

Université Libre de Bruxelles
Institut de Gestion de l'environnement et d'Aménagement du Territoire
Faculté des Sciences
Master en Sciences et Gestion de l'Environnement

**La caractérisation de la pénurie en eau :
Le cas d'Istanbul en Turquie.**

Mémoire de Fin d'Etudes présenté par
KAYA Axelle
En vue de l'obtention du grade académique de
Master en Sciences et Gestion de l'Environnement
Finalité Gestion de l'Environnement ENVI5G-T

Année Académique : 2012-2013

Promoteur : Prof. M. Cornut

« A l'échelle cosmique, l'eau liquide est plus rare que l'or ». Hubert Reeves.

« Istanbul, ce sont de multiples villes cachées au sein d'une ville. Istanbul est un labyrinthe, une énigme dans une énigme. C'est une galerie des glaces où rien n'est tout à fait fidèle aux apparences. » Elif Şafak.

RESUME

Istanbul, ville de près de 14 millions d'habitants, est un géant démographique sis sur les continents asiatique et européen. Pôle d'attraction de la Turquie, Istanbul figure parmi les 25 villes les plus peuplées au monde. Elle est un nœud social, économique et culturel stratégique, témoin de flux de migration importants et d'une dynamique d'urbanisation en pleine expansion.

Dans ce contexte, l'approvisionnement en eau est soumis à des pressions croissantes, et représente un défi prépondérant particulièrement dans le cas des mégapoles. Subséquemment, l'état des ressources en eau se trouve influencé non seulement par les caractéristiques naturelles, telles que les variations météorologiques et hydrologiques, mais aussi par la forte croissance de la population, engendrant une augmentation de la demande en eau.

Se pose alors la question de la pénurie en eau. L'objectif de ce travail est de rechercher les facteurs d'influence et par conséquent la nature de la pénurie en eau à Istanbul. Le sujet nous a semblé d'autant plus pertinent et intéressant que le concept de pénurie d'eau ne fait pas l'objet de définition communément admise ; et qu'elle s'explique à la fois par une approche physique, où la croissance de la population et l'augmentation de la demande en eau sont les éléments centraux. Mais aussi par une autre approche intégrant des facteurs sociaux, économiques et politiques, contribuant à apporter une analyse plus holistique des situations de pénurie.

L'analyse d'Istanbul nous a permis de mettre en évidence que bien que la croissance démographique, couplée à des épisodes de sécheresse, soient des éléments notables, nous ne pouvons pas conclure qu'ils expliquent à eux seuls la pénurie en eau à Istanbul observée au début des années 1990, qui s'est traduite par une demande en eau supérieure au volume distribué. Le contexte des années 2006-2008, quant à lui, met en évidence un ensemble de facteurs politique, économique et démographique interdépendants influençant la pénurie ainsi que sa perception.

Mots clés : pénurie en eau ; Istanbul/ Turquie, approvisionnement en eau, ressources en eau, urbanisation, demande en eau.

TABLE DES MATIERES

RESUME

TABLE DES MATIERES	1
TABLE DES ILLUSTRATIONS	3
Figures	
Tableaux	
LISTE DES ACONYMES ET DES ABREVIATIONS	4
INTRODUCTION	5
PARTIE I : LE CONCEPT DE PENURIE EN EAU	8
1.1 Pré-requis	8
1.2 La pénurie en eau : un concept difficile à définir	9
1.3 Les courants théoriques de la pénurie en eau	10
1.3.1 La pénurie en eau en tant que phénomène physique	11
1.3.2 La pénurie en eau en tant que phénomène socialement construit	13
1.3.2.1 Le modèle théorique de Turton et Ohlsson	13
1.3.2.2 La pénurie socialement construite : une approche multifactorielle	15
1.4 Conclusion intermédiaire	20
PARTIE II : PRESENTATION DU CAS D'ANALYSE : ISTANBUL	22
2.1 Caractéristiques naturelles	22
2.2 Caractéristiques spatio-démographiques	22
2.3 Caractéristiques économiques	24
2.4 Caractéristiques institutionnelles	25
2.5 La gestion de l'eau à Istanbul	26
2.5.1. La législation de l'eau	26
2.5.2 Aperçu des acteurs impliqués dans la gestion de l'eau en Turquie	27
2.5.3 L'İSKİ : l'administration des eaux et canalisations d'Istanbul	29
2.5.4 Historique des travaux hydrauliques	30
2.5.5 Les ressources en eau actuelles	31
2.5.5.1 Les ressources en eau de la Turquie	31
2.5.5.2 Les ressources en eau d'Istanbul	31
2.5.6 Les usages et l'évolution de la demande en eau	32

2.5.7 La qualité de l'eau	38
2.5.7.1. La qualité des ressources en eau	38
2.5.7.2 La qualité de l'eau potable	38
2.5.8 Les eaux usées	39
2.5.9 La tarification de l'eau	39
2.5.10 La protection des ressources en eau d'Istanbul	40

PARTIE III : FACTEURS INFLUENCANT LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU A ISTANBUL

3.1 Les constructions illégales	41
3.2 Influence politique et coordination entre les acteurs impliqués dans la gestion de l'eau	42
3.3 Dynamiques d'immigration et d'urbanisation	43
3.4 Expansion hydraulique et mouvement contestataire	44
3.5 Utilisation des sols dans les périmètres de protection des barrages- réservoirs et qualité des sources d'approvisionnement	46
3.6 Sécheresses et indicateurs de pénurie	51
3.7 Infrastructures de transmission et de distribution en eau	54
3.8 Conclusion intermédiaire	55

PARTIE IV : DISCUSSION

4.1 Dynamiques d'interaction et caractérisation de la pénurie d'eau à Istanbul	56
4.2 Limites	64
4.3 Perspectives	65

CONCLUSION

GLOSSAIRE

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figures

Figure 1 - Matrix showing possible variations of type of ressource and quantitative aspects of the ressource (Source : Turton et Ohlson 1999)	14
Figure 2 - Development of the Istanbul region (Source : DLR, 2011)	24
Figure 3 - Evaluation of water demand and resources for Istanbul (Source Çodur et al., 2007)	33
Figure 4 - Sectoral surface water consumption (2001-2010). (Source : CE, 2011)	34
Figure 5 -: water stress in Europe for today's situation. Water stress is defined by the withdrawals-to-availability ratio (Source: Alcamo et Henrichs, 2001)	51
Figure 6 -: annual water availability per person in present time (1971-2000 average) (Source: Agence Européenne de l'Environnement, 2012)	51
Figure 7 - Précipitations annuelles dans la région de Marmara (en mm) (Source : Direction générale de la météorologie, 2009)	53
Figure 8 - Précipitations annuelles à Istanbul (Source : Direction générale de la météorologie, 2013)	53
Figure 9 – Interrelation des facteurs d'influence de la pénurie d'eau à Istanbul	59
Figure 10 – Cadre d'analyse général de la pénurie en eau socialement construite	66

Tableaux

Tableau 1 - Acteurs principaux de la gestion de l'eau en Turquie et à Istanbul (Tableau réalisé à partir de DSİ (2009) ; Burak (2008) ; Uyguner (2008) ; Kibaroglu et Baskan (2011) ; Baris (2007))	28
Tableau 2 - Comparaison des données officielles du volume d'eau approvisionné	36
Tableau 3 - Description de l'utilisation des sols au sein des périmètres de protection des barrages-réservoirs alimentant Istanbul en eau. Synthèse des résultats obtenus lors d'un stage à Çevre Mühendisleri Odası (Istanbul) de février à mai 2013 (Source : cf. bibliographie).	48

LISTE DES ACRONYMES ET ABREVIATIONS

İSKİ: İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi

DSİ: Devlet Su İşleri

TEM: Trans European Motorway

Turkstat: Turkish Statistical Institute

İBB: İstanbul Büyükşehir Belediyesi (Municipalité métropolitaine d'İstanbul)

NEAP: National Environmental Action Plan

ONU: Organisation des Nations Unies

FAO : Food and Agriculture Organization

UNESCO : Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture

OCDE: Organisation de Coopération et de Développement Economiques

ÇMO: Çevre Mühendisleri Odası

SPI: Standardized Precipitation Index

INTRODUCTION

Le faible pourcentage d'eau douce comparativement au volume total d'eau présent sur Terre est sans doute le déséquilibre le plus connu dans le domaine de l'eau. Pourtant, cette eau si précieuse reste souvent caractérisée selon deux visions opposées : elle est à la fois objet de rareté et source d'abondance. L'inégalité spatiale et temporelle de cette ressource amène à des situations critiques, privant des millions de personnes de son utilisation pour assurer les besoins les plus vitaux, engendrant parfois des conflits. Ailleurs, ces besoins fondamentaux seront largement dépassés.

Cette situation paradoxale ne se rencontre pas seulement à plusieurs milliers de kilomètres de distance : l'inégalité peut être aussi présente au sein d'une même ville. Ainsi, que ce soit à l'échelle internationale ou locale, les ressources en eau ont toujours été un enjeu important, sinon le premier. Par ailleurs, l'espace urbain impose un contexte particulier aux ressources, en condensant sur un espace plus restreint de multiples pressions.

L'approvisionnement en eau émerge alors comme un véritable défi, particulièrement pour les mégapoles, dans un contexte d'urbanisation galopante. Cette croissance urbaine est soutenue, dans bien des cas, par des migrations internes, représentant un défi supplémentaire. Dorénavant, l'état des ressources ne sera plus influencé uniquement par les variations naturelles, mais aussi par l'intensité des prélèvements, déterminée par la croissance économique, démographique et les modes de vie. La surexploitation et la mauvaise exploitation de l'eau deviennent peu à peu la faille des grandes agglomérations.

A l'échelle locale, l'abondance côtoie la rareté. Ce concept sera alors maintes fois mis en avant mais cachant des significations et des réalités bien différentes. Certains indicateurs sont largement utilisés, tels que l'indicateur de compétition de Falkenmark, afin d'illustrer les situations de pénurie. Ces indicateurs sont simples et permettent d'appréhender rapidement la pression exercée sur les ressources en eau, en mettant en lien la quantité d'eau douce disponible et le nombre d'habitants, traduisant ainsi la pression exercée par la population. C'est ainsi que le concept de pénurie fait souvent référence, de premier abord, au seuil de 1700 m³ par an par habitant. Pourtant, une autre approche propose un discours différent, celui où la croissance de la population et les variations naturelles ne sont pas les seules responsables des situations de pénurie en eau, étendues mondialement.

Le rapport du Programme des Nations Unies pour le développement humain, *Beyond scarcity* (2006), argumente que la crise de l'eau est une crise sociale produite, et ne résulte pas uniquement d'une distribution physique inégale. Plus avant, il s'interroge sur les facteurs sociaux et économiques influençant les situations de pénurie d'eau.

Ainsi, de part les éléments établis précédemment, il nous semblait pertinent de nous interroger sur les situations de pénurie en eau à Istanbul, ville en pleine croissance économique et démographique. L'approvisionnement en eau de cette ville de près de 14 millions d'habitants est soumis à de nombreuses pressions, parmi lesquelles des situations de pénurie en eau.

L'approche de la pénurie en eau n'étant pas simple de part l'absence de définition commune de ce concept, et de part une vision plus récente visant à expliquer ce phénomène en incluant des facteurs politique, économique et social. Il nous paraissait donc intéressant de rechercher les causes et par conséquent, la nature de la pénurie d'eau à Istanbul.

Ainsi, la question de recherche de ce travail sera de comprendre si la pénurie en eau à Istanbul est socialement construite, selon les courants théoriques la caractérisant en tant que phénomène physique ou social. Nos hypothèses sont qu'il existe des carences dans la gestion des ressources en eau à Istanbul; qu'une rupture entre la demande en eau et le volume distribué a existé et qu'ainsi, l'origine de la pénurie en eau serait multifactorielle : à la fois physique et socio-politico-économique.

Méthodologie

Ce travail est basé sur une recherche bibliographique multidisciplinaire. Les articles scientifiques ont été recherchés à travers différentes bases de données permettant de couvrir un éventail de périodiques (nous citerons, entre autres, *Environmental management*, *Desalination*, *Geocarrefour*). Ces articles scientifiques ont été complétés par l'étude de rapport d'institutions internationales (OCDE, ONU), de documents officiels nationaux ou locaux, de données statistiques provenant de l'institut national turc des statistiques, de FAO aquastat et de UN data, ainsi que de glossaires d'institutions internationales (Organisation Météorologique Mondiale, FAO, UNESCO). Enfin, certains articles de presse ont aussi été consultés, principalement lorsqu'il s'agissait d'analyser les discours politiques.

Nous relèverons ici que ce mémoire est en lien avec un stage effectué au sein de la chambre des ingénieurs en environnement à Istanbul (Çevre Mühendisleri Odası), de février 2013 à mai 2013. L'objectif de ce stage était d'effectuer une revue de la littérature concernant l'utilisation des sols au niveau des périmètres de protection des barrages-réservoirs. Une synthèse de cette recherche se trouve dans la partie de ce travail traitant de la question.

Par ailleurs, ce stage a permis des échanges riches et utiles avec les membres de la chambre, contribuant à une réflexion itérative sur les aspects relatifs à ce travail, ainsi que l'émergence de questionnements qui ne se seraient peut-être pas révélés à la seule lecture des documents étudiés. Certains arguments tenus par la chambre des ingénieurs en environnement sont évoqués brièvement mais restent occasionnels.

Enfin, compte-tenu du sujet étudié ici, l'approche multidisciplinaire du Master en gestion de l'environnement est retrouvée dans ce travail, de part les aspects sociaux, politiques et économiques inhérents à la problématique étudiée.

La première partie de ce travail porte sur le concept de pénurie en eau, étudié selon les deux courants actuels la caractérisant : la pénurie en tant que phénomène physique ou socialement construit.

S'en suit, une partie dédiée au cas d'analyse, Istanbul, qui présentera les particularités de cette ville, notamment en matière de gestion de l'eau. Ces éléments serviront à mieux appréhender les facteurs prépondérants influençant la gestion des ressources en eau de la ville. Finalement, ce panorama permettra une analyse de la contribution de ces facteurs d'influence dans les situations de pénurie en eau, qui sera présentée sous la forme d'un schéma mettant en exergue les liens entre ceux-ci, dans le but d'apporter des éléments de réponse à la problématique posée pour enfin établir une réflexion sur un cadre d'analyse général applicable à d'autres villes.

PARTIE 1 : LE CONCEPT DE PENURIE EN EAU.

1.1.Pré-requis.

Au regard des nombreuses notions abondamment utilisées, il semble pertinent de revenir sur leur signification dans la mesure où elles peuvent être sources de confusion, rendant difficile l'évaluation quantitative de l'approvisionnement en eau.

Nous commencerons par souligner la différence entre les *besoins* en eau et la *demande* en eau, termes souvent inter-changés dans la littérature, n'ayant pourtant pas de correspondance quantitative entre eux.

La notion de *besoin* fait référence à la quantité d'eau minimum nécessaire pour satisfaire un objectif. Les besoins basiques comprennent alors l'eau potable, l'eau nécessaire à la préparation d'aliments, l'hygiène, et les services sanitaires et peuvent être évalués à 50 litres par personne et par jour (Gleick, 2003), ou 100 litres par personne et par jour selon Falkenmark et Widstrand (1992).

La *demande*, quant à elle, est un terme désignant la quantité d'eau requise pour un secteur d'utilisation, et renvoie à l'eau utilisée pour produire des biens et des services. Ainsi, le niveau de la demande est au-delà des besoins basiques (Gleick, 2003).

La littérature répartit les usages de l'eau selon quatre secteurs principaux : production d'énergie, agricole, industriel, et municipal (ONU, 2012). Là encore, des confusions persistent. En effet, le secteur municipal désigne les secteurs desservis par le réseau public. Or, cela peut inclure à la fois les demandes domestiques (boisson, cuisson, hygiène au sein des ménages) mais peut répondre aussi à une partie de la demande industrielle reliée au réseau public, à l'irrigation urbaine, aux commerces et à la demande institutionnelle (écoles, hôpitaux, bureaux gouvernementaux...). D'autre part, les demandes agricoles et industrielles font aussi l'objet de prélèvements directs autonomes. Dans bien des cas, les termes employés ne précisent pas ce qu'ils englobent (FAO, 2012 ; Ratnayaka et al. ; 2009), rendant difficile l'analyse des données.

Enfin, une autre confusion demeure autour des notions d'*utilisation de l'eau*, *consommation* et *prélèvement*. Gleick (2003) souligne que fréquemment, la notion d'utilisation de l'eau (*water use*) réfère à la consommation ou au prélèvement. Le terme « prélèvement » renvoie à la quantité d'eau extraite d'une ressource, cette eau pouvant retourner au milieu naturel modifiée quantitativement ou qualitativement. Si cette eau prélevée ne retourne pas à la source, on parle alors de consommation. Par exemple, les pertes en évaporation font partie de cette catégorie (Gleick, 2003). L'eau prélevée non consommée retourne au milieu naturel et peut être réutilisée.

Alcamo (1997) préconise d'utiliser la notion d'eau prélevée non consommée lorsque l'on traite des situations de stress hydrique. Cependant, le terme « consommation » désigne souvent de façon erronée une eau prélevée non consommée.

1.2. La pénurie en eau : un concept difficile à définir.

L'objectif de cette partie n'est pas d'établir une liste exhaustive des définitions de la pénurie en eau existantes dans la littérature, mais d'en présenter quelques-unes afin de rendre compte de la confusion qu'inspire ce concept pourtant largement employé.

La définition de la pénurie en eau proposée par l'ONU-eau en 2007 laissait entrevoir cela en proposant la description suivante : « *Il y a pénurie d'eau lorsque la manière dont nous utilisons et distribuons l'eau ne peut complètement satisfaire les besoins des ménages, des exploitations agricoles, de l'industrie et de l'environnement* » (ONU-Eau, 2007).

Bien que la littérature témoigne d'une dynamique de réflexion autour de ce concept, il n'existe pas à ce jour de définition communément admise de la pénurie en eau¹ (Rijsberman, 2006 ; FAO, 2013). C'est davantage l'aspect quantitatif qui est mis en avant dans la multiplicité des définitions de la pénurie en eau ; confrontant la disponibilité en eau et le nombre d'habitant.

Falkenmark est l'un des pionniers en la matière et aborde la pénurie selon le nombre de personne se partageant une certaine quantité d'eau. Falkenmark et Widstrand (1992) établissent la pénurie à partir d'un seuil de 1000 personnes par million de mètre cube par an soit 1000 m³/personne.

Dans la veine quantitative, Margat (2005) et Alexandre (2005) définissent la pénurie par le rapport entre l'offre et la demande, cette dernière étant supérieure à l'approvisionnement en eau.

Honegger et Bravard (2005) parlent d'une « insuffisance quantitative et/ou qualitative de la ressource hydrique disponible par rapport à la demande », ce qui amène à s'interroger sur la notion d'*insuffisance*, alors même que, comme nous l'avons décrit ci-dessus, la demande est largement supérieure aux besoins basiques. Pourtant, les premières notions quantitatives du concept de pénurie ne le sont pas de manière exclusive ; ainsi, Falkenmark et al. (2007) admettent que les situations de pénurie sont exacerbées par le niveau de pollution, les difficultés financières, le coût des infrastructures hydrauliques... Ceci nous permet d'introduire les définitions qui, bien que reconnaissant l'aspect quantitatif dans la notion de pénurie, elles sont plus holistiques en intégrant une approche socio-politique.

Appelgren et Klohn (1999) la décrivent comme étant une situation où la disponibilité en eau n'est pas assurée de manière *ininterrompue et permanente*, ne permettant pas un approvisionnement *qualitatif régulier* répondant aux besoins.

¹ Nous noterons qu'il existe une confusion entre *water scarcity* et *water shortage* car ces deux termes sont souvent inter-changés. Ici, ils se réfèrent à la *pénurie en eau* dans la mesure où la distinction est peu précisée au sein de la littérature.

Lasserre (2005, cité dans François, 2006) apporte une approche globale car selon lui, *«les situations de pénurie ne s'expliquent pas nécessairement par une rareté réelle de la ressource, mais bien souvent par la faiblesse des ressources sociales et organisationnelles consacrées à leur gestion, sous la forme de changement de valeurs, de définition de normes, de procédures ou de planification à long terme»*.

Finalement, la FAO rend compte de cette complexité en intégrant dans sa définition l'aspect physique *i.e.* conséquence d'un déséquilibre entre l'offre et la demande, et les influences politico-socio-économiques, en proposant la définition suivante : *«un décalage entre l'offre disponible et la demande exprimée en eau douce dans un lieu spécifique, dans les conditions institutionnelles et infrastructures qui y prévalent. La pénurie est fondamentalement dynamique et varie dans le temps du fait de la variabilité hydrologique naturelle, mais encore plus en fonction des politiques et stratégies de planification et de gestion économiques et de la capacité des sociétés à anticiper l'évolution des niveaux d'offre ou de demande. (...) le problème s'intensifie avec l'augmentation de la demande des utilisateurs et la baisse de la disponibilité et de la qualité de la ressource»* (FAO, 2013). Cette définition semble être la plus complète à ce jour.

