09	0,23	1,43	284
Mascara 1954-1984	15,2	45,3	55,2	76,7	69	60,5	61,5	54,2	39,9	11,9	1,18	2,27	493

Source : ONM, 2009

Les précipitations mensuelles de Mostaganem, sont d'une configuration extrêmement simple. Elles se caractérisent par un maximum très accusé en décembre et un minimum entre juillet-août. Les quatre mois les plus pluvieux (novembre, décembre, janvier et février) enregistrent 54 % des précipitations annuelles avec plus de 44 mm chacun. Aux mois les plus arrosés s'opposent 4 mois secs: juin, juillet, août et septembre, qui ne reçoivent en moyenne que 23 mm de pluies, soit 6 % du total. Juillet et Août sont en fait d'une sécheresse absolue, quant aux mois d'avril et mai, ils totalisent 60 mm en moyenne, soit 16,4 % des précipitations moyennes. Les hauteurs des précipitations citées dans le tableau n°1 ne sont pas étalées sur les 5 mois de l'année, mais concentrées sur un certain nombre de jours. La moitié des précipitations annuelles tombe en l'espace de 20 à 30 jours durant les 5 mois les plus pluvieux de l'année. Il arrive que les pluies atteignent aussi plusieurs millimètres en quelques minutes. En 1982, à Mostaganem, on en a enregistré 80 mm en 24 h, au mois de décembre.

2. Le régime thermique influe indirectement sur les ressources hydriques

Les moyennes mensuelles et annuelles, les minima et maxima (absolus et moyens) ainsi que la moyenne des extrêmes (Tab 2) permettent de dégager certaines caractéristiques, et l'on voit nettement se dessiner deux saisons thermiques distinctes avec de courtes transitions.

2.1. La saison chaude

La saison "chaude" est marquée par l'augmentation générale de la température. Elle est caractérisée par le nombre de jours où la température maximale est supérieure à 25°, généralement de juin à septembre. Cette période est caractérisée aussi par des températures moyennes mensuelles supérieures à 20°, de Juin à Septembre, avec des maximales en août dans toutes les stations. Les températures maximales absolues sont partout élevées en mois d'août, particulièrement dans la station de Mascara (37,4 à Mascara, 33,9 à Oran-Sénia, 33,1 à Mostaganem et Cap-Falcon avec 31,6° en septembre). Les températures maximales d'hiver restent largement élevées comme c'est le cas à Oran-Sénia (19,3° en janvier, 21,6° en février, 20,6° en décembre). La moyenne des

températures maximales est observée au mois d'août dans toutes les stations (29,7° à Mostaganem, 31,4° à Oran-Sénia, 27,7° à Cap-Falcon et 34,2° à Mascara). Les moyennes minimales les plus élevées dans les quatre stations se situent au mois d'août (21,1° à Mostaganem, 19,6° à Oran-Sénia, 22,4° à Cap-Falcon et 18 ° à Mascara). On remarque que les moyennes minimales décroissent vers le sud. Ainsi, partout les mois de la saison chaude connaissent des moyennes élevées. Enfin, la saison chaude est non seulement caractérisée par des valeurs thermiques très prononcées, mais aussi par une longue durée d'insolation, une intensité accrue de la radiation solaire, provoquant de fortes évapotranspirations et par conséquent un déficit en eau.

2.2. La saison fraîche.

La saison fraîche est caractérisée par des moyennes mensuelles inférieures à 17° C dans toutes les stations, de novembre à avril. Nous relevons les moyennes les plus basses en décembre, janvier, février avec un minimum en janvier dans toutes les stations. Les moyennes minimales mensuelles varient de 4,4° à 5,8° pour le mois de Janvier à Mascara et à d'Oran-Sénia, et de 7,8° à 10,6° à Mostaganem et à Cap-Falcon et ce, pendant les trois mois consécutifs : décembre, janvier et février. Les températures minimales absolues observées atteignent jusqu'à -5,5° à Mascara en Janvier, tandis que les températures minimales absolues de Mostaganem et d'Oran-Sénia oscillent entre 0° et 1,7° pendant le mois de janvier. Les températures minimales mensuelles moyennes restent élevées sur le littoral à Cap-Falcon (15,5°) et à Mostaganem (13,7°). Ainsi la saison fraîche est caractérisée par de fortes variations thermiques. Les minimums moyens et les minimums absolus font apparaître des moments de froid plus particulièrement vers l'intérieur et en montagne.

Tableau 2. Températures mensuelles et annuelles moyennes et leurs extrêmes de quatre stations.

Mois	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août
Mostaganem (1954-1991)A	19	15,1	11,2	8,6	7,8	8,5	9,4	11,4	14,2	17,4	20,6	21,1
B	16	9,7	3,7	4,3	0	5,8	5,1	7,4	11,3	14,3	17,8	16,6

Cahiers Géographiques de l'Ouest, n°14-15, 2020

C	27,3	23,4	19,5	16,2	15,7	16,6	18	19,6	22,6	25,6	28,8	29,7
D	30,9	26,3	22,8	20,2	18,2	20	21	23,7	25,9	29,1	32	33,1
E	23,2	19,3	15,4	12	11,7	12,5	13,7	15,4	18,3	21,5	24,6	25,5
Oran-Senia (1954-1991)A	17,3	13,5	9,2	6,3	5,8	6,7	8	9,9	12,9	13,3	19	19,6
B	15,3	11,3	6,4	3,2	1,7	3,7	5,9	8,1	11,3	14,3	16,3	17,2
C	29,1	24,9	20,4	17	16,4	17,5	18,6	20,7	23,4	27,2	30,5	31,4
D	33,6	27,9	23,6	20,6	19,3	21,6	21,1	23,4	27,8	29,9	32,5	33,9
E	23,3	19	14,8	11,6	11,1	12	13,3	15,3	18,1	21,8	24,9	25,5
Cap-Falcon (1954-1984) A	20,8	17,3	13,6	10,7	10,6	10,6	11,5	12,8	15,5	18,4	21,5	22,4
B	17,6	14,8	11,2	7,9	6	5	8,1	10,3	11,3	13,1	17,5	18,7
C	26,3	23,1	19,3	17	16,2	16,5	17,1	18,4	21,1	24	26,9	27,7
D	31,6	25,2	21,3	21,4	18,6	19,9	18,7	21,2	23,7	26,3	29	29,1
E	23,7	20,2	16,5	14,1	13,5	13,6	14,4	15,7	18,3	21,2	24,2	25,1
Mascara(1954- 1984)A	15,4	11,6	7,8	5,2	4,4	5,2	6,2	8,1	10,9	14,5	17,6	18
B	10,5	7,4	2,7	1,1	-5,5	2	2,8	5	3,5	107	12,4	13,8
C	29,8	23,8	18,7	14,6	14,2	19,2	17,8	20,2	24,1	19,2	34	34,2
D	33,7	28	23,6	19,1	17,2	20,9	21,2	29,9	31,1	36,5	37,3	37,4
E	22,6	17,8	13,3	9,9	9,5	10,5	12,1	14	17,5	21,8	25,8	26,2

Source : ONM, 2009

-Moyenne des minimums = A

-Minimum absolu = B

-Moyenne des maximums = C

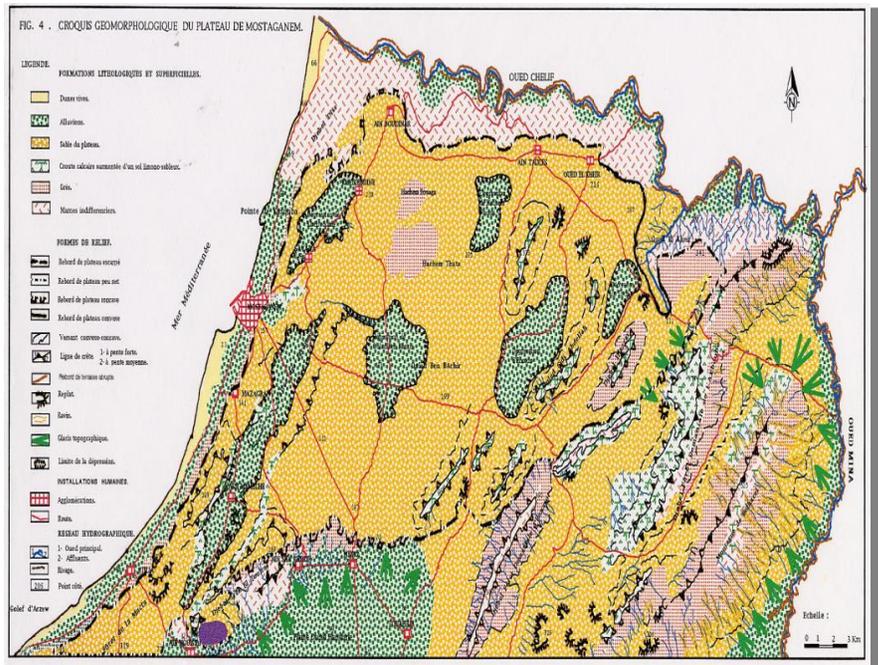
-Maximum absolu = D

-Moyenne thermique annuelle et mensuelle = E

3. Le réseau hydrographique du plateau de Mostaganem faible matérialisé par des dépressions

La surface du plateau de Mostaganem est ondulée, elle est formée d'une succession de dépressions et de rides parallèles entre elles et à la côte, orientées généralement SSW/NNE. Les dépressions sont très larges, allongées et en forme de fuseaux, d'ouest en est, la dépression de Hassi Mamèche et la vallée des Jardins au sud de la ville de Mostaganem, la dépression de Kheireddine au nord, la dépression de Hachem Fouaga au nord-est, la dépression d'Ouled Ben Bachir au centre, la dépression d'Ennarro à l'est d'Ouled Ben Bachir et enfin celle de Torch vers l'extrémité est du plateau (Figure 4).

Figure 4. Croquis géomorphologique du plateau de Mostaganem (Bellal, 1998)



La dépression de Hassi Mamèche et la "vallée" des Jardins est une dépression fermée, non drainée. Elle s'étend sur 1900 hectares. Son point bas se trouve à 129 m. De forme elliptique, elle est occupée par les eaux en hiver.

La dépression de Kheireddine est drainée, l'écoulement de ses eaux se fait vers la ville de Mostaganem grâce à l'oued Ain Séfra qui a 11 km de long et qui prend naissance dans la région des Sept puits. Il reçoit le trop-plein de la source de Kheireddine.

La dépression de HachemFouaga reçoit les eaux des versants de la zone comprise entre la bordure Nord du plateau et le revers occidental de la crête des Ouled Sidi Abdallah.

La dépression d'Ouled Ben Bachir est une cuvette fermée où les eaux séjournent au fond.

La dépression d'Ennaro est très étroite et rectiligne, elle s'ouvre sur la plaine d'Ouled Hamdane.

La dépression de Torch possède un exutoire naturel: l'Oued El Kheir affluent de rive gauche du bas Chéelif. Il est alimenté par les sources d'Ain Soltane et Ain Hallouf.

Au premier abord, le plateau de Mostaganem semble réunir tous les atouts pour permettre l'accumulation des eaux souterraines. Le premier atout caractéristique réside dans son cadre structural, lequel est favorable à la constitution de la réserve en eau, matérialisé par des synclinaux (la dépression Hassi-Mameche-Mostaganem-Kheireddine en est le principal). Le deuxième atout est d'ordre lithologique: les formations marneuses du Pliocène inférieur et du Miocène supérieur supportent la ressource en eau souterraine et forment le mur de l'aquifère du plateau, tandis que les formations du Quaternaire et du Pliocène supérieur sont matérialisées par des dépôts perméables intéressants car permettant l'infiltration de l'eau et par conséquent l'alimentation des réserves d'eau souterraines. (BELLAL, 1998).

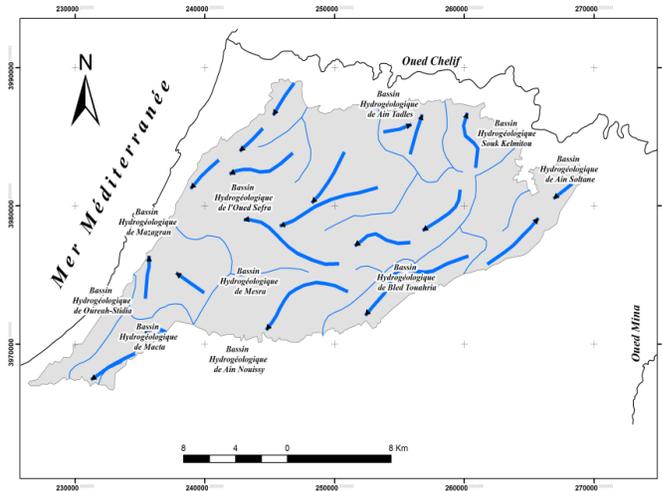
4. Ressource en eau souterraine : fluctuation de la nappe du plateau de Mostaganem de 1970 à 2010

Les ressources en eau souterraines sont beaucoup plus difficiles à appréhender que celles des eaux de surface, en raison de la complexité du système hydrogéologique et notamment des formations géologiques. En effet, il n'y a pas une concordance entre les limites topographiques et les unités hydrogéologiques du plateau de Mostaganem. La nappe principale du plateau de Mostaganem est située essentiellement dans les grès et les sables plio-quaternaires. Au nord, le système est limitée par l'affleurement des marnes bleues du Miocène dont la présence entraîne l'existence d'une ligne de source au contact des sables du

plateau. Au sud, ces marnes apparaissent au niveau du Djebel Trek El Touires. A l'ouest, ce sont les marnes du Plaisancien et du Miocène supérieur qui définissent les limites de l'aquifère. A l'est enfin, nous avons limité notre étude au village Bled Touahria qui concorde avec la limite de la carte géologique 1/50 000ème).

L'étude élaborée par J. Gaucher en 1970 a consisté à dresser une carte hydrogéologique par la méthode de géophysique et ce, à partir de 440 puits, à raison d'un puits tous les 2 km² environ. La carte a permis de distinguer les différents bassins hydrogéologiques constituant la nappe du plateau. Qui sont au nombre de 11 bassins hydrogéologiques. La superficie du réservoir aquifère totale est de 604 km².

Figure 5. Carte des bassins hydrogéologiques de la nappe du plateau de Mostaganem (Bellal. 2016)



Les superficies varient d'un bassin hydrogéologique à un autre (Fig 5). Le minimum est enregistré au bassin hydrogéologique de l'Oued El Kheir (17,15 km²). Tandis que les deux bassins hydrogéologiques, de Mazargan et d'Oued Sefra, ont deux directions d'écoulement chacun : le premier a les directions d'écoulement S/N et SE/NW, le deuxième E/W et NE/SW ; cependant, les axes principaux d'écoulement ont des directions divergentes, et la direction NE/SW reste la direction privilégiée, correspondant à la direction des structures principales du plateau.

La profondeur moyenne de la nappe du plateau de Mostaganem, d'après J. Gaucher (1970), est de l'ordre de 15 à 20 m, avec toutefois des zones moins profondes (10 m et moins) au niveau des dépressions, et des zones plus profondes (environ 30 m) sous les zones hautes du plateau.

La disposition et les formes des courbes piézométriques, montrent que la nappe du plateau est alimentée par sa propre surface qui accueille les précipitations. Elle est alimentée aussi à partir des différentes collines ou bombement affectant le plateau et les bordures. La nappe est drainée par des sources situées sur le pourtour du plateau et ce, à la faveur du contact du substratum marneux avec des grès et sables de Calabrien. Les bassins Ain Soltane, Ain Tadles, Sour Kelmitou et Ain Nouissy sont drainés par des sources portant le même nom. Deux bassins hydrogéologiques: Oued Sefra et Mesra correspondent plus ou moins au réseau de drainage.

L'étude piézométrique de la nappe du plateau de Mostaganem réalisée par A. Baiche (2010) a permis d'utiliser les puits déjà répertoriés en 1972 par le bureau d'inventaire des ressources hydrauliques. Ceux-ci se disposent à raison d'un ouvrage tous les 2 km². et leur fond varie entre 3,49 m (Ferme de la Courre) et 67 m, avec un calibre allant de 1,50 à 2,50 m. Ils sont dispersés sur toute la zone et sont spécifiés suivant leur utilisation: puits des individuels et ceux du secteur agricole. A chaque puits sont référés un numéro et des indices qui sont portés sur une fiche technique en plus de certaines informations.

Tableau 3 : Bassins hydrogéologiques de la nappe du plateau

Bassins hydrogéologiques	Superficie en km ²	Écoulement	Exutoire
Ain Soltane	70,1	S/N	Ain Soltane
Oued El Kheir	17,15	S/N	Ain Hallouf
Ain Tadles	23,25	S/N	Source Ain Tadles
Souk Kelmitou	28,15	S/N	Source Souk Kelmitou
Oued Séfra	199,97	E/W et NE/SW	Oued Séfra

Mazagran	40	S/N et SE/NW	Source de Mazagran
Ouréah-Stidia	19,5	NE/SW	Source d'Ouréah
Forêt de la Macta	51,2	NE/SW	Oued Tinn
Ain Nouissy	30,8	NE/SW	Ain Nouissy
Mesra	54,37	NE/SW	Source de Mesra
Blad Touahria	69,65	NE/SW	Plaine de Bordjias

Source : Gaucher, 1970.

Les mesures réalisées en 2010 ont permis de lever une carte en courbes isopièzes qui représente des bassins hydrogéologiques proche de celle établie par J. Gaucher (1970). Il a distingué trois systèmes sur la carte piézométrique:

- Nappe du Nord du Djebel Trek El Touires (nappe du plateau de Mostaganem),
- Nappe du Sud du Djebel Trek El Touires,
- Nappe du littoral.

La superposition des deux cartes hydrogéologiques du plateau de Mostaganem dévoile des fluctuations de l'aquifère des bassins hydrogéologiques de la nappe (Fig 7). Cette dernière présente des secteurs où le niveau moyen piézométrique de la nappe est remonté par des secteurs stables et des secteurs où le niveau piézométrique accuse une diminution considérable au cours de ces 20 ans. L'augmentation du niveau piézométrique est de l'ordre de 0 à 8 m, voire de 11 m en certains endroits: bassin de l'Oued Séfra, les bordures N-E du bassin de Mazagran et du bassin Ouréah à Stidia ainsi qu'une partie du bassin de Ain Sidi Chérif - Mesra.

Figure 6 a. Carte hydrogéologique de la nappe du plateau de Mostaganem d'après J. Gaucher, 1970

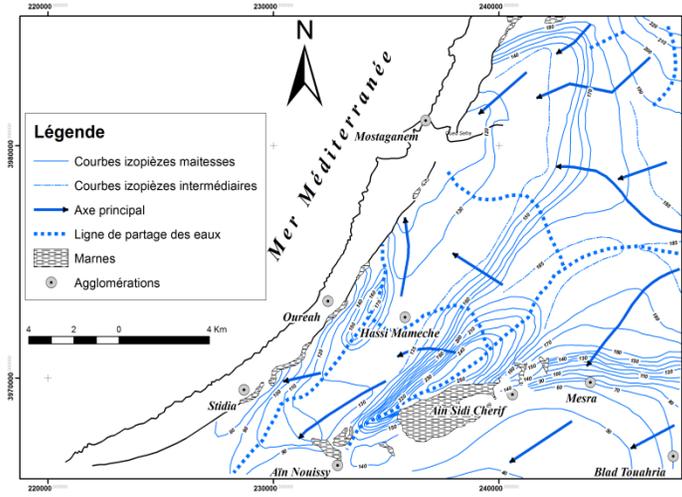
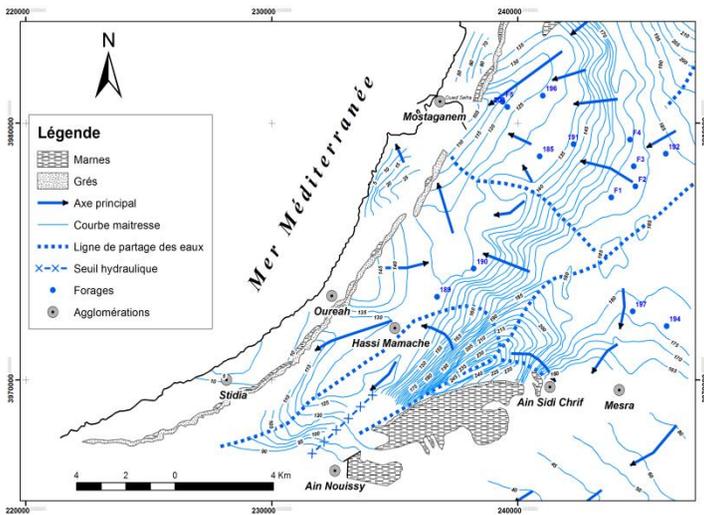


Figure 6 b. Carte hydrogéologique de la nappe du plateau de Mostaganem d'après A. BAICHE, 2010



Les zones stables dont le niveau piézométrique se trouve à 0 m occupent des surfaces importantes pratiquement dans les bassins hydrogéologiques de la nappe du plateau.

Les zones où il y a une baisse de la nappe sont:

- La partie occidentale et S-E de Mazagan (de 0 à -6m),
- La partie Sud et Est de Ain Nouissy (de 0 à -4m),

-La zone limite des bassins de l'Oued Ain Sefra et celle de Mazagran,

-Le centre du bassin de Ain Sidi Chérif-Mesra (BladTouahria) qui ne fait pas partie du plateau (de -2 à -4m),

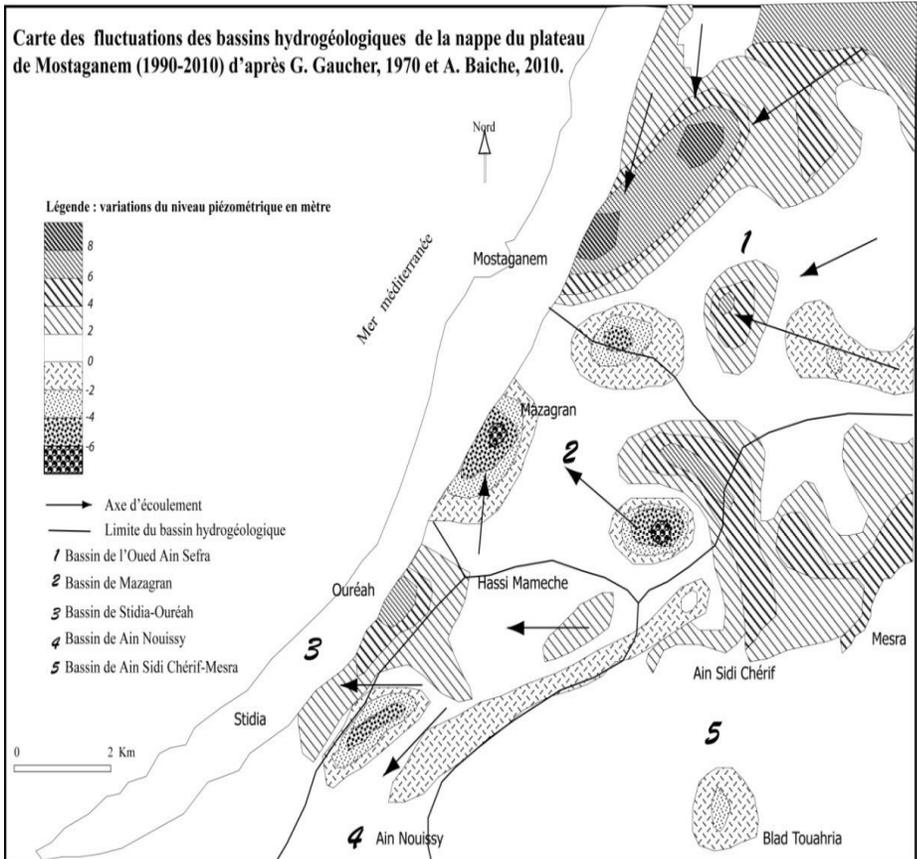
-Une petite partie (S-E) du bassin de l'Oued Ain Sefra (de -2 à -4).

La baisse constatée est due généralement à l'existence de nombre de forages importants sur ces bassins et à une exploitation intensive des terres irriguées ayant conduit à une multiplication anarchique des puits agricoles. Ceci est confirmé par les données que nous avons recueillies auprès de la Direction Hydraulique de la Wilaya de Mostaganem.

En effet, à titre d'exemple, la commune de Hassi Mamèche possédait en 1987 ; 718 puits. Elle est passée à 1500 puits en 2010, soit un accroissement de 782 puits (2010-1987). Cette augmentation est quasiment générale dans l'ensemble des communes du plateau. Elle reflète une dominance de petites exploitations individuelles ou collectives de superficies moyennes pratiquant des cultures intensives ou semi-intensives, surtout du maraîchage. Elles comportent toutes au moins un puits, équipé d'une motopompe. L'abondance des puits d'irrigation est due à l'avènement de la motopompe qui, depuis ces dernières décennies, a provoqué une profonde mutation dans le plateau de Mostaganem. Les prêts financiers de l'état aux petites propriétaires privés et aux secteurs coopératifs ont permis l'achat de motopompes pour prélever l'eau des puits, la paysannerie a su mettre cet outil au service de la terre. La multiplication spontanée des puits, certes moins prononcée qu'il y a 20 ans, se poursuit jusqu'à maintenant.

Les pompages dans la nappe pour les besoins d'irrigation s'effectuent durant 8 mois sur 12 en moyenne, de la mi-Mars à la fin Octobre, à raison de 6 à 8 heures en moyenne par jour, chaque puits équipé d'une motopompe débite autour de 3 l/s, soit un débit fictif continu annuel de 0,6 l/s. Les volumes d'eau utilisés pour l'irrigation sont très variables selon la période et le type de culture ; ils peuvent atteindre jusqu'à 10 000 m³/an/ha, en raison des énormes pertes par évaporation dues au système d'irrigation par gravité (Bellal, 1998).

Figure 7. Carte de fluctuation de la nappe du plateau de Mostaganem (1970-2010). (Bellal, 2016)



Les apports d'eau de la nappe par infiltration des précipitations, en moyennes annuelles, ont été estimés à 26,7 Hm³ par la D.E.M.R.H en 1978. Par contre les prélèvements directs de l'eau dans la nappe pour l'alimentation en eau potable et industrielle sont estimés à 3,2 Hm³, et à 8,2 Hm³ pour l'irrigation, ce qui donne un total de prélèvement de 11,4 Hm³ en 1978. Pour ce qui est des écoulements naturels, c'est à dire les sources, on note un total de 15,3 Hm³, dont 2,3 Hm³ de fuite souterraine et 13 Hm³ de débit des sources (donc total 11,4+15,3=26,7 Hm³).

Un autre essai de bilan de l'aquifère du plateau de Mostaganem, établi par A. Baiche et *al* en 2015, considère comme très approximatif, nous révèle que les gains de renforcement des réserves de la nappe sont de l'ordre de 54 106 m³ et les pertes (abaissement de l'eau) de l'ordre de 330 106 m³. Donc, le bilan de l'aquifère est négatif, il est de l'ordre de 276 106 m³. Ce déficit serait entraîné par une surexploitation de la nappe de l'ordre de 3 m³/s (Baiche et *al*, 2015).

L'origine de cette eau souterraine provient de l'infiltration des précipitations dans le sol. Elle s'insinue par gravité dans les pores et les fissures des roches.

Vu les vagues de sécheresse, les pluies n'ont pas suffi à recharger la nappe. Par ailleurs, l'assèchement et le tarissement des puits, des forages et des sources a généré une compétition entre les agriculteurs à aller chercher de l'eau en profondeur (qui conduit à une différenciation socio-économique importante.)

Donc, cette nappe subit des variations importantes au cours de l'année et d'une année à l'autre. C'est ainsi qu'à la suite d'une série d'années sèches, à partir de 1980, et de la surexploitation du stock d'eau ou de son utilisation intensive, dépassant les capacités de renouvellement, la nappe du plateau de Mostaganem a fortement baissé. La capacité de la nappe était estimée à 29 millions de m³ environ, en l'année 1970-1971 ; elle a chuté à 20 millions de m³ (estimation de la Direction des Services Agricoles de Mostaganem). De plus, elle est surexploitée par de nombreux captages opérés depuis les dernières réorganisations des terres agricoles et le creusement des puits, ce qui aggrave son rabattement. Ce dernier peut atteindre parfois 2 à 3 m par an.

C'est là l'indice d'une nappe exploitée à la limite de ses possibilités du fait de la multiplication anarchique des puits et de l'assèchement du climat, du moins de la raréfaction des hivers pluvieux.

Conclusion

Les principaux facteurs intervenant directement dans les ressources potentielles en eau sont, en premier lieu, les précipitations. Le plateau de Mostaganem reçoit annuellement une tranche d'eau comprise entre 300 et 400 mm. Les rythmes pluviométriques sont méditerranéens ; ils sont caractérisés par une double irrégularité interannuelle et annuelle, avec une opposition entre une saison fraîche et humide et une saison chaude et sèche. La dernière période, de 1977 à 1991, est marquée par une sécheresse nette et attire notre attention sur le problème du renouvellement des ressources en eau potentielle.

Le deuxième facteur est la température. L'étude des températures moyennes mensuelles met en évidence, là aussi, deux saisons

thermiques, bien distinctes et de même durée (6 mois) : de mai à octobre, pour la saison chaude et de novembre à avril, pour la saison fraîche. Les fortes températures de l'été font augmenter considérablement l'intensité de l'évaporation et par conséquent, l'importance des besoins en eau.

Enfin la combinaison entre les précipitations et les températures : il existe une nette coïncidence typiquement méditerranéenne entre le maximum thermique et le minimum pluviométrique, ce qui se traduit par une évapotranspiration qui atteint sa valeur plafond. Cette intensité de l'évapotranspiration dépend, en réalité, de l'importance du déficit de saturation de l'air.

Tous ces facteurs contribuent à expliquer la diminution rapide de la ressource en eau, superficielle et souterraine, dans un climat de type semi-aride, a été sec et à hiver pluvieux.

Les principales manifestations de cette dégradation hydrogéologique se résument dans l'abaissement du niveau piézométrique de la nappe dans quelques bassins hydrogéologiques (jusqu'à -6 m par endroit). La conséquence directe de l'abaissement des eaux souterraines est le tarissement des puits, des forages et des sources (notamment sur les bordures du plateau). Cette situation pousse les agriculteurs à approfondir chaque année des puits pour chercher l'eau (entre 1 à 2 m par an, selon un entretien mené avec les exploitants au moment de l'enquête sur le terrain). Les profondeurs des puits peuvent atteindre 40 à 50 m et ce, pour chercher l'eau dans les zones où la nappe a subi des fluctuations.

La surexploitation des eaux souterraines est pour l'instant au stade des interrogations. Elle se manifeste par une baisse importante au niveau des axes de drainage de la nappe, particulièrement au niveau du bassin de Mazagran et d'une partie de celui d'Ain Nouissy. La disponibilité de l'eau à faible profondeur a favorisé l'extension des pompages agricoles et industriels, celle-ci atteint un degré inquiétant. On craint que l'alimentation annuelle de la nappe ne compense plus les prélèvements et que l'on soit déjà au stade de puiser sur les réserves accumulées antérieurement. Dans ces conditions, un programme de gestion des ressources du plateau doit être rapidement établi et ce, pour permettre aux ressources de se reconstituer dans les secteurs où la nappe a connu les rabattements les plus importants.

BIBLIOGRAPHIE

AIME S, 1991, Étude de la transition entre les bioclimats subhumides, semi-aride et aride dans l'étage thermo-méditerranéen du tell Oranais (Algérie Occidentale), Thèse de doctorat d'Etat, Université de Aix en Province Marseille III, 200 pages.

ALCARAZ CI, 1974, La végétation de l'Ouest Algérien, Thèse Doctorat d'Etat, Université de Perpignan, 415 pages.

ARRUS R, 1985, L'eau en Algérie, de l'impérialisme au développement (1830-1962), O.P.U/P.U.G, Alger/Grenoble, 388 pages.

ASTER J-L 1971, Géophysique appliquée à l'hydrogéologie. Editions Masson, Paris, 350 pages.

BAICHE A, 2015 : Surexploitation des ressources en eau de l'aquifère du plateau de Mostaganem. Larhyss Journal, n°22, Juin 2015, pp. 153-165.

BELLAL S-A, 1998, Les ressources en eau et leur utilisation dans le plateau de Mostaganem. Thèse de Magister. Université d'Oran.

BETHEMONT J, 1977, De l'eau et des hommes, essai géographiques sur l'utilisation des eaux continentales, Bordas.

CASTANY G, MARGAT J, 1979, Evaluation des ressources en eau de la France, congrès de Vilnius, U.R.S.S., Association, Internationale, Hydrogéologique, PP 103-107.

CASTANY G, 1982, Principe et méthode de l'hydrogéologie, Editions Dunod, Paris, 256 pages.

CHAUMONT, PAQUIN, 1971, Carte pluviométrique de l'Algérie nord-occidentale au 1/50 000, 4 feuilles + notice, Soc. Hist. Nat. Afriques du Nord, Alger.

DECROUSSE A, 1990, Toute l'eau du monde, Editions du May, 154 pages.

DESJEUX D, 1985, L'eau, quel enjeu pour les sociétés rurales, Paris Harmattan, 220 pages.

DEZERT B, FRECAUT R, 1978, L'économie des eaux continentales" aménagement et environnement, Paris, C.D.U.-S.E.D.E.S., 185 pages.

FENET B, 1975, Recherche sur l'alpinisation de la bordure septentrionale du bouclier africain : les monts du Djebel Tessala et les massifs du littoral oranais. Thèse d'Etat sciences. Nice.

FRECAUT R, 1964, Eléments d'hydrologie continentale, Paris, C.D.U., 231 pages.

FURON R, 1963, Le problème de l'eau dans le monde, Paris, Payot, 313 pages.

GAUSSEN H, BAGNAULS M-F, 1948, Carte des précipitations de l'Algérie " moyenne 1913-1947", échelle 1/500 000, 4 feuilles, I.G.N., Paris.

GAUCHER J, 1972, Etude hydrogéologique de la région de Mostaganem. DEMRH, section étude et programmation, Oran, 165 pages.

LOUIS P, 1986, L'homme et l'eau en Méditerranée et au Proche Orient, Lyon, Maison de l'Orient, 128 pages.

LOUP J, 1974, Les eaux terrestres, Paris, Masson, 171 pages.