1.3. Les courants théoriques de la pénurie en eau.

Deux constats principaux ont fait émerger la notion de pénurie en eau :

- la distribution inégale des ressources en eau comparativement aux zones peuplées, génératrices de fortes demandes ;
- les mesures orientées vers l'approvisionnement ne sont pas efficaces pour pallier aux situations de pénurie (Appelgren et Klohn, 1999).

L'identification de quelques définitions du concept de pénurie en eau (cf. 1.2) a permis de faire émerger deux approches la concernant : l'approche physique (quantitative), où l'impact du nombre (la croissance démographique) et subséquentement l'augmentation de la demande par habitant engendrent un décalage entre l'offre et la demande ; tandis que l'approche de la pénurie en tant que phénomène construit y ajoute l'influence de facteurs politiques et socio-économiques. Cependant, ces deux approches ne sont pas imperméables l'une de l'autre ; pour exemple, Turton et Ohlsson (1999) analysent la pénurie en eau sous le prisme des ressources sociales, tout en argumentant que la croissance de la population reste un facteur déterminant dans la pénurie en eau.

La première partie de ce mémoire s'attachera à présenter les deux courants principaux de la pénurie en eau : la pénurie en tant que phénomène physique et la pénurie socialement construite. Ces deux courants ne sont pas indissociables et établiront une base holistique afin d'appréhender le cas particulier de la ville d'Istanbul en troisième partie de ce mémoire.

1.3.1. La pénurie en eau en tant que phénomène physique.

L'indice de Falkenmark est le plus utilisé pour rendre compte des situations de pénurie en eau. Il met en lien la quantité d'eau douce disponible avec la population d'un pays, traduisant ainsi la pression démographique exercée sur les ressources en eau. La disponibilité annuelle en eau renouvelable inclut les eaux de surface et souterraines internes ainsi que l'apport des pays voisins (Falkenmark et Widstrand, 1992). C'est un indice qui prend en compte les usages domestiques (sur base de 100 l/j/personne), industriels et agricoles (5 à 20 fois plus élevés que la demande domestique) (EEA, 2004 ; Rijsberman, 2006). La taille de la population est l'élément central dans la détermination de l'indice de Falkenmark, autrement appelé indice de compétition (Falkenmark, 2007), ratio entre la quantité d'eau renouvelable et la population. L'auteur détermine des seuils en calculant le nombre d'habitant se partageant une unité de 1million de mètre cube d'eau par an. Le passage d'un seuil à l'autre est entraîné par l'augmentation du nombre d'habitant :

- $>1700 \text{ m}^3/\text{personne}/\text{an}$: pas de stress hydrique
- $1000\text{-}1700 \text{ m}^3/\text{personne}/\text{an}$: stress hydrique
- $500\text{-}1000 \text{ m}^3/\text{personne}/\text{an}$: pénurie en eau
- $<500 \text{ m}^3/\text{personne}/\text{an}$: pénurie sévère (Falkenmark et Widstrand, 1992).

Bien que les auteurs reconnaissent d'autres facteurs autres que démographiques contribuant à renforcer la pénurie en eau, ceux-ci restent néanmoins déterminés par l'augmentation de la population. Ainsi, l'accroissement démographique engendre une hausse de la demande, provoquant une insuffisance quantitative ; de même qu'il implique une détérioration de la qualité des ressources ainsi qu'une dégradation des terres. Ces facteurs renforcent la pénurie en eau et sont liés à la population, problématique centrale selon Falkenmark et Widstrand (1992).

A partir du constat de l'accroissement des prélèvements suite à l'augmentation des demandes en eau, Henrichs et Alcamo (2001) définissent l'indice d'exploitation, lui aussi largement employé. Cet indicateur illustre les niveaux de stress hydrique² en se basant sur le ratio prélèvement-disponibilité (*withdrawals-to-availability ratio*), que nous nommerons sous son acronyme anglais *w.t.a.* Ainsi, un ratio élevé traduit une plus forte intensité de prélèvements et subséquemment un stress hydrique plus important. Tout comme l'indicateur de Falkenmark, l'indice d'exploitation définit les seuils suivants :

- $w.t.a > 0,2$: stress hydrique faible ;
- $0,2 < w.t.a < 0,4$: stress hydrique modéré ;
- $w.t.a > 0,4$: stress hydrique sévère.

Ainsi, les indices de compétition et d'exploitation décrits brièvement ci-dessus sont les fers de lance de l'approche quantitative de la pénurie en eau. Cependant, nous évoquerons ici un autre indicateur développé plus récemment, qui à l'instar de ses prédécesseurs, a l'avantage d'être plus holistique et adéquat à l'échelle locale. Il s'agit de l'indicateur de

² Les auteurs le définissent comme étant une pression à la fois quantitative et qualitative exercée sur les ressources en eau (Henrichs et Alcamo, 2001).

pauvreté en eau établit par Sullivan et Meigh (2006). Celui-ci est construit selon cinq dimensions : l'accès à l'eau ; la qualité, quantité et variabilité de l'eau ; les secteurs de demande ; la capacité de gestion et enfin, l'environnement. Chaque élément peut se voir attribuer un poids variable selon l'expertise des autorités locales. Par ailleurs, il est à noter que pour une analyse internationale, chaque dimension est égale à l'autre. L'indice de pauvreté varie entre 0 (extrême pauvreté) et 100 (Sullivan et Meigh, 2006 ; Van der Vyer et Jordaan, 2011).

Parmi des indicateurs évoqués ci-dessus, d'autres indices se sont développés. Néanmoins, nous ne nous y attarderons pas dans la mesure où ils sont moins utilisés car plus complexes et n'apportent que peu, voire aucune précision à l'échelle locale.

Concernant les indices de compétition et d'exploitation de Falkenmark et Alcamo, quelques éléments critiques peuvent être relevés :

- ils sont le plus souvent calculés à l'échelle nationale, ce qui cache les disparités régionales (Margat, 2005 ; Rijsberman, 2006) et en conséquence, font abstraction des stress locaux ainsi que des différences socio-économiques ;

- ils sont basés sur les ressources renouvelables, or la référence aux ressources exploitables serait plus adéquate (Margat, 2005), bien que la remarque ait été relevée par Falkenmark et Widstrand (1992);

- ces indicateurs ne sont comparables qu'à caractéristiques identiques (climat, hydrologie) (Margat, 2005) ;

- les infrastructures conditionnant l'accès à l'eau ne sont pas prises en compte (Rijsberman, 2006) ;

- les indicateurs posent le problème des seuils à deux points de vue. Tout d'abord, le seuil de 1700 m³/habitant/an de Falkenmark traduit davantage une pression sur le secteur agricole dans la mesure où celui-ci est le plus grand consommateur d'eau (Savenije, 1999). Les seuils de Falkenmark sont donc davantage des limites pour la production agricole, de biens et de services. Ensuite, les seuils sont fondés sur la demande, or celle-ci est extrêmement variable d'un pays à l'autre (Margat, 2005). En effet, ils se basent sur une demande domestique de 100l/j/personne, or la demande en eau des ménages est variable selon la culture et évolue selon le niveau et le mode de vie (Rijsberman, 2006). Parallèlement, la demande industrielle évolue au cours du temps et selon la composition industrielle du pays. Enfin, les seuils sont définis selon une prépondérance quantitative de certains usages par rapport à d'autres (typiquement l'agriculture), or la répartition quantitative de ces usages diffère d'un pays à l'autre et surtout aux échelles sub-nationales. D'ailleurs, l'indice de Falkenmark est principalement utilisé à l'échelle nationale.

- le w.t.a ne spécifie pas les causes du stress hydrique (surexploitation, pollution de l'eau) (Henrichs et Alcamo, 2001). Bien que largement sollicités de part leur simplicité et leur approche immédiate des situations de pénurie, les indicateurs quantitatifs centrés sur la quantité d'eau disponible et la variable démographique ne permettent pas d'appréhender la pénurie en eau dans sa globalité, et d'en comprendre les tenants et aboutissants (Haddadin, 2001 ; Kauffer, 2006 ; Kummu, 2010). Sur cette réflexion, certains auteurs ont amélioré les indicateurs quantitatifs pour y intégrer des données socio-économiques, comme c'est le cas de l'indice de la pauvreté en eau de Sullivan. Ainsi, les lacunes présentes dans l'approche

quantitative- bien qu'essentielle pour une caractérisation préalable de la pénurie- ont permis de révéler les facteurs d'ordre social, économique, politique et institutionnel décisifs (Appelgren et Klohn, 1999). Appelgren et Klohn postulent ainsi qu'afin de faire face à la pénurie, il est utile d'évaluer celle-ci à travers une approche tournée vers la gestion, et de la rapprocher des informations hydrologiques, en intégrant des indicateurs sociaux (Appelgren et Klohn, 1999).

1.3.2. La pénurie en eau en tant que phénomène socialement construit.

Haddadin (2001) (cité dans Kauffer, 2006) constate que la problématique de l'eau est une problématique humaine et sociale. Ohlsson (1999) met en exergue que les aspects culturels influencent les besoins humains, ce qui confère un caractère relatif à la rareté, dans la mesure où ces besoins évoluent au cours du temps. Ainsi, le concept de rareté fait l'objet d'une construction sociale. Les auteurs tenants de l'approche de la pénurie d'eau en tant que phénomène socialement construit mettent en exergue la simplicité de l'approche physique de la pénurie en eau par la vision d'un problème quantitatif -découlant d'une demande supérieure à l'approvisionnement, qui à elle seule ne rend pas entièrement compte de l'origine multifactorielle de la pénurie en eau (Rijsberman, 2006 ; Mehta, 2003 ; Ohlsson et Turton, 2000 ; Appelgren et Klohn, 1999 ; Rees, 1982).

1.3.2.1. Le modèle théorique de Turton et Ohlsson.

A partir d'une définition quantitative de la pénurie comme étant « une diminution du volume d'eau disponible par habitant sur une période donnée », Turton et Ohlsson (1999) précisent deux ordres de pénurie qu'ils nomment « *first-order scarcity of natural resources* » et « *second-order scarcity of social resources* ». La pénurie de premier ordre fait référence à l'aspect quantitatif de la ressource tandis que le second rend compte des capacités sociales à s'adapter à une situation de pénurie de la ressource naturelle. A partir de ces concepts, l'hypothèse proposée est la suivante : l'augmentation de la pénurie en eau (rareté de premier ordre) engendre une réponse adaptative de la part des politiques. Cette réponse est déterminée par les capacités sociales existantes (rareté de deuxième ordre). De plus, il existe une interrelation dynamique entre la pénurie de premier ordre et celle de second ordre (Ohlsson,2000).

Ce cadre théorique définit, Turton et Ohlsson (1999) établissent une matrice combinant l'aspect quantitatif de la ressource (rareté relative et abondance relative) avec le type de ressources (naturelle et sociale).

		Type of resource	
		1 st order	2 nd order
Quantitative aspect of the resource	Relative scarcity	1	2
	Relative abundance	3	4

Figure 1: Matrix showing possible variations of type of resource and quantitative aspects of the resource (source: Turton et Ohlsson, 1999).

A partir de ce modèle, quatre types de situation peuvent être précisés :

- la situation de « pauvreté en eau » (1 et 2) : elle combine une pénurie physique de la ressource en eau avec un faible niveau de capacités sociales d'adaptation ;
- un état « d'abondance en eau structurellement induite » (1 et 4) : il s'agit ici de qualifier une situation où la pénurie physique en eau est associée à une ressource sociale apte à gérer la situation. La manière de faire face à la rareté de la ressource peut, par exemple, se traduire par des innovations techniques ;
- l'association combinant une abondance de premier ordre (abondance en ressource hydrique) et une rareté de second ordre (faible capacité sociale) fait référence à une « rareté sociale induite structurellement » (2 et 3) ;
- la dernière situation nommée « abondance en eau » (3 et 4) allie une situation favorable aussi bien en termes de ressources naturelles que de réponse sociale.

A cela les auteurs précisent le concept de pénurie en identifiant un modèle de gestion de l'eau en trois phases : un premier stade d'abondance en eau, rompu par la demande excédant le niveau d'approvisionnement, c'est la transition vers la pénurie en eau. S'en suit alors une phase orientée vers l'approvisionnement, se manifestant par une augmentation de projets hydrauliques. L'objectif est clairement une augmentation du volume d'eau fourni à la population, parfois même provenant de sources éloignées. Mais cette période se heurte alors à la croissance démographique, faisant basculer le système vers une dernière phase de déficit en eau. A partir de ce point, des contestations sociales peuvent émerger, sous la forme d'une conscience environnementale par exemple. Les environnementalistes peuvent s'imposer comme groupe contestataires et demander une alternative à la construction massive de barrages menaçant l'environnement (Turton et Ohlsson, 1999 ; Mehta, 2007). Les autorités locales sont dans l'incapacité de fournir davantage d'eau due à une absence de ressources alternatives ou ne peuvent plus assurer le financement de l'exploitation des ressources. La gestion de l'eau s'oriente alors vers la demande qui se traduit par des stratégies d'économies dans les secteurs consommateurs d'eau (domestique, industriel et agricole) et par un système d'allocation des ressources intra et intersectorielle. La première transition entre un niveau

d'abondance de la ressource en eau et celui de pénurie est, selon Turton et Ohlsson, largement imputable à une rareté de premier ordre.

A partir des ordres définis par Turton et Ohlsson (1999), Wolfe et Brooks (2003) proposent une analyse plus fine de la pénurie de second ordre en distinguant une pénurie de second ordre relevant de capacités technologiques et institutionnelles ; à une pénurie de troisième ordre tenant compte des changements sociaux, politiques et culturels, déterminés par l'éducation et la modification des modes de vie. Ce sont ces capacités de troisième ordre qui permettent l'ajustement de la courbe de la demande. Les réponses à la pénurie de premier ordre sont les plus restrictives, et s'apparentent principalement au domaine de l'ingénierie. C'est dans ce type de catégorie que se trouvent les projets visant à augmenter le volume en eau, tels que les barrages, le transfert interbassin via les pipelines, à un coût élevé. Les réponses apportées à la pénurie de second ordre se basent, quant à elles, sur une vision économique. C'est dans ce cadre que se situeront les solutions telles que la gestion tournée vers la demande plutôt que l'approvisionnement, ainsi que la prise en considération de l'environnement. Les solutions à la pénurie de troisième ordre relèvent davantage des sciences sociales.

Alors que les réponses apportées à la pénurie de premier ordre sont coûteuses d'un point de vue économique et environnemental, celles apportées à la pénurie de troisième ordre seront onéreuses socialement.

1.3.2.2. La pénurie socialement construite : une approche multifactorielle.

A partir du modèle de rareté de premier et second ordre, de Turton et Ohlsson, de nombreux auteurs se sont penchés sur la question, fournissant ainsi une littérature examinant diverses régions du monde. Ces études qui confrontent la théorie de la pénurie socialement construite à des cas concrets, permettent d'apprécier l'origine multifactorielle de la pénurie.

Kauffer (2006) souligne dans un premier temps une rareté de premier ordre au Mexique, dont le panorama cache de profondes disparités régionales. La ville de Mexico, mégapole de 19 millions d'habitants en 2007 (ONU, 2007), enregistre une disponibilité en eau annuelle par habitant de 188 m³ malgré une précipitation annuelle de 737 millimètres. L'auteur cherche ici à mettre en exergue l'impact de la démographie sur la situation de pénurie. Cependant, une autre région du Mexique met en évidence l'impact des usages : Lerma-Santiago-Pacifique, zone qui ne souffre pas de déficit de précipitation, enregistre une disponibilité faible par habitant. Ici, la cause est à rechercher dans le développement de la production de grains, grande consommatrice d'eau (Kauffer, 2006). Ainsi, les usages sont un élément particulièrement significatif dans la construction sociale de la pénurie (Appelgren et Klohn, 1999).

Dans ce que Mehta (2003) dénomme « *pénurie anthropogénique* », elle fait référence à l'utilisation de l'eau pour l'agriculture, dénonçant la surexploitation des nappes phréatiques à des fins d'irrigation. Les retombées économiques permises par les produits agricoles et la rente de l'eau dont bénéficie un groupe privilégié engendrent une intensité des prélèvements

de l'eau souterraine qui ne laisse qu'une quantité dramatiquement réduite pour la population (Aguilera-Klink, 2000).

Parallèlement, Olsen (1987) met en exergue la conséquence d'une utilisation intensive de l'eau souterraine destinée à l'irrigation dans la perception de la sécheresse : le tarissement des nappes, conséquence de leur surexploitation, engendre chez les habitants la perception d'une sécheresse plus sévère, malgré des précipitations moyennes restées constantes.

De même, derrière l'Italie et la Belgique, l'Espagne est le pays européen qui enregistre un des plus forts taux d'intensité d'utilisation des ressources en eau ; record entretenu par une utilisation agricole comptant pour 77 % des utilisations totales (François, 2006).

Enfin, Kauffer (2006) partage le même constat dans son étude sur le Mexique, où les trois quarts des plus importants barrages sont destinés à l'irrigation. Plusieurs études relevant des usages de l'eau place l'agriculture en tête des secteurs les plus consommateurs, particulièrement aux échelles nationales (Burak, 2011 ; Hoekstra et al. ; 2011 ; Rijsberman, 2006 ; Gleick, 2003 ; FAO, 2013).

Bien entendu, le secteur agricole n'est pas le seul usager de l'eau. Garcier (2010) a étudié les situations de pénurie en eau en Lorraine, pour laquelle le développement industriel amorcé à partir du 19^{ème} siècle a eu un impact notable sur la quantité d'eau dans les nappes et les rivières. Ce constat est partagé par Ioris (2012) dans la ville de Lima, au Pérou. Or, la croissance économique n'est pas indissociable de la croissance démographique, notamment par les migrations (Garcier, 2010), dans ce sens où l'essor industriel appelle à plus de main d'œuvre et subséquemment à un usage domestique accentué. Ainsi, cette utilisation excessive des ressources serait une des causes de la pénurie en eau.

Se démarquant néanmoins d'une approche encore quantitative, l'implication des usages et en conséquence des prélèvements, est analysée dans un contexte politique local. Ainsi, afin de rendre compte des enjeux politiques sous-jacents à la pénurie, Mehta (2001, 2007) propose une typologie de celle-ci: la pénurie en eau en tant que phénomène biophysique, induite par un déficit de précipitation (*biophysic scarcity*) dont la perception diffère selon les individus; et un phénomène fabriqué (*manufactured scarcity*) par des facteurs socio-politiques et institutionnels, conférant une dimension anthropogénique à la pénurie. Cependant, les deux catégories de pénurie en eau ne sont pas imperméables les unes aux autres : elles peuvent exister simultanément.

Il convient donc de reconnaître que, les tenants de la construction sociale de la pénurie démontrent la place significative de l'instrumentalisation politique de la pénurie, dans le but de légitimer les ouvrages hydrauliques souvent onéreux (François, 200- ; Mehta, 2007 ; Garcier, 2010 ; Molle, 2006). Dans son cas d'étude, Mehta (2007) commente la perception qu'a la population des causes de la pénurie en eau. Ajoutée au discours politique, l'idée d'une pénurie aux causes naturelles (baisse des précipitations et sécheresses régulières) et la construction de barrages comme seule solution à ce mal ont progressivement légitimé ces ouvrages (Mehta, 2007 ; Rees, 1982).

Turton et Ohlsson (1999) qualifient la légitimation des projets hydrauliques comme « *the willingness and ability of the social entity to accept the coping strategies that are developed by the technocratic elite as being reasonable and worthy of public support* ». Il apparaît que

les grands projets de barrages légitimés par les défaillances dans le système de l’approvisionnement en eau contribuent à renforcer et pérenniser la pénurie (Ioris, 2012).

Cependant, la réponse orientée vers « plus d’infrastructure » n’est pas efficace (Noemdoe et al. 2006). Pour de nombreux pays, les solutions tournées vers l’approvisionnement ont atteint leur limite, obligeant les Etats à opter pour des politiques de second ordre (Wolfe et Brooks, 2003).

Ainsi, les cas de pénurie en eau « fabriquée » ont été maintes fois analysés, s’intégrant dans la veine des travaux de Mehta (2001, 2007). Par le biais de son cas d’étude, Mehta (2007) recommande d’appréhender une situation de pénurie en eau à travers deux prismes : le discours des politiques (premier prisme) qui exacerbe la pénurie physique (deuxième prisme). Force est de constater qu’il y a donc bien une interrelation entre les facteurs humain et naturel, et l’analyse simultanée des deux amène à une meilleure compréhension du phénomène de pénurie en eau (Noemdoe et al.; 2006).

Ioris (2012) illustre cela à travers son cas d’application: la pénurie physique en eau est associée aux défaillances sociopolitiques. L’auteur est un des tenants de la perspective non essentialiste de la pénurie en eau, approche qui tente d’expliquer le phénomène de pénurie en tant que résultat des relations entre les hommes et leur environnement socio naturel. La ville étant le siège de relations socio-économiques et d’enjeux de pouvoir politique, elle permet de rendre compte cette perspective non-essentialiste. En corrélation avec cette caractéristique, l’auteur argumente que la pénurie en eau fait partie intégrante d’une multitude de pénuries, telles que le manque d’accès à l’eau, la marginalisation des populations à faible revenu, la restriction de logements... Bien que ces deux derniers facteurs ne soient pas, à priori, en lien direct avec la pénurie d’eau, ils favorisent pourtant son émergence et contribuent à la pérenniser. Par exemple, la faiblesse d’accès aux logements dans un contexte de production de l’espace urbain engendre une mise à l’écart des personnes les plus pauvres dans l’acquisition de logements, amenant à des constructions illégales qui seront finalement implicitement autorisées par l’Etat. Ainsi, les situations de pénuries d’eau seraient entretenues par les autres catégories de pénurie urbaine. Dans le cas de Lima, ces pénuries urbaines ont été renforcées par les décisions gouvernementales et institutionnelles sous l’ombrelle d’un discours politique particulier.

Ceci nous amène à nous questionner sur les acteurs impliqués dans ce discours qui vise à favoriser le développement des ressources en eau. Molle (2006) a identifié les principaux d’entres-eux, ainsi que leur motivation spécifique.

- l’Etat, qui voit en la construction de projets hydrauliques le moyen de s’offrir un soutien politique de la part de la population bénéficiaire ;
- les administrations nationales responsables de ces constructions, pour la pérennité de leur budget ;
- la politique locale, dont les motivations sont comparables à l’Etat ;
- les entreprises privées de construction, en tant que valeur économique directe. Elles sont souvent dotées d’influence politique utile lorsqu’il s’agit de promouvoir ses projets ;
- les banques de développement, car les ouvrages permettent une plus grande expansion de l’aire d’action, à moindre coût.

Ce panorama formule clairement les profits financiers et politiques sous-jacents au développement des ressources (Molle, 2006). De plus, cette expansion du génie hydraulique contribue à flatter le pouvoir politique en place, collaborant à nouveau à sa légitimité. Les discours politiques sont alors à la hauteur de cet enjeu, se résumant à une « bataille contre la nature », menée dans l'intérêt de la population. Enfin, les projets à destination du milieu rural sont aussi, dans le cas de flux de migration important vers les grandes villes, le moyen de pallier à la dépopulation des campagnes. A cela s'ajoute le manque de consultation des différentes parties prenantes, notamment la population locale de la région d'implantation de l'ouvrage hydraulique, de même que l'accès restreint aux évaluations d'impacts environnementaux, laissant la voie libre au bon vouloir politique (Molle, 2006).

L'argument principal qui est donc ici avancé est que la pénurie est artificielle (Mehta, 2001, 2007) et découle de la surabondance de constructions hydrauliques qui, en retour, sont utilisées dans la justification de leur propre expansion, aboutissant à un cercle vicieux (Molle, 2006, 2008). Cet argument peut être éclairci par la relation de rétroaction entre la demande et l'approvisionnement proposée par Kallis (2010). D'après l'auteur, l'expansion hydraulique provoque un volume supplémentaire disponible, ce qui incite à une augmentation de la consommation. En retour, cet accroissement de la consommation appelle à davantage de constructions afin de satisfaire la demande. En d'autres termes le nouvel approvisionnement génère une nouvelle demande qui à son tour appelle à une augmentation de la capacité d'approvisionnement. Ainsi, les systèmes politique et domestique sont en permanente interaction. Cependant, une troisième variable, que l'auteur dénomme « environnement biophysique » s'intègre également dans ce cadre interactionnel. Les systèmes politique et social transforment « l'environnement biophysique » - constitué de la nature originelle et modifiée (barrages) - qui en retour s'adapte à ces modifications. Ainsi, les dégradations sociales et environnementales sont la conséquence de ce cercle vicieux de l'approvisionnement et de la demande s'alimentant conjointement. Nous constatons par ailleurs, que l'approche de la pénurie en eau en tant que phénomène socialement construit n'est pas sans lien avec le courant de la *political ecology*, comme nous venons de le voir avec l'analyse de Kallis. Les auteurs de ce courant voient en la crise actuelle de l'eau une crise socialement fabriquée au centre de laquelle l'eau est un enjeu de pouvoir (Loftus, 2009), instrumentalisée dans un discours politique servant à *produire* la pénurie (Swyngedouw et al., 2002). Kaïka (2003), démontre que l'épisode de sécheresse à Athènes dans les années 1989-1991, a servi un discours politique dans lequel l'eau est à la fois source de développement ; la sécheresse un événement naturel à l'origine de la crise et enfin, l'identification des ressources comme objet de rareté permettant de servir les intérêts politiques. L'eau est dépeinte comme un élément clé dans le développement (discours économique), favorisant ainsi la création de nouvelles infrastructures, d'une nouvelle administration locale de gestion de l'eau, l'émergence de décisions politiques controversées qui s'orienteraient vers une gestion privatisée des ressources en eau.

Parallèlement au discours politique, la pénurie en eau fait l'objet de manipulation médiatique (Mehta, 2007 ; François, 2006). François (2006) dénonce la stratégie médiatique qui a permis de légitimer les infrastructures hydrauliques et parle ainsi de sécheresse

« psychologico-sociale ». Le message véhiculé est celui de la construction hydraulique en tant que seule solution face à la sécheresse et la pénurie, afin d'obtenir le soutien de la population. Mais face au discours confortant l'expansion hydraulique, s'opposent des mouvements sociaux défenseurs des valeurs environnementales. Dans son cas d'étude, François (2006) conclut que la pénurie en Espagne est la conséquence d'épisodes de sécheresse cumulés à des facteurs socio-économiques et médiatiques. En effet, les consommations en eau se sont accrues de manière significative en parallèle au développement économique, tandis que les médias ont participé à légitimer les infrastructures hydrauliques en véhiculant un message stéréotypé de la sécheresse. Il apparaît alors que les discours tenus par les médias et les politiques contribuent à masquer les défaillances de l'Etat concernant la gestion des ressources en eau (Mehta, 2001, 2007).

De plus, la littérature souligne la place significative de la perception de la pénurie. En effet, certaines études démontrent que la pénurie physique peut être perçue par les habitants alors même que les ressources sont abondantes, moyennant quelques fluctuations saisonnières. Ceci est d'autant plus interpellant que la perception d'un danger est déterminante dans le type de réponse mobilisée (Molle, 2006). Alexandre (2005) démontre que la pénurie émanant d'une surexploitation des ressources sera perçue comme une fragilité dans le système de gestion.

De manière analogue, Noemdoe et al. (2006) ont mis en évidence un consensus au sein de la population d'Afrique du Sud sur la chronicité des situations de pénurie. Les auteurs identifient des périodes de pénurie en eau à usage domestique lors de maintenance du réseau de distribution, ils la qualifient de « *infrastructural induced scarcity* ». La perception de la pénurie est donc renforcée par un manque d'infrastructures nécessaires (Noemdoe et al., 2006) et par l'inégalité d'accès aux ressources (Mehta, 2007). Un autre facteur notoire est la qualité de la ressource (Rijsberman, 2006) dans la mesure où celle-ci peut renforcer la situation de pénurie (FAO, 2013) ou la faire émerger. Wolfe et Brooks (2003) ont objectivé dans leur cas d'analyse une pénurie de second ordre en dépit d'une ressource en eau abondante. Une contamination bactérienne de l'eau potable associée à un agenda politique, financier et environnemental négligé, ont abouti à une pénurie en eau de premier ordre.

Enfin, Rees (1982) identifie d'autres facteurs influençant les situations de pénurie tels que : la gestion locale de l'eau par des administrations en manque de ressources humaines, techniques et financières ; le manque de coordination entre les municipalités ; les subsides octroyés à l'eau qui n'encouragent pas à l'économie ; les pertes dans le réseau de distribution ; et la négligence des stratégies d'amélioration du rendement sont autant de points faibles qui ont contribué à aggraver les situations de pénurie. Ainsi, une pénurie d'eau peut être induite par un manque d'infrastructure ou une faiblesse institutionnelle (Noemdoe et al., 2006).

De plus, une confusion persiste autour de la notion de *pénurie*, de part la caractérisation de l'eau comme un bien économique (Mehta, 2007 ; François, 2006) et contribuant à la richesse nationale (Wolfe et Brooks, 2003). Ainsi, Etats et institutions internationales continuent de considérer l'eau en tant que bien monétaire dû à son caractère limité par rapport à la demande (Brooks, 2002 cité dans Wolfe et Brooks, 2003).

De façon similaire, Alexandre (2005) argumente que la dénomination de l'eau –réalité physique- en tant que *ressource* lui confère alors une signification sociale et devient objet stratégique et économique. Deux autres conséquences découlent de la considération de l'eau en tant que bien monétaire : l'omission de la multi dimensionnalité de l'eau, contribuant ainsi à écarter les aspects sociopolitiques de la pénurie ; et de la possibilité d'une coopération entre les politiques et les consommateurs (Mehta, 2007). Selon Alexandre (2005), la qualification de l'eau en tant qu'objet physique, économique et social se fait à travers trois systèmes auxquels elle est intégrée : le système naturel (bassin hydrographique) ; le système économique (mise en valeur de l'eau) et le système social (déterminé par les acteurs et les usages). Cette identification en trois axes de l'eau et subséquentement de la pénurie en eau est retrouvée chez Homer-Dixon (2000) dans sa définition tripartite de la pénurie, caractérisée par : la diminution de l'approvisionnement, en conséquence de la dégradation de la ressource en quantité ou qualité, il appelle cela la pénurie induite par l'offre ; l'augmentation de la demande, qu'il nomme rareté induite par la demande, à laquelle il ajoute la distribution sociale de la ressource, autrement qualifiée de rareté structurelle.

1.4.Conclusion intermédiaire.

Deux courants tendent à expliquer les situations de pénurie en eau ; l'un centré sur la relation entre les ressources disponibles et la pression de la population, porté et illustré par les indicateurs quantitatifs; l'autre tentant d'expliquer la pénurie par une approche relevant de la construction sociale. Cependant, il ne s'agit pas d'opposer ces deux courants, dans la mesure où ils ne sont pas indissociables l'un de l'autre.

La première approche permet une compréhension générale d'une situation de stress hydrique à laquelle peut être soumis un pays. Les indices de compétition et d'exploitation de Falkenmark et Alcamo respectivement établissent un panorama quantitatif en confrontant, dans le premier cas, le nombre d'habitant à la quantité d'eau renouvelable disponible ; tandis que l'indice d'exploitation illustre le niveau de stress par le ratio prélèvement-disponibilité. La simplicité de ces indicateurs fait qu'à ce jour, ce sont les indices les plus largement utilisés. Cependant, l'indicateur de pauvreté en eau développé par Sullivan illustre la nécessité d'élargir le débat quantitatif afin d'y intégrer d'autres facteurs, davantage qualitatifs, influençant la pénurie en eau.

Sans limiter l'approche physique de la pénurie en eau induite par des phénomènes météorologique et hydrologique, et influencée par la croissance de la population, les tenants de l'approche sociale argumentent que la pénurie d'eau n'est pas la résultante de la seule variable naturelle-discours dominant mais la conséquence de processus sociaux, économiques et politiques (Mehta, 2001, 2003, 2007 ; Wolfe et Brooks, 2003 ; Turton et Ohlsson, 1999 ; Kauffer, 2006 ; Appelgren et Klohn, 1999 ; Aguilera-Kilnk, 2000 ; Olsen, 1987 ; François, 2006 ; Garcier, 2010 ; Ioris, 2012 ; Molle, 2005, 2006 ; Rees, 1982 ; Noemdoe et al., 2006 ; Kaïka, 2003 ; Homer-Dixon, 2000). L'analyse des situations de pénurie en eau oblige à s'engager dans une approche multidisciplinaire afin de comprendre le problème dans sa globalité et d'y apporter les réponses adéquates. Ainsi, les principaux facteurs déterminants

dans la pénurie en eau sont multidimensionnels : à la fois naturels, économiques, sociaux et politiques. Ces facteurs sont en étroite interaction et résumés ci-après:

- les conditions météorologique et hydrologique (sécheresse) ;
- la détérioration de la qualité de l'eau ;
- les enjeux politiques, relayés par un discours politique et médiatique (instrumentalisation) ;
- les ressources socio-économiques (allocation et usages de l'eau, accès à l'eau, ressources financières nécessaires à l'approvisionnement, capacité et mode de gestion de l'offre et de la demande en eau, valorisation de l'eau en tant que bien économique, ingénierie hydraulique) ;
- la croissance de la population et la gestion de son impact (urbanisation);
- la perception de la sécheresse et de la pénurie, déterminée par les facteurs ci-dessus.

PARTIE 2 : PRESENTATION DU CAS D'ANALYSE : ISTANBUL.

2.1 Caractéristiques naturelles.

La Turquie anatolienne est semi-aride avec des variations selon les régions. La côte de la Mer Noire reçoit la quantité de précipitation la plus importante du pays, pouvant fluctuer entre 700 et 2200 mm par an. A l'opposé, l'Anatolie centrale a une pluviométrie annuelle moyenne comprise entre 300 et 500 mm, enregistrant les valeurs les plus faibles du pays. Les étés sont chauds et secs et les hivers froids (FAO aquastat, 2008; Kemal Sönmez et al., 2005). Les températures moyennes annuelles les plus chaudes sont enregistrées le long de la côte Méditerranéenne, la tendance est identique pour les précipitations à l'exception du Sud-est anatolien (Direction générale de la météorologie, 2013). La pluviométrie moyenne annuelle du pays est de 643 mm (FAO aquastat, 2008) et tombe principalement entre les mois d'Octobre et de Mars (DSI, 2009).

Istanbul a un climat semi-humide et reçoit en moyenne entre 690 et 915 mm de précipitation par an et des températures moyennes de 4°C en hiver et 27°C en été (Direction générale de la météorologie, 2013). Les étés sont en général secs (Dietz, 2010) avec une précipitation moyenne mensuelle de 35, 37, 39 et 46 millimètres pour les mois de mai, juin, juillet et août respectivement. Les plus fortes précipitations sont enregistrées sur la période d'octobre à février. Les côtes de la mer de Marmara font partie des régions présentant une vitesse moyenne du vent la plus élevée (Direction générale de la météorologie, 2013).

2.2. Caractéristiques spatio-démographiques.

Istanbul, ville de près de 14 millions d'habitants en 2012-la Turquie en compte 75 627 384- et d'une densité de population de 2 666 habitants par kilomètre carré – la moyenne nationale est de 98 habitants/km²(Turkstat, 2012)- est un géant démographique sis sur les continents asiatique et européen. Pôle d'attraction de la Turquie, Istanbul figure parmi les 25 villes les plus peuplées au monde (ONU, 2007) et se voit attribuer le statut de mégapole³.

A noter que cette imposante masse démographique se trouve étreinte dans un espace relativement limité, au nord par les terres forestières et la Mer Noire et au sud par la mer de Marmara. Le ministère du développement turc a estimé l'augmentation du taux d'urbanisation à 90 % entre 1990 et 2000 (DPT, 2000 cité dans CE, 2011). La surface occupée par Istanbul est de 5 313 km² (Turkstat, 2012). Dans le cadre d'une ville d'une telle ampleur, il convient de préciser les frontières physiques de ce que l'on appelle « Istanbul », bien qu'au cours des années les limites administratives aient été fréquemment révisées (Erdi Lelandais, 2009).

³ Selon les Nations Unies, une mégapole est une agglomération urbaine de 10 millions d'habitants ou plus (ONU, 2012).

A travers notre propos, « Istanbul » fera référence à l'aire d'action du gouvernement administratif local c'est-à-dire la Municipalité Métropolitaine d'Istanbul, terme employé dans les documents officiels et renvoyant à la surface citée ci-dessus (OCDE, 2008). Le terme « province » utilisé ici aura la même signification spatiale. Toutefois, nous ajouterons qu'Istanbul s'insère dans un réseau urbain sur lequel elle exerce son influence : les provinces de Tekirdağ à l'ouest et de Kocaeli à l'est. Kocaeli, par exemple, est l'extension industrielle de la province d'Istanbul (OCDE, 2008 ; Yérasimos, 1997).

De part sa position géographique et son passé historique, Istanbul est un nœud social, économique et culturel stratégique, témoin d'importants flux de population. En 1950 et 2000, Istanbul comptait 1,16 millions d'habitants et 10 millions d'habitants respectivement (OCDE, 2008). Pour l'année 2011-2012, l'institut national des statistiques turc indique un taux de croissance de la population de 16,8 % (Turkstat 2012).

L'augmentation démographique est principalement la conséquence d'une importante dynamique d'immigration qui s'est accélérée à partir des années 1980 et qui est originaire de l'Anatolie, mais aussi des ex pays de l'URSS, faisant d'Istanbul « la ville de tous les exodes » (Yérasimos, 2001 ; Kaya et Curran, 2005). Ce flux de migrants attirés par les opportunités d'emploi est estimé à une moyenne de 400 000 personnes supplémentaires par an (Demirci et Butt, 2001 ; Turkstat, 2000). En un quart de siècle, le nombre d'habitant a été multiplié par quatre. Bien que les municipalités périphériques soient les témoins d'une plus faible densité de population, on assiste à une « dépopulation des arrondissements centraux » pour reprendre les termes de J.F Pérouse (1998), ce qui renforce l'expansion de la ville. Ceci traduit l'hétérogénéité de peuplement entre les différentes communes.

Comme évoqué précédemment, la forme urbaine est liée aux caractéristiques géographiques conditionnant les possibilités d'expansion, complétées par l'influence des zones industrielles et les voies de transport. Ainsi, l'étalement urbain a progressé principalement vers l'est et l'ouest, bien que de nombreuses pressions s'exercent aussi au nord en direction des forêts (Kucukmehmetoglu et Geymen, 2009) comme l'illustre la **figure 2**. Les deux ponts traversant le Bosphore et les autoroutes principales ont favorisé le développement de zones résidentielles et industrielles à plusieurs kilomètres à l'est et l'ouest du centre historique (Baz et al., 2009 ; Ozus et al., 2011). C'est alors que de nouveaux centres se sont développés en périphérie encourageant une dynamique de suburbanisation (Terzi, 2009).

Cette tendance est encouragée par le gouvernement local dans le but de limiter la congestion et la pollution. En effet, la municipalité métropolitaine d'Istanbul établit une série de plans d'aménagement en collaboration avec des ingénieurs, architectes, universités, le public et la société civile. Le plus récent date de 2008 et met en avant la volonté de faire d'Istanbul une ville polycentrique (Steele et Shafik, 2010 ; Terzi et Bolen, 2009). En parallèle, le plan environnemental d'Istanbul basé sur un échéancier de 4 ans (2010-2014), a été créé afin de promouvoir les transports publics, les espaces verts et de faire de la ville un centre financier et touristique (Steele et Shafik, 2010).

L'étalement urbain d'Istanbul reste une problématique majeure, d'autant que l'augmentation de la population engendre une constante demande en logements, services publics et voies de transport (Ozus et al., 2011).

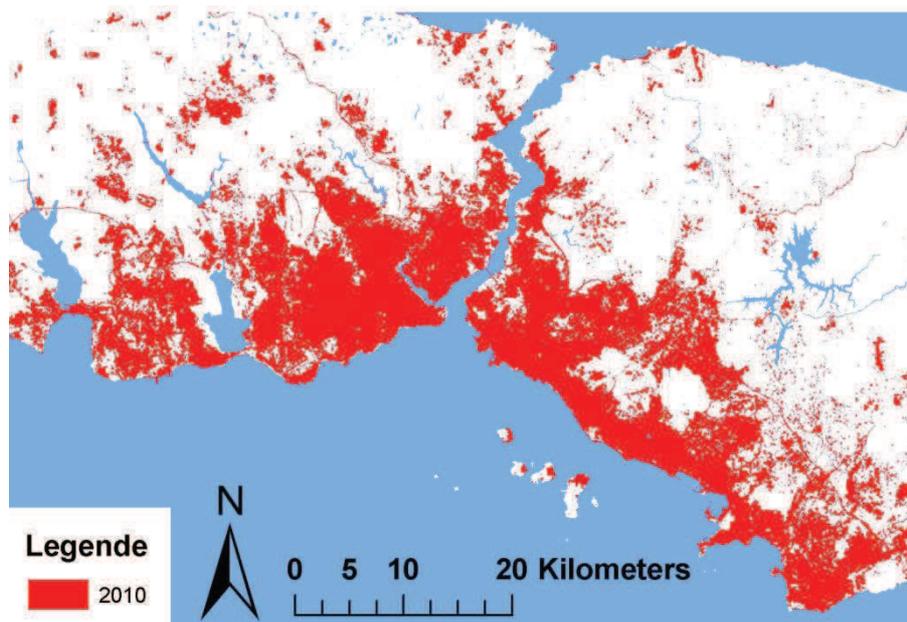


Figure 2: Development of the Istanbul region (Source : DLR, 2011).