MARGAT J., 1988, La ressource en eau dans les pays du Maghreb. Les spécificités qui conditionnent exposé au séminaire "Eau Formation, Développement", organisé à Tunis par la Fondation de l'eau, en introduction à l'atelier N°1 "Evaluation et mobilisation de la ressource en eau"

REPARAZ, 1986, L'eau et les hommes en Méditerranée, Edition dun C.N.R.S., 315 pages.

ROCHE M., 1963, Hydrologie de surface. Paris, Gauthier-Villard, 430p 204 fig.

SCHOELLER H., 1962, Les eaux souterraines, Paris, Masson, 642 pages.

SELTZER P, 1946, Le climat de l'Algérie. Inst. de Météo. et de Physique du Globe de l'Université d'Alger, 219 pages + annexe.

THOMAS G, 1985, Géodynamique d'un bassin intra-montagneux, le bassin du Bas Chélif occidental (Algérie) durant le Mio-Plio-Quaternaire, Thèse Doctorat d'Etat Es-Science, Université de Pau et des pays de l'Adour.

**PROBLEMATIQUE DE L'APPROVISIONNEMENT EN EAU
POTABLE
À ABIDJAN (CÔTE D'IVOIRE)
Beli Didier YAO^{1,2}**

Problems of drinking water supply in Abidjan (Côte d'Ivoire)

¹ Institut de Géographie tropicale (IGT),

² Université Félix Houphouët Boigny Abidjan, Côte d'Ivoire
belididier07@yahoo.fr

Résumé

Abidjan, la métropole ivoirienne, bien qu'étant située dans une région humide et riche en ressource hydraulique, ne garantit pas un accès continu à l'eau potable pour tous ses habitants. Pourquoi l'ensemble de la population Abidjanaise n'a-t-elle pas accès continuellement à l'eau potable ? L'objectif de cet article est de montrer que les difficultés d'accès à l'eau potable à Abidjan sont en étroite relation avec l'insuffisance des infrastructures d'alimentation en cette ressource. Notre étude révèle que la capacité de production d'eau à Abidjan, de 356 000 m³, présente en fait un déficit de production de 160 000 m³ par jour (par rapport à la demande). Les causes de cette inadéquation entre l'offre et la demande sont dues à l'insuffisance des infrastructures, mais aussi à la pollution et la salinité des ressources en eau, auxquelles s'ajoute la mauvaise gouvernance du secteur d'approvisionnement.

Mots clés : Abidjan, eau potable, eau souterraine, lagune Ebrié, pollution

Abstract

Abidjan, the Ivorian metropolis, although located in a humid region rich in water resources, does not guarantee a continuous access of drinking water for all its inhabitants. Why does not the entire population of Abidjan have continuous access to drinking water? The objective of this paper is to show that the difficulties of access to drinking water in Abidjan are in close relation with the insufficiency

of the infrastructures of supply of the resource. Our study shows that the water production capacity in Abidjan of 356,000 m³ has a production deficit of 160,000 m³ per day. The causes of this mismatch between supply and demand are linked to inadequate infrastructure, but also to the pollution and salinity of water resources, coupled with the bad governance of the supply sector.

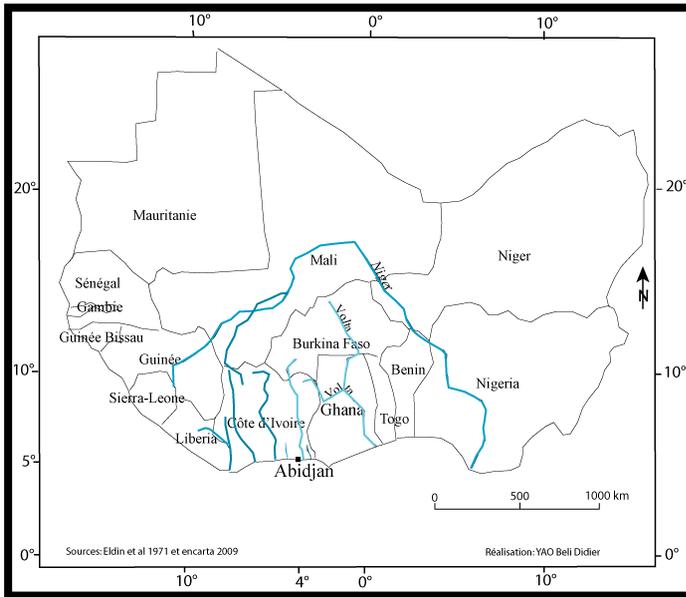
Keywords: Abidjan, drinking water, underground water, Ebrie lagoon, pollution

Introduction

La question de l'eau est devenue l'un des thèmes principaux du débat sur l'avenir des conditions de vie de l'humanité (Bouguerra, 2003). L'eau, élément indispensable pour la vie et la santé, est désormais inscrite dans les droits fondamentaux de la personne humaine. La Côte d'Ivoire dans son ensemble ne manque pas d'eau. Elle dispose d'un réseau hydrographique assez dense composé de quatre principaux bassins fluviaux qui sont le Cavally, le Sassandra, le Bandama et la Comoé et de petits bassins côtiers. A ceux-ci s'ajoutent des affluents du Niger (Baoulé, Bagoé et Gbanhala), de la Volta (Koukouda, Binéda et Kolodio), de la Tanoé (Ehania et Noé) (Fig 1).

La disponibilité en eau souterraine sur l'ensemble du territoire est estimée à 126 milliards de mètres cubes (ONEP, 2009). Les précipitations constituent la principale source d'eau de toutes ces ressources hydrauliques de surface ou souterraines. Régressives du sud vers le nord, les précipitations ont des moyennes annuelles variant entre 2400 mm dans l'extrême sud-ouest et 950 mm dans l'extrême nord-est. Malgré une évapotranspiration potentielle assez intense : 1500 mm/an (Eldin et al ; 1971), la Côte d'Ivoire dispose de suffisamment d'eau pour nourrir toute sa population (Koukougnon, 2012).

Figure 1. Réseau hydrographique de l'Afrique de l'ouest



Abidjan, la “perle des lagunes”, est située dans une région humide de climat subéquatorial et riche en ressource hydraulique.

Le bassin sédimentaire sur lequel est posée cette ville présente d'énormes potentialités en eau souterraine (Deh et al, 2012). Celles-ci sont estimées à 13 milliards de mètres cubes avec un potentiel de renouvellement annuel de l'ordre de 2,2 milliards de mètres cubes (ONEP, 2009). L'accès à l'eau potable pour tous est un idéal social auquel aspire toute la société ivoirienne, les Abidjanais en particulier. Cependant, Abidjan ne garantit pas un accès à l'eau potable continu pour tous ses habitants. Les difficultés d'approvisionnement en cette denrée s'accompagnent, souvent, de manifestations populaires. Alors, pourquoi l'ensemble de la population abidjanaise n'a-t-elle pas accès continuellement à l'eau potable?

L'objectif de cet article est de montrer que les difficultés d'accès à l'eau potable à Abidjan sont en étroite relation avec l'insuffisance des infrastructures d'alimentation en eau. La présentation des résultats est précédée par celle du cadre méthodologie et débouche sur une discussion.

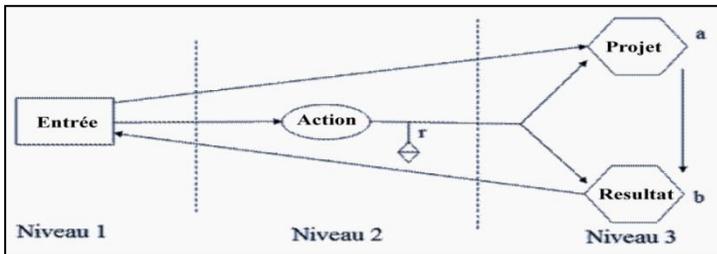
1. Cadre méthodologique et géographique

L'étude s'appuie sur des approches et outils pour la collecte et l'analyse des données, dans un espace géographique qu'il convient de décrire.

1.1. Approche méthodologique

Le canevas méthodologique utilisé ici s'appuie sur l'hypothèse suivante: "les insuffisances d'infrastructures d'eau potable, à Abidjan, sont à l'origine des difficultés d'accès à l'eau potable". Pour tester notre hypothèse, nous avons utilisé la méthode de la théorie systémique à trois niveaux (Fig 2).

Figure 2. Modèle simplifié de la théorie systémique de De J Rosnay, 1975

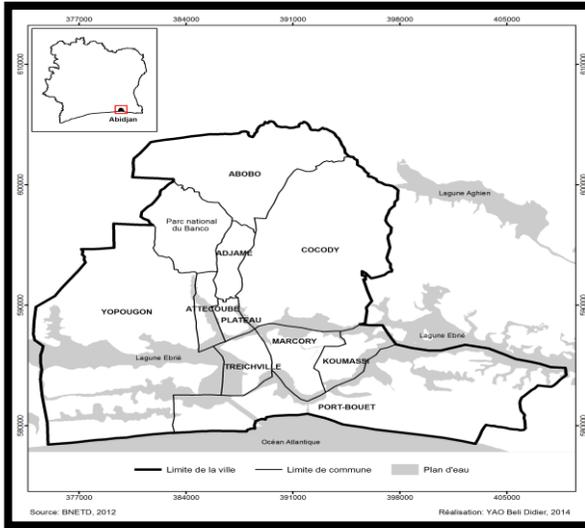


Les données du cadre géographique de la ville d'Abidjan constituent l'entrée du système.

1.2. Cadre géographique

La ville d'Abidjan est située autour de la lagune Ebrié, en bordure de l'océan Atlantique, au sud-est du bassin sédimentaire ivoirien. Elle s'étend sur une superficie de 1697 km², soit 0,13% du territoire national (ENV, 2008). Cette métropole africaine abrite 5 millions d'habitants répartis dans 10 communes dont les plus peuplées sont Yopougon et Abobo avec plus de 1 million d'habitants chacune. Ces communes sont réparties en deux secteurs par la lagune Ebrié : Abidjan nord et Abidjan sud (Fig 3). Cette eau de surface constitue avec les eaux souterraines, les ressources en eau de la ville.

Figure 3 : Réseau hydrographique d'Abidjan



La lagune Ebrié est la plus importante des lagunes ivoiriennes. Ce plan d'eau possède une superficie de 566 km², une profondeur de moyenne de 4,8 m, et s'allonge sur 150 km d'ouest à l'Est (Diabaté et Kodjo, 1991). Elle est alimentée en eau douce par trois bassins versants ; l'Agnéby, la Comoé et la Mé, ainsi que par quelques petites rivières dont le Banco.

Les eaux souterraines d'Abidjan sont celles du bassin sédimentaire sur lequel est posée la ville. Il s'étend sur 400 km de long et 40km de large, de Fresco à la limite du Ghana. Les formations sédimentaires de ce bassin sont constituées d'argiles et d'argiles sableuses, de sables et de grès, de conglomérats, de sables glauconieux et de marnes (Deh et al, 2012). Les caractéristiques hydrodynamiques de toutes ces formations font d'Abidjan une zone qui présente d'énormes potentialités en eau souterraine (Deh et al, 2012). Celles-ci sont composées d'un aquifère principal appelé "nappe d'Abidjan", et localement, de petites nappes.

L'Action est constituée de l'ensemble des activités d'alimentation en eau des populations à partir des ressources en eau disponible tant souterraines que de surface. Elle est réalisée conjointement par un partenariat public/privé entre l'Etat de Côte d'Ivoire et la

société de distribution d'eau de Côte d'Ivoire (Sodeci). La mise en œuvre de ce partenariat constitue l'élément fondamental de l'approvisionnement en eau potable des villes ivoiriennes dont Abidjan. L'ONEP (Office national de l'eau potable), le régulateur (r) de ce partenariat, est la structure étatique qui se charge du suivi de conformité de la réglementation, contrôle l'exécution des travaux, arbitre les litiges, prend les sanctions et protège le consommateur. L'action est canalisée dans le système par l'ONEP afin d'atteindre le projet auquel aspire la société ivoirienne: l'accès à l'eau potable pour tous. Le résultat obtenu, qui devrait être conforme au projet, présente une insuffisance, d'où les manifestations populaires.

La méthodologie de collecte des données allie la méthode quantitative à la méthode qualitative. L'étude s'appuie sur des données quantitatives et qualitatives fournies par l'analyse documentaire des statistiques de la Sodeci et de l'ONEP. Des entretiens ont été par ailleurs menés avec les responsables des deux structures et de la Direction de l'hydraulique humaine au Ministère des infrastructures. Ces entretiens ont porté sur le service de l'eau à Abidjan notamment, la capacité de production, les insuffisances en eau et le mode de gestion.

Des enquêtes ont été menées afin de localiser les infrastructures et avoir l'opinion des ménages sur la consommation d'eau potable et la qualité du service. Cette dernière s'est déroulée à Cocody, Abobo, Yopougon, Adjamé, Treichville et Koumassi.

2. Résultats

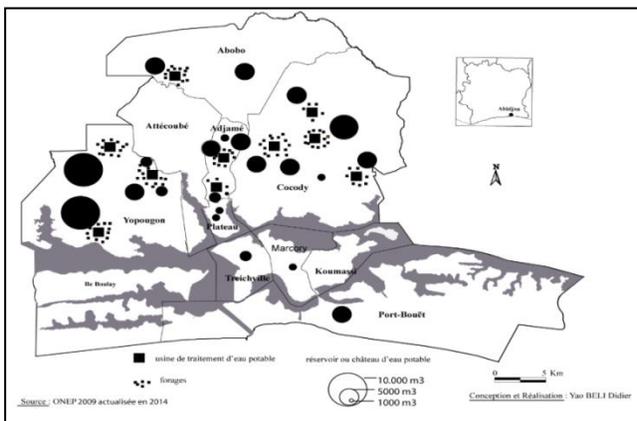
2.1. La mobilisation des ressources en eau

La lagune Ebrié n'est pas exploitée pour l'approvisionnement en eau des populations abidjanaises et ce, à cause de la pollution et de la salinité de celle-ci.

Cet approvisionnement est fait depuis plus de 40 ans par les eaux souterraines du bassin sédimentaire. L'alimentation en eau potable de la ville d'Abidjan est assurée à partir d'un système comportant des forages, des usines de traitement, des dispositifs de stockage et un réseau de distribution (Fig 4).

A ce jour, 10 usines de production d'eau potable alimentées par 95 forages fonctionnels, approvisionnent la métropole ivoirienne en eau potable. Cependant, la partition géomorphologie de la ville en deux zones, Abidjan nord et Abidjan sud, laisse apparaître une concentration de tous ces équipements de captage et de traitement d'eau dans la partie nord de la ville. En effet, tous les projets de forage à Abidjan sud ont été abandonnés à cause de la remontée saline.

Figure 4 . Localisation des infrastructures d'eau potable à Abidjan en 2014



Cette partie de la ville, entièrement alimentée en eau potable par la partie nord, ne dispose que de 11% du volume total des réservoirs ou châteaux d'eau de la ville d'Abidjan dont la capacité totale est de 100.500 m³. Aussi, plusieurs forages ont été abandonnés à Abidjan nord à cause de la pollution des eaux souterraines. Ce sont 6 forages sur 9 qui ont été abandonnés à Adjamé-Château ainsi que la totalité de ceux de la commune du Plateau.

La production journalière d'eau potable générée par l'ensemble de ces équipements en 2014 est évaluée à 356.000m³, représentant environ 70% de la production nationale. Malgré sa forte influence sur l'hydraulique humaine du pays, la ville d'Abidjan connaît un déficit de production d'eau potable estimé

à 160.000 m³ par jour³⁰, soit un ratio de 32 litres par habitant par jour³¹. Cette situation tient son origine de la crise économique des années 1980 : les effets conjugués du second choc pétrolier, du cours défavorable du dollar et de la baisse dramatique des prix des matières premières ont considérablement appauvri l'Etat. En effet, après le lancement du programme national de l'hydraulique humaine en 1973, la production et la demande en eau potable étaient équilibrées à Abidjan. Mais à partir de 1980, la crise économique n'a plus permis de faire les investissements nécessaires à l'alimentation en eau potable de la ville d'Abidjan dont l'urbanisation allait déjà à un rythme galopant. La situation s'est détériorée avec le coup d'Etat de 1999 qui a mis un arrêt aux investissements dans tous les secteurs. Elle s'est aggravée avec la crise armée de 2002. La demande s'est accrue de façon exponentielle avec le déplacement massif des populations des régions occupées par la rébellion vers Abidjan.

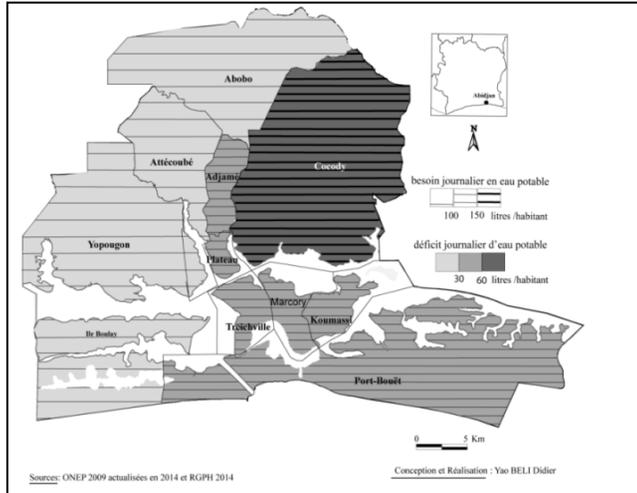
2.2. La desserte d'Abidjan en eau potable

Les populations abidjanaises subissent une discontinuité chronique du service public d'eau potable allant de la baisse de pression au manque d'eau, aussi bien dans le nord que dans le sud de la ville. Toutefois, le besoin et le déficit en eau potable par habitant sont inégalement répartis dans la ville (Fig 5).

Figure 5. Besoin et déficit journaliers en eau potable par habitant à Abidjan en 2014

³⁰ Le déficit évalué à 200.000 m³ a été réduit avec l'ouverture de l'usine de production de Yopougon Niangon2 in *Fraternité matin* n° 15008 du 13 décembre 2014.

³¹ Ratio évalué à partir du RGPH 2014



Pour une meilleure distribution de l'eau potable, Abidjan a été subdivisée en quatre zones auxquelles ont été associées des usines de production. Ainsi la zone1 comprend les communes d'Abidjan sud auxquelles on ajoute les communes du Plateau et d'Adjamé. Près de 40% de la production d'eau potable à Abidjan est réservée à cette zone qui compte 46% de la population abidjanaise. Son déficit en eau potable est estimé à 47 litres par habitant par jour, face à un besoin journalier évalué à 118 litres par habitant. Dans cette zone se trouvent le quartier des affaires, des quartiers commerciaux, les infrastructures portuaires et aéroportuaires ainsi que 60% des industries du pays.

La zone 2 est la commune de Cocody. Le besoin et le déficit journalier par habitant en eau potable, qui sont respectivement 221 et 78 litres, sont les plus élevés de la ville. Cette commune regroupe de nombreux quartiers résidentiels avec des habitats de haut standing disposant de plusieurs pièces d'eau avec des piscines et des jardins. Cocody regroupe aussi plusieurs résidences universitaires et camp militaires, tous consommateurs de grande quantité d'eau.

Les zones 3 et 4 sont respectivement les communes de Yopougon et Abobo, les communes les plus grandes et les plus peuplées de la ville. Leurs besoins journaliers en eau potable estimés à moins de 100 litres par habitant sont les plus faibles de la ville. L'habitat dans ces deux communes est de type économique ou évolutif.

L'habitat économique plus dense à Yopougon accueille, dans des logements disposant d'un confort satisfaisant, les cadres moyens, les employés et agents de maîtrise. L'habitat évolutif par contre est un habitat collectif où se retrouvent les usages culturels anciens. Sur de petites surfaces et dans une cour fermée cohabitent plusieurs familles. Chacune a son appartement privé, mais partage avec les autres ménages de la cour, la douche, le WC, le robinet d'eau. Ce type d'habitat, beaucoup plus répandu à Abobo, est occupé par des ménages moins consommateurs d'eau. Ceci explique le faible besoin journalier en eau potable d'Abobo, estimé à 74 litre par habitant.

Ces dernières années, les autorités ivoiriennes ont renforcé le système d'alimentation en eau potable par l'augmentation de la production et le renforcement du réseau de distribution à Yopougon (Niangan). Elles ont ainsi réduit le déficit d'eau dans cette commune à moins de 15 litres par habitant, le plus faible de la ville. Néanmoins, plusieurs facteurs limitent l'accès des ménages à l'eau potable à Abidjan, à savoir : le coût élevé des raccordements; le nombre limité des branchements sociaux; la marginalisation des quartiers précaires par le réseau d'eau potable, la faiblesse des revenus des couches défavorisées.

2.3. La gouvernance de l'eau : un partenariat public/privé

Le dispositif institutionnel de la gestion du service de l'eau potable en milieu urbain en Côte d'Ivoire est organisé autour d'un opérateur privé, la Sodeci. Celui-ci exploite le réseau national d'adduction d'eau potable dans le cadre d'un contrat d'affermage qui le lie à l'Etat de Côte d'Ivoire. Le dernier contrat, signé en 2007 entre les deux parties, prend fin en 2022. La Sodeci est chargée de l'exploitation du service public de l'eau potable, de la maintenance des ouvrages et équipements et de la gestion des abonnés sur l'ensemble du territoire. Ainsi donc, pour se raccorder au réseau d'eau public et recevoir de l'eau potable continuellement, les ménages, les établissements publics et privés souscrivent à un contrat d'abonnement avec la Sodeci. Cette structure compte 353.782 abonnés pour la ville d'Abidjan en 2011, soit 52% de l'ensemble de ses abonnés. L'Etat de Côte d'Ivoire est le propriétaire du patrimoine ; il réalise les travaux, assure la régulation du secteur de l'eau potable et gère les fonds issus de la vente de l'eau. Toutes ces charges sont assurées par

l'ONEP. En outre, l'Etat définit la politique de l'eau et fixe le prix du service d'eau potable. Il a mis en place une politique sociale de l'eau potable, pratiquée à travers trois dispositifs influant sur le prix de l'eau.

Le premier dispositif est la péréquation du prix de l'eau (tarif uniforme) sur l'ensemble du territoire.

Le deuxième dispositif mis en place est la modulation du prix du mètre-cube d'eau suivant des tranches de consommation (Tab 1).

Tableau 1: Structure tarifaire de l'eau potable en milieu urbain ivoirien pour les abonnés raccordés au réseau d'assainissement en 2014

Désignation des tranches en fonction du volume d'eau consommée par trimestre	Prix ³² de vente du m ³ d'eau (en francs CFA)	Composition du prix du m ³ d'eau (en francs CFA)				
		Part Sodeci hors taxe (fixe)	TVA ³³ 18 % (fixe)	Taxes spéciales		
				Part FDE (Fonds de Développement)	Part FNE (Fonds National de l'Eau)	Part Assainissement
Tranche forfaitaire ³⁴ (0 - 9 m ³)	250,3	228	(Exonéré)	7	(Exonéré e)	15,3
Tranche sociale (10-18 m ³)	250,3	228	(Exonéré)	7	(Exonéré e)	15,3
Tranche domestique (19-90 m ³)	403,3	228	41	77,3	21	36
Tranche normale (91-300 m ³)	661,8	228	41	271,3	46,5	75
Tranche industrielle (>300 m ³)	786,3	228	41	331,3	84	102
Tranche administrative	538,3	228	41	141,3	113	15

Source : ONEP 2009 actualisée en 2014

³² Prix avec toutes les taxes comprises (TTC)

³³La T.V.A. est assise sur la part hors-taxe du fermier la Sodeci, au taux fixe de 18 % dans toutes les tranches sauf les tranches sociales (dont la tranche forfaitaire qui en sont exonérées)

³⁴ Première tranche sociale

La grille tarifaire de l'eau potable en milieu urbain comprend cinq tranches et une tranche administrative.

Le tarif de l'eau est constitué de trois grandes composantes : la part du fermier (la rémunération de la Sodeci), la TVA (taxe sur la valeur ajoutée) et les taxes spéciales constituées du fond national de l'eau (FNE), du fond de développement de l'eau potable (FDE) et de la redevance sur l'assainissement.

Alors que les deux premières composantes restent fixes pour toute consommation, les taux des taxes spéciales varient en fonction des tranches de consommation. En outre, le taux de la redevance sur l'assainissement varie selon le type d'abonnement : on distingue les abonnés raccordés, les abonnés raccordables et les abonnés non raccordables au réseau d'assainissement. Le premier type d'abonnés paye le taux de redevance le plus élevé sur l'assainissement quand le troisième type d'abonnés paye le plus faible taux.

A Abidjan, les abonnés sont pour la plupart raccordés. Les deux premières tranches auxquelles est appliqué le plus faible tarif du mètre-cube d'eau, sont des tranches sociales. Elles sont exonérées de TVA et de la taxe spéciale du FNE. En plus, elles bénéficient de l'application du plus faible taux pour les deux autres taxes. Cependant, on distingue une première tranche sociale dite tranche forfaitaire pour les consommations allant de 0 à 9m³. Toute consommation d'eau potable incluse dans cette tranche est facturée forfaitairement à 9 m³, soit 2 253 francs CFA³⁵ pour un abonné raccordé au réseau d'assainissement. Ainsi en Côte d'Ivoire, la facturation de tout abonné au service d'eau ne peut être en dessous de 9m³ quelle que soit la consommation. La deuxième tranche sociale est appliquée à tous les abonnés dont la consommation d'eau au cours du trimestre est comprise entre 10 et 18 m³. La tranche industrielle dont le volume trimestriel d'eau consommé est supérieur à 300 m³ paye le taux le plus élevé de taxes spéciales. La tarification progressive a été initiée pour

³⁵1 euro est équivalent à 655,957 francs CFA, soit 1 franc CFA est équivalent à 0,001524 euro

décourager le gaspillage, et une tranche sociale a été fixée afin de permettre l'accès à l'eau potable aux ménages à faibles revenus.

Le troisième dispositif est la subvention au branchement accordée par l'Etat. Cette aide d'intérêt général, initiée pour inciter les ménages au branchement, consiste à un établissement gratuit du branchement sur le réseau public d'eau potable. Le bénéfice de cette gratuité est accordé lorsque le diamètre du branchement et du compteur à installer pour un habitat est le plus petit diamètre de branchement (15 mm). Les branchements subventionnés ont permis un accroissement important du nombre des abonnés et ont représenté plus de 95% des branchements par an. Mais ces branchements à caractère social ont fortement déséquilibré la politique financière du Programme National d'Hydraulique Humaine, créant un manque de fonds et un dysfonctionnement dans le développement du secteur de l'eau potable. Face donc à ces difficultés, en 1987, l'Etat de Côte d'Ivoire va commanditer une réforme institutionnelle du secteur de l'eau potable par deux décrets, avec l'appui financier de la Banque Mondiale.

Le décret n°87-1474 du 17 décembre 1987, portant fixation du prix et du tarif de vente de l'eau et la détermination des conditions d'application du régime des branchements sociaux, va transformer le contrat d'affermage en une convention de concession du service public de distribution d'eau potable entre l'Etat de Côte d'Ivoire et la Sodeci pour une durée de 20 ans. Le décret n°87-1473 du 17 décembre 1987, portant création de taxes spéciales: le Fonds National de l'Eau (FNE) et le Fonds de Développement de l'eau potable (FDE).

Le premier est initié en remplacement du Fonds National de l'Hydraulique et du Fonds National de l'Assainissement. A ces taxes spéciales, sera ajouté par le décret n°99-257 du 25 mars 1999, le prélèvement d'une redevance d'assainissement. Ces taxes prélevées sur le prix de vente de l'eau vont relancer le développement du secteur de l'eau potable sur fonds propres. Elles ont permis de financer quelques travaux neufs, des travaux de renforcement et d'extension du réseau d'eau potable ainsi que

les branchements sociaux. Mais en 2002, une contribution de 19.356 francs CFA sera demandée aux bénéficiaires des branchements subventionnés contre 167.013 francs CFA pour le branchement ordinaire.

2.4. Les solutions préconisées

L'action des autorités a consisté à accroître la production par la réalisation de nouvelles unités, renforcer les installations déjà existantes et interconnecter toutes les infrastructures du réseau d'eau public à Abidjan pour une meilleure répartition de la production. Ces réalisations ont permis d'accroître l'offre d'eau potable, améliorer le débit de la pression au robinet, renforcer le réseau d'eau public et faire baisser la grogne des populations. Aussi, le District d'Abidjan a réalisé plusieurs projets de bornes fontaines dans les quartiers précaires d'Abidjan. Cependant, pour combler le déficit de production d'eau potable et assurer un approvisionnement de façon pérenne, trois projets ont été mis à l'étude: la mobilisation des ressources en eau à partir de la nappe de Bonoua, le captage sur la lagune d'Aghien, le captage sur le fleuve Comoé. Seul, le premier projet est réalisé. Il a permis d'accroître la production d'eau potable à Abidjan de 80.000 m³ par jour. Cependant, la forte demande en eau potable dans cette ville, augmentant avec la croissance accélérée de la population, nécessite la réalisation des deux autres projets.

3. Discussion

Les insuffisances d'infrastructures d'eau potable, ne constituent pas la seule cause des difficultés d'accès à l'eau potable à Abidjan. La pollution, la salinité des ressources en eaux et la mauvaise gouvernance de l'eau potable, en sont aussi des causes majeures.

3.1. La pollution et la salinité des ressources en eaux : des causes d'abandon de plusieurs infrastructures d'approvisionnement en eau potable

Les équipements existent mais la pollution et de la salinité de la nappe d'Abidjan ont eu pour conséquence l'abandon de certains ouvrages de production d'eau potable à Abidjan nord et les projets de forage à Abidjan sud. Selon Deh et al (2012), la nappe

phréatique a un niveau piézométrique très proche de la surface du sol et pourrait recevoir directement des polluants d'origines diverses. En outre, les formations du bassin sédimentaire pourraient offrir à priori des conditions favorables à la migration des polluants vers les eaux souterraines. La pollution d'origine organique que connaît la nappe d'Abidjan est due à l'assainissement autonome (fosses septiques). Les valeurs de pollution nitratée atteignant souvent par endroit 120 mg.l⁻¹ (Deh et al, 2012). Cette nappe est aussi confrontée à l'invasion saline liée au dragage incontrôlé des fonds lagunaires.

La lagune Ebrié est devenue une eau saumâtre à cause de ses ouvertures sur l'océan Atlantique par le canal de Vridia Abidjan – canal nécessité par la création du port de ladite ville – et par l'embouchure de la Comoé à Grand-Bassam. La lagune Ebrié est aussi confrontée à des problèmes de pollution et ce, tant par des sels nutritifs que par la matière organique que connaissent les plans d'eau des grandes agglomérations urbaines africaines (Inza et al, 2009). Elle est le réceptacle des eaux usées domestiques et industrielles directement déversées, sans aucun traitement préalable (Dufour et al, 1985). Impropre à la consommation humaine, les autorités ivoiriennes l'ont abandonnée dans leur projet d'approvisionnement en eau potable des abidjanais au profit de la lagune d'Aghien, située elle hors de la ville.

3.2. La mauvaise gouvernance de l'eau : une menace pour le mécanisme financier du secteur d'eau potable

Pour remédier aux problèmes d'eau qui se posaient en Côte d'Ivoire, le gouvernement ivoirien a lancé, à partir de 1973, un vaste Programme National d'Hydraulique Humaine, afin d'améliorer les conditions de vie des populations par la consommation d'eau potable. Cette volonté politique s'est traduite par un effort considérable en équipements (Koukougnon, 2012) et une politique sociale de l'eau. Ainsi, l'Etat de Côte d'Ivoire refuse de donner son accord pour l'actualisation des tarifs de l'eau potable en milieu urbain contrairement à son engagement vis-à-vis du fermier. Ce non-respect de l'engagement de l'Etat occasionne chaque année un déficit d'exploitation

d'environ 3 milliards de francs CFA à la Sodeci (ONEP, 2009). En conséquence, le fermier opère une mainmise sur le Fonds de Développement de l'Eau (FDE). Le régulateur, l'ONEP, justifie le sous-équipement et l'inertie du réseau d'eau potable à Abidjan par ce fait. Et pourtant, selon Thiriez et al (2011), la politique de vente de l'eau axée sur le branchement individuel a produit suffisamment de revenus pour subventionner l'expansion et le développement des systèmes urbains d'alimentation en eau dans tout le pays. En effet, le prix de l'eau potable prend en compte le prix de revient de l'eau (produit de traitement, électricité et la marge contractuelle du concessionnaire de 6%), les besoins en investissements du secteur de l'eau potable, la dette du secteur de l'eau et les frais d'exploitation du réseau d'assainissement.

Cela étant, la fraude sur l'eau de consommation est évaluée en 2008 à plus de 1,5 million de mètres cube à Abidjan (ONEP, 2009). Ce phénomène contribue à réduire le ratio de facturation qui est évalué à 71,3% en 2010. La lutte contre la fraude sur l'eau, par le régulateur, est rendue difficile à cause du manque de texte. Toutes les réformes institutionnelles prises en Côte d'Ivoire, pour une meilleure gestion de l'eau potable, ont toujours été plombées par l'absence de textes réglementaires, ce qui handicape fortement le secteur de l'eau potable dans son élan de développement. Ces réformes devraient conduire à un équilibre financier du secteur de l'eau, mais force est de reconnaître que ce secteur reste très déficitaire en moyens financiers.

Les arriérés de l'Etat pour facture d'eau impayée s'élèvent à 55 milliards de francs CFA en 2009, et pourtant, 60% des consommations d'eau du secteur public résultent du gaspillage (ONEP, 2009).

La consommation annuelle de certains établissements publics, notamment les camps militaires et les résidences universitaires, est supérieure à la consommation totale annuelle de plusieurs grandes villes réunies, mais pour l'essentiel il faut relever que ce gaspillage résulte de la défektivité des installations entraînant des casses et fuites à l'usage de l'eau dans les domiciles et les bureaux par les non-ayants droits et ce, aux branchements

illégaux sur les compteurs de l'administration publique, ou à la déviation de l'usage de l'eau à des fins lucratifs (revente d'eau en sachets, lavage auto etc.). La réduction des gaspillages d'eau dans les structures publiques et la lutte contre la fraude permettront de transférer des volumes d'eau (ainsi économisés) aux abonnés ayant des déficits. Ceci peut conduire vers un équilibre financier du secteur de l'eau.