2.3. Caractéristiques économiques.

Istanbul est le centre industriel, financier et logistique de la Turquie. Le budget de la Municipalité Métropolitaine d'Istanbul provient à 70 % du partage des recettes de l'Etat. Le montant est attribué en partie selon le nombre d'habitant, ainsi Istanbul reçoit une part significative du montant total national. En 2001, le PIB d'Istanbul comptait pour $\frac{1}{4}$ du PIB national (OCDE, 2008). Le salaire minimum à l'échelle du pays est de 415 euros mensuel (Eurostat, 2013). Le revenu national brut par habitant a fortement augmenté entre 1990 et 2011, passant de 4300 dollars à 17 000 dollars respectivement (La Banque Mondiale, 2013). A titre de comparaison, la Grèce compte un revenu national brut de 25 000 dollars en 2013, tandis que celui de la Belgique s'élève à environ 37 000 dollars (La Banque Mondiale, 2011).

Istanbul concentre plus de la moitié des services financiers de la Turquie et possède un secteur tertiaire qui compte pour environ $\frac{2}{3}$ de son économie. Cependant le revers de la médaille est apparu dans les années 1994-2001, lors des crises financières mondiales qui ont particulièrement touché Istanbul. De plus, en parallèle de son secteur de service fortement développé, Istanbul garde tout de même une part importante pour le secteur manufacturier, se présentant comme la ville la plus industrialisée de Turquie (Ozus, 2011), nécessitant beaucoup de main-d'œuvres et de faibles technologies. C'est le cas principalement du textile, des chaînes de production et du plastique. En 2004, ces secteurs comptaient pour 26 % du PIB total de la ville (OCDE, 2008). Les banques, les services ainsi que les sièges des grandes entreprises sont localisés dans le centre historique, tandis que la périphérie immédiate accueille 70 % des industries en 2000. Cette tendance à la décentralisation des industries et l'installation de nouvelles firmes en périphérie a contribué à l'étalement urbain (Ozus, 2011). Cependant, un paradoxe subsiste : en 2001, le taux de chômage atteignait 12 % , ayant pour causes principales la faible part de femme occupant un emploi ainsi que de l'économie

informelle, elle-même résultante d'une immigration trop rapide par rapport à la croissance économique (OCDE, 2008).

En 2005, la structure de l'emploi se répartissait comme suit : 0,7 % pour le secteur agricole ; 37 % pour l'industrie et 62,4 % pour le secteur des services. (République de Turquie, 9^{ème} plan de développement, 2006). Le dernier plan de développement du pays affiche la volonté de faire d'Istanbul un centre financier international (République de Turquie, 9^{ème} plan de développement, 2006).

2.4.Caractéristiques institutionnelles.

La Turquie est composée de 81 provinces, 3225 municipalités et 35000 villages (Turkstat, 2011 ; OCDE , 2008). Un gouverneur est nommé à la tête de chaque province par le conseil des ministres, à la suite de quoi le Président donne son approbation. La province elle-même est subdivisée en municipalités ; différenciées selon la taille de la population :

- les municipalités de plus de 2000 habitants dirigées par le maire et le conseil municipal;
- les municipalités métropolitaines (ex. Istanbul) : elles sont composées de plusieurs municipalités et comptent plus de 750 000 habitants;
- les villages, d'une population moyenne de 500 habitants et dirigés, selon la tradition turque, par le conseil des anciens ;
- les administrations spéciales provinciales présentent dans chaque province et qui n'entrent pas dans les types de localités précédemment cités (Burak, 2008 ; OCDE, 2008).

Istanbul est un cas particulier dans la mesure où les limites de la municipalité métropolitaine d'Istanbul ont été adaptées aux frontières provinciales. Istanbul est dirigée par le conseil municipal métropolitain, dont le maire et quelques autres 348 membres appartenant aux municipalités de la province stambouliote. Le maire métropolitain est élu au suffrage universel direct, pour une durée de cinq ans (Lelandais, 2009). La loi sur les municipalités métropolitaines leur assigne la tâche d'établir un plan stratégique ainsi que des programmes d'investissements en concordance avec leur budget. De plus, la constitution turque leur charge d'établir leur système d'approvisionnement et d'évacuation des eaux, comme c'est le cas à Istanbul avec l'İSKİ (İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi), ainsi que leur plan d'aménagement (OCDE, 2008). Plus précisément, BIMTAS est l'entreprise affiliée à la municipalité métropolitaine d'Istanbul et se charge de la préparation du plan d'aménagement du territoire, le conseil l'approuve ensuite (Ozus et al., 2011). Les municipalités ont elles aussi la charge de définir un plan qui devra être en concordance avec celui de la municipalité métropolitaine et qui aura fait l'objet de l'approbation de celle-ci (Schmitt, 2013).

2.5. La gestion de l'eau à Istanbul.

2.5.1. La législation de l'eau.

Dans la Constitution turque de 1982, les ressources en eau sont des biens publics, placés sous le contrôle de l'Etat tenant de l'exploitation de celles-ci, dans un contexte de gestion centralisée (DSİ, 2009 ; Orsam, 2013 ; Kibaroglu et Baskan, 2011).

Les ressources en eau sont classées selon deux catégories :

- *les ressources publiques*, à la disposition de l'Etat, excluant toute appropriation privée.

Trois lois majeures constituent le support législatif de ces ressources :

- . la loi sur les nappes souterraines stipule leur appartenance à l'Etat ;
- . la loi conférant à DSİ –organisme national responsable des ressources en eau-la charge de l'approvisionnement des villes de plus de 100 000 habitants ;
- . la loi sur l'environnement énonçant sa protection et le principe du pollueur-payeur (Kibaroglu et Baskan, 2011 ; NEAP, 1999).

Les règlements promulgués pour le contrôle de la pollution encadrent les rejets d'eaux usées ainsi que la protection des bassins comprenant les réservoirs d'eau à usage domestique (Burak, 2008 ; Çodur et al. et al., 2007). Les normes relatives à l'eau potable déterminent le contrôle de la qualité de l'eau destinée à la consommation ainsi que son utilisation (Burak, 2008). Un autre règlement sous l'égide de la loi sur l'environnement concerne cette fois les évaluations d'impacts environnementaux qui doivent être réalisées pour toutes grandes infrastructures, notamment les barrages-réservoirs (Kibaroglu et Baskan, 2011)

- *les ressources en eau à caractère privé*, concerne certaines ressources établies sur des terrains privés et qui par conséquent, appartiennent au propriétaire du lieu. Les droits d'usage pour ce type de ressource doivent faire l'objet d'acte de propriété (DSİ, 2009 ; Kibaroglu et Baskan, 2011), en opposition aux eaux de surface, pour lesquelles ces droits d'usage restent flous (Bariş 2007).

L'İSKİ, l'administration locale de la gestion de l'eau à Istanbul, est elle aussi soumise à une législation, de part sa création en premier lieu, mais aussi au regard de la réglementation de 2004 sur le contrôle de la pollution de l'eau (révision de celle de 1988). Celle-ci porte sur l'encadrement des rejets d'effluents vers les eaux superficielles et souterraines ; le traitement des eaux usées ; la mise en place de zones de protection autour des réservoirs servant à l'approvisionnement en eau potable et la classification des eaux de surface (République Turque, réglementation sur le contrôle de la pollution de l'eau, 2004). Le contrôle des pollutions doit être appliqué par l'intermédiaire d'examen à la source mais aussi à travers l'implantation de zones de protection autour des réservoirs d'eau destinés à la consommation humaine. La législation turque confère ainsi à l' İSKİ le rôle de garant des ressources en eau (Çodur et al., 2007). De manière générale, les municipalités sont responsables légalement de

la gestion de l'eau et des eaux usées, de même que tout projet pouvant affecter d'une manière ou d'une autre le développement de la ville (NEAP, 1999).

On observe ainsi que la protection des bassins est encadrée à la fois par la loi sur l'environnement incombant à la responsabilité de DSI, ainsi que la loi définissant les fonctions de l'ISKI, lui conférant la protection des ressources en eau de la ville d'Istanbul. L'ISKI doit donc s'assurer du respect des zones de protection mises en place autour des réservoirs d'eau alimentant la ville, et opérer des actions d'expropriation en cas de non respect de celles-ci (Çodur et al., 2007).

A ce jour, beaucoup d'études portent sur les changements législatifs à poursuivre concernant une harmonisation avec la directive-cadre sur l'eau de l'Union Européenne, dans le cadre de la candidature de la Turquie (Burak, 2008).

2.5.2. Aperçu des acteurs impliqués dans la gestion de l'eau en Turquie.

Les acteurs impliqués dans le domaine de l'eau en Turquie sont répartis selon trois niveaux : institutionnel, exécutif et utilisateur. Tandis que les ministères appartiennent au premier niveau hiérarchique, l'agence responsable du développement des ressources en eau à l'échelle nationale est le DSI, situé au niveau exécutif (OCDE, 2008 ; Orsam, 2013 ; DSI, 2009). Au dernier niveau se trouve les organisations gouvernementales et non gouvernementales, chargées de l'opération et de la maintenance des projets (DSI, 2009).

Le système institutionnel turc est un système centralisé (Burak, 2008) relayé par des antennes régionales et locales. Les institutions et organisations impliquées dans le secteur de l'eau sont nombreuses ; celles ayant un rôle prépondérant sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Niveau	Institution	Mission
INSTITUTIONNEL	Ministère de l'environnement et des forêts	Coordination de toute activité en lien avec les ressources en eau. Contrôle et prévention de la pollution de l'eau ; permis de rejet pour les installations ; élaboration de plans environnementaux, règles environnementales et évaluations d'impacts ; protection et gestion des forêts ; protection des bassins versants
	Ministère de la santé	Responsable de la qualité de l'eau potable, de l'eau de source et des eaux usées urbaines. Octroie des permis aux installations industrielles au regard de leurs émissions. Etablit la législation en matière d'eau potable (normes) et eau de baignade.
	L'office national de la planification	Etablit les plans d'utilisation des sols ; planification des ouvrages hydrauliques ; allocation des investissements relatifs aux ressources en eau et à d'autres secteurs de l'économie ; crée le plan de développement quinquennal qui est une vue globale de toutes les politiques nationales sur cinq ans et qui comprend la planification de la gestion des ressources en eau.
	Ministère de	Surveille et contrôle les rejets de pesticides et de nitrates dans les eaux

	l'agriculture	de surface et souterraine.
	Ministère du tourisme	En charge des usines de traitement des eaux usées dans les zones touristiques.
EXECUTIF	DSİ	Organisation principale responsable des ressources en eau. Recherche et développement de nouvelles ressources (eaux de surface et souterraine); chargé de l'approvisionnement en eau à usage domestique et industriel pour les municipalités de plus de 100 000 habitants et de la planification, construction et de l'opération des ouvrages hydrauliques; prévention des inondations; amélioration de l'irrigation; conduite d'études relatives aux tâches conférées; production d'hydroélectricité; surveillance des eaux de surface et souterraine destinées à la consommation humaine. DSİ est attaché au ministère de l'environnement et des forêts.
	La Banque des provinces	Investit dans les infrastructures liées à l'eau potable et le traitement des eaux usées municipales.
UTILISATEUR	Les grandes municipalités (ex. Istanbul)	Par l'intermédiaire d'administration de l'eau et des eaux usées (ex. l'İSKİ pour Istanbul), elles sont responsables du fonctionnement et des opérations de maintenance relatifs à l'approvisionnement en eau, aux rejets d'eaux usées domestique et industrielle au sein de la municipalité.

Tableau 1: Acteurs principaux de la gestion de l'eau en Turquie et à Istanbul. (Tableau réalisé à partir de DSİ (2009); Orsam (2013); Burak (2008); Uyguner (2008); OCDE (2008); Kibaroglu et Baskan. (2011); Bariş (2007); Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe (2002)).

DSİ est l'acteur prépondérant dans la gestion de l'eau à l'échelle nationale et régionale. Une direction régionale de DSİ est présente dans chaque bassin de la Turquie (25 au total) (DSİ, 2009). Toute question relative à la gestion et l'utilisation de l'eau doit faire l'objet d'une coopération avec cette institution (Kibaroglu et Baskan; 2011). Les ressources financières de DSİ proviennent principalement de l'Etat mais aussi de prêts étrangers; la répartition de celles-ci dans le budget alloué aux investissements compte pour 76 % et 24 % respectivement. En 2009, tandis que le budget de l'Etat turc octroyé aux investissements était de 14,9 milliards de lira turque⁴ (TL), soit environ 6 milliards d'euros, la part attribuée à DSİ s'élevait à 3,65 milliards TL (sur un budget total de 5,20 milliards TL). Quant aux prêts étrangers, ils proviennent principalement de la Banque Mondiale, la Banque Européenne d'Investissements, la Banque de développement du Conseil Européen ainsi que de prêts japonais, français et allemands. Les barrages-réservoirs ainsi que les usines de traitement de l'eau à Istanbul ont été impulsés par DSİ (DSİ, 2009).

⁴ 1 € = 2,54 TL

2.5.3. L'İSKİ : l'administration des eaux et canalisations d'Istanbul.

L'İSKİ, l'administration des eaux et canalisations d'Istanbul, établie par la Constitution Turque en 1981, est une entreprise publique attachée à la municipalité métropolitaine d'Istanbul (İSKİ, 2009). Le conseil de la municipalité métropolitaine d'Istanbul désigne les membres de la direction de l'İSKİ et approuve toutes décisions relatives au plan d'investissement, au budget, aux tarifs et aux emprunts. La direction de l'İSKİ, quant à elle, est responsable des opérations (La Banque Mondiale, 1998). Le maire d'Istanbul siège au poste de président du conseil d'administration de l'İSKİ (La Banque Mondiale, 1998 ; Codet, 2006). L'objectif de la création de l'İSKİ était de permettre la réalisation des missions incombées à celle-ci sous un statut public obéissant à un régime commercial afin de faciliter la mobilisation des ressources financières étrangères (Cinar, 2009).

L'İSKİ est responsable de la protection des ressources en eau ainsi que de l'entièreté de la chaîne de l'eau c'est-à-dire la collecte, le stockage, le traitement en eau potable, la distribution de même que la collecte, le traitement et le rejet des eaux usées, sur une aire de 6 504 km² (İSKİ, 2009). Afin d'assurer ce service permanent, l'administration des eaux et canalisations d'Istanbul comptabilise environ 9000 employés (OCDE, 2008). L'İSKİ est aussi en charge des investissements relatifs à ses fonctions ; d'ailleurs, elle est la plus importante société publique de la Turquie (IBB, s.d). A partir des années 80-90, L'İSKİ a étendu ses sources d'approvisionnement en investissant dans des barrages-réservoirs, dont certains ont fait l'objet d'une collaboration avec DSI (Altinbilek, 2006), et a investi dans la rénovation du réseau de distribution d'eau potable (İSKİ, 2009 ; IBB, 2013). A titre d'exemple, nous relèverons que les investissements effectués lors de la décennie 1994-2004 se sont évalués à 3,6 milliards de dollars (Altinbilek, 2006).

Un plan d'action établit la ligne directrice de l'İSKİ dressant les projets et analyses financières nécessaires (Yuksel, 2004). Il s'inscrit dans une vision à long-terme, avec 2040 comme année de référence pour l'aboutissement des projets d'approvisionnement (pipeline, barrage) ainsi que des infrastructures de traitement de l'eau et du recyclage des eaux usées. Ce plan d'action s'appuie sur les estimations de la population, les besoins et ressources en eau (OCDE, 2008). Jusque 1998, plus de la moitié du budget dédié aux investissements était affecté au secteur de l'eau potable, pénalisant le secteur des eaux usées. La vente de l'eau et de ses services sert à financer les projets d'approvisionnement et de collecte et traitement des eaux usées. Les tarifs en eau potable et eaux usées sont calculés sur base d'un taux de profit de minimum 10 % (Kibaroglu et Baskan, 2011). Certains services sont privatisés, c'est le cas de la maintenance du réseau de distribution ainsi que du relevé et de la facturation de l'eau. Il prévoit en outre une augmentation du prix de l'eau en conséquence des investissements prévus (Yuksel, 2004).

Avec un budget de deux milliards de dollars en 2009, soit la moitié du budget de la municipalité métropolitaine d'Istanbul, et un budget qui a atteint un montant supérieur à celui

de la municipalité d'Istanbul dans les années antérieures, Jean François Pérouse qualifie l'İSKİ d'être « un état dans l'état » (Pérouse, 2009).

Tandis qu'une partie du budget de l'İSKİ provient de la vente de l'eau l'autre est alimenté par les crédits étrangers, notamment de la part de la Banque Mondiale (La Banque Mondiale, 1998 ; Kibaroglu et Baskan, 2011). Outre cette dernière, des créanciers étrangers participent au financement des municipalités, enregistrant une hausse significative dans les années 1990-2000. A titre d'exemple, nous pouvons citer la Banque Asiatique de Développement, le Conseil de l'Europe et la Banque Européenne d'Investissement. A noter que la part de ces institutions a diminué dans les années 2000, laissant à nouveau le rôle de créancier principal à la Banque des Provinces (Kibaroglu et Baskan, 2011). Toutefois, un accord de crédit a été signé entre la Banque Mondiale et la Banque des provinces énonçant que celle-ci devra éventuellement faire appel à des crédits étrangers dans les prochaines années (Kibaroglu et Baskan, 2011). In fine la Banque Mondiale figure parmi les plus importants créanciers étrangers dans la part totale des prêts internationaux octroyés. Il n'en reste pas moins que la Turquie s'est actuellement engagée dans une volonté de s'aligner sur les normes européennes en matière de qualité de l'eau. Or, selon Kibaroglu et Baskan (2011), cet engagement se traduira par une augmentation des investissements de la part des prêts étrangers.

2.5.4. Historique des travaux hydrauliques.

L'imposant passé d'Istanbul se reflète à travers sa longue expérience en matière de travaux hydrauliques. Très brièvement, nous évoquerons la première expansion hydraulique de la ville datant du 15^{ème} siècle afin de faire face à l'augmentation de la population, qui comptait 50 000 âmes. A l'époque, il s'agissait de quelques aqueducs, fontaines, puits et canaux de distribution (İSKİ, 2009). Par la suite, ce sont huit barrages qui ont été construits, permettant une capacité totale de stockage de 1,7 millions de m³ (Altınbilek, 2006). La tradition de l'expansion des infrastructures d'approvisionnement date de l'empire Ottoman. A la fin du 19^{ème} siècle, c'est une compagnie privée qui devient responsable de l'approvisionnement de la rive européenne d'Istanbul (Dinçkal, 2008), à l'aide de Terkos, ressource encore actuellement sollicitée. Environ un demi-siècle plus tard, le premier barrage d'Elmalı est construit afin d'approvisionner la rive asiatique (Altınbilek, 2006). Cette compagnie était responsable de l'entièreté de la chaîne de l'eau, de la collecte à l'évacuation des eaux usées (Fabianski, 2004). Finalement, à l'ère de la proclamation de la République turque, ces compagnies privées ont été nationalisées dans les années 1930 ; l'approvisionnement était à ce moment là assuré par l'administration de l'eau d'Istanbul (İSKİ, 2009), qui a contribué à augmenter davantage les infrastructures. Quelques années plus tard, l'administration de l'eau devient l'administration de l'eau et des canalisations d'Istanbul (İSKİ), responsable désormais de l'eau et des eaux usées. A partir des années 70, la question de l'eau s'est majoritairement orientée vers l'approvisionnement avec une accélération de la construction de barrages et de barrages-réservoirs. Dans les années 90 on observe une augmentation considérable de ces infrastructures, avec l'apport de 9 barrages entre 1992 et 1998 (İSKİ, 2009).

Cette dynamique de travaux hydrauliques s'insère plus largement dans le contexte national. La construction des barrages en Turquie s'est développée de manière significative après la seconde guerre mondiale, supportée par la création institutionnelle de DSI dans les années 1920. A partir de 1960, l'adoption de la Constitution turque a lancé des projets visant à réduire l'écart de niveau de vie entre les régions de l'ouest et de l'est, période pendant laquelle l'approvisionnement en eau a fortement augmenté (Tigrek et Kibaroglu, 2011). La Turquie totalise 673 barrages sur son territoire, utilisés à des fins d'approvisionnement en eau, d'hydroélectricité, de contrôle des inondations et d'irrigation. Parmi eux, 242 sont à des projets de grande échelle (DSI, 2009). Le barrage Atatürk appartenant au projet GAP (Projet d'Anatolie du Sud-est) figure parmi les 10 plus grands barrages au monde (FAO, 2008). Ce projet ambitieux répond à plusieurs objectifs de développement dans une des régions du pays la plus en retard économiquement. Ainsi, outre l'importance du projet dans l'irrigation à grande échelle, se servant des eaux du Dicle Tigre) et du Firat (Euphrate), et la production d'énergie électrique, celui-ci vise à augmenter le niveau de vie des habitants de la région (revenu et emploi) contribuant ainsi à limiter la migration vers les métropoles, à supporter l'économie nationale et à garantir la stabilité sociale (Tigrek et Kibaroglu, 2011).

2.5.5. Les ressources en eau actuelles.

2.5.5.1. Les ressources en eau de la Turquie.

A partir d'une pluviométrie moyenne de 643 mm, le potentiel d'eau annuel s'élève à 501 milliards de m³. En soustrayant la quantité qui sera évapotranspirée, le montant diminue à environ 227 milliards de mètre cube (ressources en eau renouvelable).

En prenant en considération les pertes d'infiltration ainsi que les conditions techniques actuelles, seuls 112 milliards de mètre cube sont exploitables, dont 98 milliards d'eau de surface et 14 milliards d'eau souterraine. (Burak, 2008 ; Ünal et al., 2009). Finalement, soustrayant 16 milliards de mètre cube à destination de la Syrie et de l'Irak, 96 milliards de mètre cube (eaux de surface et souterraine) sont exploitables (Burak, 2008). Le potentiel en eau par habitant -calculé à partir des 227 milliards m³ renouvelables- s'élève à 3100 m³, ce qui est inférieure à la moyenne mondiale de 7600 m³ (OCDE, 2008). Si le calcul est effectué en fonction de la quantité d'eau non pas *renouvelable*, mais *exploitable* de 112 milliards m³, ce montant décroît à une valeur approximative de 1500 m³/an/habitant (Ünal et al., 2009). Pour 2030, la disponibilité en eau annuelle par habitant s'élèverait à 1120 m³, calculé selon une population de 100 millions d'habitants et une quantité d'eau exploitable identique qu'actuellement (Ministère de l'environnement et des forêts, 2010).

2.5.5.2. Les ressources en eau d'Istanbul.

Comme nous l'avons évoqué dans l'historique des travaux hydrauliques d'Istanbul, la ville a depuis longtemps développé ses projets d'approvisionnement en eau, captant les

ressources toujours plus loin. A ce jour, les eaux de surface répondent à 95% de la demande en eau d'Istanbul (Uyguner, 2008) et à ce titre, elle dénombre 18 sources d'approvisionnement pour une capacité totale de 1 353 200 000 m³ par an (İSKİ, 2009) parmi lesquels environ 910 200 000 m³ par an sont prélevés (CE, 2011), soit environ 67 % de la capacité totale

Les ressources Düzdere, Kuzuludere, Büyükdere, Elmalidere, Sultanbahçesi Dere, Kazandere et Pabuçdere, toutes rassemblées sous le nom de *Istranca* (İSKİ, 2007, 2009) sont ensuite acheminées vers Terkos (İSKİ, 2009 ; Altinbilek, 2006). Elles sont situées en dehors de la province stambouliote de même que Yeşilçay et Melen, ce dernier se trouvant à environ 170 km de la province d'Istanbul (cf. **annexe 1**). A ce jour, le projet Melen n'est qu'à sa première phase d'implémentation, pouvant fournir un supplément de 268 millions de m³ par an ; Ce projet a été engagé dans le but de satisfaire la demande de la population jusque 2040, date à laquelle les quatre étapes abouties fourniront une quantité de plus d'un milliard de m³ par an (DSİ, 2009). Les autres barrages-réservoirs sont localisés dans la province stambouliote, quatre d'entre eux sont sis sur le côté européen (Terkos, Alibeyköy, Büyükçekmece et Sazlıdere), tandis que Darlık, Ömerli et Elmalı sont localisés sur la partie asiatique.

Dans une moindre mesure, les sources d'eau souterraines sont aussi sollicitées, à hauteur de 90 000 m³/jour, soit environ 30 millions de m³ par an. Cependant les informations les concernant sont insuffisantes en l'état actuel des choses, pour permettre une précision quant à leur utilisation (CE, 2011).

L'eau brute provenant des sources est ensuite acheminée vers les usines de traitement de l'eau par des lignes de transmission, où elles seront soumises à un traitement de potabilisation. Une partie de l'eau potable sortant des usines de traitement du côté asiatique est alors transférée du côté européen, continent davantage peuplé (İSKİ, 2009; Tigrek et Kibaroglu, 2011). Les lignes de transmission et le réseau d'eau potable représentent une longueur de 16 600 km ; à cela s'ajoute 13 600 km de système d'évacuation des eaux usées et d'eaux de pluie (CE, 2011).

A l'échelle du bassin de Marmara - de 24100 km²- dans lequel s'insère la province d'Istanbul, DSİ (2009) estime le potentiel d'eau à environ 18 milliards de mètre cube, tandis que l'eau prélevée s'élèverait à 3 milliards de mètre cube.

2.5.6. Les usages et l'évolution de la demande en eau.

A l'échelle du pays, 41 % des 112 milliards de m³ exploitables sont utilisés, selon la répartition suivante : 74 % pour l'irrigation ; 15 % pour l'usage domestique (7 milliards de m³/an) et 11 % pour l'industrie (FAO Aquastat, 2012). Entre les années 1990 et 2005, le montant des prélèvements annuels par habitant, tout usage confondu, est passé de 540 m³ à 620 m³ respectivement (OCDE, 2008 ; FAO Aquastat, 2008). A titre de comparaison, les pays européens appartenant à l'OCDE enregistrent un prélèvement annuel par habitant de 530 m³.

L'intensité d'utilisation de l'eau en Turquie est de 19 %⁵ ce qui est supérieure à la moyenne des pays de l'OCDE Europe (OCDE, 2008).

A Istanbul, la **figure3** nous montre la courbe de la demande en eau par rapport à la capacité totale des ressources en eau. Ce graphique émane de l' İSKİ et date de 2007, en conséquence, la courbe de la demande après cette date est une estimation. On peut observer qu'en 1994, la demande en eau était supérieure à la quantité disponible par les réservoirs.

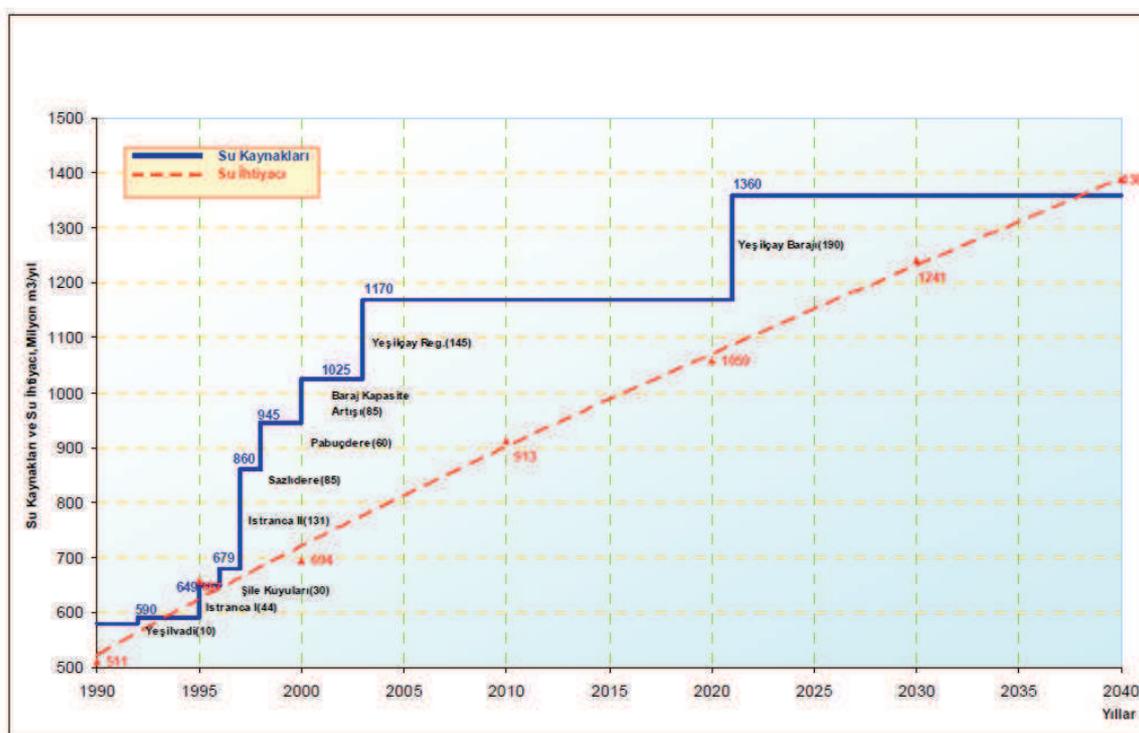


Figure 3: Evaluation of water demand and resources for Istanbul. (Source : Çodur et al. et al.,2007). (L'évaluation de la demande en eau est en rouge tandis que la capacité totale des ressources en eau est en bleu).

Les informations concernant la répartition des volumes d'eau approvisionnés pour chaque usage sont peu, voire non disponibles, particulièrement pour les secteurs non-domestiques. En effet, il n'existe pas de données pour les prélèvements industriels et agricoles. La part majoritaire dans la répartition de l'utilisation de l'eau des barrages-réservoirs revient au secteur résidentiel et commercial, pour une demande comptant pour 60 % de l'eau totale distribuée (**figure 4**), tandis que les secteurs industriel, touristique et autres utilités municipales, représentent un faible pourcentage (CE, 2011 ; Gerek et al., 2007). Ainsi, Les barrages-réservoirs sont principalement utilisés pour l'approvisionnement en eau potable. Après traitement de potabilisation, l'eau est acheminée vers la ville via le réseau de distribution ; où des pertes non négligeables ont lieu.

⁵A partir d'un indice d'exploitation supérieur à 20%, une région est considérée être en faible stress hydrique (Henrichs et Alcamo, 2001). D'après nos calculs, si l'on prend en considération les 227 milliards de m³ d'eau renouvelable, l'indice d'exploitation s'estime à : (46 milliards/227 milliards) * 100 = 20%.

En 2009, l'ISKI déplore 24 % de pertes (ISKI, 2011). Plus largement, les usages « indéfinis » comprennent les utilisations autorisées non facturées (borne à incendie), les pertes dans les réseaux de transmission et de distribution ainsi que les usages illégaux. Ainsi, les 24 % identifiés par l'ISKI sont autant de volumes non facturés.

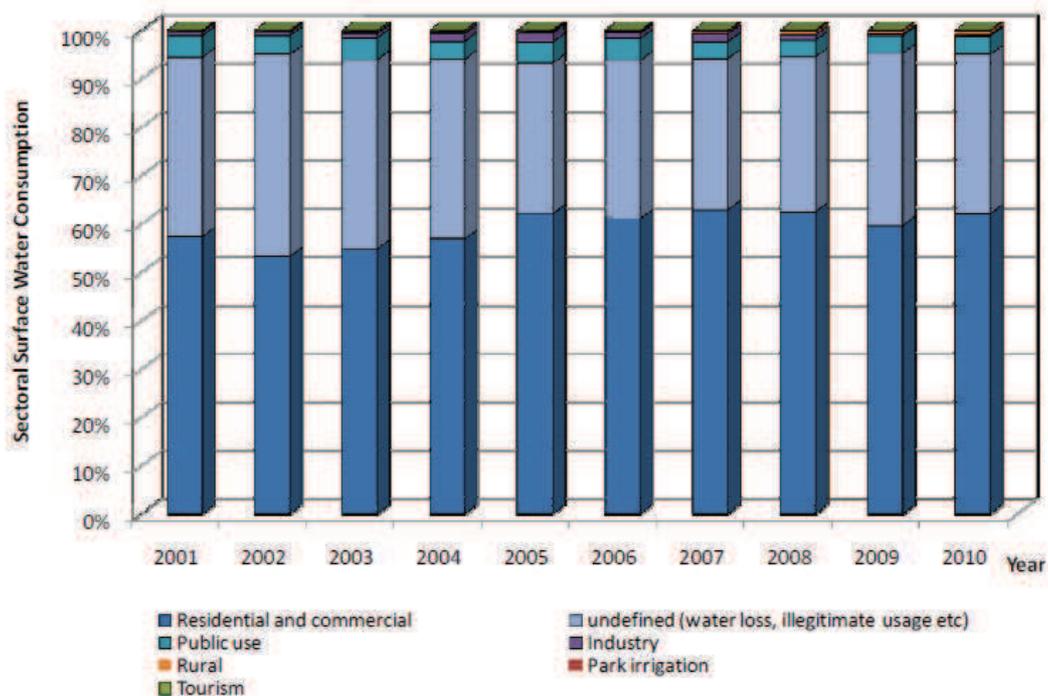


Figure 4: Sectoral surface water consumption (2001-2010). (Source: CE, 2011).

Nous tenterons de cerner les usages effectifs compris dans les valeurs disponibles à l'aide d'un tableau comparatif présentant quelques données fournies par les autorités ainsi que des valeurs de référence de villes européennes.

Source	Données et signification	Date correspondant à la valeur	La signification de la valeur donnée par la source	Analyse
Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (2011) Castillo et al. ; 2013. Ratnayaka et al., 2009	A Paris : entre 140 à 150 L/j/personne. A Madrid : 140 L/j/personne. Demande totale pour les villes principales européennes : 200-500L/j/personne.	2008 2013 2009	Consommation des ménages en eau potable. Consommation des ménages en eau potable. Consommation totale en eau.	Comprend les usages domestiques et non-domestiques.
ISKI, 2009	723 655 328 m ³ /an d'eau potable approvisionnée soit 1 982 617 m ³ /jour soit 153 L/j/pers.	2009	Eau potable en sortie d'usine de traitement.	Correspond à la quantité d'eau potable desservie à tout usager connecté au réseau public d'eau potable. Cependant, des pertes dans le réseau vont diminuer ce montant.
Turkstat (2010)	Environ 195 L/personne/jour soit 931 885 000 m ³ annuels pour l'ensemble de la population soit 70 m ³ /pers/an	2010	Prélèvement total en eau par personne.	Cette valeur représente le prélèvement à la source. Il s'agit donc d'une eau brute. Des pertes dans le réseau de distribution diminueront ce montant. (La population de 2010 était de 13 255 685 habitants).
Turkstat (2010)	Eau traitée : 812 614 000 m ³ soit 2 226 339 m ³ /jour soit 167 L/j/hab.	2010	Quantité d'eau traitée en usine de traitement en eau	Eau traitée distribuée dans le réseau de distribution à la sortie de l'usine de traitement. Quantité à destination de tous les usages ; les pertes de réseau diminueront ce montant global avant l'arrivée au consommateur.

			potable	
Commission Européenne (2011)	Eau traitée : 778 027 398 m ³ /an soit 2 131 582 m ³ /jour soit 164 L/j/personne.	2010	Quantité d'eau calculée à partir de l'eau distribuée après la sortie d'usine de traitement.	Les pertes dans le réseau de distribution ne sont pas déduites de ce montant, qui de plus, inclut tous les usages fournis en eau par le réseau public. Demande en eau potable pour 13 millions d'habitants.

Tableau 2: Comparaison des données officielles du volume d'eau approvisionné.

Considérant l'estimation équivalente de la demande en eau potable de Turkstat et de la Commission Européenne, et au regard de la part de l'usage résidentiel et commercial dans l'utilisation de l'eau à Istanbul (60 % du volume total approvisionné selon la **figure 4**): parmi les 164L/j/personne de volume total d'eau potable distribuée (valeur obtenue de la CE, 2011), 98 L/j/personne de volume d'eau sont destinés à l'usage résidentiel et commercial⁶.

Ainsi, il s'agit d'une demande totale journalière en eau potable de 164 l/j/personne distribuée par le réseau public (valeur de la CE, 2001), dont 98 L/j/personne sont à usage résidentiel et commercial. Les 66 L/j/personne de différence (164-98) incluraient, selon la Commission Européenne (2011) et les chiffres présentés par les institutions locales, 24 % de pertes dans les réseaux ainsi que les autres usages reliés au réseau public d'eau potable. Ceci paraît donc très peu dans le contexte soubouliote où, bien que le secteur tertiaire soit bien développé, le secteur industriel n'en reste pas moins important. Ainsi, concernant l'approvisionnement en eau du secteur industriel, nous pouvons proposer les hypothèses suivantes

- les industries prélèvent l'eau des eaux souterraines, mais le prélèvement de celles-ci ne représente que 30 000 m³/jour, nous pouvons en conclure qu'il existe une autre source d'approvisionnement afin de répondre à la demande industrielle.
- les possibilités d'approvisionnement en eau pour l'industrie sont les suivantes : (i) par les eaux de surface par prélèvement direct ; (ii) par un réseau public non potable (principalement pour les industries avec une forte demande de l'ordre de 1000 m³ /jour, tels que le papier, la chimie, la métallurgie). Dans ce cas, les quantités ne sont pas incluses dans les statistiques d'approvisionnement ; (iii) pour les industries alimentaires (100-500 m³/jour) et les petites industries (50 mètre cube/jour), la demande est assurée par le réseau public (Margat, 2004 ; Ratnayaka et al.,2009).
- une possible sous-estimation du volume distribué (cependant, cette proposition ne suffit pas à elle-seule).

Les statistiques présentées par Turkstat, l' İSKİ, DSİ et la Commission Européenne incluent donc principalement l'eau potable à usage domestique, commercial et les eaux distribuées non facturées. La demande industrielle n'est pas incluse dans les statistiques officielles. En ce qui concerne l'agriculture, les données correspondantes à la demande en eau de ce secteur ne sont pas disponibles. Cependant, l'approvisionnement alimentaire dépend majoritairement des autres villes alentour, et ces dernières années ont été les témoins de la transformation des terres agricoles en zones résidentielles (Başer et Tunçay, 2010). De plus, Turkstat (2012) estime une surface de 716 km² de terres cultivées. Ceci représente donc 13 % du territoire de la province soubouliote. Ce montant n'étant pas négligeable ; nous pouvons émettre l'hypothèse que la demande en eau agricole se fait par prélèvement direct et n'est pas comptabilisée dans les statistiques données ci-dessus.

Enfin, l'évolution de la demande en eau potable a connu des fluctuations, variant de 136 L/j/personne et 163L/j/personne en 1994 et 2010 respectivement. De 1994 à 1995, la demande en eau a évolué de 136 à 181 L/j/personne, ceci concordant à l'augmentation du volume disponible par la mise en fonction des barrages de l'Istranca. Ainsi, de 1995 à 2005, la

⁶ Le calcul effectué est le suivant : 778 027 398 m³/an *60 % = 466 816 438 m³/an ; soit 1 278 948 m³/j soit 98 l/j/personne, pour une population de 13 millions d'habitants en 2010.

demande s'est située entre 200 et 185 litres. Une diminution significative a été observée entre 2005 et 2006, principalement due à la restauration des réseaux de transmission et distribution.

2.5.7. La qualité de l'eau.

2.5.7.1. La qualité des ressources en eau.

La législation prévoit une classification des ressources en eau douce (rivières, lacs et barrages-réservoirs) selon leur qualité : eaux de grande qualité (classe 1) ; eaux légèrement polluées (classe 2) ; eaux polluées (classe 3) ; eaux très polluées (classe 4) (FAOlex, réglementation sur le contrôle de la pollution de l'eau, 2004 ; NEAP, 1999).

L'utilisation des eaux est déterminée selon la classe de qualité attribuée à celles-ci. Concernant l'approvisionnement en eau potable, seules les classes 1 et 2 sont adéquates, après désinfection ou purification avancée respectivement. Une eau de classe 3 peut être utilisée pour un usage industriel autre que l'agroalimentaire et le textile, qui demandent une eau de qualité. Les paramètres analysés afin de déterminer la classe sont (a) les éléments physiques (température, pH) et composés chimiques inorganiques (oxygène dissous) ; (b) les paramètres organiques (DCO, DBO, COT) ; (c) les paramètres inorganiques (mercure, arsenic, zinc...) ; (d) les éléments bactériologiques (coliformes). On affecte à un paramètre la classe de qualité correspondant à la valeur la plus déclassante (FAOlex, réglementation sur le contrôle de la pollution de l'eau, 2004 ; Tezcanli Guyer et Genç İlhan, 2011 ; Baltacı et al., 2008).