A ces problèmes, s'ajoute le problème de l'inadéquation de la tarification progressive du prix de l'eau en milieu urbain, concernant les abonnés industriels qui bénéficient des tarifs sociaux, avant de se voir appliquer le tarif de la tranche qui leur est normalement réservée.

Conclusion

Bien que la ville d'Abidjan soit pourvue de ressources en eau, les difficultés d'approvisionnement en eau potable dans cette localité demeurent réelles. Beaucoup d'efforts ont été déployés dans le secteur en question à Abidjan. Aujourd'hui, cette localité représente à elle seule plus de 70% de la production et de la consommation d'eau potable du pays. Toutefois, le déficit en eau potable y est évalué à près de 160.000 m³ par jour.

Ce déficit est dû à l'insuffisance des infrastructures d'eau, à la pollution et la salinité des ressources en eau. Ces facteurs sont à l'origine de l'abandon de plusieurs infrastructures d'approvisionnement en eau potable.

A son tour, la mauvaise gouvernance du secteur de l'eau ne permet pas d'accroître les infrastructures et le réseau d'eau potable. En définitive, les populations ne pourront être satisfaites que si de nouveaux investissements sont engagés et si une meilleure gouvernance est mise en place dans le secteur de l'eau potable et de l'assainissement.

BIBLIOGRAPHIE

BOUGUERRA L-M, 2003, *Les batailles de l'eau pour un bien commun de l'humanité*, éditions de l'Atelier, Collection : Enjeux Planète, 239p.

DIABATE H, KODJO L, 1991, *Notre Abidjan*, Mairie d'Abidjan, et Ivoire média, Abidjan, 256p.

ELDIN M, AVENARD J-M, GERARD J, GUILLAUMET J- L, PERRAUD A, 1971, *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire*, Orstom Paris, 401p.

ENV, 2008, *Enquête sur le Niveau de Vie des ménages en 2008*, Rapport de l'Institut National de la Statistique (INS), Abidjan, 85p.

KOUKOUIGNON W, 2012, *Milieu urbain et accès à l'eau potable : cas de Daloa (centre-ouest de la Côte d'Ivoire)*, Thèse de Doctorat de Géographie, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, 370p.

ONEP, 2009, *Etats généraux de l'Eau en Côte d'Ivoire*, Documents de base 1; 2; 3; 4 et 5; Yamoussoukro du 18 au 20 mai 2009, Office National de l'Eau Potable(ONEP), Abidjan, 20p ; 14p; 28p, 50p et 22p.

PNUD, 2006, *Au-delà de la pénurie: Pouvoir, pauvreté et crise mondiale de l'eau*, *Rapport mondial sur le développement humain 2006*, Programme des Nations Unies pour le développement, 552p.

DE ROSNAY J, 1975, *Le Macroscopie, vers une vision globale*, éditions du seuil, Paris, 346 p.

DEH K-S, KOUAME K-J, SALEY M-B, 2012, Evaluation de la vulnérabilité spécifique aux nitrates (NO₃) des eaux souterraines d'Abidjan (sud de la Côte d'Ivoire), in *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 6(3), pp1390 – 1408.

DUFOUR P H, KOUASSI A-M, LANUSSE A, 1994, Les pollutions. In *Environnement et ressources aquatiques de Côte d'Ivoire*, Tome 2 : Les milieux lagunaires, Edition de l'ORSTOM, Paris, pp 309 – 333.

INZA B, SORO M-B, ETCHAN A-O, TROKOUREY A, BOKRA Y, 2009, Caractéristique physico-chimique des eaux et des sédiments de surface de la baie des milliardaires, lagune Ebrié, Côte d'Ivoire. In *Revue Ivoirienne de Sciences et Technologie*, 13, Abidjan, pp 139 – 154.

THIRIEZ A, CHOUZENOUX J, IBO J, 2011, Etude stratégique pour la gestion des déchets solides dans le District d'Abidjan, Programme d'Urgence d'Infrastructures Urbaines (PUIUR), Rapport final, Ministère des infrastructures économiques de Côte d'Ivoire, 176 p.

**DISPARITES SOCIO-SPATIALES DANS L'ACCES A L'EAU :
CAS DE LA PERIPHERIE ORANAISE**

Social and spatial disparities in access to water: Oran periphery case study

SEGHIRI Hicham^{1,2}, BELLAL Sid-Ahmed^{1,2}

¹Laboratoire, Espace Géographique Et Aménagement du Territoire

² Faculté des Sciences de la Terre et l'Univers, Université d'Oran2,

hichamgeo1@gmail.com, bellalsid@yahoo.fr

Résumé

Les disparités socio-spatiales dans l'accès à l'eau à travers la périphérie d'Oran constituent le sujet du présent article. Elles reposent essentiellement sur la relation existant entre l'eau et la population installée dans cet espace. La périphérie est considérée comme un espace à double particularité, géographique en terme de position par rapport à la ville, et sociologique selon les groupes sociaux qui l'occupent. Ajoutant à cela, les aspects naturels et climatiques qui influent, en qualité et en quantité, sur ces ressources d'eau locales. Le périmètre périphérique étudié, au travers des trois communes de Bir El Djir, Sidi Chahmi, et Es-Sénia, rassemble un paysage urbain et naturel. L'enjeu de l'eau dans cet espace est devenu important, surtout après la croissance démographique et ses mutations urbaines qu'il a supportées, dans une situation caractérisée par une irrégularité et une limitation de la ressource en question. La périphérie d'Oran est confrontée alors à un « stress hydrique », ne pouvant plus, de ce fait, apporter la ressource en eau nécessaire à une urbanité tentaculaire et grandissante. Tel est l'objet de cet article. Pour comprendre cette évolution urbaine et les conséquences qu'elle engendre, nous analyserons la géographie, le climat, la croissance démographique de la ville d'Oran, par une approche statistique et cartographique visant à rendre compte de la pression sur la ressource d'eau locale. Ensuite nous examinerons l'offre en eau faite dans cet espace et son développement par la mobilisation des ressources régionales pour satisfaire la demande locale, ainsi que le régime de la consommation d'eau par la population locale et son type de gestion par les autorités locales.

L'objet scientifique étant d'apprécier les disparités socio-spatiales existantes à travers l'accès et la consommation de l'eau dans la périphérie d'Oran.

Mots clés : Disparité spatiale, disparités sociale, accès à l'eau, habitat, périphérie, Oran

Abstract

Socio-spatial disparities in access to water across the outskirts of Oran form the subject of this paper, and are essentially based on the relationship between water and the settled population in this space. The periphery is considered as a space with two distinctive features, geographical in terms of its position in relation to the city, and sociological according to the social groups occupying it; adding to this the natural and climatic aspects that affect in quality and in quantity on these local water resources. The studied perimeter, through the three communes of Bir El Djir, Sidi Chahmi and Es-Senia, brings together an urban and a natural landscape. The water issue in this area has become important, especially after the demographic growth that this region has endured along with its subsequent urban changes; it is marked mainly by a shortage of the resource. The periphery of Oran is then facing a "water stress", which makes the water resource no longer sufficient for satisfying the demand of a sprawling and growing urbanity, which is the subject of this article. To understand this urban evolution and its resulting effects, we analyzed the geography, the climate and the population growth of Oran city. We used a statistical and cartographic approach to highlight the pressure on the local water resource. Then we observed the availability of water to supply the studied area and its development through the mobilization of the regional resources to satisfy the local demand. Besides, we observed the regime of water consumption by the population and its management by the urban authorities, the scientific object of this article being to appreciate the existing socio-spatial disparities through access and consumption of water in the outskirts of Oran.

Keywords: Spatial disparity, social disparities, access to water, housing, periphery, Oran.

Introduction

Les enjeux liés à l'accès à l'eau ont pris dernièrement une grande importance dans les grands débats mondiaux sur l'eau ; et parmi ces enjeux, les disparités dans l'approvisionnement journalier en eau entre les groupes sociaux dans un espace défini. Cette problématique a été évoquée par les Nations Unies à plusieurs occasions, bien que son éradication ait fait l'objet du *chapitre 18 de l'agenda 21*, qui a portée sur les grandes orientations du développement durable.

Située dans un espace pauvre en ressources d'eau, la périphérie oranaise est confrontée à plusieurs problèmes hydriques, notamment après la dynamique urbaine qu'elle a connue ces dernières années. Cette dynamique est le résultat de plusieurs facteurs liés essentiellement à la croissance démographique urbaine et à l'éclatement spatial de la population en différents types d'occupation du sol, qui ont fini par générer différents regroupements sociaux. Tout cela a de plus en plus sollicité la demande en eau dans ce milieu caractérisé par un climat semi-aride, menaçant ces ressources en eau en quantité et en qualité. Face à ce déficit, les autorités ont mobilisés depuis l'ère coloniale des ressources très lointaines et ce, par le biais de techniques diverses telle que le transfert, ou la déminéralisation des eaux salées (Sebkha et mer). Ces investissements dans l'infrastructure hydraulique avaient pour but de satisfaire la demande en eau. L'objectif principal est de voir si les disparités dans l'accès à l'eau sont notables dans la périphérie d'Oran.

1. Méthodologie et matériels : une approche quantitative pour voir les disparités d'accès à l'eau dans la périphérie d'Oran.

Afin de répondre à la problématique sus citée, l'étude adoptera une méthodologie d'approche en différentes phases.

Initialement le propos était orienté sur le thème de « l'eau dans les grands tissus urbains », toutefois, progressivement, cette question de l'eau dans la périphérie urbaine oranaise a pris place. Sur cette question-là, une phase exploratoire sera consacrée,

d'abord à la collecte d'informations relatives aux concepts correspondants à la détermination d'une zone périphérique et à voir ensuite si la zone périphérique oranaise choisie est réellement un espace conforme à cette terminologie. Le deuxième volet de cette phase portera sur les entretiens exploratoires c'est-à-dire une reconnaissance qualitative, sous forme d'entretiens libres avec les personnes qui travaillent dans le domaine de l'approvisionnement en eau potable.

Cette phase a permis d'intégrer les questionnements posés préalablement sur l'eau et ses enjeux à travers la périphérie d'Oran.

La consultation de travaux scientifiques spécialisés portant sur le processus de l'eau dans la périphérie d'Oran, notamment en termes de quantité et de répartition, sont un apport non négligeable pour notre recherche. Tous ces éléments nous ont aidés dans la finalisation de notre questionnement sur les pressions produites du fait de la croissance spatiale et démographique sur la ressource en eau, caractérisée par une pénurie dans l'espace périphérique d'Oran. Est-ce qu'elle est inégalement répartie entre les groupes sociaux ?

Ainsi la phase quantitative s'articule sur la collecte d'informations relatives d'une part, à la question de l'eau, sa disponibilité, sa répartition, et ses pratiques de consommation et d'autre part, sur l'exploration des différents groupes sociaux qui s'installent dans cette périphérie. Quant au questionnaire, il est conçu sur la base des questionnements posés et sur l'approche qualitative. Il porte sur les caractéristiques socio-économiques des chefs de ménage, sur celles de l'habitat objet de l'enquête et enfin, sur les particularités liées à l'accès et à la consommation de l'eau sous forme de questions fermées. Le questionnaire a été adressé aux populations de trois quartiers différents, choisis préalablement sur la base des investigations exploratoires précédentes. L'échantillon appliqué est divisé en strates homogènes à partir d'une variable : le type d'habitat. Cette variable possède une corrélation avec le niveau socio-économique et urbain des ménages enquêtés. Le choix de ce genre d'échantillon nous a

permis de réduire la dispersion du caractère étudié par rapport à sa valeur moyenne. La disposition des échantillons selon cette variable nous a aidés à avoir des analyses approfondies de chaque type d'habitat. La répartition des échantillons se fait selon le critère : type d'habitat. Trois quartiers ont été choisis selon ce critère: Canastel, où la dominance revient au type « Villa »; l'USTO, composé de type collectif « appartements »; enfin le quartier de Kara dominé par les « maisons individuels », en plus de l'habitat précaire. Du quartier de Canastel, qui compte environ 150 logements sous forme de villa, nous avons pris en compte les 50%, ce qui limite notre enquête à 75 ménages. Ensuite, du quartier de l'USTO, qui regroupe environ 800 logements sous forme d'immeubles composés d'appartements, nous avons pris les 10%, soit 80 ménages, significatifs pour notre enquête. Le dernier quartier, celui de Kara, regroupe environ 240 logements, avec une dominance de l'habitat individuel. Nous en avons pris en considération les 33 %, ce qui a donné un ensemble de 80 ménages à enquêter. Le choix de ces quotas est déterminé de manière à avoir un équilibre entre les trois quartiers enquêtés.

La dernière phase de cette étude porte sur le traitement des données recueillies par l'enquête-ménages. Cela consiste en une saisie et un traitement statistique sur Excel, permettant la réalisation de tableaux à une et deux variables, variables résultantes du croisement des données sociales et des données relatives aux particularités de l'eau dans cet espace. Des graphes qui nous ont facilité la lecture et la traduction de la manifestation des variables entre elles. Ensuite vient la représentation de l'approche cartographique des phénomènes étudiés par un système d'information géographique (SIG). S'ajoute à cette représentation cartographique, des données statistiques recueillies d'après l'enquête-ménages à un niveau inférieur (Wilaya, Commune, espace périphérique, ilots). Autant d'éléments statistiques et cartographiques qui facilitent notre interprétation du phénomène de disparité socio-spatiale dans l'accès à l'eau dans la périphérie oranaise.

2. Résultats : Une ressource rare inégalement répartie dans la périphérie d'Oran.

2.1. L'espace géographique de la périphérie d'Oran : une dynamique urbaine très marquante.

Le cadre géographique de l'espace périphérique oranais est caractérisé globalement par le plateau de Bir El Djir, les plaines d'Es Sénia et de Sidi Chahmi, occupées par des formes urbaines et des terres agricoles de fortes potentialités agricoles. Les eaux des précipitations de tout l'espace s'écoulent et stagnent dans ses dépressions. Le réseau hydrographique de cet espace est divisé en deux lignes de partage des eaux superficielles. L'une présente les cours d'eau qui descendent vers le nord, directement à la mer ; tandis que l'autre s'articule autour des cours d'eau qui coulent vers le sud, à partir des monts littoraux, des plateaux d'Oran et de Bir El Djir vers les dépressions au sud (Sebkhas et Dayas) de formation géologique calcaire. Durant ces dernières décennies, cet espace géographique a connu une évolution démographique très importante. Les taux d'accroissement des trois communes périphériques, à savoir : Bir El Djir, Sidi Chahmi et Es Sénia, sont les plus élevés de toute la wilaya. Ceci s'expliquant par les nombreux facteurs socio-économiques ayant provoqué l'exode rural ainsi que par le développement du niveau de vie dans les grandes villes. L'approche qualitative a montré l'évolution spatiale de la périphérie d'Oran, qui est passée par plusieurs phases depuis l'ère coloniale, suivant les différentes politiques d'habitat. Cet étalement spatial a pris toutes les directions à partir du noyau initial de la ville d'Oran (Fig 1).

Tableau1 : Variation des taux d'accroissement de la population des communes constituant la périphérie d'Oran, entre 1966 et 2008.

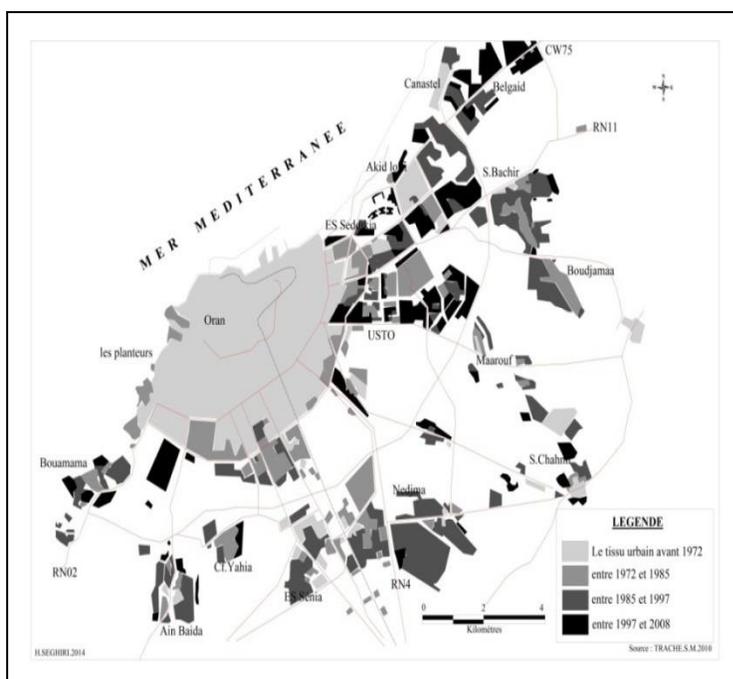
	RGPH 1966	Taux 1966/ 1977	RGPH 1977	Taux 1977/ 1987	RGPH 1987	Taux 1987/ 1998	RGPH 1998	Taux 1998/ 2008	RGPH 2008
Bir El Djir	2 455	4,45	3 965	17,88	20 534	11,97	71 229	7,89	152 151

Es-Sénia	10 424	4,56	17 030	7,09	33 785	5,68	62 027	4,57	96 928
Sidi Chahmi	2 376	9,62	6 523	10,21	17 247	11,23	55 618	6,51	104 498
Total périphérie	15 255	5,51	27 518	10,03	71 566	9,22	188 874	6,47	353 577

Source : L'office national des statistiques (1966-1977-1987- 1998)

L'espace géographique de la périphérie oranaise a connu une évolution démographique importante accompagnée d'une extension spatiale très étendue. Ceci peut-il, à lui seul, expliquer pourquoi cet espace soit « fort demandeur en eau » ?

Figure 1. Les grandes phases d'extension de la périphérie oranaise entre 1972 et 2008.

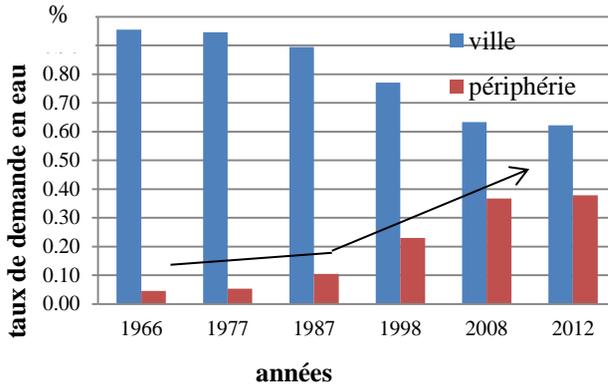


Source : Trache S.M, 2010.

2.2. Un régime de consommation d'eau en développement permanent :

Le régime de consommation d'eau dans la périphérie d'Oran a beaucoup évolué depuis l'indépendance à ce jour et ce, à cause des deux facteurs déjà cités, à savoir l'éclatement démographique et l'étalement spatiale. Ce régime est passé d'environ 2.288m³/jour en 1966 à plus de 61.166m³/jour en 2012.

Figure 2. L'évolution de la demande en eau urbaine entre la ville et sa périphérie entre 1966 et 2012.



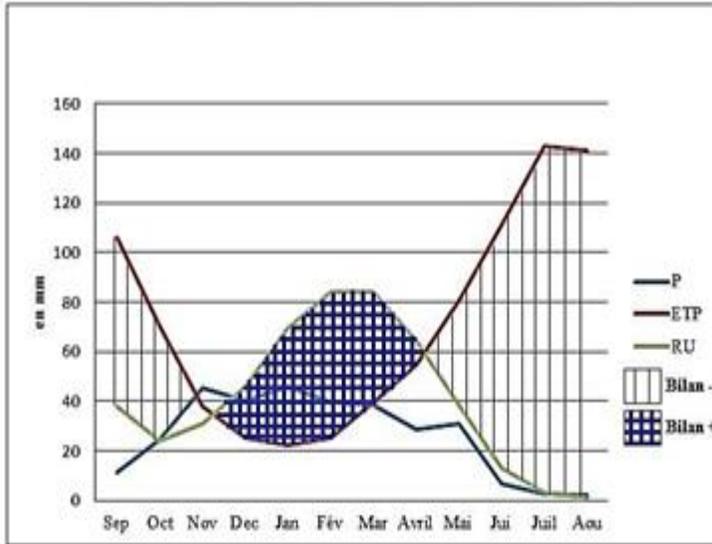
Source : Direction des ressources en eau de wilaya, Office national des statistiques, 2013

2.3. L'offre de l'eau

Le climat de l'espace périphérique d'Oran est de type Méditerranéen, caractérisé par une forte aridité d'origine de la faiblesse pluviométrique. Cette situation défavorable « *contribue à diminuer rapidement les ressources en eau dans un climat semi-aride* » (Bellal, 2009 p 26). Par ailleurs cette zone ne contient aucun réservoir naturel, et les aléas climatiques reconnus sur le plan spatial et temporel influent et menacent toutes les formes des ressources en eau locale. D'après le traitement des données météorologiques de la station d'Es-Sénia, entre 1976 et 2007, un important écart se situe entre les deux périodes : la période sèche et la période humide. La Période où le bilan est positif est entre novembre et avril, et la période négative, entre mai et octobre. Mais si on additionne les bilans mensuels de toute l'année, on obtient un bilan hydrique négatif (Fig 3). C'est-à-dire, la période sèche couvre largement la période humide. Ajoutant à cela le fait

que la morphologie locale ne permet pas de réaliser des retenues ou des barrages afin de collecter les eaux de ruissèlement.

Figure 3. Bilan hydrique de la station d'Es-Sénia entre 1976 et 2007 selon la méthode de Thornthwaite



Source : Seghiri et Bellal, 2014, d'après les données fournies par l'Office National de la Météorologie, 1976 à 2007

Devant cette situation et face à la mutation et le développement urbain de cet espace, les autorités ont développé le rayon d'approvisionnement en eau à partir des bassins versant de l'Oranie. Ces investissements ont largement augmenté les quantités d'eau offertes à cet espace (Tableau n°2).

Tableau 2. La production de l'eau face aux besoins dans la wilaya d'Oran

	Besoin en eau m3/j	Besoin en eau en %	Production d'eau en m3/j	Production d'eau en %
Commune d'Oran	100736	41,46	103083	33,62
Périphérie d'Oran	61 167	25,17	80 954	26,40

Reste des communes de la wilaya	81088	33,37	122552	39,97
Wilaya d'Oran	242991	100,00	306589	100,00

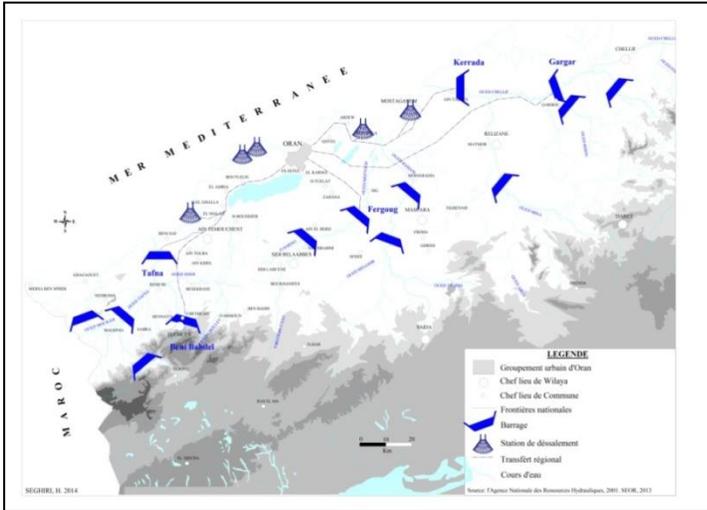
Source : Direction des ressources en eau de la wilaya d'Oran 2013

2.4. Une dominance de la périphérie d'Oran sur l'ensemble des ressources hydrauliques à l'échelle régionale :

L'alimentation en eau potable de la périphérie d'Oran est passée par plusieurs étapes. Initialement l'approvisionnement en cette ressource était local, sources de Ras el Ain, de Billel, du Santon, et de Noiseux, mais suite à son développement démographique et spatial, les ressources locales ne suffisaient plus à satisfaire les besoins en eau. De plus le climat semi-aride a influé sur cette ressource. Toutes ces conditions vont donc porter à opérer un élargissement du rayon hydraulique vers le niveau régional, allant se fournir en eau de barrages : notamment celui de Beni Bahdel à Tlemcen, de Fergoug à Mascara, de Gargar à Relizane, et de Kerrada à Mostaganem. En plus de ces grands transferts régionaux, l'exploitation de l'eau souterraine par forages va beaucoup augmenter au sein de toutes les wilayas.

Un autre processus est venu soutenir ces grands transferts : le dessalement de l'eau de mer, auquel l'Algérie a opté en définissant ainsi le Schéma National de l'Aménagement du Territoire (SNAT), qui a prévu que les populations installées dans la bande littorale doivent être approvisionnées par l'eau de mer traitée.

Figure 4. Les transferts régionaux d'eau de surface vers le groupement d'Oran y compris sa périphérie

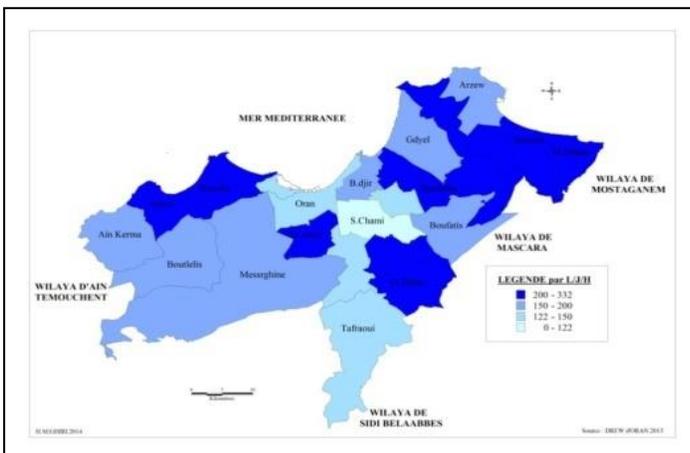


Source : L'Agence nationale des ressources hydraulique, 2001, SEOR, 2013.

2.5. Les dotations journalières en eau : des disparités suivant le découpage administratif :

Bien que les autorités aient procédé à l'augmentation de l'offre de l'eau par plusieurs procédés (transferts, dessalement), les dotations brutes journalières enregistrées dans les communes de la périphérie d'Oran, par la société de gestion des eaux, présentent une figure très divergente et inégale.

Figure 5. La dotation journalière communale en AEP dans la wilaya d'Oran



Source : Seghiri et Bellal 2014, d'après les données fournies par la Direction des ressources en eau de la wilaya d'Oran, 2013.

La dotation la plus faible est enregistrée dans la commune de Sidi Chahmi, avec 121 l/j/h. La commune de Bir El Djir se place en second, avec 168 l/j/h, enfin la commune d'Es-Sénia arrive en troisième, avec 267 l/j/h. Les dotations dépendent ainsi de plusieurs facteurs, tels que les ressources en eau desservant la commune, le réseau de stockage et de distribution de l'eau

2.6. Gestion de l'eau et système de tarification :

En 2008, l'évolution du régime de la consommation, oblige l'état à opter pour un mode de gestion délégué au sein de tout le territoire de la wilaya d'Oran. Les autorités ont créé la société par actions (SEOR), dont les actionnaires sont l'Algérienne des Eaux (ADE), l'Office National de l'Assainissement (ONA), et la boîte espagnole (AGBAR) spécialisée dans la gestion des eaux. La société veille au bon fonctionnement de ces services en prenant en compte les intérêts des usagers, notamment la gestion économique de cette ressource. La SEOR a apporté des techniques modernes pour freiner les fuites et le gaspillage de l'eau par la population. Ses missions ont contribué à la mise en œuvre d'un mécanisme de gestion des ressources en eau, à l'élaboration de normes et règlements ainsi qu'à la garantie du respect des principes régissant les systèmes tarifaires, qui est aussi le sujet d'une restructuration.

La nouvelle facture est basée sur des tranches et des coefficients de base et ce, afin que le consommateur soit sensibilisé au risque de dégradation des ressources en eau. La nouvelle tarification de l'eau a pour but d'adapter la consommation des citoyens aux besoins. Le décret exécutif n°05-13 du 09/01/2005 et l'arrêté ministériel n°122 du 10/04/2005 soulignent que la nouvelle tarification de l'eau est axée autour du principe de couverture des coûts réels du service de l'eau et de l'assainissement par les charges payées par les abonnés.

Tableau 3. La structure tarifaire appliquée actuellement par SEOR.

Tranches	Eau Da/m3	Coefficient	Assainissement Da/m3
De 0 m ³ à 25 m ³	6,3	1	2,35
De 26 m ³ à 55 m ³	20,48	3.25	7,64
De 56 m ³ à 82 m ³	34,65	5.5	12,93
plus de 82 m ³	40,95	6.5	15,28

Source : SEOR, 2014

3. Résultat de l'enquête : Caractéristiques socio-économiques et urbaines très divergentes à travers la périphérie d'Oran

Afin de ressortir les disparités socio-économiques dans l'accès à l'eau, il est nécessaire d'étudier les caractéristiques des trois quartiers sélectionnés pour notre enquête. Pour rappel, le traitement des données relatives à la périphérie oranaise est scindé en traitement social, orienté sur les chefs de ménages (par âges, origines géographiques, niveaux d'instruction, situation privée) et en traitement économique, axé sur la position professionnelle des chefs de ménages et sur leurs revenus mensuels.

Par ailleurs, le traitement des ménages a touché les types d'habitats, qui est un facteur de différenciation entre les quartiers, leurs natures d'occupation, leurs nombres d'étages, et enfin leur nombres d'occupants.

Ceci nous a permis d'obtenir une carte socio-économique de la périphérie d'Oran, illustrant les caractéristiques socio-économiques des groupes sociaux installés dans ce périmètre. Cette carte illustre les disparités sociales entre les chefs de ménage. Au sein du quartier de Canastel, le site le plus ancien de la périphérie oranaise, ces chefs de ménage ont des caractéristiques particulières : avec des âges plus avancés, souvent originaires des wilayas de l'ouest et d'Alger, possédant des niveaux d'instruction supérieurs et en majorité en situation

de mariés. Dans le quartier de l'USTO, ses chefs de ménage sont d'un âge relativement avancé (entre 40-60 ans), originaires des wilayas de l'ouest Algérien et possédant un niveau d'instruction relativement ; la majorité étant mariés. Tandis que dans le quartier de KARA, composé de maisons individuelles, les chefs de ménage sont plus jeunes par rapport ceux des autres quartiers. Originaires souvent de l'ouest algérien avec une dominance de la wilaya d'Oran, ils possèdent une faible formation et sont en majorité mariés.

La position économique des chefs de ménage a mis en évidence des disparités à travers cet espace :

Les chefs de ménage installés à Canastel appartiennent au plus haut niveau des positions professionnelles et de revenus. Suivis par ceux installés à l'USTO avec des positions professionnelles moyennes et des revenus mensuels moyens. Alors que ceux du quartier de Kara en sont, comparativement, les plus défavorisés.

Le traitement des caractéristiques de types d'habitat a révélé un certain nombre de disparités entre les quartiers de la périphérie. Le quartier de L'USTO est caractérisé par une nature d'occupation répartie entre propriétaire et locataire suivant un taux de 57%et 39%, son nombre d'étages varie entre R+0 et R+4, et enfin le nombre d'occupants est compris entre 04 et 06 personnes. Kara est formée de types d'habitats individuels avec un taux de 75% et 25% pour les habitats précaires, leur nature d'occupation varie : pouvant aller de la gratuité à la location, avec 66% de propriétaires. Les étages des maisons de Kara sont en grande majorité des R+1, leurs taux d'occupation est de 6 personnes par logement.

Les habitats de Canastel ont quant à eux des caractéristiques différentes de toutes celles des autres sites. Ces habitats sont du type villa, composés de R+1 ; il s'agit majoritairement de propriétés privées, au taux d'occupation dépassant 06 personnes.

3.1. Un accès en eau déséquilibré et une consommation incohérente à travers la périphérie d'Oran :

L'accès à l'eau dans la périphérie oranaise suit un mode de distribution spécifique, et les ménages possèdent des pratiques de consommation de l'eau qui leur sont propres. L'analyse de ce mode est passée par le traitement de plusieurs aspects, les uns concernant l'accès à l'eau de cette population, les autres la consommation de l'eau et sont de ce fait identifiés comme des pratiques de consommation.

Les éléments utilisés dans la mesure d'accès à l'eau sont le niveau de desserte en eau, le niveau des pressions, enfin les stratégies utilisées pour l'amélioration de ces deux paramètres. En comparant les trois quartiers dans leurs niveaux de desserte et leurs niveaux de pression de l'eau, Kara est le quartier le plus défavorisé en matière d'accès à eau par sa population, et c'est autant pour les niveaux de desserte que pour les pressions.

Il existe par ailleurs une certaine concurrence. Cette concurrence se manifeste à travers les pratiques de piquages illicites de l'eau par la population qui occupe l'habitat illicite au sud du quartier. Ceci influe gravement sur les ilots du lotissement, où leurs populations souffrent du niveau inférieur de desserte d'eau et des pressions très faibles.

Les stratégies utilisées par la population afin d'améliorer l'approvisionnement en eau sont l'utilisation des pompes pour augmenter les débits. Kara présente un taux d'utilisation de pompe de 70% du total de la périphérie d'Oran, contre 30% dans le quartier de Canastel utilisé essentiellement pour équiper les bâches à eau.

La deuxième stratégie consiste à stocker l'eau. Les types de stockage sont différents entre les quartiers de la périphérie et ce, selon la complexité du système et son coût.

Le régime de consommation d'eau par les groupes sociaux installés dans cet espace a été étudié en fonction de la relation directe avec la consommation.

Ce facteur est perceptible dans la densité des pièces liées à l'eau telle que les cuisines, les salles de bains et les toilettes, et enfin l'utilisation des machines nécessitant l'eau pour fonctionner.

L'utilisation des machines à laver et les laves vaisselles agissant sur le régime de la consommation d'eau, on a constaté qu'une grande partie de la population périphérique possède ces appareils, notamment à Canastel et à l'USTO.

Il est à constater que la consommation d'eau suit d'une part l'aspect urbain et architectural des ménages de la périphérie d'Oran, et d'autre part la position économique des chefs de ménage.

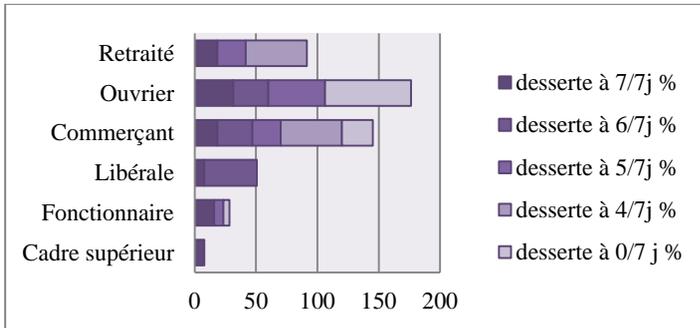
3.2. Des disparités socio-économiques dans l'accès et la consommation de l'eau dans la périphérie d'Oran :

Les indicateurs de mesure des disparités apparaissent à la confrontation des données : données ayant trait au niveau socio-économique des ménages, aux caractéristiques d'habitations ainsi qu'aux modes d'accès et de consommation de l'eau.

3.2.1. Les catégories socioprofessionnelles, un indicateur de mesure d'inégalité d'accès à l'eau.

La corrélation entre les positions professionnelles et le niveau de desserte de l'eau, montre que les deux quartiers, de Canastel et de l'USTO, sont alimentés d'une façon permanente. Autrement dit, toutes les catégories sociales dans ces quartiers reçoivent la même quantité d'eau, selon un approvisionnement assuré 24h/24. Mais les disparités s'apprécient dans le quartier de Kara où on a constaté l'existence de ménages ne bénéficiant d'aucun approvisionnement en eau (0 Jour/7). Les catégories professionnelles concernées sont, à 70% des ouvriers, 25% des commerçants, et 5% des fonctionnaires. En plus de ce niveau de desserte, il existe d'autres niveaux de 4/7, 5/7, 6/7 et 7/7 Jours. Donc les inégalités sont observées entre les îlots du quartier de Kara mais aussi entre les quartiers de la périphérie d'Oran, où les quartiers occupés par des catégories socio-économiques supérieures sont mieux alimentées en eau (Canastel et USTO). Ce qui atteste que le niveau de desserte à l'eau est en corrélation avec les positions professionnelles.

Figure 6. La répartition des niveaux de desserte de l'eau selon les catégories socioprofessionnelles des chefs de ménages installés dans le quartier périphérique de Kara.

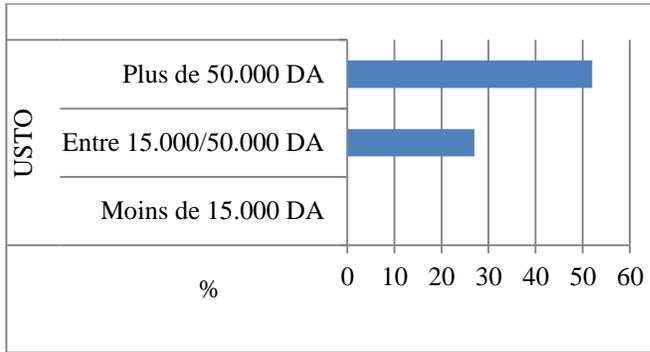


Source : Enquête sur terrain. Seghiri, 2014

La corrélation entre les revenus mensuels des chefs de ménage et la répartition des équipements de stockage (réservoir-bâche à eau) est le deuxième indicateur de mesure des disparités d'accès à l'eau à travers la périphérie d'Oran. Le quartier de l'USTO a enregistré des graduations dans la disposition des habitations en systèmes de stockage suivant l'évolution des revenus mensuels des chefs de ménage.

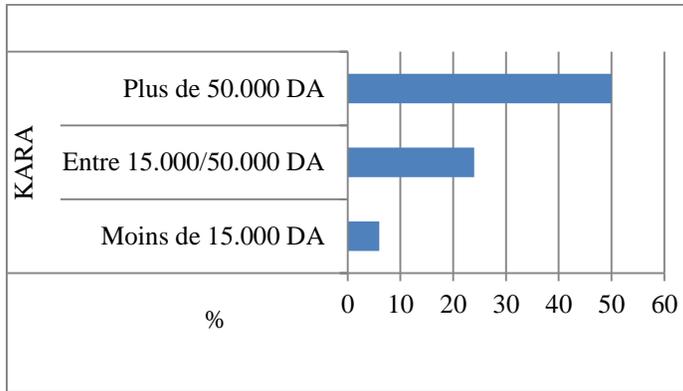
Dans le quartier de Kara, l'équipement des habitations de ce système a suivi la même cadence : pour la catégorie des revenus de moins de 15.000 dinars, seulement 6% des ménages sont équipés de ce système ; pour celle des revenus compris entre 15.000/50.000 DA, le taux est de 24%, pour les revenus les plus élevés, le taux d'équipement touchant les 50%.

Figure 7. La possession d'un système de stockage d'eau selon les revenus mensuels des chefs de ménages installés au quartier de l'USTO.



Source : Enquête sur terrain. Seghiri, 2014

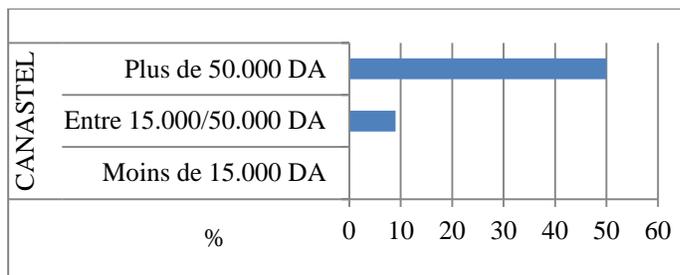
Figure 8. La possession d'un système de stockage d'eau selon les revenus mensuels des chefs de ménages installés au quartier de KARA.



Source : Enquête sur terrain. Seghiri, 2014

La même configuration est manifeste aussi à travers les îlots de Canastel. Ce qui conforte l'idée de corrélation entre les deux variables, au sein de la périphérie oranaise.

Figure 9. La possession d'un système de stockage d'eau selon les revenus mensuels des chefs de ménages installés au quartier de CANASTEL.



Source : Enquête sur terrain. Seghiri, 2014

3.2.2. La possession ou non de l'habitat : un facteur de disparité dans l'accès à l'eau ; Ce facteur a lourdement influencé la possibilité d'équiper ces logements d'un système de stockage d'eau. On s'est penché sur cette question dans les trois quartiers enquêtés : les propriétaires y sont les plus concernées par l'équipement de leurs maisons, viennent ensuite les locataires, dont les taux sont relativement faibles. Ceci s'explique par le fait le propriétaire cherche à donner de la valeur ajoutée à son propre logement, contrairement aux locataires qui eux occupent les logements d'une façon provisoire.

Tableau 5. La possession d'un système de stockage d'eau selon la nature d'occupation de l'habitat dans la périphérie d'Oran.

Quartier	Nature d'occupation	Réservoir ou bache d'eau				Total	
		Oui	%	Non	%	Nbr	%
USTO	Gratuit	0	0	2	100	2	100
	Propriétaire	30	65	16	35	46	100
	Locataire	1	3	30	97	31	100
	Logement de fonction	0	0	1	100	1	100
Kara	Gratuit	0	0	22	100	22	100
	Propriétaire	14	26	39	74	53	100
	Locataire	1	20	4	80	5	100
	Logement de	0	0	0	0	0	0

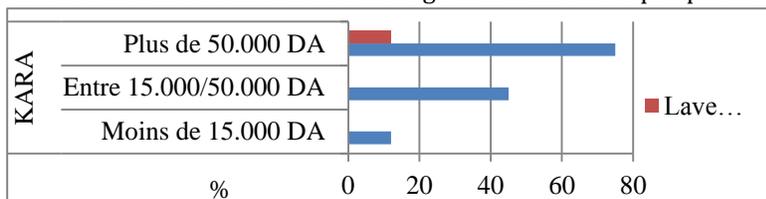
	fonction						
Canastel	Gratuit	0	0	3	100	3	100
	Propriétaire	32	45	39	55	71	100
	Locataire	0	0	0	0	0	0
	Logement de fonction	1	100	0	0	1	100
Périphérie		79	34	156	66	235	100

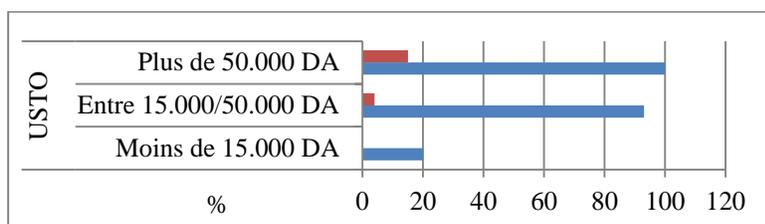
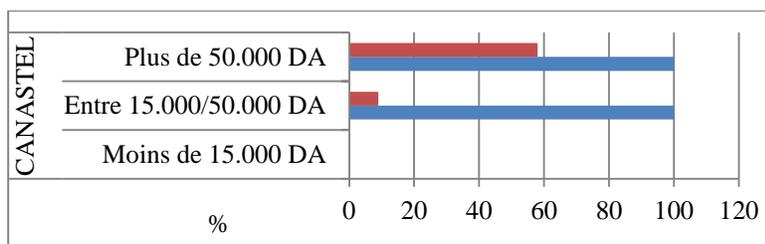
Source : Enquête sur terrain. Seghiri, 2014

3.2.3. La possession des machines liées à l'eau : un indicateur de mesure de disparité dans la consommation d'eau :

La consommation d'eau est aussi touchée par des différenciations où les populations plus aisées consomment plus d'eau que les autres. Cette consommation est liée à la possession des machines liées à l'eau, considérées comme de grandes consommatrices, ainsi qu'à la capacité financière d'acquérir ces machines. A l'évidence donc, les revenus mensuels des groupes sociaux influent sur le taux de consommation d'eau à travers des machines liées à l'eau.

Figure 10. La possession des machines à laver et lave vaisselles selon les revenus mensuels des chefs de ménage installés dans la périphérie d'Oran.





Source : Enquête sur terrain. Seghiri, 2014

Conclusion

La périphérie d'Oran a connu ces dernières années une dynamique urbaine très importante sur les plans démographique et spatial. Toutefois, sur le plan hydrique les ressources locales demeurent en deçà des nouveaux besoins en eau et ce, à cause des conditions physiques et climatiques locales, défavorables, qui contribuent à la création d'un stress hydrique.

Face à cette situation, les autorités ont diversifié les ressources en eau entre les eaux de précipitation collectées, les eaux souterraines et le dessalement de l'eau de mer. Un élargissement du rayon d'approvisionnement a été accompli, depuis tous les bassins versants de l'Oranie, afin de couvrir l'évolution de la demande urbaine de cet espace.

Malgré la mobilisation en quantité suffisante et l'acheminement des eaux de toute la région vers cet espace, des disparités dans la dotation journalière de l'eau par habitant sont enregistrées entre les trois communes périphériques d'Oran. Il est à remarquer que le découpage administratif reflète une inégalité spatiale entre les groupes sociaux s'installant dans la périphérie d'Oran.

L'enquête réalisée au sein de la périphérie a touché deux volets ; celui de l'aspect socio-économique de la population et celui des

particularités d'accès et de consommation d'eau. Cela nous a permis d'élaborer une hiérarchisation sociale et hydrique de l'espace étudié et de faire ressortir les indicateurs de mesure des disparités sociales dans l'accès à l'eau, à savoir le niveau socio-économique des chefs de ménage, leurs revenus mensuels et la nature juridique de l'habitat. Ainsi que les disparités dans la consommation de l'eau selon l'importance de possession des machines possédées, fonctionnant avec cette ressource.

Ce diagnostic nous a révélé que la position socio-économique ou spatiale d'une population influe sur l'accès à l'eau voire même sur sa consommation, alors que cette ressource doit être en principe répartie d'une façon égale entre la population, en quantité et en qualité adéquate, sans prendre en considération tel ou tel facteur socio-économique ou spatial, conformément aux orientations de la politique du développement durable initiées par les Nations Unies.

BIBLIOGRAPHIE

AUGUSTIN B, 1939, Oran, étude de géographie et d'histoire urbaines, pp. 412-415, In: *Annales de géographie*, t 48, n°274.

BELLAL S-A, 2009, Ressources, usagers et gestionnaire de l'eau en zone semi-aride: le cas des plaines littorales oranaises (Ouest Algérien), thèse de doctorat d'état, faculté des sciences de la terre, de géographie et de l'aménagement du territoire, université d'Oran, 305p.

BENDJELID A, et Al, 2004, Différenciations socio spatiales dans les nouveaux espaces urbanisés d'Oran, *Insaniyat*, n° 23-24, numéro spécial sur Oran. *Une ville d'Algérie*", Oran, pp7-44.

BOUALLA N, 2011, Caractérisation et état de connaissance du bassin de la grande Sebkha d'Oran, Licence, Université des sciences et de la technologie d'Oran, 143p.

BOURRIER R, 1986, Usages et représentation de l'eau. Comité des travaux historiques et scientifiques, Paris, 120p.

CHIKIHR F-S, 1998, l'enjeu de l'eau dans les grandes villes Algérienne, l'information géographique, Juillet vol:62 n°:03, pp111-119.

CHIKIHR F-S, 2001, Alger: des inégalités dans l'accès à l'eau, Tiers-Monde, tome 42 n°166, pp. 305-315.

GHOMARI A, 2000, Les dynamiques urbaines dans les périphéries des grandes villes: le cas d'Oran, thèse de magister, Université Mohamed Boudiaf, Oran, pp50-122.

ONM, 2013, les données relatives aux précipitations et températures de 1927 à 2007 enregistrées par la station d'Es-Sénia.

ONS, 2008, Cahiers de districts du RGPH de 1998 et dépouillement des données du RGPH de 2008.

SEOR, 2013, Site de la société de l'eau et de l'assainissement d'Oran Rapport SEOR, p14.

SOUIAH S-A, 2003, Les marginalités socio-spatiales, HDR en géographie, Université de Cergy-Pontoise.

SOURISSEAU B, 1975, Etude hydrogéologique du massif du Mordjadjo, région de Brédéah-Bousfer, INRH, 1975.

TINTHOIN R, 1956, Oran ville moderne, In: L'information géographique. Volume 20 n°5. pp176-186.

TRACHE S-M, 2010, Mobilités résidentielles et périurbanisation dans l'agglomération oranaise, thèse de doctorat d'état, faculté des sciences de la terre, de géographie et de l'aménagement du territoire, Université d'Oran.

URSA, 1997, P.D.A.U du groupement d'Oran, phase II, Oran.

L'EQUILIBRE DE L'ENVIRONNEMENT A LONG TERME

TRANSFORMATIONS DES ZONES A FAÇADES ATLANTIQUES, ENTRE ANTHROPISATION ET EQUILIBRE ENVIRONNEMENTALE. CAS DU LITTORAL D'ESSAOUIRA ET DE L'ESTUAIRE DE L'OUED KSOB (MAROC).

Transformations of Atlantic façades areas, between anthropization and environmental balance, the case of the Essaouira coast and the estuary of Oued Ksob (Morocco)

EL MIMOUNI Abdel hadi^{1,2} , DAOUDI Lahcen^{1,2} ; OMDI Fatima Zohra^{1,2} , AOUCHE Smail^{1,2} MANSOUME Mohammed^{1,2}

¹Laboratoire de Géomorphologie, Environnement et Société. FLSH. Marrakech

²Laboratoire de Géosciences et Environnement, Département de Géologie, Fac. Sc. Tech., Marrakech

*a.elmimouni@uca.ma, mansoum66@hotmail.com,
daoudi.lahcen@gmail.com, omdifatimaezzahra@gmail.com,
aouiche31@gmail.com*

Résumé

Situé sur la façade Atlantique marocaine, le littoral d'Essaouira à connu une action anthropique depuis l'Antiquité. Suite à cela, la ville s'est retrouvée, au début du 20^{ème} siècle, au milieu de vastes champs de dunes maritimes vives. Des travaux de fixation ont été engagés depuis 1914 pour mettre fin à l'invasion sableuse de cette région et se poursuivent jusqu'à présent. L'extension continue de la ville et la construction de la station balnéaire, « Essaouira Mogador », ont engendré un pressant appel à la construction d'un barrage, le barrage Zerrar, sur l'Oued Ksob à une trentaine de kilomètres de la ville et ce, pour répondre au besoin en eaux. Les interventions de cette nature risquent, à terme, de menacer l'équilibre de l'ensemble du système littoral local d'Essaouira. Ceci va se traduire par des risques réels pour l'intégrité du littoral et de la ville d'Essaouira, le contraire, en somme, de ce à quoi aspirent ces projets.

Mot clés : Transformations spatiales, aménagement, environnement, Littoral, Essaouira

Abstract

Located on the Moroccan Atlantic, the coast of Essaouira has experienced an anthropogenic action since the Antiquity. Owing to this, in the early 20th century, the city became amidst vast fields of lively sea dunes. To put an end to the sandy invasion in this region, fixing works have begun since 1914 and are still ongoing nowadays. The continuous extension of the city and the construction of the seaside resort "Essaouira Mogador" have required the construction of the Zerrar dam on the Wadi Ksob, some thirty kilometers far from the city in order to meet the demand in water supply. These interventions are likely to threaten the balance of the whole Essaouira's local coastal system in long-term. This will turn into real risks for the integrity of the coast and the city of Essaouira as well, which is in fact contrary to what these projects aspire to.

Keywords: Spatial transformations, planning, environment, Wadi Ksob, coastline, Essaouira

Introduction

Le littoral d'Essaouira compte parmi l'un des littoraux Atlantiques marocains qui ont connu une anthropisation depuis l'antiquité. Des fouilles archéologiques ont révélé que le secteur d'Essaouira était initialement un comptoir phénicien (Weisrock, 1980 ; Gentile, 1997). Vinrent ensuite les Crétois, les Grecs et les Romains. Ces populations se sont organisées en tribus ou en royaumes, comme l'attestent des traces datant de la fin du IVème siècle avant J.C. La période la plus brillante du littoral d'Essaouira a été celle du roi Juba II (du 25 Avant J.C au 23 de notre ère) (Gentile, 1997). A la fin du 3ème siècle, les romains ont commencé à abandonner le Maroc progressivement, et « ils n'ont préservé que quelques comptoirs côtiers dont l'île de Mogador.

En 1506, les portugais ont construit le « Castelo real » ou « château Royal » dont les traces sont toujours présentes en face de l'île de Mogador. Mais ce château fut abandonné peu de temps après (en 1510), suite aux attaques répétées des résistants marocains. Sa position stratégique, lui a permis par la suite d'être entretenu par les sultans Saadiens. En 1765, le sultan Sidi Mohamed Ben Abdellah a

donné l'ordre de la construction de la dite ville d'Essaouira pour des raisons économiques, tout en construisant l'un des ports les plus importants à l'époque pour des raisons de sécurité, ce port lui permettant de contrôler la partie méridionale du pays.

La situation géographique de la ville d'Essaouira est située à 100 km au sud de la ville de Safi et à 130 km au nord de la ville d'Agadir dans la partie extrême occidentale du Haut Atlas. Elle s'étend dans une zone littorale largement ouverte sur l'Océan Atlantique, avec une forme rectiligne ayant une direction générale NNE-SSW (Fig 1).

Figure 1. Localisation de la zone d'étude (Google Earth)



Elle se situe dans un domaine de dunes littorales très développées, s'étendant sur une superficie de 11.800 ha. Ces dunes, qui font partie du domaine forestier d'Essaouira, occupent environ 90% du domaine territorial de la municipalité d'Essaouira.

La ville d'Essaouira fait partie du triangle touristique Essaouira-Marrakech-Agadir avec une importante agglomération de 70000 habitants.

Dans le cadre de sa politique générale, l'état marocain, visant le développement quantitatif et qualitatif des secteurs touristiques dans le pays, a adopté plusieurs projets touristiques, dont le plus important a été le « plan Azur ». Ce projet vise la création de six stations balnéaire : Saïdia (Oujda), Lixus (Larache), Mazagan (El Jadida), Taghazout (Agadir), Plage Blanche (Guelmim) et Mogador (Essaouira).

Le projet d'Essaouira Mogador s'est mis en place dans une région fortement anthropisée et caractérisée par des spécificités morphologiques complexes et fragiles mais en état d'équilibre, actuellement, sur le plan géo-environnementale. Les processus en jeu, sous le triple sceau du crue de l'Oued Ksob, du vent, et à une moindre mesure, de l'hydrodynamisme de la baie, varient considérablement dans le temps et dans l'espace, et peuvent être profondément modifiés dans l'avenir par la pression anthropique et par des aménagements irrationnel.

1. Caractéristiques physiques de la zone d'étude

Suite à sa situation géographique, le littoral d'Essaouira est soumis à des conditions physiques très sévères. Les caractéristiques climatiques de la zone, sa proximité et son ouverture du bassin sur l'océan atlantique, sa soumission à une forte action anthropique, son entourage sableux et ses champs dunaires ont fait de la région une zone très fragile face à tous les genres d'interventions humaines.

Le littoral d'Essaouira est généralement marqué pas un complexe dunaires très développé qui s'étend de Moulay Bozrkhour à 10 km au nord de la ville jusqu'au Cap Sim à 20 km au sud de la ville avec une largeur de 7 km.

1.1 Sur le plan morphologique

La position de la ville d'Essaouira reste très spécifique par l'effet conjugué de plusieurs facteurs agissant au niveau de la zone littorale. Cette ville, construite en bordure de l'océan atlantique, est entourée par :

Un champ de dunes végétalisées très développé au Nord et à l'Est de la ville résultant d'une forte action d'alimentation de la zone par des

sables apportés par la dérive littorale d'une direction générale NE - SW) (Lharti et al. 2006; Floret al. 2013).

-*L'estuaire de l'Oued Ksob* qui draine la majorité des eaux superficielles du Haut Atlas occidental. Ce ruissellement est à l'origine d'apport d'une masse non négligeable de sédiments qui alimentent la plage d'Essaouira (Elmimouni, 2010 ; Elmimouni et Daoudi 2012 ; Baiddah et al. 2012; Elmimouni et al. 2014).

- *L'île de Mogador*, à l'ouest de la ville contribue dans l'hydrodynamisme de la baie d'Essaouira et à la dynamique morphosédimentaire de la plage.

1.2. Sur le plan climatique

En raison de sa situation géographique, le littoral, Essaouira bénéficie d'un climat assez particulier. Elle se localise dans une zone aride à semi-aride, fortement influencée par la proximité de l'océan Atlantique marqué par une saison sèche sur une majeure partie de l'année (d'Avril à Octobre). L'intervention de plusieurs autres facteurs climatiques impose un climat macaronisien marqué par :

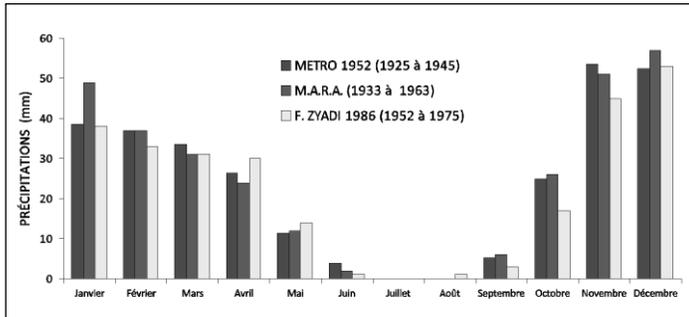
- une température moyenne relativement douce (entre 15 et 20°C).
- une faible amplitude thermique (12,6°C).
- des précipitations faibles avec une irrégularité interannuelle et interannuelle très remarquable (290 mm/an).
- des vents violents et unidirectionnels (280 jours/ an).

Les températures d'Essaouira sont généralement très influencées par la proximité de l'océan Atlantique en association avec l'effet du phénomène de l'upwelling et du courant des Iles Canaries, qui les adoucies considérablement. Ces températures sont plus élevées en mois d'août et septembre dont les moyennes des températures maximales ne dépassent pas 22,3°C. Tandis que les moyennes des températures du mois le plus froid est de 9,5°C (Hander, 1993 ; Allam et Houmimyd, 1990 ; Elmimouni, 2009).

Les précipitations que reçoit la région d'Essaouira ne dépassent pas 295 mm/an. Elles semblent avoir une irrégularité intra-annuelle très remarquable. Ainsi la figure n°3 montre que la plus grande quantité

de précipitation que reçoit la région est enregistrée en mois de Décembre et janvier. Cette quantité commence à s'affaiblir dès le mois de février pour atteindre sa limite les mois de juin et août, qui connaissent une forte sécheresse.

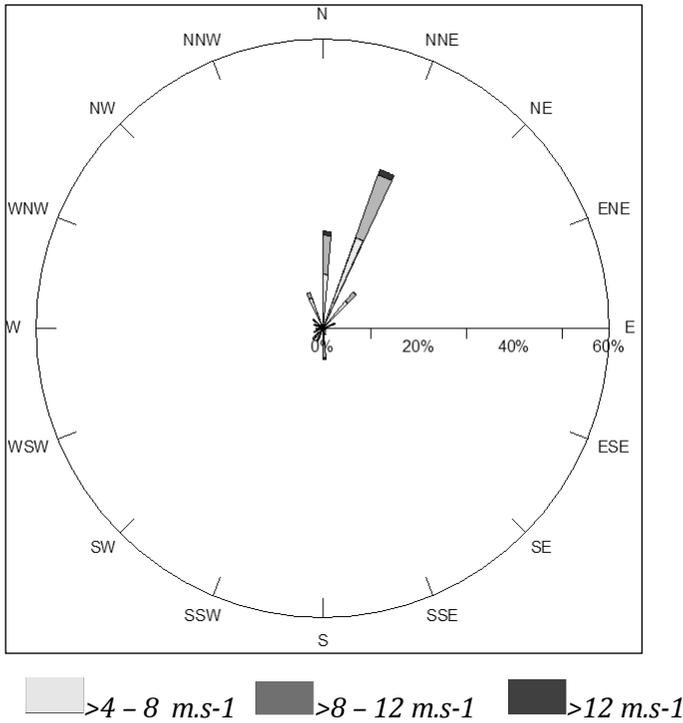
Figure 2. Répartition mensuelle des pluies à Essaouira (D'après Allam et Houmimyd, 1990 Modifié par Elmimouni, 2009)



La région d'Essaouira est considérée, depuis l'antiquité, comme étant la ville la plus venteuse du Maroc. La position géographique de la ville la classe parmi les régions où les vents ont les mêmes caractéristiques que les alizés. Ils sont permanents, puissants et humides. Ceci est principalement dû à l'anticyclone des Açores (Weisrock, 1982).

Ces vents représentent un facteur climatique primordial. Ils sont généralement unidirectionnel (N à NNE) avec des vitesses variables en fonction des saisons. Ces vitesses peuvent dépasser le seuil de $12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ pendant les périodes de tempêtes durant la saison du vent (Figure n°4).

Figure 3. Rose générale du vent dans la région d'Essaouira (entre 2003 et 2006). (Elmimouni 2009).



1.3. Sur le plan hydrologique

L'estuaire de l'Oued Ksob injecte les eaux drainées d'un bassin versant de 1480 km² juste au sud de la ville d'Essaouira. Cet Oued est caractérisé par un débit discontinu et une forte irrégularité, avec un débit moyen annuel de l'ordre de 1,23 m³/s.

Ce débit passe de quelques m³/s dans les périodes normales à des milliers de m³/s lors d'une crue. On mentionne dans cette optique la crue de novembre 2005 dont le débit est monté de 12 m³/s avant la crue, à 2550 m³/s, en 5 heures et 30 minutes, la décrue se faisant en 6 heures selon l'Agence du Bassin Hydraulique de Tansift (A.B.H.T, 2006) (Elmimouni et al. 2010; Elmimouni et al. 2014).

2. Historique des travaux d'aménagement dans la zone littorale d'Essaouira

2.1. Les travaux d'aménagement depuis la construction de la ville jusqu'à la fin du 20^{ème} siècle

C'est en 1765 que le Sultan Sidi Mohammed Ben Abdellah a décidé de construire la ville d'Essaouira, dans le but d'en faire une porterie marine au sud du royaume. En 1776, le Sultan a fondé le port d'Essaouira pour punir la ville d'Agadir, où les rébellions contre le principal pouvoir sont survenues (Gentile 1997). Depuis sa fondation jusqu'à la première moitié du dix-neuvième siècle, le port d'Essaouira était le port commercial le plus important du Maroc (Daoudi et al. 2007).

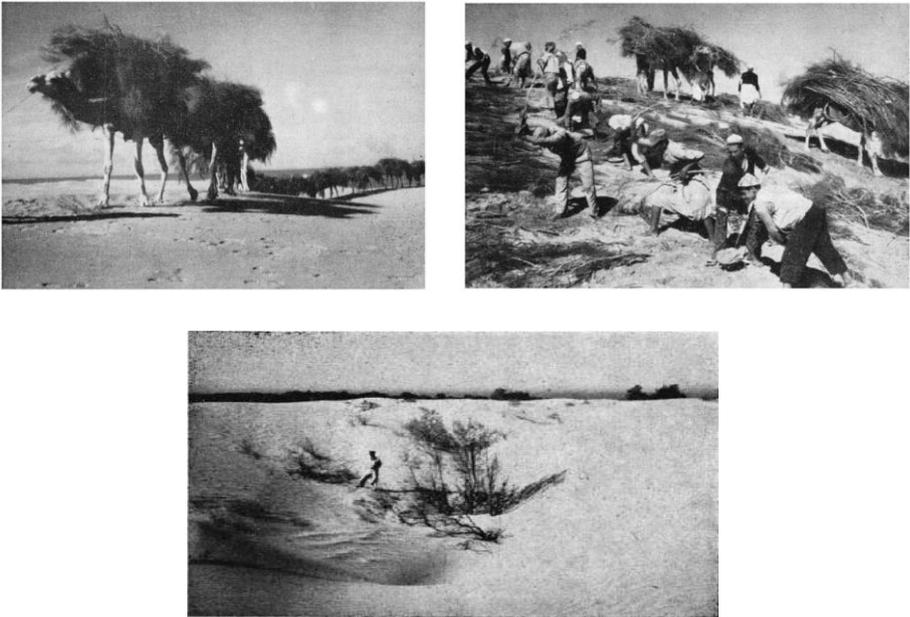
À partir du début du 19^{ème} siècle (1809), la ville s'est soumise à une extension assez importante. Cette extension a nécessité une exploitation intense et abusive du bois de construction et de chauffage. Les secteurs de la ville entourés de vastes forêts de genévrier rouges du type littoral (*Juniperus phoenice assplycia*) ont répondu à ce besoin. Depuis l'impact humain a commencé à apparaître au niveau du littoral d'Essaouira. L'exploitation irrationnelle du patrimoine forestier, le surpâturage et l'exploitation de la gomme sandaraque ont gravement perturbé l'écosystème de la région.

Cette attaque de la forêt a totalement changé le paysage, et la ville s'est retrouvée au début du 20^{ème} siècle entouré par les sables, sur un rayon de 8 à 15 Km.

Suite aux vents, dominants dans cette région (280 jour/ an) (Weisrock, 1980), les dunes ont pu avancer vers le continent gagnant des terres sur les exploitations et les terres agricoles jusqu'à ce que la ville s'est retrouvée entièrement entouré par de vastes champs de dunes maritimes vifs qui ne cessent d'avancer vers l'intérieur du continent (Elmimouni 2009).

Les premières interventions humaines, visant l'arrêt de cette action de dégradation du littoral d'Essaouira ont commencé au début du siècle dernier. Les travaux de fixation des dunes ont commencé en 1914 pour mettre fin à l'avancée des dunes de sables de cette région. Cependant, ce n'est qu'en 1918 que les grands travaux de fixation ont réellement commencé, en mettant en œuvre d'énormes moyens humains et matériels sous l'impulsion de l'inspecteur français «Watier» (Fig 4).

Figure 4. Anciennes photos montrant les travaux de fixation de dunes sur le littoral d'Essaouira (Sulzlee, 1962)



Actuellement, et suite à ces interventions, la ville d'Essaouira ainsi que son littoral ont pu trouver une stabilité, assez fragile toutefois. Cette stabilité reste en menace permanente par les différents types d'interventions humaines telle que l'extraction illégale des sables de la plage, la progression de la ville au détriment des dunes ainsi que sur le surpâturage dans les zones en cours de fixation (Daoudi et al. 2009 A ; Daoudi et al. 2009 B).

2.2. Essaouira au cœur des travaux d'aménagement actuels (projet d'AZUR).

Dans le cadre de sa nouvelle stratégie de développement du secteur touristique, le Maroc a donné naissance à plusieurs projets dont le plus important est celui du projet Azur qui prévoit la construction de six stations balnéaires, dont la station d'Essaouira fait partie.

La station balnéaire d'Essaouira Mogador est construite sur une superficie de 580 hectares, répartie sur les deux rives de l'embouchure d'Oued Ksob.

Figure 5. Plan du projet de la station balnéaire au niveau de l'estuaire de l'Oued Ksob.



Source : Ministère de tourisme, 2008.

Ce projet a donné naissance à 130.000 lits dont 85.000 lits hôteliers. Le programme d'aménagement comprend d'importants infrastructures touristiques dont 32 hôtels et Riyad hôtels, 525 villas et appart-hôtels, 2 golf, centres d'animations, thalassothérapie...etc. (Fig 5).

Dans l'objectif d'assurer des ressources suffisantes en eau à de tels projets, réalisés dans des zones arides à semi-arides, la construction d'un barrage dans la région été d'une nécessité absolue. Pour cela, les

dirigeants ont lancé la construction du barrage Zerrar à une trentaine de kilomètres de la ville d'Essaouira. Ce barrage a pour objectif :

- l'alimentation en eau potable et industrielle de la ville d'Essaouira et des centres avoisinants,
- l'irrigation de 960 ha dans le périmètre Ksob,
- la protection de la baie et de la plage d'Essaouira contre les crues.