2.5.7.2. La qualité de l'eau potable.

Le pourcentage de la population desservi par le réseau d'approvisionnement en eau serait de 100% (Turkstat, 2010). L'eau des réservoirs est acheminée par des lignes de transmission vers les usines de traitement de l'eau (İSKİ, 2009). La qualité de l'eau potable est sous la surveillance du ministère de la santé (OCDE, 2008) et est encadrée selon les normes turques de 2005 ainsi que les normes internationales (Organisation Mondiale de la Santé, l'Agence de Protection de l'Environnement des Etats-Unis et la Communauté Européenne). Les municipalités métropolitaines sont en charge du contrôle et respect de ces normes (Burak, 2008 ; İSKİ, 2009). Lorsque celles-ci diffèrent d'une législation à l'autre, la norme turque s'aligne principalement sur celle de la communauté européenne. Istanbul compte 11 usines de traitement en eau potable (İSKİ, 2009) dont les étapes de traitement sont les suivantes : chloration ou ozonation ; aération ; coagulation, floculation, sédimentation ; filtration ; post-désinfection (İSKİ, s.d ; Altınbilek, 2006 ; Akkoyunlu et al. ; 2002). La qualité de l'eau potable distribuée est contrôlée de manière journalière par l' İSKİ en procédant à des mesures en différents points du réseau de distribution. Les paramètres chimique, microbiologique, organoleptique et physico-chimique sont analysés (Uyguner, 2008 ; Bekbolet Miray, 2009). D'après Turkstat (2010) 87 % de la population est desservie par des usines de traitement en eau potable sur la totalité de la population de la province.

2.5.8. Les eaux usées.

Les municipalités métropolitaines sont légalement responsables de la construction, la maintenance et l'opération des usines de traitement des eaux usées (FAOlex, réglementation sur le contrôle de la pollution de l'eau, 2004). Les permis de rejets doivent faire l'objet d'un accord de la part de la municipalité métropolitaine et les raccordements sont autorisés par les administrations locales des eaux et assainissement (ex. İSKİ) (OCDE, 2008). Les rejets industriels sont aussi encadrés, cependant, l'application des permis de rejets est encore faible (OCDE, 2008 ; Burak, 2008). Les eaux usées peuvent soit être traitées par les entreprises par les stations d'épuration municipales ou sont directement rejetées non traitées dans le milieu naturel (OCDE, 2008). En 2009, environ 20 millions m³ ont été rejetés sans traitement tandis que 890 millions ont fait l'objet d'un traitement parmi les 23 stations d'épuration (İSKİ, 2011). Les eaux pluviales provenant des zones résidentielles sont également des eaux usées charriant des polluants vers l'environnement, et sont donc comprises dans le montant annuel d'eaux usées traitées. La charge en polluants des eaux de pluie va en augmentant avec le développement de l'urbanisation (Okus et al.; 2008).

Trois types de traitement sont appliqués selon les stations : traitement primaire (mécanique); traitement biologique (secondaire) ; traitement biologique avancé⁷. Les milieux récepteurs sont la mer de Marmara, le détroit du Bosphore et la Mer Noire. La législation concernant les eaux usées a été révisée en 2007 et distingue les eaux usées qui feront l'objet d'un traitement en station d'épuration de celles qui seront rejetées sans traitements. La limite fixée pour chaque paramètre est plus stricte pour les eaux déversées sans traitements (Arslan-Alaton, 2009).

Selon l'origine des rejets (secteur industriel ou résidentiel), les normes sont différentes. Pour les eaux usées ménagères, les paramètres analysés seront la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biochimique en oxygène (DBO), les solides en suspension et le pH. Les normes industrielles, quant à elles, diffèrent selon le secteur auquel appartient l'industrie (FAOlex, réglementation sur le contrôle de la pollution de l'eau, 2004).

2.5.9. La tarification de l'eau.

L'İSKİ fixe les prix de vente de l'eau. La facturation se fait au mètre cube par tranche de consommation et diffère selon le type de consommateur (İSKİ, 2009) : les lieux de culte sont exemptés de toute tarification; les ménages et les écoles bénéficient du prix le plus bas tandis que les industries et activités commerciales sont assignées à un montant plus élevé. Ce système permet un subventionnement croisé. D'après Kudat (1991) ce système est pénalisant pour certains utilisateurs.

⁷ Le traitement primaire permet de retirer les éléments grossiers et les solides en suspension ; le traitement secondaire réduit les éléments organiques tandis que le traitement tertiaire diminue les nutriments et la concentration en métaux (Carey et al., 2013).

L'évacuation des eaux usées est comprise dans le prix de l'eau. Les tarifs sont fixés de manière à rembourser les coûts liés au fonctionnement et la maintenance (Altinbilek, 2006) et selon un profit minimum de 10% (Cinar, 2009). Les tranches de consommation sont établies selon trois critères : le montant des consommations des années antérieures ; les estimations des précipitations et le degré de sécheresse (OCDE, 2008). L'İSKİ (2009) établit les tranches de consommation comme suit : 1-10 m³/mois ; 10-20 m³/mois et au-delà. En moyenne, les ménages payent un tarif de 2 TL/ m³ (0,80 €)⁸ tandis que les industries et commerces sont affectés d'un prix s'élevant à 3,75 TL/m³ (1,50 €) (Uyguner, 2008). On peut observer une augmentation des prix dans la mesure où le mètre cube était facturé à 1,6 TL (0,64 €) pour les ménages en 2006 (İSKİ, 2006). Le relevé de consommation se fait principalement via des compteurs (Yuksel, 2004). Au sein des municipalités métropolitaines, la facturation des eaux usées industrielles dépend entre autre du niveau de pollution (OIEau, 2004). Le prix de l'eau le plus bas est à 0,77 €/m³ tandis que le coût d'un mètre cube est estimé à 1 € (Hizmet, 2011).

2.5.10. La protection des ressources en eau d'Istanbul.

Comme évoqué précédemment (2.4.1), la législation turque incombe à l'İSKİ la protection des réservoirs d'eau à travers des périmètres de protection limitant les activités dans ces zones.

La réglementation de l'İSKİ de 2006 établit les périmètres suivants :

- De 0 à 300m : périmètre de protection immédiate ; les constructions, activités agricoles et activités minières sont interdites et aucun véhicule n'y est autorisé.
- De 300 à 1000m : périmètre de protection rapprochée ; toute construction interdite ; éventuellement pêche et pique-nique sont autorisés ; les routes sont établies qu'en cas de « situation nécessaire » ; des modifications des bâtiments existants sont interdites ; des zones résidentielles avec une densité de 5 personnes par hectare peuvent être autorisées.
- De 1000 à 2000m : périmètre de protection éloignée, interdiction de toute activité susceptible de provoquer une pollution chimique de l'eau, de même que les infrastructures touristiques et les hôpitaux.
- De 2000m à la limite du bassin : les activités industrielles utilisant des produits chimiques sont exclues (FAOlex, réglementation sur le contrôle de la pollution de l'eau, 2004 ; Codet, 2006 ; Tezcanlı Guyer et Genç İlhan, 2010 ; Saatci, 2013).

Les périmètres de protection s'appliquent en conséquence aux réservoirs d'Istanbul (cf. Annexes 2 et 3). L'İSKİ s'assure de la non violation de ces zones par la mise en service d'une patrouille responsable de la surveillance sur le terrain (Akkoyunlu et al. ; 2002).

Au regard du panorama d'Istanbul qui a été dressé dans cette deuxième partie, nous pouvons en déduire que de nombreuses pressions d'ordre naturel, spatio-démographique, économique, institutionnel et politique s'exercent sur cette ville. La partie suivante s'attachera à mettre en exergue les failles principales dans la gestion de l'eau à Istanbul au regard des éléments évoqués précédemment.

⁸ Rappelons que le salaire mensuel minimum en Turquie est de 415 euros (Eurostat, 2013).

PARTIE 3 : FACTEURS INFLUENÇANT LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU A ISTANBUL.

3.1 Les constructions illégales.

Face à l'arrivée massive d'immigrants chaque année, l'Etat s'est très vite retrouvé dépourvu, ne pouvant faire face à la demande en logement (Uzun et al., 2010). Conjointement, cette croissance rapide de la population a rendu inefficace l'application des plans d'aménagement. Les premières vagues de migrants, en quête d'emploi et de logement, se sont installés sur les terrains publics -abondants de part la tradition historique où la terre appartient à l'Etat- et ont ouvert le processus aux milliers d'immigrés suivants (Yérasimos, 2001). Ces bâtiments nouvellement construits sans permission ou consentement officiel préalable, sur une terre qui n'appartient pas aux bâtisseurs, sont dénommés *gecekondul*⁹ (Poyraz et al., 2010), correspondant à des maisons illégales. Toutefois, ceux-ci ne s'apparentent pas aux bidonvilles car ils sont considérés pour la plupart d'entre-eux comme étant des logements salubres (Lelandais, 2009). En effet, bien que cela n'ait pas été le cas il y a quelques années comme le fait remarqué Kudat (1991) où les *gecekondul* n'étaient pas desservis par le réseau d'évacuation des eaux usées, la situation a évolué désormais. Aujourd'hui, nombre de ces constructions sont équipées de réseaux de distribution en eau et d'évacuation des eaux usées (Pérouse, 2009).

Cela soulève un paradoxe : ces constructions acquises illégalement sur un terrain public et cibles d'opérations de destructions vantées par l'Etat¹⁰ (Uzun et al., 2010 ; Shaikh, 2003 ; İSKİ, 2007), sont dans le même temps l'objet d'un accord politique implicite (Pérouse, 2012 ; Yérasimos, 2001). Aujourd'hui, on estime que la moitié de la population stambouliote vit dans des logements illégaux (CE, 2011).

Il devient évident que l'ampleur de cette situation est la conséquence, comme nous venons de l'évoquer, d'un consensus tacite, et plus largement d'un véritable enjeu autour de l'utilisation du sol urbain à Istanbul. En effet, les nouveaux migrants installés illégalement se verront dotés, quelques années plus tard, d'une légalisation de leur bien accordée par l'Etat, celui-ci s'assurant en contrepartie d'un soutien politique sous la forme de bulletins de vote. Il devient alors presque inutile de préciser que ces amnisties ont lieu quelques mois précédant une période électorale (Ozus et al., 2011 ; Kuban, 2010). La spéculation foncière s'est ainsi développée, devenant un véritable outil d'enrichissement aussi bien pour les grandes entreprises, que pour les classes moyennes ou les migrants, localisés principalement dans la périphérie stambouliote. Ainsi, les premières appropriations illégales effectuées de manière aléatoire ont fait place à une stratégie plus élaborée (Yérasimos, 1997). Cette dynamique

⁹ Traduction littérale : maison construite en une nuit.

¹⁰ Lors d'un entretien avec des membres du personnel de l' İSKİ en mai 2013, l' İSKİ précise qu'elle est en droit de détruire les constructions établies dans les premiers 1000 mètres autour du réservoir, mais que si celles-ci ont été construites avant l'implantation des zones de protection, l'administration ne peut faire qu'un simple rapport (entretien à l' İSKİ, Büyükçekmece, Istanbul, mai 2013).

installée, confortée par les amnisties régulières, favorise le développement d'espaces illégaux, le tout soutenu par une absence d'informations concernant la croissance démographique et la production de cet espace auto construit (Yérasimos, 1997). Dans un tel contexte, il paraît difficile de faire valoir un plan d'aménagement du territoire, alimentant une espèce de cercle vicieux.

Ainsi, alors que le centre est composé de bâtiments soumis à un permis de construire, la périphérie urbaine quant à elle, continue inexorablement son expansion par ajout de constructions illégales (cf. **annexe 4**) (Ozus et al., 2011). Ces nouveaux quartiers s'intègrent dans le prolongement de la ville pour finalement être témoin d'une évolution sociale accueillant les classes moyennes (Poyraz et al., 2010). L'ensemble est soutenu par les voies de transport déterminantes dans le choix d'implantation, et la localisation des industries, en périphérie.

La situation est d'autant plus préoccupante qu'elle affecte les barrages-réservoirs qui alimentent la ville en eau (Coskun et Alparslan, 2008 ; OCDE, 2008). Ömerli, réservoir situé sur la partie asiatique, compte parmi les bassins versants comprenant le plus grand nombre de constructions illégales, suivi par Elmalı, Büyükçekmece et Alibeyköy. Le territoire de Sultanbeyli est une des plus grandes zones de constructions illégales installées près d'Ömerli (Bekiroğlu et Eker, 2011) ; situation observée de manière identique pour le réservoir d'Elmalı avec l'implantation d'Ümraniye. Bekiroğlu et Eker (2011) et Kudat (1991) dénoncent la présence de constructions à la fois légales et illégales dans les zones de protection des réservoirs, autorisées par influence et profit politique. La situation a atteint son paroxysme avec l'abandon de l'un des réservoirs d'eau, Küçükçekmece, suite à l'occupation illicite (Yérasimos, 2001) de ses zones de protection, condamnant sa fonction d'approvisionnement.

3.2 Influence politique et coordination entre les acteurs impliqués dans la gestion de l'eau.

En seconde partie, nous avons déjà évoqué le statut de l' İSKİ et son rattachement à la municipalité métropolitaine d'Istanbul. La Banque Mondiale (1998) argumente que cette affiliation engage les responsabilités et intérêts des politiques dans la gestion de la ville ; mais cela soulève dans le même temps la question de l' influence politique que cela pourrait représenter au sein de cette institution (La Banque Mondiale, 1998 ; Burak, 2008). En effet, le maire d'Istanbul désigne le directeur de l' İSKİ, ce qui selon Kudat (1991) n'est pas neutre dans la ligne de direction de l'administration des eaux soumise au jeu de pouvoir politique. Pour exemple, lorsque le réseau de distribution n'était pas entièrement achevé, les connexions au réseau se développaient rapidement lors de périodes précédant les élections locales...

De plus, certaines institutions sont en charge des mêmes responsabilités (Bariş et Karadag, 2007), que ce soit au niveau institutionnel (Burak, 2008) qu'exécutif. Tel est le cas pour DSİ et la Banque des provinces, toutes deux chargées d'investir dans les infrastructures en eau potable. Selon Kibaroglu et Baskan (2011), outre les rivalités qu'une telle situation pourrait engendrer, cela provoque un dysfonctionnement lors de situations d'urgence.

De façon similaire, il existe un manque de coordination entre l'İSKİ et l'institution chargée des parcs nationaux et de la conservation de la nature. Cette dernière est responsable de la protection des forêts tandis que l'İSKİ est en charge de l'approvisionnement en eau et de la protection des ressources dans ces zones. Cependant, il n'y a pas de coordination entre les deux entités (Bekiroğlu et Eker, 2011). Quant aux rapports entre l'İSKİ et DSİ, il semble qu'il n'y ait pas de communication concernant leur coopération (Pérouse, 2009). Nous pouvons illustrer ce propos par le fait que, bien que l'information relative au développement des constructions illégales reste pauvre, quelques articles de la littérature présentent des cartes localisant les zones concernées. Quelques unes ont été établies par le bureau d'aménagement de la municipalité métropolitaine d'Istanbul. Pourtant, une rencontre en avril 2013 avec les membres du personnel de DSİ à Istanbul a fait l'objet d'une requête similaire, à laquelle les cartes présentées en **annexes 2 et 3** étaient les seules informations dont disposait DSİ. De plus, compte-tenu des liens politiques entre l'İSKİ et la municipalité métropolitaine d'Istanbul, ceci nous amène à nous interroger sur le degré d'implication de l'İSKİ dans la lutte contre les constructions illégales.

Afin de pallier à ce manque de coordination entre les institutions impliquées, Burak (2008) préconise de définir clairement les responsabilités de chacun.

3.3 Dynamiques d'immigration et d'urbanisation.

La croissance démographique et économique entraîne une augmentation de la demande en eau, situation à laquelle la Turquie ne fait pas figure d'exception (Margat, 2004). Les modes de consommation étant liés à la croissance économique d'un pays, et subséquemment au revenu de la population, celui-ci a une influence notoire sur la demande en eau, particulièrement celle nécessaire à la production de biens et de services. Parallèlement, les demandes domestiques et municipales s'accroissent (FAO, 2013). Ainsi, les nouveaux migrants originaires de la campagne vont changer leur habitude de vie et cela engendre une demande supérieure (même si certains resteront dans la pauvreté) (Kuban, 2010). Istanbul semble ne pas échapper à la règle, présentant une demande en eau croissante depuis les années 1990. Plus largement, l'usage de l'eau à des fins domestiques est le plus élevé en région de Marmara, bassin auquel appartient Istanbul, en raison d'une population importante (DSİ, 2009).

Pour autant, la question de la quantification des usages en eau reste problématique. Tout d'abord, le nombre d'habitants d'Istanbul a toujours fait l'objet de débat, alimenté par des estimations plus ou moins exagérées, et par un dernier recensement officiel datant de 13 ans. A cela s'ajoute une véritable lacune concernant la demande en eau industrielle ; qui ne rentre pas dans les statistiques officielles. Enfin, il n'existe pas d'institution produisant des données permettant de les comparer aux statistiques officielles, elles-mêmes limitées aux informations fournies par l'İSKİ. Ainsi, nous pouvons a priori estimer qu'à Istanbul, une augmentation des demandes industrielles et domestiques est inévitable due à l'augmentation démographique et à la croissance économique (Demirci et Butt, 2001 ; Yegen et Önoz, 2008 ; Gerek et al., 2007 ; Harmancioglu et al., 2008) mais que cela reste, à ce jour, difficilement quantifiable.

En Turquie, ce manque d'information n'est pas particulier à Istanbul : Harmancioglu et al. (2008) ont constaté un manque d'informations concernant le prélèvement en eau des industries à partir des nappes souterraines dans la région de Gediz.

D'autre part, cette expansion urbaine est largement encouragée par les infrastructures de transports, glanant avec elles, industries et logements illégaux et légaux en périphérie (Yérasimos, 1997 ; Tekeli et al., 2009 ; Terzi et Bölen, 2011). Le meilleur cadre de vie offert par la périphérie a fait l'objet de grands projets de constructions résidentielles, notamment à Beylikduzu- Esenyurt et Samandira, situés à proximité des réservoirs Büyükçekmece et Ömerli respectivement (Ozus et al., 2011). Il semble d'autant plus difficile d'inverser la tendance qu'Istanbul, en tant que centre économique de la Turquie, reçoit depuis les années 1950 un soutien financier étatique afin de développer ses infrastructures, favorisant par la même l'industrialisation et l'urbanisation (Tekeli et al., 2009). Ainsi, cette dynamique locale est appuyée par une volonté étatique. De part la décision de l'Etat de créer une ville multcentres, de délocaliser les industries en périphérie et de développer les infrastructures de transports (Ozus et al., 2011), l'étalement urbain et la menace qu'il impose sur les ressources en eau sont finalement indirectement soutenus par la vision politique actuelle. Ainsi, Schmitt (2013) argumente que les plans clés de développement de la ville mettent l'accent principalement sur l'augmentation de la compétitivité économique d'Istanbul au dépens de la protection et la gestion de l'espace. De plus, les plans d'aménagement du territoire suggèrent une meilleure gestion du sol et une protection des ressources, mais ces plans sont complétés par ceux qui en même temps promeuvent de grands projets financiers et de logements dans des zones à risque. L'enjeu majeur actuel est de savoir comment intégrer ces objectifs dans le contexte d'une ville en pleine expansion urbaine, où les mécanismes de gestion de l'espace sont peu transparents (Pérouse, 1999)

3.4 Expansion hydraulique et mouvement contestataire.

Bien que la politique de l'expansion hydraulique soit critiquée par la société civile, notamment la chambre des ingénieurs en environnement ; il convient de rappeler avant tout qu'Istanbul est une ville de près de 14 millions d'habitants. Une augmentation du volume d'eau s'avère donc nécessaire. De plus, cela fait partie des solutions possibles d'adaptation à la pénurie (Rossi et al., 2008).

Comme énoncé en seconde partie, les infrastructures hydrauliques se sont développées, enregistrant un saut quantitatif à partir de 1995. L'İSKİ et DSİ ont justifié ces nouveaux ouvrages par la volonté (et le devoir) de répondre à la demande croissante, de la nécessité de faire face aux pénuries en eau antérieures et à venir (Kuçukmehmetoglu et Geymen, 2009). C'est ainsi qu'entre 1994 et 2002, une grande part du budget de l'İSKİ était octroyé à l'approvisionnement en eau afin d'augmenter le nombre de ressources. Toujours d'après l'İSKİ, les solutions temporaires appliquées avant que les investissements en barrages ne soient faits, consistaient à apporter de l'eau par voie routière ou désalinisation de l'eau de mer. Cependant les ressources proches sont à présent toutes en exploitation, contraignant la municipalité métropolitaine d'Istanbul à étendre son réseau d'approvisionnement en dehors

des limites provinciales ; avec les barrages d'Istranca du côté européen et le dernier en date le projet Melen, situé à environ 170 km de distance. Cette politique d'expansion, promettant de l'eau en quantité suffisante jusque 2040, se voit déjà entachée d'une ombre au tableau : après 2040, quelles seront les nouvelles possibilités d'approvisionnement, dans un contexte de croissance économique et démographique? Selon Tigrek et Kibaroglu (2011), la ville d'Istanbul devra désaliniser l'eau de mer, faute de pouvoir continuer l'expansion de ses ouvrages. Demirci et Butt(2001) argumentent que ces solutions basées sur l'ingénierie ne sont pas soutenables à long terme. Ce propos peut être étayé par le fait que l'aménagement de nouvelles ressources hydrauliques et du taux de desserte augmentent l'offre (but poursuivi) mais entraîne par la suite la demande à la hausse (Margat, 2004). Malgré cela, l'expansion hydraulique reste à ce jour présentée comme étant la solution à la croissance de la demande et aux risques de pénuries en eau. En outre, l'ingénierie hydraulique bénéficie de crédits étrangers importants. A titre d'exemple, un prêt de 844 millions de dollars a été accordé au nouveau projet Melen, fruit d'un partenariat entre l'ISKI et DSI, par la Banque Japonaise pour la Coopération Internationale (DSI, 2009 ; Kibaroglu et Baskan, 2011).