3. Impacts des infrastructures touristiques sur l'environnement littoral d'Essaouira

En plus de la pression humaine que provoquera la construction de la station balnéaire, la construction du barrage à une trentaine de kilomètres de la ville d'Essaouira aura des conséquences sur l'ensemble du système dunaire occupant le littoral d'Essaouira, ainsi que sur l'équilibre morpho sédimentaire de la région. Ces conséquences sont :

3.1. Au niveau du complexe dunaire de la région d'Essaouira

L'arrêt de l'alimentation de la nappe phréatique en eau douce, en aval du bassin versant de l'Oued Ksob, influencera le niveau de la nappe salée qui va augmenter tout en menaçant la vie de la végétation qui fixe les dunes sableuses. Cette menace est contenue, à moyen et à long terme, jusqu'à la destruction totale du système dunaire fragile dont la fixation a duré tout un siècle.

3.2. Au niveau de la plage d'Essaouira

La plage d'Essaouira est naturellement alimentée par des sédiments transportés durant les crues de l'Oued Ksob. Les aménagements que subira ce dernier ne manqueront d'effets à déstabiliser les équilibres naturels, effets qui se traduiront notamment par une diminution des apports sédimentaires vers les plages.

La construction du barrage aura des effets majeurs aussi sur l'aspect morphologique et le budget sédimentaire de la plage. Les apports des sédiments de l'Oued Ksob, notamment au cours des crues, représentent l'unique source d'alimentation en sable de la plage d'Essaouira. Toutefois, la construction du barrage en amont de l'Oued

va stopper cette alimentation en arrêtant les sédiments. En revanche, l'action éolienne conservera une tendance érosive permanente. Par conséquent, la plage d'Essaouira perdra annuellement de très grandes quantités de sables, ce qui risque de provoquer un déséquilibre au niveau de son budget sédimentaire, qui peut aller jusqu'à la disparition totale de cette plage à moyen ou à long terme. Actuellement, la plage d'Essaouira connaît un état d'équilibre sédimentologique. Avec la régression des volumes de sables au niveau de la plage, une partie de la ville d'Essaouira risque de se retrouver face à la menace de la houle, laquelle atteint la digue de la plage actuellement lors des hautes mers de vives eaux et notamment lors des fortes agitations hydrodynamiques (Elmimouni, 2009).

Conclusion

Les crues de l'oued Ksob constituent, par l'apport sédimentaire qu'elles véhiculent, la principale source de sédiments du système littoral de la baie d'Essaouira, et en même temps le point de départ du cycle de fonctionnement de ce système. Le système littoral d'Essaouira présente un équilibre naturel très fragile dans un milieu aride à semi-aride. Ce système semble actuellement menacé par les différents projets d'aménagement en cours d'élaboration ou de réalisation. La construction du barrage Zerrar à une trentaine de kilomètres de la plage est susceptible d'engendrer un grand problème vis-à-vis de l'alimentation de ce dernier en sédiments. Ceci provoquerait un déficit sédimentaire permanent au niveau de la plage d'Essaouira et une diminution du volume de sables sur la plage.

BIBLIOGRAPHIE

ELMIMOUNI, 2009, Approche Expérimentale de Suivi de la Dynamique Morpho sédimentaire du Littoral d'Essaouira, Maroc : Implications pour un Aménagement Raisonnable » thèse de Doctorat, Univ. Littoral Côte d'Opale. Dunkerque . France. 256 P.

WEISROCK A, 1982, Signification paléo climatique des dunes littorales d'Essaouira – Cap Sim (Maroc), *Revue de Géomorphologie Dynamique*, T. XXXI, p. 91-107.

FLOR BLANCO G, FLOR G, LHARTI S, PANDO L, 2013, Morphological characteristics and sand volumes of different coastal dune types In Essaouira Province, Atlantic Morocco. *Geo-Mar Lett* 33, pp101–115.

ALLAM M, HOUMIMYD A, 1990, Etude de protection contre l'ensablement de la liaison routière entre Moulay Bouzarktoun et Essaouira. *Rapport du Service Forestier d'Essaouira*, 65 p.

BAIDDAH A, SAIDI M-E, DAOUDI L, EL MIMOUNI A, SMAIJ Z, 2012, Typologie des crues en zone montagneuse, océanique et semi-aride. Le cas du bassin versant du Ksob (Haute Atlas occidentale, Maroc), *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, n° 11, pp79-96

EL MIMOUNI A, DAOUDI L, SAIDI M-E, BAIDDAH A, 2010, Comportement hydrologique et dynamique d'un bassin versant en milieu semi-aride: exemple du bassin versant du Ksob (HAUT atlas occidental, Maroc). *Revue Quaternario y Geomorphologia*, vol.24 (1-2), 99-112.

EL MIMOUNI A, DAOUDI L, 2012, Evolution à moyen terme du contexte hydrodynamique et morpho-sédimentaire de la baie d'Essaouira (Maroc atlantique). XIIèmes Journées Nationales Génie Côtier – Génie Civil Cherbourg, pp273-280.

EL MIMOUNI A, DAOUDI L, ANTHONY J-E, 2014, Morphological change on a wadi-influenced beach: Essaouira, Morocco, *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 3/2014, pp243-250.

DAOUDI L, EL MIMOUNI A, ELMOUATEZ A, ANTHONY E, 2009a, Impact de l'érosion côtière sur le tronçon Nord du rempart d'Essaouira, *Minbar Aljamiaa*, 20, pp84-94.

DAOUDI L, FLOR RODRIGUEZ G, BEN ALI A, LHARTI S, EL MIMOUNI A. EL MOUATEZ, 2009b, Le littoral d'Essaouira entre dégradation naturelle et actions anthropiques, *R.G.M.*Vol.25.

DAOUDI L, ELMOUATEZ A, EL MIMOUNI A, ANTHONY E. 2007, Erosion côtière et patrimoine historique en péril : exemple du rempart de la ville d'essaouira (Maroc). *International conference on rapid urbanisation and land use conflicts in coastal cities-aqaba*, pp 110-118.

LHARTI S, FLOR G, DAOUDI L, FLOR G-B, EL MIMOUNI A, BEN ALI A, 2006, Morfología y sedimentología del complejo playa/dunas costeras de essaouira (marruecos atlantico) : modelo de transporte costero. Actas de la ix reunión nacional de geomorfología, santiago de compostela. A Pérez Alberti, J López Bedoya, eds, pp401-417.

GENTILE W, 1997, Caractérisation et suivi d'un champ dunaire par analyses sédimentologiques et télédétection (essaouira-cap sim, maroc atlantique). Thèse Université de Provence - Aix-Marseille, 307 p.

HANDER M, 1993, Contribution à l'étude de la bioclimatologie humaine au Maroc : L'exemple d'Essaouira, Thèse de Doctorat, Paris-IV, 356 p.

SULZLEE C, 1962, Les dunes d'Essaouira. Revue Forestière Française, pp401-418.

WEISROCK A, 1980, Géomorphologie et paléo-environnements de l'Atlas Atlantique (Maroc). Thèse d'Etat, Paris I, 931p.

AGENCE HYDROLIQUE TANSIFT (A.B.H.T), 2006. Données de l'Agence du Bassin Versant Tansift.

**INONDATION ET URBANISATION DANS LES AGGLOMÉRATIONS
PRÉRIFAINES
(MAROC SEPTENTRIONAL)**

*Flooding and urbanization in pre-Rif agglomerations (northern
Morocco)*

**GARTET Abdelghani¹, GARTET Djaouad²
ERRAFIK Mohamed¹**

¹ Faculté des lettres et sciences humaines Sais-Fes-Maroc

² Faculté polydisciplinaire de Taza-Maroc

gartet.abdelghani@gmail.com

Résumé

Les crues des oueds du Rif méridional et du Prérif central méritent une attention particulière dans le contexte actuel des aménagements et de prévention des risques. L'extension urbaine, atteignant les très basses terrasses, est guidée par des affectations conséquentes et des utilisations non averties dans ces milieux où le passage du lit mineur au lit majeur est difficile à établir. L'intérêt de cette étude est de conduire à identifier, répertorier et cartographier les zones à risque afin de préconiser des mesures de prévention. Les nouveaux plans de développement et d'aménagement prévoient des zones à préserver (ou à protéger) mais qui doivent être nécessairement des zones *non ædificandi*. L'établissement préalable des cartes des risques hydrologiques – basées sur les approches historiques et hydro-géomorphologique devrait précéder tout travail d'aménagement et d'extension urbaine. Ces cartes, dites PER et PPRN, seraient nos recommandations aux décideurs-aménageurs pour faire face aux obligations afférentes aux nouvelles extensions.

Mots-clés : Risque hydrologique, agglomération urbaine, zone inondable, gestion et prévention, Prérif central.

Abstract

Wadis' Floods in the valleys of the Rif and southern central Prerif are impressive and deserve special attention in the context of current developments and risk prevention. Urban expansion, reaching very low terraces and surrounding wadis, is guided by large assignments and unwary uses in those environments where the transition from

minor bed to major bed is difficult to establish. The interest of this study is to lead to the identification, listing and mapping of the risky areas to advocate preventive measures against floods. The new development plans and planning strategies provides conservation areas (or protected areas) which must be *non ædificandi* areas. The prior establishment of hydrological risk maps - based on hydro-geomorphic approach - should precede any work of development and urban sprawl. These maps, called PER and PPRN would be our recommendations to policymakers-developers to meet obligations relating to new extensions.

Keywords: Hydrological risk, urban agglomeration, flood zone, management and prevention, Central Prerif

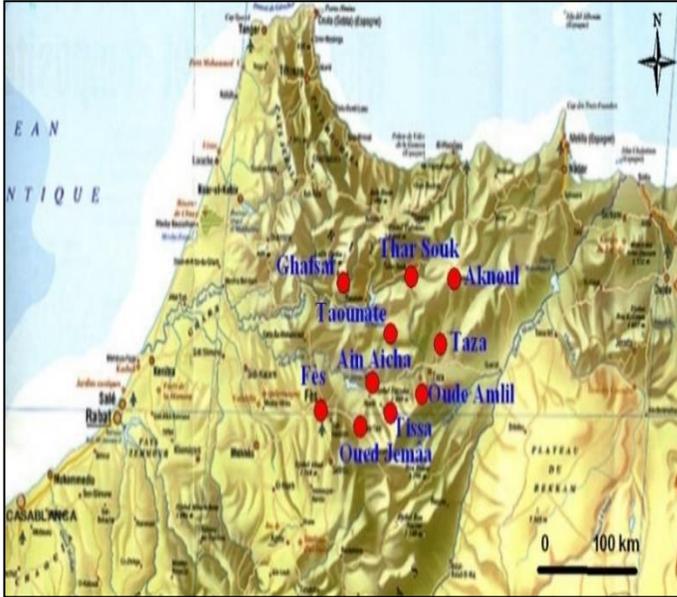
Introduction

Les phénomènes hydrologiques extrêmes, au Maroc, deviennent des sources de risque qui menacent de nombreuses agglomérations urbaines où les problèmes de sécurité environnementale y sont d'actualité. Les inondations représentent un risque majeur aux conséquences humaines et matérielles extrêmement préjudiciables. Elles sont au premier rang des catastrophes naturelles ; le cas de l'année 2010 dans le Gharb, par exemple, est très significatif. Dans les basses et moyennes montagnes rifaines et pré-rifaines (Fig 1 et Tab 1), les agglomérations urbaines situées dans les vallées encaissées, soumises aux crues brutales, souffrent des inondations répétées, souvent au chevet des catastrophes. La problématique d'extension urbaine dans ces zones à haut risque pose de nombreux problèmes liés aux crues urbaines. Les questions relatives à la planification et la gestion urbaine sont confrontées à des aménagements hydrauliques défailants et à l'absence d'une réelle politique de prévention des risques.

Ces centres soumis aux crues se sont développés durant les longues périodes de sécheresse, aux rives des oueds. Les plus touchés ont subi des inondations catastrophiques et ont affecté les vies et les biens humains. C'est pourquoi, ces localités urbaines, qui émergent aujourd'hui, nécessitent une attention

particulière dans le cadre du programme de lutte contre les inondations, lancé par les ministères de tutelle.

Figure 1. Agglomérations soumises aux risques d'inondation dans les montagnes rifaines



Source : Gartet A, 2010

Tableau 1. Localités soumises aux risques d'inondation dans les vallées rifaines et pré-rifaines

Localité	Centre	Bassin versant	Oued
Municipalité Aknoul	Aknoul	Moulouya	Msoun
Ville de Taza	Taza	Inaouène	Larbaâ
Municipalité Oued Amlil	Oued Amlil	Inaouène	Inaouène
Municipalité Thar Souk	Thar Souk	Ouergha	Amassine + Ouergha
Commune rurale Ain Aïcha	Aïn Aïcha	Ouergha	Ouergha

Municipalité de Ghafsai	Ghafsai-Zrika	Aoulai	Aoulai
Commune rurale Ras El Oued	Ras El Oued	Lebène	Sahel Larbaâ
Municipalité de Tissa	Tissa	Lebène	Lebène
Commune rurale Oued Jemâa	Oued Jemâa	Lebène	Lebène

L'étude des risques hydrologiques menaçant les agglomérations urbaines dans le bassin du Sebou, menée par le MATEE en 2004, a montré des nuances dans le degré de vulnérabilité. Seuls Taza et Aïn Aïcha figurent comme sites à haut risque. Néanmoins, les inondations répétées des dernières années viennent modifier et compléter cette carte qui devrait, par conséquent, réorienter la programmation des Ministères de tutelle. Les villes et centres urbains touchés sont nombreux et concernent toutes les localités qui se développent dans les plaines alluviales, situées sur la trajectoire des ondes de crues.

1. Inondabilité et détermination des zones inondables dans les agglomérations des basses montagnes pré-rifaines.

1.1 Approche méthodologique

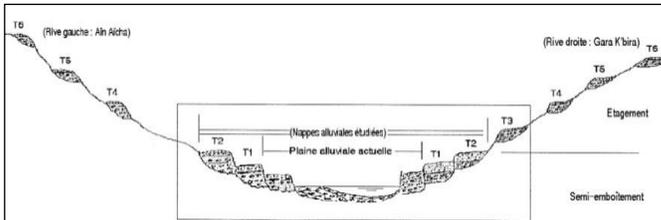
Dans certaines vallées des montagnes rifaines et pré rifaines, les nappes alluviales du Quaternaire récent montrent, le plus souvent, une disposition semi-emboîtée intermédiaire entre l'étagement et l'emboîtement (GARTET A., 2001). Les critères morpho sédimentaires et altimétriques présentent les premiers outils exploitables pour différencier ces nappes (Tab 2 et Fig 2) et, par conséquent, les replats susceptibles d'être inondables. Néanmoins, avec la multiplication des replats, on peut se demander à partir de quel seuil altitudinal nous pouvons considérer que la surface de la formation ne présente pas de risque d'inondation.

Tableau 2. Altitudes relatives des niveaux de terrasses et aptitude aux risques d'inondation.

Terrasses	Altitudes relatives (m)	Aptitude aux risques d'inondation
T0	0-2	Fort à Moyen
T1	2-4	Moyen à Faible
T2	4-8	Très faible à nul

Source : Gartet, 2001

Figure 2. Disposition des terrasses fluviales dans la vallée de l'Ouerrha.



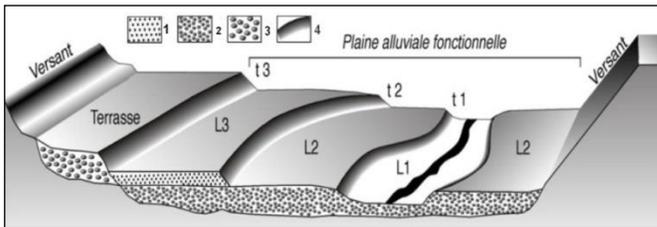
Source : Gartet, 2001

La recherche géographique, et tout particulièrement l'hydrogéomorphologie ont d'importants prolongements dans le domaine des applications pratiques.

La méthodologie utilisée dans cette analyse repose sur le traitement des données statistiques, le dépouillement des archives administratifs, l'exploitation du support cartographique (1/2.000^{ème}), l'analyse de la photographie aérienne, l'organisation de questionnaires et le repérage sur le terrain des limites des sections ayant connu des submersions totales ou partielles, ou encore des modifications micro topographiques des replats. L'approche hydro géomorphologique, qui a préalablement prouvé son efficacité dans la détermination des zones inondables en milieux méditerranéens (GARRY, 1985 ; MASSON et al, 1996), est ici fortement sollicitée puisqu'elle se prête, fortement, à la détermination des zones inondables (Fig 3).

Les résultats de cette analyse déboucheront sur des réflexions permettant la caractérisation et la détermination des zones à risque hydrologique dont l'utilité est incontestable dans la mise à jour des documents de planification urbaine. D'autre part, elle incite à la concrétisation de l'intégration des notions des risques d'inondation dans les Chartes de l'urbanisme et de l'environnement.

Figure 3. Disposition des lits selon l'approche hydro géomorphologique



Source :

Ballais et al, 2005.

Légende 1 : 1 : Limons de crues, 2 : Alluvions sablo-graveleuses de la plaine alluviale fonctionnelle, 3 : Alluvions sablo-graveleuses de la terrasse alluviale, 4 : talus. **L1 :** Lit mineur, **L2 :** Lit moyen, **L3 :** Lit majeur, **t1 :** limite des crues non débordantes, **t2 :** limite du champ d'inondation des crues fréquentes, **t3 :** limite du champ d'inondation des crues rares à exceptionnelles.

Selon J-L. Ballais et al, (2005), divers critères observables sur le terrain permettent d'identifier les différentes unités hydro géomorphologiques d'une plaine alluviale fonctionnelle et de les délimiter entre elles et par rapport à l'encaissant. L'étude comprend les caractéristiques hydro morphologiques et sédimentologiques. L'analyse de la morphologie permet d'interpréter la microtopographie de la plaine alluviale qui porte sur les caractéristiques de chaque unité et sur leurs contacts. La sédimentologie, résulte du fonctionnement hydraulique propre de cette unité et constitue dans de nombreux cas un critère d'identification fiable. Des critères secondaires permettent de

compléter l'analyse, surtout en cas de doute, en multipliant les indices significatifs et concordants.

Ainsi, l'occupation des sols, souvent largement conditionnée par les caractéristiques pédologiques, hydrologiques et hydrogéologiques des unités, fournit des indices indirects pour l'identification de celles-ci.

1.2. Le contexte des inondations

Les bassins versants de la zone d'étude se situent au Maroc Nord Atlantique. La topographie est composée d'unités morphologiques et structurales diversifiées.

La partie septentrionale est constituée de massifs étendus, des crêtes isolées et des sommets alignés, alors que dans le secteur méridional les rides et les bassins compartimentent la vallée en seuils et gouttières.

La nature de la pétrographie des roches et le faible taux du couvert végétal contribuent à l'accentuation de l'agressivité du régime hydrodynamique des oueds.

Ces caractères physiques des bassins font que, lors des fortes précipitations, les crues sont rapides et leur importance est proportionnelle aux dégâts provoqués.

Les débits journaliers des crues, enregistrés dans certaines stations de mesure et les simulations effectuées (GARTET A., 1994 et 1999 ; GARTET A., 2001 ; GARTET J. et al, 2001 ; ABHS, 2005 et 2010), permettent de distinguer plusieurs séquences des crues allant de 5 à 100 ans. Ainsi, les niveaux inondables d'une plaine alluviale seraient d'autant plus élevés que l'ordre de la séquence de la crue est important (GARTET A. et al, 2003, 2006, 2009 et 2010).

Le régime hydrologique des oueds de la région se caractérise par une période d'étiage, de juin à septembre, et une période à fort débit qui s'étend de décembre à février. Ce régime n'est que l'expression de la pluviométrie dans les bassins versants. En hiver, les oueds provoquent souvent des débordements dont les étendus sont proportionnelles à l'importance de la pluviométrie à

l'amont. Nous avons pu recueillir des informations précieuses sur les limites des inondations auprès des riverains. Les études qui puisent dans les mémoriaux et les textes historiques de ces régions font encore défaut et les informations fournies par les habitants sont assez imprécises. En l'absence des marques d'inondation fraîches dans les replats du lit majeur, nous nous sommes basés sur les résultats des enquêtes de terrain et l'application de l'approche hydro-géomorphologique.

D'après les propos des enquêtes et l'analyse statistique des données, les grandes crues sont engendrées par les fortes précipitations à l'amont des bassins qui provoquent un écoulement torrentiel où le temps de réponse des crues aux averses fut trop court. Les inondations se situent en octobre, novembre, janvier et février. Ces crues seraient liées à des pluies longues et intenses. Les dégâts sont importants mais ne peuvent être évalués : des maisons inondées, des récoltes ravagées et des pertes de terrains en bordure du chenal par sapement consécutif.

1.3. Les inondations de l'oued Ouergha à Thar Souk au Rif méridional

1.3.1 Un milieu propice aux inondations

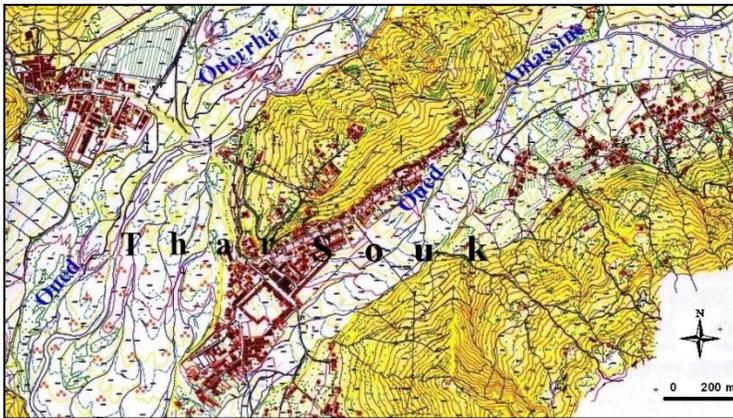
La localité de Thar Souk se situe dans le haut bassin de l'Ouergha, au Rif central méridional. Enclavée par les massifs montagneux au SE et au NNW, l'Ouergha et son affluent principal oued Amassine coulent torrentiellement et débordent latéralement sur les quartiers développés, dans une vallée large et encaissée (Fig 4).

Les crues fréquentes et violentes affectent les habitations limitrophes et les infrastructures notamment les ouvrages d'art hydraulique.

Ces deux oueds traversent le centre du nord-est au sud-ouest. Ils drainent des bassins de 476 Km² et 46 km². Les pentes hydrauliques sont de 1,5 et 5,9 respectivement pour O. Ouergha et Amassine.

Les crues qui affectent le périmètre urbain sont de trois types : (a) les crues rapides du haut Ouergha, (b) les crues rapides des petits bassins de montagne tel que oued Amassine, (c) les crues rapides pluviales urbaines dont le ruissellement est généré par les précipitations sur les petits bassins situés à l'intérieur du périmètre urbain (deux chaâbats torrentielles débouchent directement sur la vallée). Les débits de pointes de fréquence 10 et 100 ans sont de 590 et 1251 m³/s pour l'Ouergha, et 108 et 186 m³/s pour Amassine.

Figure 4. Domaines d'extension des crues du haut Ouergha à Thar Souk.



Source : Gertit A, 2010

NB. La couleur jaune indique les zones non soumises aux crues.

Le contexte hydro géomorphologique des bassins des oueds Ouergha et Amassine est extrêmement favorable à une morpho dynamique active dont les mouvements de masse et l'érosion hydrique sont les caractères fondamentaux. Les dépôts de pentes et le charriage de fond des lits des oueds sont impressionnants. Les pentes des cours d'eau sont fortes et favorisent le transport solide ; ces pentes deviennent faibles au débouché du centre, permettent le dépôt, réduisent la section d'écoulement et provoquent des débordements. L'oued Amassine, à l'amont de la confluence avec l'Ouergha, se caractérise par un lit dont le plancher large est tantôt sinueux, tantôt à méandre, avec des bancs haut fond caillouteux et graveleux qui résultent des

transports. Les débordements en rive droite sont fréquents et ont un impact sur les bâtiments qui empiètent sur le lit majeur notamment au quartier Khchibet Merroune (Fig 5). Ces lits extrêmement larges changent de direction lors des crues. Cette migration, liée aux sapements des berges, affecte la base des habitations et infrastructures situées sur les abords (maisons détruites à Hay Tamedra et FejErrabiâ, abattoir dont les fondations sont menacées, ponts endommagés, etc.), (Tab 3).

1.3.2. Impacts des inondations

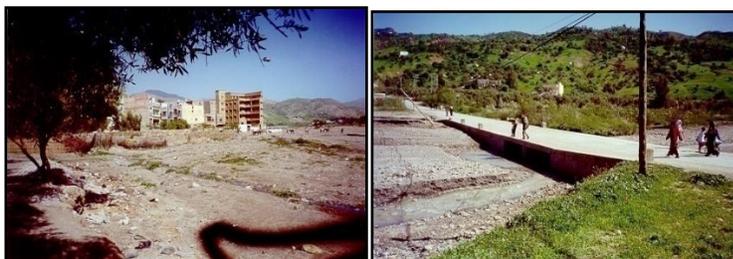
L'extension de l'urbanisation dans les lits fréquemment inondables (domaine public hydraulique) fait que les habitations et les infrastructures situées sur la berge droite d'Amassine, à l'aval du pont menant vers Boured (Photo 1) comme celles situées sur la rive gauche de l'oued Ouergha, à l'amont du pont métallique, se trouvent dans une zone à haut risque. Les débordements sont liés au sous-dimensionnement des ouvrages d'art hydrauliques, notamment le pont de traversée de la route menant vers Boured, sur l'oued Amassine qui ne comprend qu'un dalot à deux pertuis (Fig 6).

Tableau 3. Principales crues du haut Ouergha survenues à Thar Souk (1963-2010).

Années	Dégâts Causés
1963	- Crues torrentielles de l'oued Amassine et de l'Ouergha. - Arrêt de la circulation, inondation des constructions et dégâts matériels importants.
1969	- Destruction du pont situé sur Oued Ouergha ; - Inondation des constructions et enclavement des habitants pendant plus d'un mois.
1996	- Inondation des RDC des habitations, du collège Anoual et destruction de quelques maisons.
1997	- Crue importante due à un orage d'automne ; la crue a emporté une femme et quelques bétails.

<p>1998</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Des débordements ont touché le collège Anoual et les locaux du centre des travaux agricoles ; - Endommagement des fondations de l'abattoir. Les constructions et infrastructures situées en rive gauche de l'oued Amassine ont été sinistrées.
<p>2000-2001</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Arrêt de la circulation au niveau du pont situé à la traversée de l'oued Ouergha avec des hauteurs d'eau dépassant le niveau du pont d'environ 1 m.
<p>2008</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Inondation des RDC des habitations ; - Arrêt de la circulation au niveau du pont situé à la traversée de l'oued Ouergha ;
<p>2009</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Débordements de l'oued Amassine affectant le collège Anoual et le Centre des travaux agricoles ; - Endommagement des fondations ; - Les constructions et infrastructures situées en rive gauche de l'oued Amassine ont été touchées.
<p>2010</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Inondation des RDC des habitations et du collège Anoual ; -Dégradation des ouvrages d'art hydraulique (buses, caniveaux, pont, etc.) et destruction de quelques maisons.

Figure 5. Photo à gauche: Constructions dans le lit majeur de l'oued Ouergha à Thar Souk, inondées en décembre 2000 – janvier 2001. Photo adroite: Pont-radier sur l'oued Ouergha, en marge de Thar Souk, en direction de Boured.



Source Gartet A.

Ces inondations sont également fréquentes à Hay Feddane El Mir ; elles sont liées aux écoulements en nappes sur les terrasses d'oliviers, au rôle de la route dans le cheminement des eaux vers les constructions le long du chemin tertiaire 4407 ainsi qu'à

l'insuffisance du système d'assainissement des eaux pluviales. Les chaâbats qui débouchent sur les locaux du CT et du lycée Anoual provoquent des débordements au-dessus du CT ; ces débordements déversent sur le lycée accentuant les dégâts causés aussi par l'Ouergha.

1. 3.3 Inondabilité et délimitation des zones inondables à Thar Souk

Dans la partie amont de la zone urbaine, les largeurs d'écoulement maximales atteignent les 600 m. Selon les repères des crues récentes, la hauteur d'eau maximale dans le lit atteint 4 m et les vitesses d'écoulement dépassent 1,8 m/s pour les crues décennales (TP.-Taounate, 2010).

Les débordements touchent les maisons situées sur la rive gauche de l'oued Amassine, avec des largeurs de 50 à 65 m et des hauteurs d'eau de 1 à 2 mètres.

Par ailleurs, sur l'Ouergha, le profil de l'ouvrage de traversée existant semble être l'origine du débordement sur la route menant à Hay Feddane El Mir, qui présente un point bas par rapport à la côte supérieure. En aval de cet ouvrage, l'écoulement en nappe provenant des terrasses d'oliviers situées sur la rive droite débordent sur la route RR 510 et provoquent des inondations au niveau du collège Anoual et du Centre de travaux agricoles. Les hauteurs d'eau atteignent fréquemment 1,5 m (ABHS, 2010).

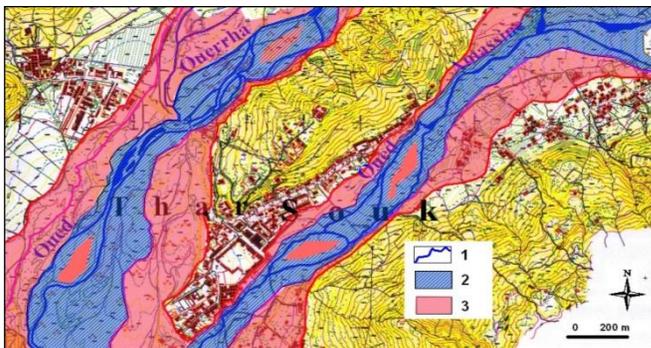
Les risques de sapement des berges sont importants sur la rive gauche de l'oued, à l'aval du pont. Les fondations de l'abattoir à moitié détruites et les murs de soutènement, localement aménagés, subissent des détériorations poussées. Les hauteurs d'eau maximales des crues récentes (2009 et 2010) sont, à ce niveau, de l'ordre de 1,5 m.

Les débordements de l'oued Amassine, sur la rive gauche, touchent les habitations proches du lit mineur à Hay Fej Errabiâ. Les largeurs maximales d'écoulement atteignent 250 m pour les crues importantes. Par contre, sur la rive droite, les débordements ne touchent pas les habitations et les hauteurs

d'eau ne dépassent pas 0,5 m. En aval de cet ouvrage, ils s'étendent sur près de 1 Km et touchent les habitations situées sur la rive et ce, jusqu'à Hay Khchibat Merroune. Ces débordements sont aggravés par le cheminement des eaux des crues à travers les ruelles qui communiquent avec le lit majeur. Car, les aménagements effectués ne peuvent permettre la protection des berges que faiblement. Ces protections concernent : (a) les endiguements au niveau des points de débordement, (b) les soutènements des rives sujettes aux sapements et (c) le redimensionnement de l'ouvrage situé sur l'oued Amassine.

Le long de la rive gauche de l'O. Amassine, le Plan d'Aménagement (PA) prévoit la création d'une route qui devra passer à la limite du lit. La route actuelle, régulièrement touchée par les inondations, nécessite d'être protégée ; c'est pourquoi, il a été recommandé de la surélever d'au-moins 1 m de façon à ce qu'elle soit en-dessus du plan d'eau de l'oued en crue (ABHS, 2010). Par ailleurs, les tracés des digues amont et aval sur la rive droite de l'oued Ouergha ont été implantées, suite aux recommandations du PA et ce, dans le souci de préserver au maximum les terrains destinés aux constructions (Fig 5).

Figure 6. Détermination des zones inondables à Thar Souk basée sur l'approche hydro géomorphologique.



Légende : (1)- L1 : Chenal d'écoulement ; (2)- L2 : Lit majeur ; (3)- L2 : Lit majeur exceptionnellement inondable. Source Gartet A, 2010

1.4. Les inondations de l'oued Lebène à Tissa dans le Prérif central

La Municipalité de Tissa se situe dans le bassin moyen du Lebène. L'oued coule du NE vers le SE et serpente librement dans une vallée sédimentaire large et encaissée (Fig 7). L'urbanisation du Centre s'est développée d'abord sur les hauts niveaux étagés du quaternaires (de T3 à T6) ; les constructions des dernières décennies se sont étalées sur la terrasse rharbienne (T1), basse et inondable (Fig 8).

Le régime hydrologique se caractérise par la spontanéité et la violence. Le temps de réponse des crues aux averses est généralement compris entre 7 et 11 h. Les crues historiques (1962, 1963, 1968 et 1974), comme les récentes (2009 et 2010) renseignent sur l'ampleur des risques des crues et des inondations. Les débits ont été à plein bord ($Q_c > 1400 \text{ m}^3/\text{s}$ à 23 h la nuit du 13 au 14 janvier 2010). La submersion fut brutale et a duré plus d'un jour, inondant ainsi toute la partie basse du périmètre municipal de Tissa (quartiers BabLarbâa, M'Halla, Souk Lekdim, Mellaha, Champ de course, etc.), (Fig 7). Les nouvelles constructions totalement inondées (habitat et équipement) avaient investi les replats topographiques de la vallée sans tenir compte des risques qu'elles encouraient. Dans ces replats, les grosses crues se traduisent par des débordements de fortes étendues, générés par les flux latéraux depuis BabLarbâa en amont du pont. D'ailleurs, les limites de la crue du 14 janvier 2010 correspondent, sur la rive droite du Lebène, aux limites du versant de la plaine alluviale.

Figure 7. Photo à gauche inondations du Souk à Bab Larbâa, photo adroite Inondation du 14 janvier 2010 à Tissa.

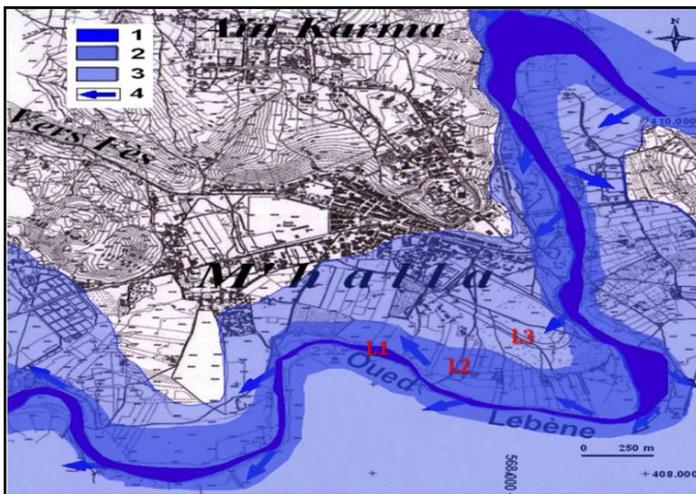


Source : Gartet A, 2010.