Le discours des politiques relayé par les médias a été analysé dans quelques coupures de presse datant de 2007-2008-2009¹¹. Dès 2007 lorsqu'Istanbul a subi une période de sécheresse (cf. ci-dessous), enregistrant une baisse significative des précipitations, le discours tenu par le maire de la ville ainsi que l'ISKI accusait en premier lieu la réduction de la pluviométrie couplée à de fortes températures, le tout conduisant à une diminution significative du niveau des réservoirs alimentant la ville. Le deuxième niveau de causes concernait l'augmentation de la consommation des ménages et leur utilisation excessive. Les coupures d'eau sont alors présentées comme la traduction d'une situation « proche de la pénurie ». Face à cet état « critique » diffusé par les politiques et les médias, le discours s'oriente vers la justification de l'utilité des nouveaux ouvrages hydrauliques, notamment le plus récent d'entre eux, Melen, mis en avant comme étant la solution qui permet de ne pas faire sombrer Istanbul dans une situation de pénurie en eau. Enfin, le parallèle est effectué avec les sécheresses impactant les autres villes, telles qu'Ankara et Izmir. Lorsque la « crise » est passée, la communication politique et médiatique porte sur la remontée du niveau des réservoirs suite à une pluviométrie abondante.

A ce discours accusant principalement les variations météorologiques, s'oppose celui de la société civile, dénonçant le profit tiré de l'eau par sa vente en tant que bien économique, celui de la construction des barrages, les amnisties octroyées aux constructions illégales, et l'occupation des zones de protection autour des ressources en eau par les entreprises et logements. Un véritable mouvement s'est ainsi créé –« non à la commercialisation de l'eau »– dénonçant la valeur donnée à cette ressource en tant que bien économique favorisant sa commercialisation. De plus ; ce mouvement argumente que face à la pollution des ressources en eau, les acteurs privilégient des solutions commerciales d'expansion hydraulique (supolitik, 2009). Enfin, les acteurs de ce mouvement contestent le partenariat public-privé qui fait actuellement débat dans le domaine de l'eau. Le premier cas en Turquie d'un partenariat de ce type a émergé à Antalya, combinant l'administration publique des eaux et canalisations, établie dans la même veine que l'ISKI, avec une entreprise multinationale

¹¹ Journal turc Today's Zaman.

finançant l'infrastructure et les services de l'approvisionnement en eau et eaux usées. Cette coopération déboucha sur un véritable échec, et la charge est revenue entièrement à l'administration publique (Kibaroglu et Baskan, 2011).

3.5 Utilisation des sols dans les périmètres de protection des barrages-réservoirs et qualité des sources d'approvisionnement.

Comme décrit précédemment, les barrages-réservoirs alimentant Istanbul en eau potable sont pour la plupart localisés au sein du tissu urbain de la municipalité métropolitaine. Bien qu'il y ait la mise en place de périmètres de protection autour de ceux-ci (cf. 2.5.10), de nombreuses entraves existent, mettant en péril la qualité des ressources alimentant la ville. Malgré les responsabilités du pouvoir local dans cette situation, il convient de prendre en considération le fait que la localisation des barrages-réservoirs et le respect des périmètres supposeraient que 60 % du territoire soit soumis à des limites de constructions et d'activités, dans une province de 14 millions d'habitants (Codet, 2006).

La problématique de l'utilisation des sols dans les périmètres de protection des réservoirs d'eau a fait l'objet d'une étude dans le cadre d'un stage à Istanbul, de février 2013 à mai 2013, au sein de la chambre des ingénieurs en environnement (Çevre Mühendisleri Odası). Cette étude consistait en une revue de la littérature enrichie par des rencontres avec les acteurs de la gestion de l'eau, notamment l'İSKİ et DSİ. Les zones d'habitations, industries, voies de transport et terres agricoles sont les utilisations du sol qui ont été étudiées dans le cadre de ce travail. Une synthèse des résultats de cette recherche est présentée dans le tableau ci-dessous.

Barrage-réservoirs	Types d'utilisations des sols ¹²	Les périmètres de protection impactés ¹³
Büyükçekmece ¹⁴	<ul style="list-style-type: none"> - Résidentiel : augmentation de 20 % entre 1984 et 1998. Des zones résidentielles sont localisées au sein des premiers périmètres de protection. - Agricole : fermes, terres agricoles, activités d'élevage éparses mais limitées. Représente 65 % du territoire du bassin versant. - Forêts : 19% du territoire. - Industrie : les industries restent limitées, présence de carrières et d'une cimenterie. - Transport : autoroute TEM. 	<p>Immédiat (Ahmediye) ; rapproché (Mimarsinan).</p> <p>Fermes et élevages dans les premiers périmètres.</p> <p>Cimenterie dans le périmètre de protection immédiate.</p> <p>La TEM coupe les zones de protection, y compris la zone immédiate et traverse le réservoir.</p>
Terkos	<ul style="list-style-type: none"> - Résidentiel : 16% au sein du périmètre immédiat ; 73% dans le périmètre éloigné. - Agricole : 17 % du bassin. - Forêts : 77 % du territoire. Déforestation en conséquence de l'urbanisation. - Industrie : mines et carrières ; élevages industriels. 	<p>Immédiat (Balaban et Durusu) ; rapproché (Ormanli, Hisarbeyli, Celepköy).</p>
Elmalı	<ul style="list-style-type: none"> - Résidentiel : doublement des zones urbanisées entre 1984 et 2001. Présence de constructions illégales. - Forêts : décroissance de 50% entre 1992 et 2001, au profit des zones résidentielles. - Transport : autoroute TEM. 	<p>Immédiat (Beykoz et Çavuşbası).</p>
Ömerli	<ul style="list-style-type: none"> - Résidentiel : constructions illégales à Sancaktepe et Sultanbeyli. Croissance de la population de 101% entre 1990 et 1997. 8% des zones résidentielles sont en périmètre 	<p>Immédiat/rapproché</p> <p>Immédiat (Esenceli, Kurt, Dogmus, Emirli).</p>

¹² La plupart des données datent de 2005-2006, ce qui laisse supposer que la situation a encore évolué à ce jour.

¹³ Cf. 2.5.10 pour le détail des différents périmètres de protection.

¹⁴ Cf. Annexes 5 ; 6 et 7 pour les photos prises aux abords du réservoir.

	<p>immédiat. Augmentation des zones résidentielles de 169% entre 1990 et 2010. Représente 10% du bassin.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Agricole : décroissance significative de 82% entre 1990 et 2010 - Forêts : 51% du territoire. - Industrie : 260 en 2000, dont industrie métallurgique - Transport : TEM et autres autoroutes 	Rapproché.
Küçükçekmece	<ul style="list-style-type: none"> - Résidentiel : 24 % du territoire en 2004. - Agricole : 42% du territoire en 2004. - Industrie : textile, métal, pétrole, chimie et plastique. 4% du territoire en 2004. - Transport : TEM. 	Immédiat/rapproché. Immédiat.
Darlık¹⁵	<p>Peu de zones résidentielles, agricoles et industrielles. Les zones résidentielles comptent pour 0,39% du bassin en 2006.</p>	
Alibeyköy	<ul style="list-style-type: none"> - Résidentiel : forte croissance de la population dans les quartiers de Gaziomanpaşa et Sultangazi. - Transport : autoroute TEM 	Immédiat (Bogazköy, Imrahor) ;rapproché (Gaziomanpaşa) Rapproché
Melen	<ul style="list-style-type: none"> - Résidentiel : 2,1 % du bassin. - Agricole : 17,6% du bassin. - Forêt : remplacée par des zones agricoles, forte réduction de 33% de 1987 à 2010. - Industrie : zone industrielle comprenant les secteurs du textile, métal, bois et agro-alimentaire. - Transport : les autoroutes traversent le bassin versant, dont la TEM. 	De nombreuses zones résidentielles dans le périmètre rapproché.

Tableau 3: Description de l'utilisation des sols au sein des périmètres de protection des barrages-réservoirs alimentant Istanbul en eau. Synthèse des résultats obtenus lors d'un stage à Çevre Mühendisleri Odası (Istanbul) de février à mai 2013 (Sources : cf. bibliographie).

¹⁵ Pour Darlık et Alibeyköy, peu de données sont disponibles.

Les réservoirs d'eau situés dans la province stambouliote sont touchés par l'urbanisation galopante et subissent de fortes pressions provenant de l'implantation de zones résidentielles, industrielles, agricoles et de voies de transport au sein de leurs périmètres de protection, comme reporté dans le **tableau 2** (et **Annexe 5**). Cependant, ces contraintes s'exercent différemment selon les réservoirs. Les plus fortes densités de population s'observent (dans l'ordre décroissant) à Elmalı, Ömerli, Alibeyköy, Büyükçekmece, Sazlıdere ; Terkos et Darlık. De plus, il a été observé la présence d'un village (Ahmediye Köy) dans le périmètre immédiat du réservoir Büyükçekmece, qui a fait l'objet d'une légalisation comme en témoigne les plaques de rues officielles (cf. **Annexe 6**). Ceci est un exemple illustrant le non respect de la législation en matière de zone de protection face au développement résidentiel, industriel et à l'augmentation rapide de la population (Demirci et Butt, 2001) ainsi que la défaillance des autorités locales dans leur rôle de garant des ressources en eau.

De plus, l'utilisation des sols est en interrelation avec le développement des voies de transport (Demirel et al., 2008). En effet, en permettant une meilleure accessibilité conduisant au développement d'une région –notamment un développement industriel- les activités et fonctions exercées sur les terres changent. De manière rétroactive, ce changement d'utilisation des sols amène à un changement des voies de transport (Demirel et al., 2008). En parallèle ; le développement industriel attire de nouveaux migrants en quête d'emploi ; et pousse à un développement urbain incontrôlé (cf. 3.3). Dès lors, on observe que l'un des quartiers illégaux les plus importants d'Istanbul, Sultanbeyli, se situe aux abords de la TEM et du barrage-réservoir d'Ömerli.

A cela s'ajoute les conséquences sur la qualité des ressources en eau, notamment par les rejets industriels, agricoles et domestiques (Bariş et Karadag, 2007 ; Demirel et al., 2008), dans un contexte exacerbé par le manque de planification urbaine et l'urbanisation rapide. En d'autres termes, la qualité de l'eau des réservoirs est en lien avec l'utilisation des sols (Belçer Baykal et al., 2000).

Face à cette situation préoccupante, des études ont été menées sur la qualité des ressources en eau destinées à l'approvisionnement d'Istanbul. Les barrages-réservoirs sont menacés principalement par les rejets industriels et domestiques (Demirci et Butt, 2001).

Entre 50 % et 80 % des eaux usées industrielles sont rejetées sans traitement d'aucune sorte (OCDE, 2008 ; Pérouse, 2009) dont une partie rejoint directement les eaux des réservoirs (Uyguner, 2008). Malgré la législation sur le contrôle de la pollution, il n'y a pas de contrôle de la part des autorités locales sur ces rejets dans la mesure où une part significative est une économie industrielle non déclarée (Pérouse, 2009). Ainsi, les normes de rejets industriels sont souvent dépassées, qui plus est, beaucoup d'installations n'ont même pas de permis de rejets (OCDE, 2008).

L'exemple le plus frappant de l'impact de la pollution causée par les activités situées dans les zones de protection et des rejets d'eaux usées non contrôlés peut s'illustrer avec le lac Küçükçekmece, autrefois utilisé comme source d'approvisionnement. La dégradation de sa qualité est la conséquence de l'utilisation des sols qui s'est déroulée au sein de son bassin versant. La pollution trouvant son origine dans les rejets industriels, domestiques, agricoles, non traités vers le lac se surajoutant aux écoulements d'eaux de pluie provenant des zones urbaines et voies de transport (Demirci et al., 2006 ; Taner et al., 2010).

Enfin les rivières qui alimentent le lac sont polluées par les rejets de l'industrie du bois, de la métallurgie et de la chimie. Les rejets de pesticides et d'engrais chimiques ont aussi été représentatifs dans la pollution de cette ressource. La charge excessive en azote et phosphore a conduit le lac à un stade d'eutrophisation (Taner et al., 2010).

Ce constat est d'autant plus alarmant que la pollution menace aussi d'autres barrages-réservoirs d'Istanbul. La charge en nutriments est variable temporellement, spatialement, selon l'utilisation des sols et semble être un point critique dans la pollution des ressources en eau d'Istanbul (Gurel et al., 2011), notamment les nutriments d'origine agricole et domestique. Selon Beler Baykal et al. (2000) et plus récemment Uyguner (2008), Elmalı est en classe 4, ce qui impliquerait qu'il ne puisse plus être utilisé en tant que source d'approvisionnement en eau potable selon la réglementation correspondante (cf. 2.5.7.1). De surcroît d'après Bekiroğlu et Eker (2011), une part significative de la forêt d'Elmalı a été rasée au profit de zones résidentielles et industrielles, ce qui contribue à une détérioration de la qualité de la ressource.

Les autres réservoirs localisés dans la province Stambouliote se situeraient en classe 2 et seraient en phase d'évoluer vers la classe 3. (Yuksel et al., 2004 ; Beler Baykal et al., 2000 ; Uyguner, 2008). La qualité du réservoir de Büyükçekmece a été analysée plus récemment par Tercanlı Guyer et Genç İlhan (2011). Les résultats montrent que les activités agricoles et les rejets domestiques engendrent une pollution bactériologique et un excès de nutriments. La concentration en phosphate provient principalement des rejets domestiques tandis que les nitrates trouvent leur origine à la fois dans les activités agricoles, prairies, pâtures et les rejets domestiques. La pollution bactériologique, quant à elle, provient d'effluents domestique et animal. De plus, la pollution bactériologique affecte aussi des rivières alimentant le réservoir, provenant de lieux non desservis par le réseau d'assainissement mais par des fosses septiques.

D'autre part, nous avons évoqué précédemment l'implantation de constructions illégales aux abords des réservoirs d'eau, provoquant une pollution par les eaux usées. Ainsi, les eaux usées de Sultanbeyli, Sarigazi et Yenidogan atteignent le réservoir d'Ömerli, provoquant un excès de nutriments (DBO de 300 mg/L). Globalement, cette situation est en relation avec un réseau de canalisation en retard, où les fosses septiques sont encore présentes, bien que peu d'études permettent d'évaluer la situation (Pérouse, 2009). Cette pollution rend le traitement de potabilisation plus difficile. L'İSKİ a réagi en construisant une station d'épuration pour traiter les effluents (Ozus, 2011). De la même manière, le nouveau projet Melen ne semble pas épargné par la pollution industrielle et domestique (Mantaş et al., 2007).

Cependant, bien que plusieurs ressources en eau soient menacées par un niveau de pollution préoccupant (principalement Ömerli, Elmalı et Büyükçekmece) en lien avec les activités localisées dans leurs périmètres de protection, la qualité de l'eau potable distribuée par l'İSKİ répond aux normes turque et internationale (Uyguner, 2008). Il n'en reste pas moins, qu'il nous semble intéressant de relever que d'une part, il n'existe pas d'entité indépendante fournissant des données sur la qualité de l'eau de surface et de l'eau potable permettant la discussion avec les statistiques officielles (Pérouse, 2009) et que d'autre part les données de qualité des ressources en eau restent manquantes (Bariş et Karadag, 2007). Enfin, l'utilisation du réservoir d'Elmalı en tant que ressource utilisée pour la consommation

humaine alors que celui-ci est classé en catégorie 4 nous fait remarquer, à l'évidence, que la réglementation sur les eaux de surface n'est elle aussi pas toujours respectée.

3.6 Sécheresses et indicateurs de pénurie.

D'après la **figure 5**, le bassin de Marmara -auquel appartient Istanbul- se situerait en stress hydrique sévère, c'est-à-dire que 40 % de l'eau disponible renouvelable est prélevée, et ce pour 62 % du pays selon Dietz (2010). Au regard des caractéristiques de l'indicateur d'exploitation, nous ne pouvons pas conclure directement qu'Istanbul se situe en situation de stress hydrique sévère, mais la carte nous indique que tel est le cas pour le bassin de Marmara. Nous ne nous risquons pas à un parallèle trop rapide entre le niveau de stress hydrique d'Istanbul et celui du bassin de Marmara dans la mesure où ce dernier représente une superficie de 24 000 km², tandis qu'Istanbul en compte 5000 km², ce qui sous-tend un volume d'eau disponible renouvelable différent selon les deux échelles, ainsi que des prélèvements en eau différents.

D'après la **figure 6**, Istanbul se situerait dans le seuil inférieur à 500 m³ annuel disponibles par habitant, soit une situation de pénurie sévère (Falkenmark et et Widstrand, 1992) Ainsi, au regard des caractéristiques inhérentes et des critiques faites à cet indicateur (cf. 1.3.1), cela interroge la pertinence des seuils de Falkenmark appliqués au cas d'Istanbul, dans la mesure où les secteurs les plus demandeurs en eau à Istanbul- et plus largement la région de Marmara- sont les secteurs municipal et industriel (Tigrek et Kibaroglu, 2011). Néanmoins, cela nous permet aussi de constater que le bassin de Marmara dans lequel se situe Istanbul, est en situation de pénurie. D'après Tigrek et Kibaroglu (2011) la région de Marmara subit des pénuries en eau, saisonnières ou chroniques, dues à l'augmentation de la population.

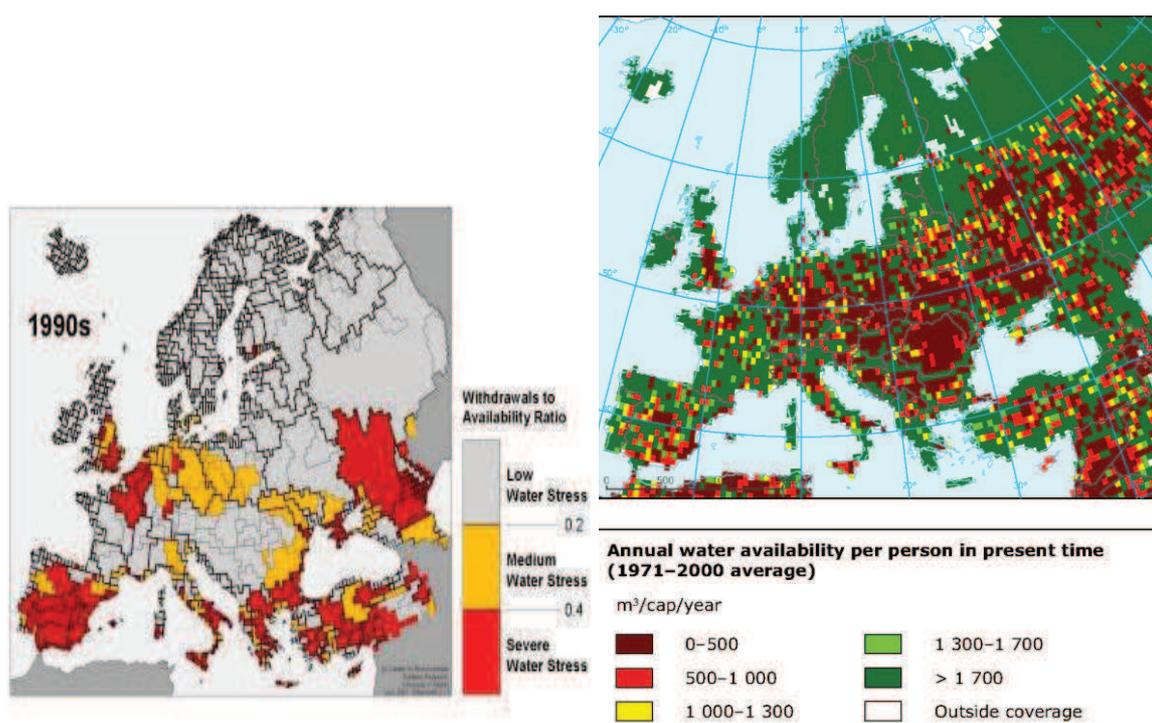


Figure 5 (à gauche): water stress in Europe for today's situation. Water stress is defined by the withdrawals-to-availability ratio (Source: Henrichs et Alcamo, 2001).