Dans la détermination des zones inondables à Tissa (GARTET J., 1995 ; GARTET A. et al, 2006), nous avons établi trois types de cartes :

-Une carte informative des phénomènes hydrologiques dont le but est de : (a) dresser l'historique des événements anciens, (b) retrouver les caractéristiques des crues passées (maxima des hauteurs d'eau, débit, extension, etc.), (c) comprendre l'origine de ces crues et leurs propagations, (d) évaluer les conséquences et les dommages vis-à-vis des personnes et des biens, (e) déterminer les fréquences des crues de référence et (f) de raviver la mémoire collective en rappelant les inondations passées en vue d'introduire la culture du risque hydrologique.

Figure 8. Spatialisation des lits inondables en fonction de l'approche hydro géomorphologique.



Légende : 1- L1 : Chenal d'écoulement ; 2- L2 : Lit majeur ; 3- L2 : Lit majeur exceptionnellement inondable ; 4- chenaux de crues.

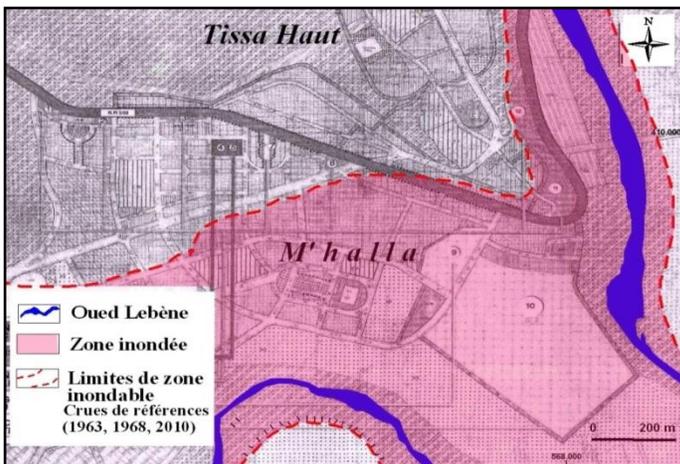
Source : Gartet A, 2010.

-Une carte des aléas qui définit les surfaces affectées en fonction des paramètres physiques (hauteur d'eau, vitesse d'écoulement, durée de submersion, vitesse de montée des eaux, etc.) et en fonction de la hauteur de submersion.

-**Une carte des enjeux** ou carte de la vulnérabilité au risque d'inondation dont le but est d'identifier et qualifier les enjeux soumis aux inondations, tels que : (a) l'importance des populations soumises au risque, (b) les espaces urbanisés, (c) les champs d'expansion des crues où peuvent être stockés des volumes d'eau importants (terres agricoles, espaces verts, terrains de sport, champ de course, saline, etc.), (d) les établissements industriels et commerciaux, et (e) les voies de circulation susceptibles d'être submergées pour l'acheminement des secours et l'évacuation de personnes.

La vallée du Lebène, à Tissa, est amenée à devenir davantage urbanisée. Le Conseil communal avait opté, en 1999, pour l'ouverture d'un nouveau périmètre urbain dont la zone d'extension est entièrement inondable (Fig 9). Les nouvelles limites du PA, étendues jusqu'aux berges droite du Lebène constituent actuellement un handicap dans la concrétisation des recommandations des lois 12-92 et 25-92 relatives à l'urbanisme, des orientations de la loi 10-95 relative à l'eau, de la loi 11-03 relative à l'environnement, et du cadrage amendé par la loi 17-08 relative à la Charte communale.

Figure 9. Superposition des limites des zones inondables et du Plan d'Aménagement de Tissa.



Source : Gartet A, 2010

2. Procédés et contraintes de gestion des risques d'inondation

2.1. Actions entreprises et contraintes d'aménagement des zones inondables

Dans le cadre des mesures préventives des impacts des crues sur la population et leurs biens dans les milieux urbains rivaux et pré-rivaux, des études de protection contre les inondations ont été menées par différents services provinciaux, notamment lors de l'élaboration des documents d'urbanisme en collaboration avec les services techniques de l'ABHS, l'Agence Urbaine de Taza et les Services provinciaux de l'Urbanisme et de l'Environnement à Taounate.

Le but était d'éviter d'éventuelles extensions du phénomène urbain dans les sites inondables définis dans les PA et PD comme étant des zones *non ædificandi*. Néanmoins, l'intégration de la notion de risque dans la planification spatiale n'a été que partiellement prise en compte, et les mesures préventives prescrites ont été modestes.

En effet, la gestion des risques d'inondation s'est heurtée à des contraintes majeures, telles que : (a) l'insuffisance des crédits alloués au financement des ouvrages d'art hydrauliques, (b) l'absence de clarté quant à la répartition des compétences entre les différents intervenants dans le processus de prévention, (c) l'ambiguïté des textes de la décentralisation communale, ces derniers ne précisant pas la nature des actions que la Commune est appelée à entreprendre pour réduire les risques ou encore les mesures d'urgence à envisager en cas d'inondation, (d) l'incohérence des approches en matière de réduction des risques des crues et des inondations et (e) l'exploitation illégale des lits des oueds.

En revanche, l'examen des dispositions portant sur la protection contre les inondations contenues dans la loi 10-95 sur l'eau ne permet pas d'avoir une vision claire sur la conception, l'entretien et la protection des ouvrages de prévention. C'est pourquoi, il a été impératif de développer le système d'annonce des crues (qui

était jusqu'alors archaïque), d'aménager les cours d'eau (curage, endiguement...) et de construire des seuils destinés à réduire l'énergie hydraulique et à atténuer les transports solides.

2.2. Attentes réglementaires en matière de prévention des risques d'inondation : application à l'urbanisme dans les agglomérations de basses montagnes.

Les principales attentes en matière de prévention des risques hydrologiques consistent surtout en la mise en application des prérogatives des outils d'aménagement existants (SNAT, SDAR, SRAT, SDAU, PA, PD, etc.) dans la prévention des risques des crues et des inondations, en particulier dans les Lois de l'Urbanisme (1992), de l'Eau (1995) et de l'Environnement (2003).

Le renforcement des rôles des institutions déjà mises en place telles que l'ABHS, l'Agence Urbaine, l'Inspection Régionale de l'Urbanisme, les Collectivités territoriales, ainsi que la création de nouveaux organes de gestion des risques sont des actions à renforcer. Car, toute action ne peut se concrétiser sans l'intégration des notions de risques dans les projets de codes de l'Urbanisme et de l'Environnement, de même que l'évaluation précise des risques hydrologiques, en tenant compte des changements climatiques, par le renforcement du soutien à la recherche. D'où la nécessité d'institutionnalisation du PER (Plan d'Exposition aux Risques) et du PPR (Plan de Prévention des Risques) et de renforcement de la structure nationale pérenne chargée de gestion et de prévention des risques majeurs. Ces actions permettront une gestion rigoureuse des autorisations d'occupation du sol dans les zones à risques. Elles doivent être menées conjointement à l'information et la sensibilisation de la population sur les risques ainsi qu'au renforcement des moyens et prérogatives de la protection civile, avec toutefois l'organisation des secours et l'établissement d'un plan ORSEC.

Conclusion

Les situations critiques analysées montrent l'ampleur des risques et des catastrophes liées à l'eau dans des milieux fragilisés

fortement anthropisés. Elles dénotent des combinaisons complexes des facteurs, des processus et des formes hydrodynamiques, et renseignent sur les imbrications des aléas et de la forte vulnérabilité aux risques.

Toutes les crues qui affectent les agglomérations étudiées se caractérisent par la soudaineté et la violence.

Celles historiques ont certes été importantes, mais les plus récentes ont des répercussions directes sur la population et les installations humaines qui ne cessent de se propager dans les zones inondables. Il n'est donc pas possible de parler, en ce qui concerne ces inondations, de catastrophe naturelle et imprévisible. Certes, le mécanisme initial revient aux forces physiques, et il serait très imprudent de les ignorer ; il faut en effet être capable de les comprendre pour en montrer les dangers et en évaluer l'impact sur l'espace utilisé par les sociétés.

Mais on voit bien que les moments comme les lieux les plus favorables à leur expression sont connus ou tout au moins identifiables, sinon cartographiés. Il n'est donc pas permis de les considérer comme des accidents ; ce sont les résultats de pratiques sociales qui conduisent à briser la régulation et la maîtrise de l'espace approprié.

Quoiqu'il en soit, la sécurité de ces agglomérations est toujours mise en cause. Les risques vécus ces deux dernières années, par exemple, dénotent de la méconnaissance des risques chez la population et, plus grave encore, chez les gestionnaires. D'autant plus, la crise urbaine engendre l'occupation non réglementaire des lits des oueds qui sont - selon la loi 10-95 - des domaines publics hydrauliques et selon le droit de l'environnement (Benyahya, 2003) considérés - dans les documents d'urbanisme (SDAU et PA) - des zones à protéger et *non ædificandi*" (Gartet A, 2006 et 2007).

Pour toutes ces considérations, il est urgent : **(a)** de repenser les risques hydrologiques dans la planification urbaine des agglomérations rifaines et pré-rifaines, **(b)**, de repenser ces milieux fragiles dans le nouveau concept d'aménagement, **(c)**,

d'intégrer la notion de risques hydrologiques dans le Code de l'Urbanisme et la Charte de l'Environnement, **(d)**, d'établir des PER (Plan d'Exposition aux Risques) avant toute élaboration des PD, PA et SDAU, **(e)**, d'établir des stratégies relationnelles entre les différents niveaux d'une plaine alluviale submersible et **(f)**, de réorienter le développement de ces Centres et d'établir le Schéma d'agglomération d'aujourd'hui qui sera aussi celui de demain.

BIBLIOGRAPHIE

AGENCE DU BASSIN HYDRAULIQUE DU SEBOU (ABHS), 2005, Plan d'action pour la lutte contre les inondations dans le bassin du Sebou. Rapport inédit, Fès, 21 p,

ABHS, 2010, Evénements hydro pluviométriques dans le bassin du Sebou. Atlas des zones inondables, Rapport ABHS, Fès, avril 2010,.

BALLAIS J-L, 2006, La cartographie hydro géomorphologique. *BAGF – Géographies*, n° 4, pp461-468.

BALLAIS J-L, CHAVE S, DELORME-LAURENT V, ESPOSITO C, 2009, Hydro géomorphologie et inondabilité. *Géographie physique et Quaternaire*, 61, 1, 2007, pp75-84.

BALLAIS J-, GARRY J, MASSON M, 2005, Contribution de l'hydro géomorphologie à l'évaluation du risque d'inondation : le cas du Midi méditerranéen français. *C. R. Géoscience*, n° 337, pp : 1120-1130.

BENYAHYA M, coordonnateur, 2003, Droit de l'environnement. *Revue Marocaine d'Administration Locale et de Développement*. Collection Texte et Documents n° 90, Rabat. 712 p,

CALVET M., 1985, Géomorphologie et Génie Civil : l'exemple de l'étude préalable à la réalisation de la déviation de Prades (P.-O.). In *Les Routes du Sud de la France, de l'Antiquité à l'époque contemporaine*, Publications du CTHS, Paris, pp435-442,

GARTET A., 1994, Morphogenèse et hydrologie dans le bassin versant de l'oued Lebène (Prérif central). Thèse Doctorat de l'Université d'Aix-Marseille I, 342 p.

GARTET A, 1995, Risques naturels et habitat dans le Centre urbain de Tissa (Prérief central), Mémoire 3^{ème} cycle en Architecture, Urbanisme et Aménagement. École d'Architecture Marseille-Luminy. Carte en coul. et notice explicative, Marseille, 65 p.,

GARTET A, 1999, Violence des crues de l'oued Lebène et évolution des lits fluviaux (Rif central, Maroc). In *Risques naturels*. Édition. CTHS, Paris, pp67-85.,

GARTET A, 2006, Risques naturels et technologiques dans les zones urbaines et suburbaines de la région de Fès-Boulemane : nécessité d'intégration du concept du risque dans le code de l'Urbanisme. Débat régional sur le code de l'Urbanisme. *Édition électronique*, Site Web du Ministère de l'Aménagement du Territoire, Maroc.

GARTET A, 2007, *Risques naturels, anthropiques et technologiques dans l'agglomération de Fès et son arrière-pays : aménagement, gestion et prévention*. Thèse Doct. d'État, FLSH Saïs, USMBA, Fès 454 p.,.

GARTET A, GARTET J, 2003, Crues et inondations de l'Oued Lebène (Prérief central). Revue Misbahia n° 6-2003, Publications FLSH, Fès Saïs, pp37-63.

GARTET A, GARTET J, 2009, Les crues urbaines dans l'agglomération de Fès : bilan et perspectives de la gestion et de la prévention des risques dans le contexte d'adaptation aux changements climatiques. Rencontre Régionale : *Adaptation aux changements climatiques au Maghreb : Bilan et Perspectives*. Comité National IGBP & Université Hassan II, Casablanca.

GARTET A, GARTET J, 2010, Cyndinique et environnement urbain au Maroc : état des études et perspectives de recherches. *Cahiers Géographiques* n° 7, Revue de l'Association des Géographes de la FLSH Dhar El Mehraz, Fès, pp87-99,

GARTET A, GARTET J, GARTET F, 2006, Torrentialité et problèmes d'aménagement urbain à Aïn Aïcha (Province de

Taouinate), Publications FLSH, Rabat, Série Colloques et séminaires n° 131, pp149-158.

GARTET J, 2001, Contribution à la connaissance de la dynamique fluviatile au Pléistocène supérieur et à l'Holocène dans la vallée de l'Ouerrha : Étude des dépôts des basses et très basses terrasses (Rif, Maroc). Thèse Doctorat de l'Université Provence, 543 p.

GARTET J, BALLAIS J-L., GARTET A, FONTUGNE M, 2001, Polémique autour de la datation de la terrasse rharbienne : Apport de la très basse terrasse de l'Oued Ouerrha. Datation, XXI^e rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes (Actes des rencontres du 19-21 octobre 2000. Publications du Centre d'Études Préhistorique, Antiquité, Moyen âge villes d'Antibes. Édition. APDCA, pp361-369.

GARTET J, GARTET A, 2009, Les composantes du cadre des politiques d'adaptation aux fluctuations climatiques : exemple de l'inondation de Taza. Journée d'étude : « *Les changements climatiques : quels défis pour le développement territorial au Maroc ?* ». Institut National d'Aménagement et d'Urbanisme, Rabat.

GARTET J, ERRAFIK M, GARTET A, 2009, Problématique d'aménagement des espaces hydrauliques dans le processus de requalification urbaine à Fès. Colloque « *Fès : les défis de la requalification urbaine* », FLSH Saïs-Fès.

GARRY G, 1985, Photo-interprétation et cartographie des zones inondables. Éditions du STU, Paris, 74 p.

BULLETIN OFFICIEL N° 4325 du 20 septembre 1995 : Loi n° 10-95 relative à l'eau et Dahir n° 1-95-154 du 16 août 1995 portant promulgation de la Loi n° 10-95. Édition de traduction officielle, Rabat.

MINISTÈRE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE L'EAU (MATEE), 2004, Étude du Plan national de protection contre les inondations et impacts des

ouvrages de protection sur l'environnement, Division de la planification et de la gestion de l'Eau, Rabat, 74 p. et annexes.

LA VULNERABILITE DE LA POPULATION AUX PARASITOSE INTESTINALES A SFAX : QUELLE IMPLICATION DE L'EAU ?

*The vulnerability of the population to intestinal parasites in Sfax
(Tunisia): what implication of water?*

JARRAYA Mounir^{1,2}

¹Laboratoire Syfacte, Tunisie

²Université de Sfax, Faculté des Lettres et Sciences Humaines

jarrayamounir@gmail.com

Résumé

Les infections par parasitoses intestinales constituent un motif fréquent de consultation médicale dans les Centres de Santé de Base (CSB) qui représentent la première ligne de recours pour la population des différentes délégations du gouvernorat de Sfax. Ce travail traite du problème que représentent les parasitoses intestinales pour la population de Sfax, en mettant l'accent sur la vulnérabilité des individus et le rapport qu'ils entretiennent avec le contexte climatique, particulièrement l'eau, qui existe dans différents plans aquatiques, permanents et occasionnels. L'insuffisance de l'hygiène hydrique constitue l'un des facteurs principaux de l'infection. L'analyse des niveaux élevés des consultations pour parasitoses intestinales dans les délégations limitrophes à Sfax permet de déduire que le remède est socio-sanitaire.

Mots-clés : Infections par parasitoses intestinales, vulnérabilité, Centre de Santé de Base (CSB), hygiène hydrique, Sfax

Abstract

Intestinal parasitic infections are a common reason for medical consultation in the Basic Health Centers (BHC) which represents the first line of action for the population of different regions in the Governorate of Sfax. The current research deals with the problem caused by intestinal parasites for the population from Sfax, while highlighting the vulnerability of individuals and their link with the climate context and in particular the water which exist in different, permanent and occasional, plans. The inadequate water hygiene

constitutes a major factor of infection. The analysis of high levels of consultations for the intestinal parasitic infections in the neighboring delegations in Sfax enables to deduce that the remedy is social-sanitary.

Keywords: Infections with intestinal parasites, vulnerability, Basic Health Center (BHC), water hygiene, Sfax

Introduction

Les parasitoses intestinales, maladies dues à des parasites se développant dans le tube digestif, constituent un important problème de Santé Publique dans les pays en voie de développement (Hamaidi *et al*, 2012). L'insuffisance de l'hygiène hydrique est l'un des facteurs principaux de l'infection.

L'eau insalubre est à l'origine de la contamination, soit par voie d'ingestion d'eau souillée, soit par voie de l'épiderme lorsque l'individu marche à pieds nus dans l'eau douce malsaine (Benouis *et al*, 2013). Par ailleurs, il est utile de rappeler dans ce contexte le mécanisme de l'infection pour comprendre ses déterminants (Laamrani El Idrissi *et al*, 1999).

Dans le cas des parasitoses intestinales, la transmission du parasite s'effectue soit indirectement (par un vecteur inanimé qui est l'eau) soit directement (d'un individu à un autre) (Diouf *et al*, 2000). Cela explique leur propagation rapide et leur caractère communautaire.

Les parasitoses intestinales sont parmi plusieurs maladies infectieuses d'origine hydrique qui peuvent altérer la santé humaine. Cependant, le poids que représentent ces maladies infectieuses est différent selon les aires géographiques, dans la mesure où le contexte climatique et environnemental d'une manière générale agit sur leur apparition et leur propagation (Salem *et al*, 1994 ; Besancenot, 2007). Nous notons ici, la prépondérance des facteurs climatiques où l'eau, sous diverses formes, joue un rôle capital dans l'émergence et la réémergence de ces types de maladies (Besancenot, 1992 ; Health Canada, 2006).

En Tunisie, certains travaux ont traité des aspects épidémiologiques des parasitoses intestinales en mettant l'accent sur le rôle des facteurs de l'environnement, dont l'eau, qui en constitue le principal vecteur. Certains chercheurs ont présenté l'intérêt du dépistage des parasitoses digestives et urinaires chez les étudiants non-résidents permanents en Tunisie à travers l'analyse de 2560 cas au laboratoire de parasitologie de l'Institut Pasteur de Tunis, entre 1998 et 2002. 674 cas étaient parasités, soit une prévalence de 26,3%. Les protozoaires ont constitué la majorité des parasites isolés (87,4%). *Entamoeba histolytica* a été isolée dans 89 cas, essentiellement chez des sujets en provenance de l'Afrique intertropicale. La bilharziose urinaire a été diagnostiquée dans 25 cas. Ces résultats confirment que le dépistage précoce permet d'éviter l'introduction des parasitoses déjà éradiquées ou rares en Tunisie (Siala *et al.*, 2003).

Dans une autre recherche, les parasitoses intestinales ont été étudiées chez l'enfant, à travers un bilan de deux ans (de décembre 1988 à novembre 1990) dans le CHU Hédi Chaker de Sfax. L'analyse parasitologique a porté sur 3025 examens de selles d'enfants, et a révélé que 25% sont infectés. Le parasitisme intestinal de l'enfant s'observe surtout à un âge scolaire, et c'est essentiellement un parasitisme à protozoaires avec notamment *Giardia intestinalis* qui représente à lui seul 48 % des examens positifs. Il en ressort de cette étude donc, que la maîtrise du fléau parasitaire ne peut se réaliser que par l'assainissement et l'hygiène du milieu, doublés par l'éducation sanitaire de la population (Ayadi *et al.*, 1991).

Une étude rétrospective plus récente (couvrant la période 1997-2006) a été centrée sur les parasitoses intestinales dans la région de Sfax. Elle a permis de montrer, à travers 30573 examens parasitologiques des selles (EPS) et 5844 scotch-tests réalisés au laboratoire de parasitologie-mycologie du CHU de Sfax, que les parasitoses intestinales restent fréquentes dans la région de Sfax, laquelle est dominée par les protozoaires. Seulement *E. vermicularis* et *G.intestinalis* ayant un pouvoir pathogène

universellement reconnu ont été rencontrés avec une fréquence significative (Cheikh Roukhou et *al.*, 2009).

En Tunisie, le secteur de la Santé de Base joue un rôle capital dans l'offre des soins ambulatoires pour lutter contre les maladies, en particulier les maladies de type infectieux (Jarraya et *al.*, 2005). À Sfax, les Centres de Santé de Base (CSB), appelés aussi dispensaires, représentent la première ligne de recours à la population des différentes délégations du gouvernorat, pour solliciter la consultation médicale. Les infections par parasitoses intestinales constituent un motif fréquent de consultation médicale.

Il importe de signaler ici, que les données épidémiologiques enregistrées par le secteur de la Santé de Base, qui constitue la première ligne de recours pour la population, n'offrent aucune information sur le type du parasite responsable de l'infection. Nous nous sommes basés donc sur les constats et l'expérience des médecins en poste dans les CSB ainsi que sur les études épidémiologiques élaborées sur la région de Sfax et évoquées ci-dessus (Ayadi *et al.*, 1991 ; Cheikh Roukhou et *al.*, 2009), pour identifier les parasites à l'origine des parasitoses intestinales. En outre, l'élaboration de ce type d'approche, qui met en cause l'hygiène hydrique et en particulier celle de l'eau de *Majels*, suppose l'intégration d'informations sur sa qualité, notamment sa composition bactériologique.

Cependant, à l'exception de quelques mesures ponctuelles et dont l'accès a été de surcroît impossible, et en l'absence d'une base de données publique, nous avons, en s'appuyant sur notre connaissance du terrain et la confirmation des médecins, évoqué la présence d'une part essentielle d'une d'eau de boisson de mauvaise qualité, en particulier durant la saison de pluie (en automne), dans l'explication d'une morbidité élevée des parasitoses intestinales. Cela étant considéré comme une des limites de notre étude, nous avons tenté d'en combler l'incertitude par l'investigation auprès des médecins et de la population afin de confirmer notamment nos constats à l'analyse

des signaux temporels de la morbidité des parasitoses intestinales à Sfax.

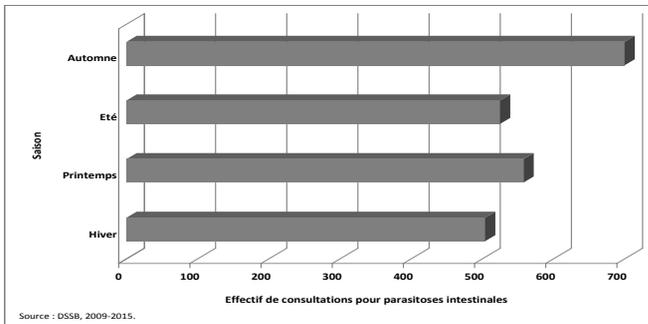
En se basant sur les données des consultations médicales pour parasitoses intestinales, couvrant la période 2009-2015 et obtenues auprès de la Direction Régionale de la Santé Publique à Sfax, nous traitons à travers la variation spatio-temporelle des parasitoses intestinales, la vulnérabilité de la population de Sfax à cette infection en mettant en question le contexte climatique, la qualité de l'eau ainsi que d'autres facteurs explicatifs des niveaux élevés de la morbidité.

1. La variation spatio-temporelle des infections par parasitoses intestinales

1.1. La variation temporelle

L'effectif annuel moyen des consultations enregistrées pour les parasitoses intestinales dans le secteur de la Santé de Base à Sfax est de 2280 cas, sur la période 2009-2015. Cet effectif se caractérise par une relative variabilité temporelle (de 2435 cas en 2014 à 2028 cas en 2011).

Figure 1. La variation saisonnière des consultations pour les parasitoses intestinales à Sfax (2009-2015)



À l'échelle saisonnière, les consultations pour parasitoses intestinales sont plus élevées en automne (700 cas) alors qu'elles connaissent leur niveau le plus bas en été (525 cas) sur la période 2009-2015 (Fig 1). De ce fait, le taux d'accroissement été-automne est de l'ordre de 34%.

L'analyse de la situation épidémiologique mensuelle nous a permis de repérer deux pics différents : le premier est moins important, il survient en fin de printemps (216 cas en mai) alors que le deuxième, qui est le plus important, est observé en octobre (266 cas) (Fig 2).

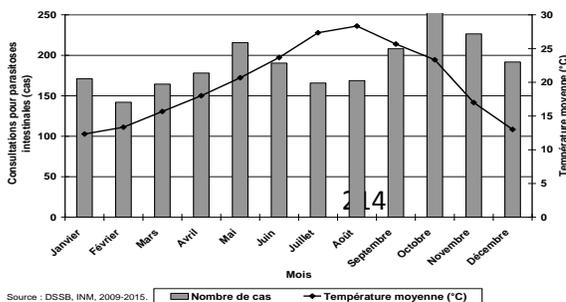
Plusieurs éléments régissent cette variation temporelle observée à l'échelle saisonnière. L'accroissement progressif des consultations pour parasitoses intestinales au printemps et en automne nous permet de suggérer une éventuelle relation avec le contexte climatique saisonnier.

En effet, l'accroissement des consultations printanières est expliqué par l'adoucissement thermique que connaît le printemps puisque la température moyenne mensuelle passe de 15,7°C en mars à 20,7°C en mai (Fig 2).

En outre, la persistance d'une humidité relative de l'air, assez élevée durant ces mois printaniers (71% en mars et 61% en mai), se combine avec la douceur thermique, pour favoriser l'infection par les parasitoses intestinales.

La fréquence des consultations pour parasitoses intestinales atteint son degré le plus élevé en automne. Cela s'explique par la persistance de la chaleur estivale, qui se manifeste à travers des températures moyennes supérieures à 20°C, et surtout à travers l'augmentation de l'humidité relative de l'air, dépassant 75% en octobre. Une telle situation climatique, caractérisée par une chaleur et une humidité élevées, favorise l'activité de l'agent infectieux responsable des parasitoses intestinales. Outre cette variation temporelle, les consultations pour parasitoses intestinales se caractérisent par leur variation spatiale.

Figure 2. La variation mensuelle des consultations pour parasitoses intestinales et de la température de l'air à Sfax (2009-2015)



1.2. La variation spatiale

La répartition spatiale de cet effectif annuel des consultations pour parasitoses intestinales à Sfax est contrastée, dans la mesure où des disparités se présentent entre les délégations du gouvernorat.

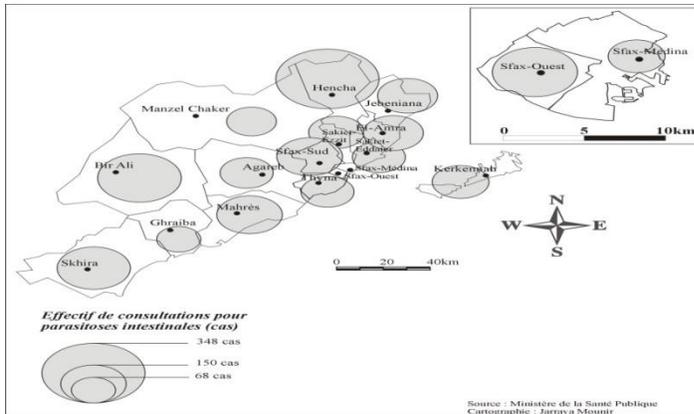
Un premier niveau de disparités se présente entre le Grand Sfax (qui se compose des délégations centrales de Sfax-Médina, Sfax-Ouest, Sfax-Sud, Thyna, Sakiyet-Ezzit et Sakiyet-Eddaier) et les délégations limitrophes (qui regroupent le reste des délégations périphériques du gouvernorat). Bien qu'il accapare près de 65% de la population totale du gouvernorat, le Grand Sfax enregistre une consultation moyenne pour parasitoses intestinales de l'ordre de 110 cas contre 1152 cas dans les délégations limitrophes, sur la période 2009-2015.

Cependant, des nuances apparaissent à l'intérieur de ces deux groupes de délégations. Dans le Grand Sfax, les consultations pour parasitoses intestinales varient de 242 cas à Sfax-Ouest, à 91 cas à Sakiyet-Eddaier, sur la période 2009-2015. Au niveau des délégations limitrophes, l'effectif de consultations pour parasitoses intestinales varie de 348 cas à Hencha, à 68 cas à Ghraiba (Fig 3). Ces disparités spatiales sont expliquées par plusieurs facteurs socio-économiques et sanitaires.

Les facteurs qui régissent la variation spatiale de la morbidité de parasitoses intestinales sont multiples.

La répartition de la population dans l'espace du gouvernorat (hyper-concentration dans le Grand Sfax), sa typologie (importance de la population urbaine dans le Grand Sfax) ainsi que le niveau d'équipement en CSB et leur rythme de consultations (nombre de jours de consultations par semaine, réduit dans les délégations limitrophes) (Jarraya, 2014) caractérisent les disparités spatiales observées au niveau des consultations. Cependant, l'eau, le facteur capital de l'affection par cette maladie et en particulier de sa propagation, se présente comme une locomotive permanente qui détermine sa fréquence élevée surtout durant la phase automnale.

Figure 3. La répartition spatiale des consultations pour parasitoses intestinales selon les délégations de Sfax (2009-2015)



2. Quelle implication de l'eau dans l'infection par les parasitoses intestinales ?

Les aspects de l'implication de l'eau dans les infections par parasitoses intestinales sont multiples. L'humidité atmosphérique, la fréquence des séquences pluvieuses, la constitution éventuelle des plans d'eau occasionnels et les impacts de certains ouvrages d'aménagement hydraulique sont autant de facteurs favorables au développement et à la propagation des parasites responsables des infections.

2.1. L'humidité atmosphérique et son impact sur les parasites

Nous avons signalé ci-dessus que l'humidité de l'air élevée (qui dépasse 60%) offre les conditions favorables au développement des parasites. En outre, la pluviométrie, qui est l'aspect important de cette humidité atmosphérique, constitue un élément fondamental qui explique la concentration temporelle des cas de parasitoses intestinales à Sfax. Il est connu que l'automne est la saison la plus pluvieuse de l'année à Sfax puisque le régime pluviométrique saisonnier indique que plus de 40% des précipitations annuelles se concentrent en automne (Bousnina, 1997).

L'abondance pluviométrique automnale, même si elle se caractérise par une forte variabilité interannuelle (Jarraya, 2009), est responsable du développement des parasites dans les différents plans d'eau occasionnels qui ne s'évaporent qu'après quelques jours. L'importance de ces plans d'eau est commandée par l'intensité et la durée des épisodes pluvieux.

2. 2. Les plans d'eau occasionnels

Suite aux averses pluvieuses plus ou moins intenses, des plans d'eau occasionnels apparaissent. Par ailleurs, des plans d'eau peuvent se former également suite aux fortes précipitations et au débordement des oueds dans les zones rurales comme dans les zones urbaines (Fig 4)

La persistance des surfaces d'eau occasionnelles pendant quelques jours, associées à une température assez élevée surtout en automne, offre les conditions propices à la prolifération des parasites. Plus ces plans d'eau persistent, plus le risque de contamination est élevé. Il est fondamental de noter ici que l'intensité de la température au cours de la journée détermine son évaporation lorsque la capacité d'infiltration atteint la saturation.

Figure 4. Débordement de l'oued Sidi Salah (A) et inondation des zones urbaines dans la délégation de Sakiet-Eddaier (B) au Nord de la ville (le 22 septembre 2013)



Source
:www.
rge.rev
ues.org

Par ailleurs, certains comportements sociaux accentuent le risque d'infection par les parasites qui prolifèrent dans cette eau insalubre. En effet, l'accès à l'eau potable n'est pas garanti dans

plusieurs secteurs des délégations limitrophes du gouvernorat de Sfax. La population cherche donc à subvenir à ses besoins d'eau de boisson et parfois par des eaux d'écoulement intermittent des oueds ou par les autres plans d'eau qui s'accumule dans les endroits déprimés dans les zones rurales. En outre, à cause du manque de vigilance et de conscience des risques qu'ils courent lors de la marche à pieds nus dans ces plans d'eau occasionnels riches en parasites, les individus, en particulier les enfants, sont plus exposés à l'infection par les parasitoses intestinales. Par exemple, les parts des enfants dans l'effectif total de consultations pour parasitoses intestinales de la catégorie de ≤ 5 ans et de la catégorie 6-14 ans sont respectivement 38% et 40% en 2015.

Si le milieu urbain est théoriquement mieux équipé par des réseaux d'assainissement qui évacuent l'eau pluviale, le milieu rural compte seulement sur le potentiel d'infiltration du sol, lequel ne tarde pas à atteindre le niveau de saturation, surtout lors des épisodes pluvieux de longue durée. Au cours de ces épisodes, un ruissellement des quantités énormes d'eau pluviale se produit et contribue par conséquent à la formation de ces plans d'eau occasionnels.

Si le risque de contamination se présente ici par des plans d'eau qui se forment naturellement suite aux épisodes pluvieux, celui-ci peut se produire à cause des ouvrages hydrauliques construits par l'Homme.

2.3. L'effet des ouvrages d'aménagement hydraulique : l'exemple du canal de « ceinture Bourguiba » dans l'agglomération de Sfax

Le rôle de ce canal ne peut pas être compris sans connaître le contexte de drainage hydrographique dans l'agglomération de Sfax. Plusieurs oueds renfermant le réseau hydrographique à Sfax tronquent des terrains fragiles au nord comme le sud de l'agglomération (Daoud et al., 1997). Ces oueds présentent des risques de débordements provoquant des inondations lors des fortes précipitations. C'est à la suite des inondations de 1982 et face aux énormes dégâts matériels et pertes humaines qu'ils ont

provoqués, qu'un dispositif de protection de la ville de Sfax contre d'éventuelles inondations a été conçu, ce dispositif consiste en la mise en place d'un canal-ceinture de protection et d'évacuation des eaux pluviales vers la mer au moment des crues.

L'urbanisation galopante dans l'agglomération de Sfax se traduit par une forte pression, matérialisée par des impacts négatifs sur l'environnement (Jarraya, 2009)

À ce propos, nous pouvons évoquer le fait qu'une partie du canal-ceinture de protection contre l'inondation est transformée en un collecteur d'ordures ménagères et des eaux usées du réseau d'assainissement. Un problème de cette nature est également provoqué par l'affleurement de la nappe phréatique dans le canal et l'intrusion de l'eau marine pendant les périodes de hautes marées, qui s'accompagnent d'énormes quantités de végétation marine, composée essentiellement de posidonie.

Cependant, ces milieux humides caractérisés par la stagnation de l'eau, qu'elle soit originaire d'affleurement de la nappe ou d'intrusion marine, constituent des foyers propices au développement des parasites. En outre, ces eaux stagnantes permanentes peuvent affecter le bien-être et/ou la santé des individus puisqu'elles favorisent la multiplication des moustiques, vecteurs potentiels des souches de maladies infectieuses. Cela est d'autant plus crucial dans la mesure où la durée d'incubation des moustiques diminue sous l'effet d'une humidité et d'une température élevée en particulier en automne.

La situation est d'autant compliquée que les endroits humides de ce canal se localisent à la proximité des zones d'habitation (Planche photographique n°2-A), zones qui ne cessent de s'étendre. Ainsi, ce canal conçu pour protéger la population est devenu une source de gêne et de risque de propagation des agents pathogènes infectieux au sein de la population.

Par ailleurs, les oueds exoréiques (qui se jettent dans la mer) de l'agglomération présentent les mêmes risques. Par exemple, sous l'effet de l'affleurement de l'eau de la nappe, l'intrusion de l'eau et de la végétation marine dans son cours d'eau, *l'oued Ezzit*

présente un foyer de développement des agents infectieux via les moustiques qui trouvent dans ces milieux humides, l'endroit propice à leur multiplication (Fig 5).

Suite à un contact direct avec la peau ou via une transmission vectorielle, nous suggérons que l'eau présente ici un risque majeur pour la santé. Nous notons ainsi une relative élévation des consultations pour parasitoses intestinales dans les CSB qui drainent une population qui réside aux confins du canal. Par exemple, le CSB de *Cité Bourguiba*, qui se localise au Nord du centre-ville (le début de la délégation de Sakiet-Eddaier) et qui draine la population qui habite non seulement proche du canal de ceinture Bourguiba mais aussi du canal de *l'oued Ezzit*, illustre ce constat. Dans ce CSB, les consultations pour parasitoses intestinales en automne 2015 représentent 43% des motifs de consultations médicales alors que la part moyenne enregistrée au niveau de l'agglomération de Sfax ne dépasse pas 20%.

Cet accroissement des consultations est dû à une forte activité des parasites qui trouvent dans l'eau stagnante en permanence le milieu favorable pour se multiplier et se propager, affectant ainsi les individus. Il est à signaler aussi qu'au niveau du CSB de *Cité Bourguiba*, les parasitoses intestinales touchent différemment les personnes. L'analyse selon l'âge des patients consultants montre que les enfants constituent 72% des cas. Cette part se répartit inégalement entre les deux catégories : 26% pour la catégorie de ≤ 5 ans et 46% pour la catégorie 6-14 ans. Cette part élevée au niveau de la catégorie 6-14 ans est expliquée par l'absence de la conscience nécessaire, ce qui augmente la vulnérabilité des enfants fréquentant les abords de ces canaux aux parasites qui se développent dans l'eau.

Même si nous n'avons pas de données chiffrées, nos entretiens effectués pendant cette période (entre octobre 2012 et octobre 2015) avec des patients (43 cas) fréquentant le CSB de *Cité Bourguiba* révèlent les nuisances occasionnées par les moustiques, qui gâchent la vie des habitants dans cette zone. Ces moustiques ont un potentiel vectoriel important puisqu'elles peuvent transmettre les agents pathogènes de l'eau à l'organisme

humain. Des patients arrivent quotidiennement pour consulter le médecin du CSB, en vu d'un diagnostic des piqûres de moustiques, qui se manifestent sous forme d'inflammations cutanées gênantes.

Figure 5 : Photo à gauche stagnation de l'eau et présence de la végétation marine dans la ceinture de protection. Photo à droite Intrusion de l'eau et de la végétation marine dans le cours d'eau de l'oued *Ezzit* au Nord de la ville. Source: Jarraya, 2013.



Outre le contact direct ou la transmission par l'eau, le niveau de l'hygiène hydrique de l'eau de boisson dans les réservoirs constitue lui aussi un déterminant essentiel dans la contamination.

2.4. L'hygiène des réservoirs de collecte de l'eau pluviale, « majel »

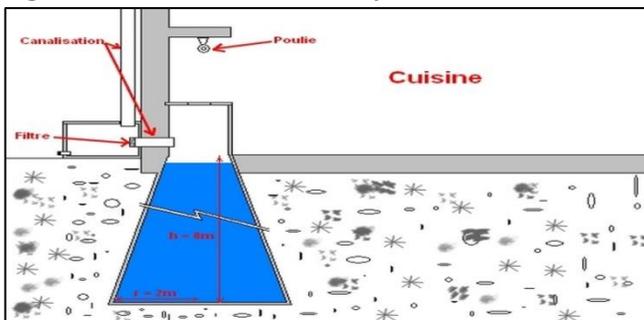
Le creusement d'un *majel* est une tradition héritée par les habitants de l'agglomération, le plus souvent adoptée actuellement sous les maisons ou dans les jardins des habitations de type pavillonnaire (villas). Nous distinguons deux pratiques : le *majel* qui a une profondeur qui dépasse souvent 4m (Fig 6) et la *fesquiya*, moins profonde (3 à 4 m). Il est à noter que le *majel* est privilégié par les habitants car, à l'inverse de la *fesquiya*, sa construction nécessite moins d'espace et possède la capacité de garder la fraîcheur de l'eau notamment en été (BENNASR, VERDEIL, 2009). Le *majel* constitue un dispositif de collecte d'eau qui a pu être sauvegardé face aux mutations du mode de vie des Sfaxiens au fil des décennies. La rareté de l'eau et l'accentuation de l'aridité expliquent la permanence des *majels* à Sfax.

Cependant, la survie du *majel* dans l'agglomération se trouve actuellement en jeu et ce, à cause de l'effet des éléments de

nature à porter atteinte à la qualité de ses eaux et donc menacer la santé humaine. Nous avons signalé que le *majel* est construit aujourd'hui le plus souvent dans le jardin. Cela impose aux usagers d'être plus vigilants face à la menace de chute d'insectes ou d'animaux dedans.

Pour garder l'eau de *majel* saine, une série de mesures sont à respecter. En premier lieu, des entretiens appliqués sur les toits par la chaux sont fortement recommandés, chaque année, de préférence au début de la saison de pluie, en automne surtout. Ensuite, le déversement régulier d'une quantité d'eau de javel dans le *majel* ou d'une « pierre de chaux » est utile en vu de maintenir son eau en bonne qualité. Par ailleurs, l'utilisation du seau pour extraire de l'eau est recommandée, cela permet (...) de l'oxygéner. Il est aussi fortement recommandé de boucher l'entrée de l'eau au *majel* ou « *le mizeb* » au début de l'averse pluvieuse et ce, afin de « laver le toit » pendant quelques minutes pour éviter l'introduction de la poussière avec l'eau, car l'accumulation de celle-ci au fond du *majel* contribue, au fil du temps, à la formation de boue et la prolifération de bactéries et donc à la détérioration du goût et de la qualité de l'eau. Enfin, la vidange du *majel* est préconisée après un certain nombre d'années, en particulier dès qu'un changement de goût est ressenti (Jarraya, 2014).

Figure 6. La structuration de *majel*



Source : <http://www.le-projet-olduvai.com/t4759-majel-de-baroud>

Le manque d'intérêt observé par la société moderne envers ces « règles recommandées par les ancêtres » pour garder l'eau de boisson du *majel* saine, affecte la qualité de celle-ci et met en

risque la santé des individus. Pour déterminer le degré de respect de ces recommandations, nous avons effectué des entretiens personnels en octobre 2012, mai 2013 et octobre 2015 dans l'agglomération de Sfax. Ces entretiens se sont déroulés dans 30 villas (logement pavillonnaire) et 15 « *dar* » (logement horizontal à patio) disposant des *majels*. Il en ressort que le seau est peu utilisé, en particulier dans les villas, et que le plus souvent un moteur pompe l'eau du *majel* vers la cuisine.

En outre, si le blanchiment des toitures par la chaux est préconisé chaque année, seuls 20% des propriétaires des logements (villas et « *dar* ») déclarent qu'ils respectent cette règle alors que les autres ne l'appliquent pas régulièrement. Tous les propriétaires interrogés affirment que la javellisation de l'eau du *majel* est le moyen le plus facile et donc le plus pratiqué par rapport au blanchiment des toitures par la chaux.

Nous déduisons que la qualité des eaux du *majel* n'est pas totalement hygiénique. La motorisation des *majels* et donc l'absence de l'effet d'oxygénation, auparavant apporté par l'utilisation de seau, ainsi que l'entretien irrégulier des toitures par la chaux, contribuent à affecter la qualité de l'eau de boisson d'une bonne partie de la population de l'agglomération qui boit l'eau de ces réservoirs. Des parasites peuvent se développer dans les eaux des *majels* et conduisent enfin à l'infection par les parasitoses intestinales. Les nourrissons et les enfants sont les catégories les plus vulnérables.

Si les règles d'hygiène sont plus ou moins respectées dans les habitations qui disposent des *majels* dans l'agglomération de Sfax, celles-ci sont totalement marginalisées dans les délégations limitrophes et en particulier dans les zones rurales. Il est à noter que nos entretiens menés dans plusieurs zones rurales des délégations limitrophes (Hench, Jebeniana, El-Amra) montrent que si le *majel* existe, toutes ces règles d'hygiène hydrique sont insuffisamment respectées. De plus, plusieurs ménages consomment les eaux de la nappe phréatique lorsqu'elles sont douces. Cela constitue un autre facteur de risque compte tenu de la pollution dont souffrent les eaux d'une bonne partie des

nappes dans la région de Sfax. Un respect des règles d'hygiène héritées par les ancêtres, voire l'établissement des examens adéquats pour contrôler la qualité des eaux de *majel* sont fortement recommandés pour éviter leurs éventuelles retombées sur la santé.

Par ailleurs, l'hygiène hydrique dans l'agglomération de Sfax est actuellement face à un phénomène qui s'accroît au fil des années, c'est celui de la remontée du niveau de la nappe phréatique. L'éventuelle amplification de ce phénomène portera atteinte à la qualité de l'eau de boisson offerte par les *majels*. Le problème de la remontée des eaux de la nappe phréatique est récent dans l'agglomération de Sfax. Il s'accroît en particulier suite aux forts épisodes pluvieux. Certaines explications ont été avancées sans être totalement convaincantes. Il est certain que le rythme galopant de l'urbanisation à Sfax, matérialisé par une forte densification des bâtis dans des secteurs dépourvus du service d'assainissement, contribue à l'évacuation de l'eau usée dans la nappe phréatique. L'octroi des autorisations de construction dans certaines zones non équipées de réseau d'assainissement a amplifié au fil des années les volumes d'eau usée rejetée dans la nappe phréatique. Sur le plan spatial, les secteurs du centre-ville (Sfax-Médina) et ceux de la délégation de Sakiet-Eddaier sont fortement touchés (Fig 7).

Figure 7. Photo indiquant l'incapacité d'infiltration et la stagnation de l'eau pluviale pendant des jours à Sakiet-Eddaier à cause de la remontée des eaux de la nappe phréatique



Source : Bouzid J., 2014.

Lors de nos entretiens, nous avons eu l'occasion d'assister au creusement d'un puits dans une maison récemment construite dans la commune de *Chihia* au nord du centre-ville de Sfax. Ce puits étant destiné au rejet de l'eau usée.

Les impacts sur les *majels* sont catastrophiques puisque les eaux de la nappe qui sont polluées se mélangent avec celle du *majel*. Cela affecte la qualité des eaux du *majel* qui deviennent non potables. Notre entretien avec un artisan spécialisé dans le creusement des *majels* nous a confirmé le rythme rapide de la remontée de la nappe. Il a ajouté également qu'il recommande à ses clients de ne pas approfondir le *majel* plus que 5 mètres. En outre, cet artisan a insisté sur la multiplication des travaux de réparation des *majels* endommagés par la remontée de la nappe ou les racines d'un arbre proche (figuier, mûrier). Pour que le *majel* soit plus solide et résistant il faut, selon cet artisan, construire les parois du *majel* en pierre en utilisant un ciment adapté à l'humidité et en fortifier le fond par le fer et le gros béton. Cela augmente le coût de son creusement certes mais le *majel* sera plus résistant aux menaces possibles. Cette fortification du *majel* est contrastée avec l'ancienne méthode qui repose sur le creusement et la cimentation directe sans construction des parois en pierre. Enfin, il a précisé que les *majels* sont devenus inefficaces dans les zones vulnérables à la remontée des eaux de la nappe, et c'est pour cette raison que plusieurs personnes les abandonnent en choisissant le dispositif de la *fesquiya* qui elle est moins profonde.

En effet, selon l'artisan qui creuse ce puits, le niveau des eaux de la nappe phréatique a augmenté rapidement au cours de ces dernières années pour atteindre actuellement 12m. De plus, le propriétaire de la maison a ajouté qu'il est conscient des effets négatifs du rejet des eaux usées dans la nappe mais il est obligé de réaliser son projet de creusement de puits, car le secteur où il réside n'est pas équipé par le réseau d'assainissement. Il a précisé enfin que le niveau de la nappe était à 24 m de profondeur dans ce secteur d'après la mesure effectuée sur un puits ancien, creusé depuis quatre décennies dans la maison paternelle située aux

alentours. Il s'agit d'une remontée d'au moins de 12 m qui a été confirmée au niveau de ce puits.

Ainsi, la remontée des eaux de la nappe phréatique est le danger le plus sérieux qui menace la continuité du procédé de *majel* dans l'agglomération de Sfax car elle touche la qualité de l'eau en la souillant, et cela accroît le risque d'infections.

3. Discussion

3.1. Contraintes méthodologiques

Mettre en relation la fréquence des maladies transmissibles et la qualité de l'eau implique la disponibilité de données variées. Étant donné que la santé de la population est le résultat d'une interaction entre de multiples déterminants : physiques, biologiques et socio-économiques, notre étude vise à présenter l'impact des certains éléments sur une situation épidémiologique donnée. Bien que nous ayons utilisé des outils méthodologiques (traitement et cartographie des données officielles ou collectées par nos enquêtes personnelles) adaptés aux spécificités du questionnement posé, l'absence de certaines données a constitué pour nous un obstacle épineux pour établir la relation de cause et effet de ce phénomène de transmission. Ainsi, et pour contourner cet obstacle, notre hypothèse quant à cette relation a été appuyée par des déclarations des enquêtés et étayée par des avis médicaux expliquant un tel problème de santé publique.

Les données utilisées ou manquantes constituent les principales limites de notre étude. Tout d'abord, les données épidémiologiques ne concernent que la population qui fréquente les structures de soins publiques (les dispensaires). En termes de représentativité, cette population représente 60% de l'effectif total des habitants de Sfax (BEN JEMAA, 2004 ; JARRAYA et BELTRANDO, 2013). Nous avançons donc nos résultats avec prudence car les données utilisées n'intègrent pas les individus qui consultent les médecins privés. Face au refus de ces derniers à partager leurs informations, nous nous sommes appuyés seulement sur celles en provenance du secteur sanitaire public

qui constituent à notre avis un corpus d'une représentativité assez satisfaisante.

Par ailleurs, nous avons signalé au début de ce travail l'absence de toutes informations sur la qualité chimique et bactériologique de l'eau de *Majels*.

Plusieurs raisons l'expliquent : des mesures ponctuelles et non partagées et donc inaccessibles pour nous, l'absence d'une base de données officielle...

Cela constitue un véritable handicap pour nous, tant l'exécution d'analyses pour avoir nos propres données dépasse nos compétences en tant que géographe. Aussi, des données actualisées sur l'état de la nappe phréatique nous ont manquées et ce, pour déterminer les zones touchées par le phénomène de sa remonté.

En effet, les données existantes sont anciennes et ne reflètent pas la situation actuelle. Pour combler cette lacune nous avons compté sur nos propres moyens et investigué le niveau piézométrique de la nappe phréatique ainsi que son évolution. Nous avons tenté de surmonter cette insuffisance de données par une bonne connaissance du terrain et l'établissement des entretiens et des enquêtes avec des acteurs différents (médecins, patients, artisans, propriétaires de maisons...) afin d'illustrer cette relation de cause à effet entre la qualité de l'eau et l'infection par les parasitoses intestinales.

3.2. Quel lien entre l'hygiène et la santé ?

Un paysage épidémiologique marqué par la permanence des parasitoses intestinales ainsi que sa recrudescence automnale ne peut pas être attribuée aux seuls facteurs atmosphériques. Bien qu'une éventuelle implication des décharges publiques ou des points d'enfouissement des déchets soient écartés (à cause de la localisation de la décharge publique à 40 km dans la délégation d'Agareb au Sud-Ouest de la ville de Sfax (figure n°3), l'hygiène hydrique demeure le principal facteur des infections. Le problème d'absence ou d'insuffisance d'hygiène hydrique et ses répercussions sur la santé humaine trouvent leurs origines

également dans une situation sociale vulnérable, dans des pratiques sociales sous-estimant le risque et des niveaux d'activités de soins inadéquats.

La pauvreté et les conditions de vie précaires influencent directement le niveau d'hygiène. La population qui se caractérise par un taux de natalité élevé, un taux de scolarisation bas et des revenus faibles, enregistrent des niveaux d'hygiène médiocres. Cela est manifeste dans le contexte de notre étude, non seulement chez les populations de la plupart des zones rurales mais aussi chez les habitants de certains quartiers populaires de la ville de Sfax. Même si certains quartiers populaires dans l'agglomération de Sfax ont bénéficié ces dernières décennies des avantages de la planification urbaine (assainissement, eau potable, électricité...), nous nous sommes focalisés sur certains secteurs ruraux des délégations limitrophes, notre but étant de déceler l'impact des situations sociales difficiles sur le niveau d'hygiène vécu.

Si les centres urbains des délégations limitrophes sont marqués par un niveau d'équipement acceptable en matière de services publics, leurs secteurs périphériques, qui constituent leur « arrière-pays », souffrent d'un manque flagrant. Par exemple, face à l'absence de l'eau potable du réseau de la SONEDE et surtout de l'assainissement, les personnes ne peuvent pas assurer un niveau d'hygiène satisfaisant de leur cadre de vie et en particulier une hygiène hydrique. Les populations de plusieurs secteurs ruraux qui ne sont pas raccordés au réseau public de la SONEDE sont obligées de puiser de l'eau dans les puits ou dans le robinet public du village, d'où les longues distances qu'elles traversent pour remplir les bidons. Si nous ne mettons pas en doute la source d'eau (eau potable ou non potable des puits), la question d'hygiène se pose au niveau des bidons ou généralement des dispositifs de transport de l'eau. Ces eaux non contrôlées peuvent contenir des parasites qui se transmettent à l'organisme humain et provoquent des infections intestinales.

En outre, les eaux usées domestiques sont rejetées dans l'environnement immédiat des foyers ou dans des puits, aggravant ainsi la pollution de la nappe phréatique qui est déjà

exploitée pour plusieurs usages dont la boisson. Cette hygiène hydrique altérée s'associe souvent à une sous-alimentation et de mauvais états nutritionnels des individus dans les secteurs ruraux en question, en particulier chez les enfants qui seront plus vulnérables aux infections par parasitoses intestinales.

3.3 La sensibilisation sanitaire comme moyen de lutte contre les maladies hydriques

Plusieurs éléments interviennent pour donner lieu à une situation épidémiologique ardue. Le niveau de vie médiocre de la population, auquel s'ajoute une absence de sensibilisation sanitaire, aggrave cette situation et limite l'efficacité des efforts déployés par les structures sanitaires pour lutter contre les parasitoses intestinales.

La sensibilisation sanitaire peut apporter des solutions et alléger le bilan de la situation épidémiologique (Jarraya, 2015). En effet, l'hygiène est un facteur primordial pour garder une bonne santé. Même si la plupart des gens la considèrent comme un indicateur d'un niveau de vie élevé, ce constat doit être relativisé. En effet, le niveau de vie modeste ne justifie pas un cadre de vie sale, car l'hygiène peut être assurée même avec des moyens limités. Le niveau culturel et la présence d'une mentalité largement conscientisée des répercussions possibles sur la santé sont deux déterminants essentiels pour lutter contre les causes de la maladie, car en l'absence d'une prise de conscience des risques présentés par la négligence de l'hygiène, la situation épidémiologique ne s'allègera jamais, même si le niveau social est satisfaisant.

La sensibilisation sanitaire constitue donc un outil fondamental pour lutter contre les infections par parasitoses intestinales et sauvegarder le bien-être des individus toutes catégories d'âge confondues. Nous pouvons évoquer dans ce contexte l'intérêt que présente *le programme national de l'Éducation sanitaire* qui adopte la communication comme outil principal pour tout effort préventif (DSSB, 2009). Il vise la sensibilisation et la prévention et ce, afin que la situation épidémiologique soit maîtrisable. La

communication de l'information préventive et curative (transmise à travers les affiches dans les différentes structures sanitaires disséminées dans le territoire national, à travers les émissions télévisées ou des émissions de radio, ou encore, à travers les articles de journaux écrits et des sites internet) ont pour objectif de sensibiliser la population des risques d'atteinte par les maladies et de mettre l'accent sur les lacunes au niveau régional (Jarraya, 2015), car « *si l'état de santé et les indicateurs socio-sanitaires des populations sont les indices de l'évaluation du niveau de vie des sociétés, la thématique de santé devrait non seulement figurer dans l'agenda médiatique mais surtout l'animer* » (Merah, 2009).

L'effort de sensibilisation doit s'accompagner, en appui, d'activités de soin, dont une forte activité de dépistage en particulier au niveau des enfants. D'un autre côté, l'appui des activités de soins passe par un renforcement de l'activité sanitaire surtout dans les délégations limitrophes. Ce renforcement peut être concrétisé par deux mesures : mettre en place de nouveaux CSB là où il est nécessaire et augmenter le rythme de consultations dans les CSB qui drainent les secteurs ruraux périphériques dans les délégations limitrophes. Si la première mesure s'avère difficile pour des raisons budgétaires et compte tenu du contexte économique actuel fragile du pays, la deuxième quant à elle est aisément applicable.

Cette deuxième mesure consiste à augmenter le nombre de jours de travail des médecins dans les CSB. En effet, les CSB des délégations limitrophes se caractérisent par un rythme de consultations faible (le plus souvent de 1 à 2 jours / semaine) et le seul moyen possible, sur le plan sanitaire pour améliorer l'encadrement de la population dans ces zones, est de renforcer le service de la consultation médicale. Cela implique la réorganisation des plannings médicaux et le renforcement du corps médical par le recrutement de nouveaux médecins, en cas de besoin. Cette mesure s'avère indispensable voire urgente dans plusieurs délégations où il est impossible pour, surtout, les

enfants infectés par les parasitoses intestinales, de consulter un médecin dans le dispensaire, ce dernier n'existant pas !

L'amélioration de la situation sanitaire dans ces délégations limitrophes doit concerner aussi le domaine de l'exploration biologique médicale car outre le diagnostic du médecin, la confirmation de l'infection par les parasitoses intestinales chez un patient nécessite l'examen biologique qui repose sur l'utilisation d'un matériel et d'un protocole de travail spécifiques. Pour rendre le diagnostic et donc le traitement des parasitoses intestinales efficace, il est recommandé d'équiper les délégations par des laboratoires d'analyse biologique, rattachés au secteur de la Santé de Base, les résultats pouvant être obtenus dans un délai plus court dans ce cas. Quand il s'agit des infections des enfants et surtout des nourrissons par parasitoses intestinales, le facteur temps est primordial pour un diagnostic pertinent, car la diarrhée aiguë associée à cette maladie risque leur déshydratation et donc mettre leur vie en péril.

Ainsi, l'intervention doit être précédée par une approche synoptique qui n'attribue pas une telle situation épidémiologique au seul facteur sanitaire. Si le niveau d'encadrement sanitaire de la population s'avère capital pour expliquer une morbidité élevée par parasitoses intestinales dans les délégations du gouvernorat de Sfax, les autres éléments du cadre de vie (revenu, habitat, alimentation, hygiène...) pèsent lourdement et déterminent par conséquent la vulnérabilité de la population (bien sûr, des différences selon les catégories d'âges étant pris en compte).

Conclusion

Bien qu'elle soit vitale pour le fonctionnement de la biosphère, l'eau constitue un vecteur d'agents d'infections qui influencent véritablement la santé des individus. Son impact sur la santé est multimodal puisqu'il constitue un terrain fertile pour le développement des parasites et autres agents pathogènes qui peuvent être transmis à l'organisme humain via tel ou tel vecteur.

Les parasitoses intestinales constituent un problème majeur de la Santé Publique à Sfax puisqu'elles occupent une place importante

dans le paysage épidémiologique infectieux. La sensibilité des parasitoses intestinales aux éléments climatiques (humidité et température) et à l'eau explique leur caractère communautaire.

La présence de l'eau dans la nature, les ouvrages d'aménagement et en particulier dans les *majels* justifie la permanence de la morbidité de parasitoses intestinales. Compte tenu des contraintes dont subi *les majels*, l'insuffisance voire le manque d'hygiène hydrique surtout au niveau de l'eau de boisson, le risque de contamination devient de plus en plus avéré. De plus, un niveau de vie médiocre, de mauvaises conditions d'habitat et d'alimentation affectent le plus souvent le terrain de l'hygiène. Si les conditions de l'hygiène hydrique sont suffisamment respectées par la population urbaine qui bénéficie d'un niveau de vie plus aisé, elles sont par contre moins respectées dans les zones rurales des délégations limitrophes où la situation socio-économique des ménages est difficile. Cela explique une morbidité par parasitoses intestinales plus élevée dans les délégations limitrophes que dans le Grand Sfax.

Le contrôle de l'hygiène hydrique doit faire partie d'une approche globale visant la réhabilitation sociale comme un déterminant essentiel pour la lutte contre les infections par les parasitoses intestinales. Plusieurs éléments sociaux et sanitaires constituent les bases de cette approche. Pour lutter contre ces infections, en particulier dans les délégations limitrophes, les mesures doivent cibler les côtés socio-sanitaires. Mettre l'accent sur l'hygiène hydrique est capital pour conscientiser la population des secteurs ruraux défavorisés. Compte tenu de la fragilité des enfants à ces infections, une bonne partie de cet effort d'éducation sanitaire doit cibler cette catégorie vulnérable en sensibilisant les mères des dangers que courent leurs bébés lorsqu'ils sont atteints d'une parasitose intestinale. Cet effort ne réussira jamais si les différents acteurs (parents, médecins des CSB, personnels, média...) ne s'engagent pas sérieusement dans la mise en œuvre d'une stratégie de lutte efficace, lutte supposant, entre autre, la réhabilitation de l'encadrement sanitaire dans certaines délégations.

La réussite de ces mesures préjuge *à priori* l'amélioration du niveau de vie général de la population, dont l'accès à l'eau potable constitue l'une des conditions primordiales, surtout dans les secteurs défavorisés des délégations limitrophes de Sfax. Cela permet de combattre les origines des parasitoses intestinales et de baisser la morbidité liée à ces infections.

BIBLIOGRAPHIE

AYADI A, MAHFOUDH A, MAHJoubi F, 1991, Parasitoses intestinales chez l'enfant, bilan de 2 ans dans le Centre Hospitalo-Universitaire de Sfax, *Médecine d'Afrique Noire*, n° 38, pp557-560.

BEN JEMAA B, 2004, *Indicateurs hospitaliers de l'activité de l'EPS Hédi Chaker en 2002*, Thèse de doctorat, Université de Sfax, Faculté de Médecine, 73 p.

BENNASR A, VERDEIL E, 2009, Gestion publique de l'eau potable, développement urbain durable et Majel-s (citerne d'eau pour l'eau de pluie) à Sfax et en Tunisie, *Flux*, N°76-77, pp38-50.

BENOUIS A, BEKKOUCHE Z, BENMANSOUR Z, 2013, Étude épidémiologique des parasitoses intestinales humaines au niveau de CHU d'Oran (Algérie), *International Journal of Innovation and Applied Studies*, vol. 2, N° 4, pp613-620.

BESANCENOT J-P, 1992, *Risques pathologiques : rythmes et paroxysmes climatiques*, Editions John Libbey, 413 p.

BESANCENOT J-P, 2007, Changement climatique et impacts sanitaires : une évolution déjà observable ?, *Air Pur*, N°72, pp13-20.

BOUSNINA A, 1997, *Le climat de Sfax*, Edition. Eltaier, 80 p.

CHEIKHROUKHOU F, TRABELSI H, SELLAMI H, MAKNI F, AYADI A, 2009, Parasitoses intestinales dans la région de Sfax (Sud tunisien) : étude rétrospective, *Revue Tunisienne d'Infectiologie*, Vol. 3, pp14-18.

DAOUD A, ZOUARi K, AMOURI M, HACHICHA R, KARRAY N, SARBAJI M-M, 1997, *Plan de gestion des ressources en eau pour la zone côtière de Sfax*, Volume I, II et III, Programme des Nations

Unis pour l'environnement, Centre d'activités régionales du programme d'actions prioritaires (Car / Pap), 157p.

DIOUF S, DIALLO A, CAMARA A, DIAGNE I, SIGNATE H, SARR M, FALL M, 2000, Parasitoses intestinales de l'enfant en zone rurale sénégalaise (Khombole), *Médecine d'Afrique Noire*, 74 (5), pp229-232.

DSSB (Direction de Soins de Santé de Base), 2009, *Le rapport annuel de 2009*, Ministère de la Santé Publique, 409 p.

HAMAIDI F, CHAOUCH A, KAIS H, ZAHRAOUI R, BENGHREBIA A, HAMAIDI M.S, MAGATELI S, 2012, Étude des parasitoses digestives dans la région de Boufarik (Blida), Nord-Ouest d'Algérie, *La sciences en liberté*, vol. 4, N° 120302.

HEALTH CANADA, 2006, *Bacterial waterborne pathogens – Current and emerging organisms of concern*, Water Quality and Health Bureau, 35 p.

JARRAYA M, BELTRANDO G, DAOUD A, BEN JEMAA M, KHOUFI M, 2005, La Santé Publique dans la région de Sfax : l'apport du secteur de la Santé de Base dans la spatialisation des affections respiratoires et Oto-Rhino-Laryngologique, *Quatrième Colloque Internationale de Géographie, Sfax (Tunisie)* 14-16 avril 2005, 16 p.

JARRAYA M, 2009, *Biométéorologie de la morbidité respiratoire dans le secteur public de la santé à Sfax (Tunisie)*, Thèse de doctorat, Université Paris Diderot (Paris VII), 364 p.

JARRAYA M, BELTRANDO G, 2013, Les services de soins hospitaliers publics dans l'agglomération de Sfax : spécificités fonctionnelles et pouvoir spatial, *EchoGéo*, mis en ligne le 19 décembre 2013, <http://echogeo.revues.org/13632>; DOI : 10.4000/echogeo.13632.

JARRAYA M, BELTRANDO G, 2014, L'apport du secteur de la Santé de Base dans l'étude des disparités inter-régionales en matière de soins en Tunisie, *Colloque de l'Association Tunisienne de la Cartographie et de l'Information Géographique*, Sfax 19-21 juin 2014, 12 p (publication en cours).

JARRAYA M, 2014, L'eau de « *Majel* » dans l'agglomération de Sfax (Centre-Est de la Tunisie) : réponses aux contraintes climatiques, mais quels défis sanitaires ? *Actes du colloque International « Ressources en Eaux et Changement Climatique en Région Méditerranéenne »*, Hammamet 21-23 octobre 2014, 22 p.

JARRAYA M, 2015, Stratégie de communication sanitaire dans un territoire : cas de lutte contre la tuberculose dans le gouvernorat de Sfax en Tunisie, in *Communication publique et développement territorial: Enjeux d'une valorisation et défis pour les acteurs*, Merah A. et Meyer V. (dir.), Paris, L'Harmattan, pp129-150.

LAAMRANI EL IDRISIA, LYAGOUBI M, BARKIA A, AYOUIJIL M, MAHJOUR J, 1999, Prévalence des parasitoses a niveau des trois provinces au Maroc, La revue de Santé de la Méditerranée Orientale, Vol. 5, N° 1, pp86-102.

MERAH A, 2009, L'information sur la santé en Algérie. Etude d'une expérience réussie mais isolée, *Les Enjeux de l'information et de la communication*, Vol.1, pp 63-78.

SALEM G, VAN DE VELDEN L, LALOUE F, MAIRE B, PONTON A, TRAISSAC P, PROST A, 1994, Parasitoses intestinales et environnement dans les villes Sahélo-Soudaniennes : l'exemple de Pikine (Sénégal), *Revue Epidémiologie et Santé Publique*, N° 42, pp 322-333.

SIALA E, AOUN K, ZALLAGUA N, MAATOUG R, BOURATBINE A, 2003, Intérêt du dépistage des parasitoses digestives et urinaires chez les étudiants non-résidents permanents en Tunisie, *Archs. Inst. Pasteur Tunis*, T. 80, pp 29-33.

**EPRÉSENTATION AUDIOVISUELLE DANS LE PROCESSUS DE
PATRIMONIALISATION D'UN PAYSAGE AGRICOLE PÉRIURBAIN:
EAU ET JARDIN MARAÎCHER AU SUD DE LA RÉGION URBAINE DE
MADRID.³⁶**

*Audiovisual representation in the heritage process of a peri-urban
agricultural landscape: water and market garden in the South of the
urban area of Madrid*

**MATA Rafael ¹, YACAMÁN Carolina ¹, ROBLES Juan-Ignacio ² GONZÁLEZ-
MARTÍN Lucía ²**

¹ Université Autonome de Madrid, Département de Géographie, Groupe de Recherche PAYTEMAL <https://paisajeterritoriouam.es>. Campus de Canto Blanco, 28049, Madrid, Espagne.

² Université Autonome de Madrid, Département d'Anthropologie Sociales-EtnoLab, Campus de Canto Blanco, 28049, Madrid.

*rafael.mata@uam.es, carolina@heliconia.es, juan.robles@uam.es,
lucia.gonzalezmartin@estudiante.uam.es*

Résumé

L'utilisation de l'eau comme bien collectif par les communautés d'irrigants en milieu urbain est un élément fondamental de la matérialité et des représentations sociales des paysages agricoles historiques de grand intérêt. La rupture de l'équilibre et de la complémentarité entre ville et campagne, provoquée par une croissance urbaine démesurée et ignorante des valeurs en jeu, a entraîné la perte irréparable de sols à forte capacité agrologique et la subordination de l'utilisation de l'eau à la logique et aux intérêts urbains. Dans ce contexte, cet article traite d'une initiative locale pour défendre et activer les multiples fonctions, notamment la fonction alimentaire, des jardins maraîchers du sud de la région métropolitaine de Madrid. Dans cette initiative, menée par le Parc Agraire de Fuenlabrada, la patrimonialisation du paysage de l'eau par les paysans et les populations locales intègre une composante audiovisuelle liée au projet web doc transmedia Likuit Water Cultures, qui vise à approfondir les différentes relations que les communautés établissent avec l'eau, à partir d'une expérience

³⁶Dans le cadre du Projet I+D Paisajes Culturales (UNESCO CSO 2015-65787-C6-1-P)

interactive et sensorielle. Le langage audiovisuel transmédia est une forme de représentation étroitement liée à l'expérience sensible du paysage, capable de refléter les éléments identitaires du récit sur l'eau et le paysage.

Mots clés : Jardin maraîcher, paysage périurbain, langage audiovisuel, Madrid

Abstract

The use of water as a public good by urban irrigator communities is a fundamental element of the materiality and social representations of historic agricultural landscapes of great interest. The disruption of the balance and complementarity between city and countryside, caused by excessive urban growth and ignorant of the values at stake, has led to the irreparable loss of soils with high agrological capacity and the subordination of water use to urban logic and interests. In this context, this article deals with a local initiative to defend and activate the multiple functions, including the food function, of the market gardens in the southern part of the Madrid metropolitan region. In this initiative, led by the Fuenlabrada Agrarian Park, the heritage presentation of the water landscape by farmers and local populations includes an audiovisual component linked to the transmedia web doc project Likuit Water Cultures, which aims to deepen the various relationships that communities establish with water, based on an interactive and sensory experience. Transmedia audiovisual language is a form of representation closely linked to the sensitive experience of landscape, capable of reflecting the identity elements of the story about water and landscape.

Keywords: Market garden, peri-urban landscape, audiovisual language, Madrid

Introduction

Ce court article traite d'un problème crucial qui touche de nombreuses villes méditerranéennes : la lutte pour l'accès à l'eau des communautés d'irrigants dans le secteur agricole périurbain, ces communautés qui, historiquement, ont modelé les paysages et construit le territoire. Cependant, aujourd'hui, l'expansion urbaine

prive ces groupes de l'accès et de l'utilisation des ressources en eau dont ils ont besoin pour la pérennisation de l'agriculture irriguée menacée par les changements des modèles de production, distribution et consommation. Le but de cet article est de décrire brièvement l'étude de cas de la Communauté d'irrigation de la municipalité de Fuenlabrada (HortiFuenla), située dans la périphérie de Madrid (Espagne), au sud-ouest de la ville. Les méthodologies audiovisuelles participatives que nous avons commencé à développer avec cette communauté d'irrigants visent à légitimer de nouveau leur rôle devant les citoyens et devant eux-mêmes.

1. L'eau, le sol et le travail dans la construction des paysages périurbains d'irrigation traditionnelle du sud de Madrid

Dans les environs de nombreuses villes méditerranéennes, affectées aujourd'hui par les processus d'agglomération urbaine et de métropolisation, l'eau et le sol ont constitué la base matérielle de paysages de grand intérêt productif et de grande valeur patrimoniale, construits historiquement avec le travail et le savoir-faire des communautés paysannes, qui ont géré collectivement les ressources en eau. Les systèmes agraires de ces terres irriguées historiques (Mata Olmo et Fernández Muñoz, 2009 ; Hermosilla Pla, 2010) ont traditionnellement eu dans la demande urbaine voisine la destination de leur production et la clé de l'organisation productive et commerciale des exploitations, principalement des exploitations familiales. Actuellement, ces paysages périurbains, hydriques et agraires à la fois, se débattent entre la disparition, l'abandon et la fragmentation, et la lutte économique et civique pour leur maintien et leur activation sur la base de nouvelles façons d'aborder la production agricole, l'alimentation et les multiples fonctions d'une agriculture territorialisée (Zasada, 2011).

Aujourd'hui, la communauté des irrigants s'est regroupée dans la structure du Parc Agraire Périurbain, prenant le nom de Parc Agraire Fuenlabrada (PAF). Elle a développé un nouveau modèle de production basé sur la réduction de la production, sa diversification et l'expérimentation de modèles de production durables et respectueux de l'environnement. Dans le domaine de la distribution, elle a cherché de nouvelles alternatives pour canaliser une partie de cette production horticole dans la vente directe aux consommateurs locaux et l'établissement d'alliances avec des coopératives de

consommateurs intégrées dans le tissu urbain des municipalités de Madrid et du sud-ouest de la région de Madrid.

Cet article fait référence à une expérience locale de défense et de revitalisation de l'agriculture irriguée périurbaine du point de vue du paysage préconisé par la Convention européenne du Paysage, dans un contexte spatial et politique défavorable, celui des champs, plaines et jardins maraîchers de la Communauté de Madrid (Espagne), en particulier ceux du sud de la Communauté de Madrid. Ces derniers ont subi depuis la fin des années 50 un processus intense et continu de réduction sévère de leurs surfaces, de désarticulation territoriale due à l'expansion de la tâche urbaine et du réseau des infrastructures (Naredo et García Zaldívar, 2008 ; Yacamán Ochoa, 2017), et à la perte d'intensité productive des terres agricoles restantes, tant pour des raisons générales (pouvoir des marchés agroalimentaires mondiaux sur les productions locales) que régionales (conflits sur l'utilisation de l'eau, concurrence du travail urbain et absence de politique régionale pour la promotion de ce type d'agriculture).

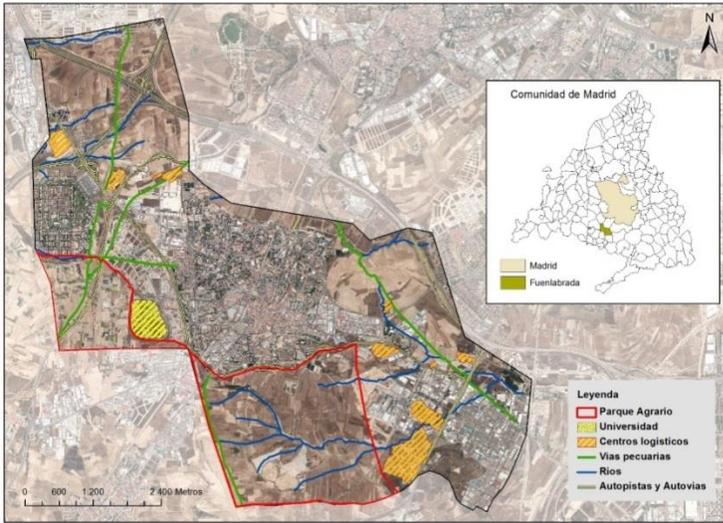
L'eau domestiquée en tant qu'élément essentiel, modeleur des paysages agricoles historiquement irrigués, est bien connue dans les plaines et vergers ibériques, en particulier dans ceux de la région de Madrid. Certains sont des archétypes paysagers d'une forte signification symbolique, comme celui de ces quatre fleuves : le Tage d'Aranjuez, le Tajuña, l'Henares y le Jarama ; LeTage d'Aranjuez (inscrit par l'UNESCO comme paysage culturel, sur la Liste du patrimoine mondial, en particulier l'ensemble qui intègre le palais, les jardins, la ville et partie du jardin maraîcher) (Luengo Añón, 2008) ; d'autres sont plus modestes, mais non moins intéressants, à l'instar de ceux du Tajuña (Mata Olmo et Mato Miguel, 2010), Henares et Jarama.

Cependant, à cette occasion, nous voudrions faire référence à d'autres paysages périurbains irrigués, ceux des champs sédimentaires, moins reconnus et plus pénalisés par une urbanisation vorace et désordonnée, dans laquelle l'eau est aussi un agent modeleur fondamental, quoique moins perceptible en raison de son origine phréatique, et plus convoitée en raison des besoins urbains, justement parce qu'elle est souterraine. Il s'agit des jardins maraîchers traditionnels, disséminés dans les zones céréalières, des terres d'agriculture pluvial, du sud-ouest de la région urbaine de

Madrid, témoins d'un système de petites exploitations agricoles appartenant aux communes de Leganés, Móstoles, Getafe, Parla ou Fuenlabrada (aujourd'hui, toutes de plus de 150.000 habitants), et à d'autres petits villages, alimentés par les eaux extraites de l'aquifère détritique tertiaire. Malgré le rôle important que ces terres d'irrigation et les terres d'agriculture pluvial environnantes ont joué dans l'approvisionnement de la Cour et, déjà au 20ème siècle, d'une ville en expansion comme Madrid, il n'en reste aujourd'hui que des espaces détachés et fragmentés. Le plus important de ces espaces, situé dans la municipalité de Fuenlabrada, doit non seulement se défendre d'une urbanisation sans frein qui ignore le rôle multiple de ces espaces dans le métabolisme urbain, mais doit aussi entrer en concurrence avec un marché agroalimentaire déterritorialisé dans lequel les productions avec un canal de distribution long, à forte consommation énergétique, déplacent des produits frais et de qualité, cultivés juste au coin de la rue et souvent ignorés.

Dans une brève analyse comme celle-ci sur l'eau et le paysage, il ne s'agit pas d'analyser, même synthétiquement, l'évolution de ces systèmes d'irrigation traditionnels et leur état actuel, mais de présenter une initiative concrète pour leur conservation, initiative dans laquelle l'eau, dans sa double dimension de ressource de base gérée par la communauté paysanne et d'élément symbolique de premier niveau, ainsi que le paysage auquel elle est associée, contribuent à promouvoir l'activité productive et la territorialisation du cycle agroalimentaire. Le paysage de l'eau ne se conçoit pas comme un objet de plus qui devrait recevoir protection et tutelle ; il est avant tout l'expression matérielle et vécue d'un espace de production et de travail qui, « patrimonialisé » par les agriculteurs et les consommateurs locaux, établit à travers l'alimentation un lien fort entre les agriculteurs et une population urbaine qui, dans un vécu vital et culturel de la nourriture, fait sien le paysage qui la nourrit, reconnaissant ainsi le rôle déterminant de ceux qui le gère comme un espace ouvert et de qualité.

Figure 1. Localisation et limite du parc agraire de Fuenlabrada



Source : <https://parqueagrariofuenlabrada.es>

Cette expérience de patrimonialisation d'un paysage de l'eau se déroule depuis quelques années dans les champs maraîchers et les terres agricoles de Fuenlabrada et des environs, dans le cadre des actions entreprises par le Parc Agricole de Fuenlabrada.

Il s'agit d'une initiative municipale, actuellement sans reconnaissance légale explicite, pour la protection, la gestion et la promotion de l'agriculture des champs maraîchers et des zones d'agriculture fluviale de cette zone rurale métropolitaine d'environ 800 ha dans la lignée d'autres parcs agricoles (Yacamán Ochoa et Zazo Moratalla, 2015). Le Parc Agricole de Fuenlabrada, conscient que la seule protection des terres rustiques que garantit la planification urbanistique ne suffit pas pour maintenir et viabiliser la production agricole, créé en 2012 par décision municipale à partir d'un diagnostic participatif approfondi. Ce dernier élabore un Plan de Gestion et de Développement (PGD) pour améliorer et contribuer à la viabilité de la production agricole et générer un territoire multifonctionnel pour aboutir enfin à un paysage de qualité. Les axes généraux de ce plan, dont la mise en œuvre ne peut être décrite ici, sont : (1) Améliorer l'efficacité des infrastructures et des services de l'espace agricole périurbain ; (2) encourager le développement d'une agriculture économiquement et écologiquement viable ; (3) améliorer la compétitivité et l'innovation du secteur agricole ; (4) promouvoir

l'agriculture locale ; (5) créer un territoire multifonctionnel et un paysage de qualité ; (6) promouvoir la gouvernance et la participation ; (6) promouvoir le renouvellement générationnel et l'équité dans le secteur agricole et (7) diffuser les ressources et les atouts propres au parc agricole³⁷.

L'organisation de l'espace productif et de son paysage s'articule autour de deux éléments fondamentaux : d'une part, la gestion de l'usage collectif de l'eau, objet de cet article; d'autre part, la propriété de la terre, très morcelée, de petits domaines allongés, très caractéristiques du paysage agricole castillan et à la base d'une société éminemment rurale.

2. La lutte paysanne pour l'eau, les maraîchers font de la résistance

L'eau a été une constante historique dans la vie, non seulement agraire, mais aussi urbaine de la municipalité et de la région, à tel point que le toponyme Fuenlabrada fait référence à une émergence de l'aquifère détritique et à la fontaine construite là, fournissant à l'origine la petite ville castillane d'un peu plus de 2.000 habitants qui, aujourd'hui, approche les 200 000 habitants. Ces eaux ont également fourni les anciennes terres irriguées (avec des eaux souterraines de différents endroits), des cultures horticoles, des peupleraies et des prés de la commune³⁸ (Yacamán Ochoa et Mata Olmo, 2016). Cependant, bien qu'elle soit considérée comme une "irrigation traditionnelle", la construction d'un paysage irrigué de plus grandes proportions est une réalité relativement récente, engagée avant la guerre civile (1936-1939 deux dates qui se répètent) mais qui a été étendue et renforcée dans les années 1950, avec des forages profonds, l'introduction de moteurs diesel puis électriques, la configuration d'un paysage de puits, étangs et bassins avec bosquets périphériques, conduites et terres agricoles, dédiés en priorité à la culture horticole, et surtout à la bette à cardes de variété locale.

La collecte et l'utilisation de l'eau a été une conquête paysanne, d'initiative particulière et sans aide publique, soumise aujourd'hui,

³⁷ https://parqueagrariofuenlabrada.fr/wp-content/uploads_fre/2015/01/Plan-de-Gesti%C3%B3n-Parque-Agrario-Fuenlabrada1.pdf

³⁸ Il existe des preuves documentaires du XVI^e et XVIII^e siècle - ces dernières provenant du Cadastre du Marquis de la Ensenada-, et de sources fiscales ultérieures

comme la terre, à la pression urbaine. La réglementation de son utilisation se matérialise, comme dans tant d'autres zones irriguées, par l'existence d'une Communauté d'Irrigants, constituée récemment, en 2009, en raison des exigences de la Confédération Hydrographique du Tage (CHT)³⁹ pour la répartition équitable de l'eau d'irrigation entre ses membres et la légalisation des puits. Cette structure autogérée a pris d'autres fonctions, telles que l'entretien des chemins, des chemins de transhumance et du réseau hydraulique lui-même, et a également joué un rôle important dans des domaines immatériels, tels que la conservation des variétés locales de cultures, principalement la bette à carde, et la transmission des connaissances "héritées" des méthodes traditionnelles de culture. C'est donc la Communauté des Irrigants qui a porté le poids du maintien des externalités positives de l'espace agricole périurbain, qui profitent à la société, sans contrepartie.

L'agriculture irriguée à Fuenlabrada, malgré le déclin des surfaces cultivées depuis la fin des années 1960, s'est développée normalement jusqu'au début des années 2000. En 2007, les irrigants de Fuenlabrada ont été dénoncés par le CHT, en raison de la situation irrégulière des puits. Conformément à l'article 39 du règlement du Plan hydrologique du bassin du Tage de 1998, il a été établi que les eaux prélevées pour l'irrigation de Fuenlabrada et de ses environs se trouvaient dans un périmètre de protection, à l'intérieur duquel les ressources disponibles étaient réservées aux usages urbains.

Une lutte pour le droit à l'eau pour l'agriculture horticole est alors engagée, qui reste aujourd'hui ouverte et sans réponse définitive du CHT. Malgré la constitution de la Communauté d'Irrigant d'Hortifuenla, en réponse aux indications de la Confédération, la légalisation des puits ne s'est pas produite, du fait que l'autorité hydraulique considère que l'eau d'irrigation est une ressource stratégique pour la région en cas de sécheresse. En décembre 2008, dans le cadre de la table ronde des institutions, entités, industrie et tissu d'entreprises, sur la consultation orale du nouveau Plan hydrologique du bassin du Tage, Fernando López Vera, Professeur

³⁹La Confédération Hydrographique du Tage est un organisme de gestion public intercommunautaire, rattaché au Ministère espagnol de l'Agriculture, de l'Alimentation et de l'Environnement. Ses fonctions comprennent la gestion des eaux de sa démarcation hydrographique et la concession de l'utilisation et de la qualité de l'eau.

d'hydrogéologie de l'UAM, a proposé la "création d'une réserve pour l'irrigation traditionnelle avec les eaux souterraines du sud de Madrid" (López Vera, 2008) en raison de sa haute valeur environnementale, productive et historico-culturelle, soulignant également son faible intérêt pour la consommation du fait de la faible profondeur de l'aquifère dans la région et de la mauvaise qualité des eaux, principalement d'origine naturelle. De fait, le Plan Hydrologique du Tage approuvé en 2014 considère l'aquifère de la région vulnérable à la pollution par les nitrates d'origine agricole. Enfin, il figure dans la révision du Plan de 2016, dans l'annexe VI. Allocation et réserve de ressources du Plan de Cuenca, la demande agricole souterraine en référence aux terres irriguées de Fuenlabrada et de ses environs, leur octroyant une concession de 2,26 hm³, équivalent à environ 4.600 m³ par hectare et par an, une quantité estimée pour une récolte annuelle, bien inférieure aux nécessités réelles du système horticole de la région, qui peut produire deux ou même trois récoltes par an. Aujourd'hui, les irrigants attendent toujours une communication du CHT, qui leur assure définitivement les droits d'exploitation des puits qu'ils utilisent et réponde à l'allégation présentée en avril 2018 demandant une dotation de 10.000 m³/ha, nécessaire pour le maintien de la culture horticole intensive.

3. La patrimonialisation du paysage et sa représentation audiovisuelle pour la défense de l'alimentation et de l'agriculture de proximité.

Le débat entre les différents acteurs du territoire dans le processus d'élaboration du PGD du Parc Agraire a été très utile, entre autres, parce qu'il a fourni différentes clés sur la façon d'activer le patrimoine territorial et paysager en parallèle avec la revitalisation de l'activité agraire, l'augmentation de la valeur ajoutée des produits maraîchers et l'amélioration des modes de participation avec les institutions locales. Il en ressort en conclusion qu'un moyen intéressant de renforcer l'identité de la production pourrait être la mise en valeur de son paysage, bien qu'il n'ait pas une valeur exceptionnelle et constitue plutôt l'expression d'un paysage quotidien, d'un paysage agricole irrigué avec une activité horticole en recul. Il a donc été nécessaire de lancer un processus de patrimonialisation auquel différents acteurs ont participé et l'équipe

"Paysage et territoire" du Département de Géographie de l'UAM a collaboré comme conseiller scientifique⁴⁰. Tout cela a permis de définir le " caractère " du paysage autour de l'eau et de la spécificité de l'activité agricole qui le modélise, par l'intermédiaire de la reconstruction historique des jardins maraîchers, et de la force symbolique, esthétique et de mémoire qu'il contient, toujours vivante dans le savoir-faire des maraîchers et maraîchères.

Le processus de patrimonialisation a commencé précisément avec l'étude de la construction séculaire du paysage agraire à travers l'analyse de la cartographie historique et de documentation datant du XVIIIe, XIXe et XXe siècle, la documentation des deux derniers siècles provenant de fait des archives fiscales des Archives Municipales, jusqu'à présent très peu traitées. Mais l'étude des experts sur le caractère du paysage, selon une méthode éprouvée dans d'autres travaux (Mata Olmo, 2010), a intégré dès le début, dans le cas de Fuenlabrada, le récit de la paysannerie et de la population locale plus âgée. L'apport photographique des collections familiales et individuelles sur les jardins maraîchers et autres éléments et espaces symboliques a été précieux en ce sens et a donné lieu à une exposition itinérante dans les quartiers de la ville, tout en constituant, avec des images de la collection photographique du fonds historique municipale, la base de l'illustration et de l'histoire du livre « Huerta y campos de Fuenlabrada » (Jardins Maraîchers et champs de Fuenlabrada). Un paysage agricole avec histoire et avenir (Yacamán Ochoa et Mata Olmo, 2016).

C'est précisément dans cette ligne de patrimonialisation et de diffusion d'un paysage de l'eau - et de l'eau dans le paysage - que nous devons inscrire la mise en œuvre, dans le cadre du Parc agricole, de Likuit Water Cultures, un projet web transmédia interactif mené à bien par EtnoLab, appartenant au Département d'anthropologie sociale de l'UAM⁴¹, qui vise à approfondir les divers rapports que peuvent générer les peuples du monde à l'eau et ce, à partir d'une expérience interactive et participative, reliant la vision globale aux espaces locaux ; et inversement, dans un aller et retour fluide qui redonne un sens aux cultures locales de l'eau, dans un contexte systémique global.

⁴⁰ <https://paisajeterritoriouam.es/>

⁴¹ <https://www.etnolabuam.net>

Figure 2. Exploitation agricole expérimentale (PAF) Un nouveau modèle de production (Extrait de la bande-annonce audiovisuelle parque agrario de Fuenlabrada. Auteur. Juan Ignacio Robles).



Certaines communautés, comme celles des cultures maraîchères et des champs du sud de Madrid, ont accumulé une connaissance efficace, non exempte, comme nous l'avons vu, de tensions et de conflits, de la gestion des eaux qui traversent ou sont prélevées sur leurs territoires : leur gouvernance (collective dans de nombreux cas), leur utilisation et leur distribution, leur symbolisme, le contexte et le paysage qui est construit, transformé et perçu est une culture matérielle et immatérielle à l'état pure. Telle est l'approche de Likuit Water Cultures, une attitude toujours à l'écoute, une vision holistique (plurielle) et diverse, depuis une anthropologie sociale engagée et partagée, qui s'inscrit pleinement dans le processus d'appropriation et de patrimonialisation du paysage maraîcher en relation avec la qualité et la proximité de la production maraîchère, et avec le lien établi entre les populations rurales et urbaines à travers les aliments et le paysage. Le sens du discours transmédia de Likuit Water Cultures dans les cultures maraîchères du sud-ouest de Madrid découle de ce qui est dit, montré, entendu, imaginé en relation avec les cosmovisions locales, leurs formes d'organisation sociale, leurs modes de production, leurs façons de voir le territoire, bref le paysage.

Figure 3. Puits et Bassin d'Hortifuenla (extrait de la bande-annonce audiovisuelle parque agrario de Fuenlabrada. Auteur, Juan Ignacio Robles).



Les principaux arguments s'articulent autour des questions suivantes, qui guident et guideront la conception de nos recherches actuelles et futures. Nous n'avons pas l'intention d'y répondre dans cet article, mais plutôt de partager le cadre général de la recherche qui conduit notre action concrète sur le territoire et d'indiquer les sujets et acteurs impliqués :

- Quelles caractéristiques avaient les méthodes d'irrigation avant, quelles transformations ont-elles subies ?
- Quels sont les signes d'identification des cultures maraîchères de Fuenlabrada ?
- Qu'en est-il des éléments d'identité liés à l'eau ?
- Qu'est-ce que la Communauté des Irrigants et comment est-elle organisée en ce qui concerne l'accès, l'utilisation et la distribution de l'eau ? Nous nous intéressons à l'approche des biens et pratiques communaux.
- Comment est organisée la Confédération Hydrographique du Tage et comment fonctionne-t-elle ?
- En quoi consiste l'interaction entre Hortifuenla et le CHT ? Quel nouveau sens les agriculteurs et les irrigants donnent-ils à la propriété (communale et étatique) de l'eau, matériellement et symboliquement ?
- Comment les décisions du CHT affectent-elles la vie quotidienne des agriculteurs, dans leurs décisions sur les questions agricoles ?

- Comment le paysage de cet espace périurbain de la ville de Fuenlabrada et de la Communauté de Madrid a-t-il été transformé?

Pour leur part, le récit, et les résultats en cours de construction,⁴² sont concrétisés dans un document audiovisuel linéaire d'environ 50 minutes, articulé autour de l'évolution et de la lutte de la Communauté des Irrigants Hortifuenla pour l'accès, la distribution et l'utilisation de l'eau depuis l'année 2010 environ, jusqu'à nos jours, comme un axe conducteur du temps. Cette trame veut raconter l'histoire, non seulement de l'interaction, mais aussi des conséquences à l'échelle locale de la perte de contrôle des ressources, qui sont maintenant concentrées dans des organismes plus éloignés des acteurs du territoire.

Il s'agit de détailler la culture de l'eau de ce groupe, bien que cette vision transcende Fuenlabrada, pour s'étendre comme un cas représentatif de beaucoup d'autres communautés affectées, appartenant au bassin du Tage, tant pour les eaux de surface que pour les eaux souterraines.

Figure 4. Récolte de bettes à carde sur l'exploitation expérimentale (Extrait de la bande-annonce audiovisuelle parque agrario de Fuenlabrada. Auteur Juan Ignacio Robles).



Figure 5. Agriculteur du PAF récoltant des bettes à cardes d'origine locale (Extrait de la bande-annonce audiovisuelle parque agrario de Fuenlabrada. Auteur Juan Ignacio Robles)

⁴² <https://parqueagrariofuenlabrada.es/video/video-presentacion-parque-agrario-de-fuenlabrada/>



En même temps que le documentaire central, des documents audiovisuels complémentaires de 5 à 10 minutes sont développés. Le web doc numérique transmédia et interactif permet, en effet, d'intégrer des trames narratives complémentaires que l'utilisateur/visiteur du web peut ouvrir à son goût (interactivité). Ces pièces audiovisuelles plus courtes sont des fragments argumentatifs d'intérêt pour dessiner une image qui prétend être holistique en termes de thèmes : histoires de vie des protagonistes ; fragments descriptifs du patrimoine matériel lié à l'eau (roues hydrauliques, puits, etc.), pièces spécifiques de paysage particulièrement appréciés, fragments du patrimoine intangible liés à l'eau (histoires, légendes, poèmes, éléments symboliques), transformations du paysage, etc. L'idée est de contribuer à la construction d'archives transmédia sur la mémoire de l'eau et du paysage de la région composée de photographies, lettres, récits, etc. Ces archives sont construites à partir de la participation citoyenne, virtuelle et/ou en face à face -Facebook, twitter, etc.-, intégrée dans l'espace web numérique.

De cette façon, et suivant la conception et l'agenda de la Convention européenne du paysage, ce paysage quotidien d'eau et d'agriculture aux portes de la ville, « patrimonialisé » par la société qui produit, se nourrit et jouit d'un espace ouvert de qualité au cœur de la métropole, trouve dans la représentation et le récit audiovisuel un moyen de communication et un outil pédagogique pour renforcer le processus, déjà en marche, d'appropriation collective et la défense du paysage des eaux qui s'y déversent.

Conclusion

La communauté d'irrigants Hortifuenla – et son expression productive agricole périurbaine actuelle, le Parc Agraire de Fuenlabrada – connaît aujourd'hui un moment crucial pour sa survie future. Menacée par les restrictions sur l'utilisation des ressources en eau imposées par le CHT, qui privilégie la sécurité de la consommation urbaine ; et en pleine transformation de son modèle de production, la Communauté des Irrigants cherche à se réorganiser, à prendre conscience de son rôle historique dans la formation du paysage et du territoire actuel ainsi qu'à se légitimer devant les citoyens par des stratégies novatrices d'enregistrement et de communication audiovisuelle du patrimoine matériel et immatériel qu'elle préserve. La brève description du projet que nous avons réalisé dans cet article, s'inscrit dans un type de recherche lié aux méthodologies de l'action participative numérique. Une recherche et une université publique qui participe, accompagne et s'engage dans les défis et les transformations du monde contemporain.

BIBLIOGRAPHIE

HERMOSILLA J, (ed.), 2010, *Los regadíos históricos de España. Paisaje y patrimonio*. Madrid, MMARM.

LÓPEZ VERA F, 2008, *Alegaciones al plan hidrológico de la cuenca del Tajo*. Sesión oral de la mesa instituciones, entidades, industria y tejido empresarial de la consulta oral del borrador del esquema de temas importantes.

LUENGO AÑÓN A, 2008, *Aranjuez, la construcción de un paisaje. Utopía y realidad*. Madrid, CSIC-IEM-Edition. Doce Calles.

MATA OLMO R 2010, "La dimensión patrimonial del paisaje. Una mirada desde los espacios rurales", In Maderuelo, J. (dir.): *Paisaje y patrimonio*. Madrid, CDAN, Abada Editores, Madrid, pp31-73.

MATA OLMO R, Y FERNÁNDEZ MUÑOZ S, 2009, "Paisajes y patrimonios culturales del agua. La salvaguarda del valor patrimonial de los regadíos tradicionales", *Scripta Nova. Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, N° 337.

MATA OLMO R-Y, MATO MIGUEL J, 2010, "Los regadíos históricos del Tajuña. Río Tajo", en Hermosilla, J. (ed.): *Los regadíos históricos de España. Paisaje y patrimonio*. Madrid, MMARM, 2009, pp329-364.

NAREDO J-M-Y, GARCÍA ZALDÍVAR R, (coords.), 2008, *Estudio sobre la ocupación de suelo por usos urbanos-industriales, aplicado a la Comunidad de Madrid*. Madrid, Universidad Politécnica de Madrid-Ministerio de Medio Ambiente.

YACAMÁN OCHOA C, 2017, *Estudio territorial y paisajístico de la agricultura periurbana en la región metropolitana de Madrid: análisis de casos y propuestas de ordenación y gestión*. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Madrid, Dpto. de Geografía (inédita).

YACAMÁN OCHOA C, Y MATA OLMO R, 2016, *Huerta y campos de Fuenlabrada. Un paisaje agrario con historia y futuro*. Madrid, Heliconia s. coop. mad.

YACAMÁN C, Y ZAZO A, (coords.), 2015, *El parque Agrario, una figura de transición hacia nuevos modelos de gobernanza territorial y alimentaria*. Madrid, Heliconia.

ZASADA I, 2011, "Multifunctional peri-urban agriculture a review of societal demand and the provision of goods and services by farming". *Land Use Policy*, 28(4), pp639-648.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	p3
SOMMAIRE	p6
INTRODUCTION	p8
1- LA GESTION ALTERNATIVE DE LA RESSOURCE EN EAU DES TERRITOIRES	
Fairouz MEGDICHE-KHARRAT, Mohamed MOUSSA, Hichem REJEB et Rachid RAGALA : <i>Les paysages construits à travers les galeries d'eau sur les deux rives de la Méditerranée et au Moyen Orient</i>	p14
Abdelkrim DAHMEN et Tsouria KASSAB : <i>L'eau à Ghardaïa (Algérie) : un système artificiel par excellence</i>	p37
Saida TEMAM : <i>La Loire des grands barrages, histoire du projet d'aménagement durable pour la reconquête agricole et industrielle de la vallée inondable</i>	p61
2- LA MISE EN ŒUVRE DE STRATEGIES SUSCEPTIBLES D'ASSURER LA DURABILITE DE LA RESSOURCE EN EAU	
Tarik GHODBANI et Mohamed Nadir BELMAHI : <i>La problématique de l'eau en oranais et les grands transferts hydrauliques, défis et perspectives</i>	p92
Sid Ahmed BELLAL, Abdelkader BAICHE et Ouassini DARI : <i>Sècheresse et fluctuations des ressources en eau souterraines: le cas du plateau de Mostaganem (Ouest Algérien)</i>	p107
Beli Didier YAO : <i>Problématique de l'approvisionnement en eau potable à Abidjan (côte d'Ivoire)</i>	p129

Hicham SEGHIRI et Sid Ahmed BELLAL : *Disparités socio-spatiales dans l'accès à l'eau : cas de la périphérie oranaise*.....p147

3- L'EQUILIBRE DE L'ENVIRONNEMENT A LONG TERME

Abdelhadi EL MIMOUNI, Lahcène DAOUDI, Fatima Zohra OMDI et S. AOUCHE: *Transformations des zones littorales en milieux semi-aride. Entre l'anthropisation, l'aménagement et l'environnement. Cas du littoral d'Essaouira (Maroc)*.....p172

Abdelghani GARTET, Djaouad GARTET et Mohamed ERRAFIK : *Inondation et urbanisation dans les agglomérations pré-rifaines (Maroc septentrional)*.....p186

Mounir JARRAYA : *La vulnérabilité de la population aux parasitoses intestinales à Sfax : quelle implication de l'eau?*.....p209

Rafael Mata, Carolina Yacamán, Juan-Ignacio Robles et Lucía González-Martín, *Représentation audiovisuelle dans le processus de patrimonialisation d'un paysage agricole périurbain: eau et jardin maraîcher au sud de la région urbaine de Madrid*.....p236

دفاتر الجغرافيا للغرب

الماء و البيئة أقاليم و مجتمعات



تنسيق

طارق غضباني و سيد أحمد بلال

منشورات مخبر الجغرافية و التهيئة المجالية و قسم الجغرافية
و التهيئة العمرانية بجامعة وهران 2 محمد بن أحمد

ISSN : 2170-130X

2020