Figure 6 (à droite): annual water availability per person in present time (1971-2000 average) (Source : Agence Européenne de l'Environnement, 2012)

L'indicateur de pauvreté en eau, quant à lui, informe que la Turquie est en situation de pauvreté moyenne, cependant et à nouveau, cela ne traduit pas la situation d'Istanbul (cf. annexe 9) et reste approximatif. Il est à regretter que cet indicateur n'ait pu être exploité faute de son inexistence concernant notre cas d'application, car il aurait été pertinent dans l'approche de ce sujet.

Les sécheresses, phénomènes caractérisés par une absence ou une baisse prolongée des précipitations¹⁶, sont récurrentes en Turquie et ont un impact significatif sur l'agriculture et les ressources en eau, lorsque celles-ci durent assez longtemps pour toucher le système hydrologique (Kemal Sönmez et al., 2005 ; Martin-Carrasco et Garrotte, 2007). L'index de précipitation standardisé (acronyme anglais : SPI) permet de quantifier le déficit de précipitation selon plusieurs échelles de temps, reflétant ainsi les différentes sécheresses¹⁷ (OMM/UNESCO, 2011). Par cet indice, le bassin de Marmara serait principalement touché par des sécheresses sévères sur une échelle de temps de six mois (Kemal Sönmez et al., 2005).

Par ailleurs, quatre périodes de sécheresse ont été identifiées à Istanbul par Duranyildiz et al. (2000) : 1971-1977 ; 1982-1984 ; 1988-1990 ; 1992-1994. On observe que la période de retour est plus courte entre les deux dernières périodes (Yegen et Önoz, 2008). D'après Duranyildiz et al. (2000) et Yuksel et al. (2004), la sécheresse des années 1990 aurait engendré une pénurie (physique) en eau à Istanbul, ce qui suppose que le niveau des réservoirs a diminué de manière significative, se traduisant par des coupures d'eau¹⁸ (Saatci, 2013). A l'échelle nationale, des périodes de sécheresse entre 1972-1977 ; 1989-1994 ; 1999-2001 et 2007-2008 ont été observées (Direction générale de la météorologie, 2009).

La direction générale de la météorologie n'ayant diffusé que les SPI de ces dernières années (2010-2012), nous ne pourrions apprécier qu'à un certain degré les épisodes de sécheresse par observation et analyse des données de précipitations. Les précipitations moyennes enregistrées pour la région de Marmara confirment les périodes de sécheresse précédemment citées et renseignent sur un épisode plus récent en 2006-2007-2008, avec une baisse significative des précipitations par rapport à la moyenne de 667 mm par an (**Figure 7**). Dans le cas d'Istanbul, les épisodes de réduction des précipitations concordent avec les périodes de sécheresse identifiées par Duranyildiz (2000). Toutefois, la sécheresse de 2006-2007 apparaît moins marquée sur les données pluviométriques, bien qu'une baisse significative soit observable en 2007 (**Figure 8**).

¹⁶ Cf. glossaire.

¹⁷ Cf. glossaire pour plus de détails sur le SPI ainsi que les types de sécheresses.

¹⁸ Des témoignages confirment ce propos, précisant que les coupures avaient lieu à raison de plusieurs heures par jour à quelques jours consécutifs pour certains quartiers de la ville.

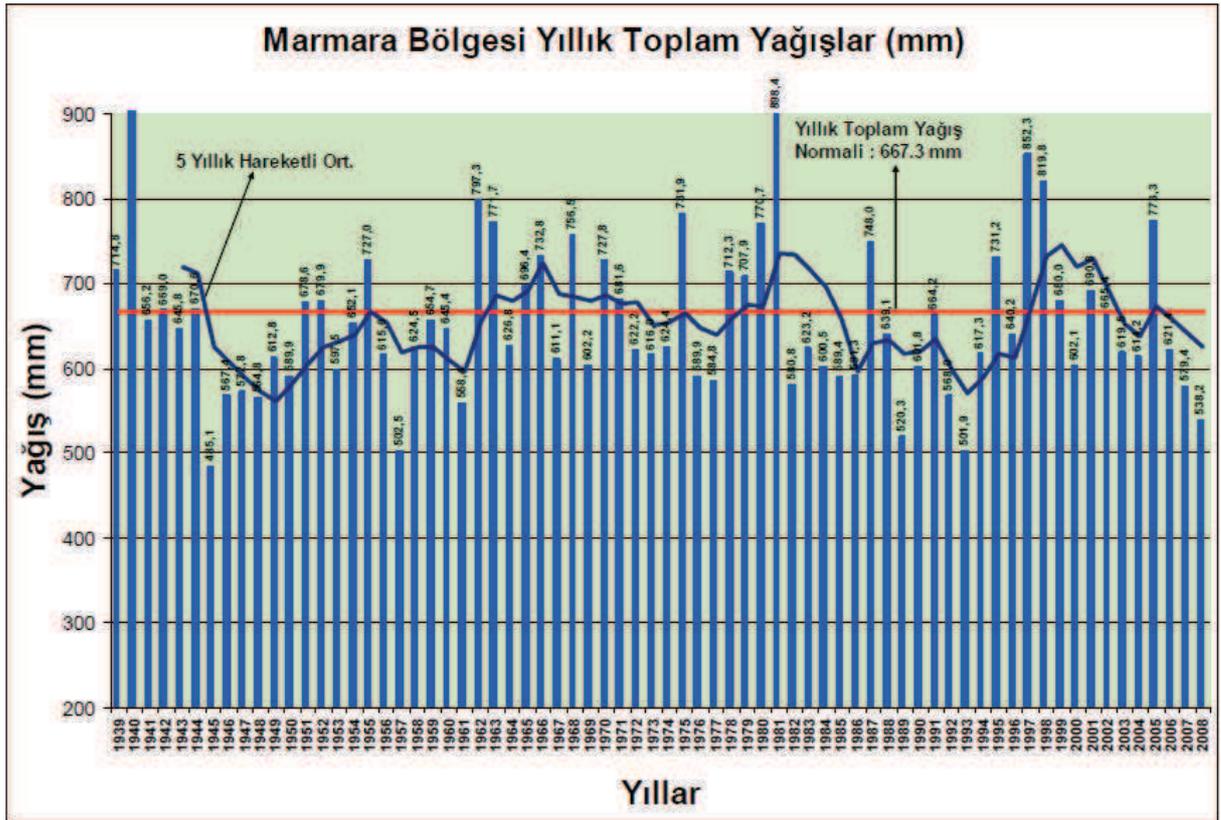


Figure 7: Précipitations annuelles dans la région de Marmara (en mm).(précipitations en mm en ordonnées ; années en abscisse ; la ligne rouge représente la moyenne annuelle) (Source : Direction générale de la météorologie, 2009).

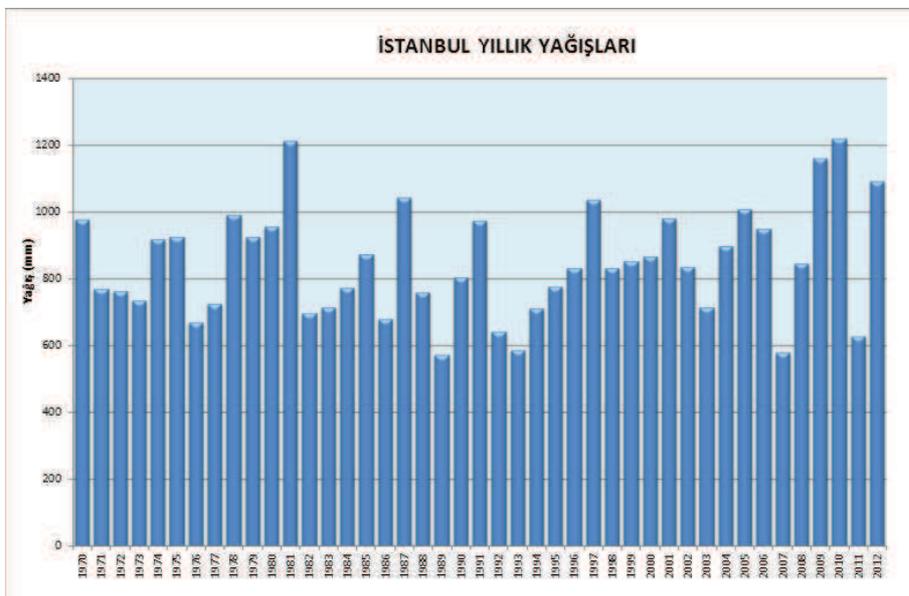


Figure 8: Précipitations annuelles à Istanbul¹⁹ (pluviométrie en mm en ordonnée ; années en abscisse) (Source : Direction générale de la météorologie, 2013).

¹⁹ Rappelons que la moyenne annuelle des précipitations est entre 690 et 915 mm (cf. 2.1).

Les données ici présentes nous renseignent sur des épisodes de sécheresse météorologique, cependant, il est primordial de s'interroger sur le niveau des réservoirs aux mêmes périodes, afin de conclure si cette sécheresse météorologique a donné lieu à une sécheresse hydrologique, pouvant éventuellement aboutir à une situation de pénurie physique. L'information concernant le niveau des réservoirs n'est pas disponible pour la sécheresse des années 1990, toutefois, un décalage quantitatif se traduisant par une demande en eau supérieure à la quantité disponible par les réservoirs peut être observée sur le graphique établi par l'ISKI sur l'évolution de la demande présenté en partie 2 (cf. 2.5.6). De plus, Yegen et Önoz (2008) argumentent que l'ISKI a délivré un volume réduit à ce moment. Concernant la période de 2006-2007, bien qu'une réduction notable du niveau des réservoirs ait été constatée (cf. annexe 10), l'eau distribuée s'élevait à 671 005 000 m³ (ISKI, 2007), n'aboutissant pas à un volume approvisionné inférieur à la demande (CE, 2011 ; ISKI, 2007).

Ainsi, nous ne pouvons conclure sur une pénurie d'eau physique (un volume disponible inférieur à la demande en eau) durant la sécheresse de 2006-2007. Celle des années 90 se serait, quant à elle, traduite par une situation de pénurie, toutefois supportée par peu d'appui informationnel quantitatif (outre celui fourni par l'ISKI) mais correspondant avec le déficit marqué de précipitations observé à cette période.

En outre, Dietz (2010) rappelle que la situation économique d'un pays face aux événements de type sécheresse et inondation est importante à prendre en considération. Eriyagama et al. (2009) précisent cela en argumentant que le niveau de développement, la densité de population, la demande en eau et le cadre politique et institutionnel sont des éléments déterminants dans l'amplitude des impacts de la sécheresse. Lors de la sécheresse de 2007, Ankara a subi une baisse significative de ses réservoirs d'eau, conduisant à des coupures d'eau. Des projets hydrauliques avaient été proposés antérieurement, mais la politique locale ne les a pas acceptés, conduisant à des transferts d'eau établis dans l'urgence (Tigrek et Kibaroglu, 2011). Dans ce cas, la baisse des précipitations couplée à des défaillances dans la gestion des ressources en eau ont exacerbé les impacts de la sécheresse (Gerek et al., 2007). Le constat est partagé dans le cas d'Istanbul pour la sécheresse des années 90, Yegen et Önoz (2008) dénonce le fait que celle-ci n'aurait pas été aussi importante s'il y avait eu une meilleure gestion opérationnelle des réservoirs. Dans bien des cas, la sécheresse est gérée comme un cas d'urgence, et ne fait pas l'objet de plans d'adaptation prévus en avance bien que ce soit un phénomène récurrent auquel la Turquie est confrontée (Kemal Sönmez et al., 2005). D'autant plus, sachant que les systèmes d'approvisionnement basés sur des eaux de surface (rivière, lac, réservoir) sont particulièrement vulnérables à la sécheresse (Duranyildiz et al., 2000).

3.7 Infrastructures de transmission et de distribution en eau.

L'urbanisation rapide, incontrôlée et aléatoire pose des problèmes d'infrastructures de réseaux (Yuksel et al., 2004). Les pertes en eau peuvent se produire au niveau du réseau de transmission, c'est-à-dire du réservoir à l'usine de potabilisation dans le cas de l'eau potable ; dans le réseau de distribution desservant les usagers, ainsi qu'au sein des ménages.

Les pertes dans le réseau de distribution peuvent aller de 10 à 60 % du volume distribué (Margat, 2004). A Istanbul, ces pertes comptent pour 24 % du volume desservi en sortie d'usine de potabilisation (İSKİ, 2009), alors qu'elles s'élevaient à 67 % auparavant ; signe d'un remplacement conséquent du réseau de distribution dans les années 2000 (Yuksel et al., 2004). Les pertes peuvent avoir plusieurs causes telles que la consommation illégale ; une défaillance dans le système de compteur ; des pertes techniques relatives à la maintenance ou l'état des réseaux de transmission et de distribution (Cinar, 2009).

A ce jour, des coupures d'eau existent toujours à Istanbul (Pérouse, 2009). De plus, les infrastructures en eau s'établissent selon un processus de rattrapage par rapport à la croissance urbaine, poussant à l'augmentation de la demande en infrastructures, sans qu'il y ait pour autant une anticipation de l'expansion ni de contrôle de celle-ci (Pérouse, 2012 ; Cinar, 2009). Les municipalités se sont confrontées à un budget limité, même en faisant appel à la Banque des Provinces, en conséquence de quoi elles ont été encouragées à solliciter des fonds étrangers (Cinar, 2009).

3.8 Conclusion intermédiaire.

Bien que d'autres facteurs puissent influencer la gestion de l'eau à Istanbul, nous avons évoqué dans cette troisième partie les plus prépondérants. Ainsi, diverses pressions s'exercent sur les ressources en eau:

- Malgré les limites que présente l'application des indicateurs d'exploitation et de compétition de Falkenmark et Alcamo, Istanbul est insérée dans le bassin de Marmara soumis à un indice de stress hydrique de 40 % et à une disponibilité en eau inférieure à 500 m³/an/habitant ;
- des épisodes de sécheresse, particulièrement dans les années 90 et 2006-2007, se traduisant par une pénurie en eau physique pour la période de 1990. Cependant, le manque d'informations quantitatives constitue une limite notoire ;
- des constructions illégales légalisées par des amnisties, impactant les périmètres de protection des barrages-réservoirs ;
- une influence politique au sein des institutions agissant dans le domaine de l'eau, et une faible coordination ;
- une dynamique d'immigration et subséquemment d'urbanisation continue depuis plusieurs années ;
- une politique de l'expansion hydraulique ;
- des infrastructures de distribution et de transmission défaillantes ;
- une pression exercée par l'utilisation des sols au sein des périmètres de protection des barrages-réservoirs.

Ces facteurs ne sont pas à prendre de manière isolée et posent la question de leur interdépendance. La partie suivante s'attachera à analyser les liens entre ces facteurs et à comprendre dans quelle mesure ils permettraient de caractériser la pénurie en eau à Istanbul.

PARTIE 4 : DISCUSSION

4.1 Dynamiques d'interaction et caractérisation de la pénurie d'eau à Istanbul.

Après avoir présenté le contexte stambouliote (cf. 2) et mis en avant les facteurs jugés comme étant les plus prépondérants dans leur influence sur la gestion de l'eau locale (cf. 3), nous avons à présent quelques clés nécessaires à la compréhension de la pénurie en eau à Istanbul.

Avant de pouvoir caractériser la pénurie en eau en tant que phénomène physique ou construit socialement pour notre cas d'application, nous établirons au préalable les liens entre les facteurs d'influence et conséquemment, l'impact de cette interaction globale sur la pénurie.

Le schéma suivant (**Figure 9**) a été construit dans cet objectif. Il est le fruit de multiples recherches, de lectures, d'entretiens menés à Istanbul, de choix et de fréquentes remises en question. De même il a été conçu avec la volonté d'intégrer l'approche théorique du concept de pénurie (cf. partie 1) aux particularités d'Istanbul.

Le choix a été fait de ne pas représenter les liens rétroactionnels pour ne pas surcharger visuellement le travail, cependant, certains seront évoqués dans la description du schéma, car utiles à l'analyse.

Istanbul accueille chaque année un flux de migrants provenant de l'Anatolie centrale et orientale, engendrant une immigration massive (1) aboutissant à une forte croissance démographique (1.A) principalement causée par cette arrivée de migrants. Par ailleurs, l'Etat est impuissant devant l'ampleur du phénomène, et se retrouve dans l'incapacité de fournir assez de logements pour tous. Cela aboutit à une urbanisation se développant au même rythme effréné (1.C), progressant principalement en périphérie, et se caractérisant par des logements à caractères illégaux. Ces constructions s'insèrent dans une dynamique urbaine où le sol est un enjeu politique en tant qu'outil électoral, de sorte que de nombreuses amnisties sont octroyées aux constructions illégales (2.D), effectivement arrangées selon les élections. Celles-ci sont en lien avec les caractéristiques institutionnelles (2.C) dans la mesure où elles autorisent des constructions dans les périmètres de protection, malgré la présence d'une réglementation à ce sujet ; ainsi que par la faiblesse dans l'implantation des plans d'aménagement du territoire, favorisant l'espace autoconstruit, ou à l'inverse, de part la volonté politique de faire d'Istanbul une ville multacentres favorisant l'étalement urbain vers les réservoirs.

De plus, les difficultés dans la coordination entre les acteurs, notamment dans l'accès à l'information et le partage de mêmes responsabilités, ainsi que le rattachement politique de l'ISKI inhérent à son fonctionnement d'origine, pourraient entraver le respect des réglementations.

D'autre part, c'est de manière incontestable qu'une augmentation du nombre d'habitants entraîne une augmentation de la demande domestique (1.B), celle-ci contribuant à accroître la demande globale en eau (6). En outre, la dynamique de migration vers Istanbul n'est pas indissociable de sa croissance économique (3) dans ce sens où l'essor, principalement industriel, appelle à davantage de main-d'œuvre. Dans le même temps, la croissance économique entraîne un développement des secteurs industriel et de service (3.A), autant qu'elle contribue à une amélioration du niveau de vie (3.B), le tout provoquant une hausse de la demande en eau (3.C), tout en amplifiant à nouveau la demande globale des différents usages (6).

L'étalement du processus d'urbanisation (1.C) vers la périphérie atteint les périmètres de protection (4) établies autour des ressources en eau de la ville. Celles-ci sont affectées par des utilisations du sol à la fois résidentielle (notamment les constructions illégales), industrielle, agricole et sont traversées par des autoroutes principales, ayant un impact conséquent sur la qualité des eaux des réservoirs (4.A). Cette situation peut alors engendrer une diminution du volume d'eau disponible par l'abandon de sources d'approvisionnement, comme cela a été le cas avec le réservoir Küçükçekmece.

La sécheresse météorologique se manifestant par une réduction notable de la pluviométrie (5) peut aboutir à une sécheresse hydrologique (5.A) caractérisée par une baisse du niveau des réservoirs, d'autant plus que les eaux de surface sont vulnérables à la sécheresse. Ce déclin significatif du volume des réservoirs (5.A), associé à une augmentation ou une stagnation de la demande des différents usages (6) entraînent un décalage entre la demande en eau et le volume distribué (7) ; cet écart peut être exacerbé par la dégradation de la qualité des ressources (4.A). Par ailleurs, la perception de la pénurie (8) est influencée par la qualité des eaux (4.A) et le niveau des réservoirs (5.A), de même que par l'augmentation de la demande des différents usages (6), car cela suppose une intensification des prélèvements.

Concernant les facteurs politiques, l'expansion hydraulique (2) multiplie les sources en eau allant aujourd'hui au-delà des limites provinciales, et permet une augmentation du volume d'approvisionnement (2.E). Réciproquement, cette nouvelle situation d'abondance incite à un accroissement de la demande (6), et appelle en retour à une augmentation de la capacité d'approvisionnement confortant la politique de l'expansion (2) (phénomène de rétroaction). L'expansion hydraulique (2) est appuyée par les discours politique et médiatique (2.B), vecteurs influençant la perception de la pénurie (8).

L'état et les opérations de maintenance au niveau des réseaux de transmission et de distribution (2.A) influencent la perception de la pénurie (8), de part les coupures d'eau notamment; de même qu'il peut être fragilisé par l'augmentation de la distance des ouvrages hydrauliques (2) dans la mesure où plus le réseau est long, plus il augmente le risque de pertes. De plus, à ces pertes d'eau s'ajoutent les « usages indéfinis » incluant les pertes en eau mais aussi les connexions illégales (2.D).

D'autres liens plus indirects n'apparaissent pas sur le schéma, comme la relation entre la légalisation des constructions illégales (2.D) qui offrent l'avantage de l'amélioration du niveau de vie, celle-ci induisant alors une augmentation de la demande en eau des différents usages, qu'ils soient domestiques ou non-domestiques (6).

De plus, le non respect des réglementations relatives à la protection des ressources en eau (2.C) impacte la dégradation de la qualité des ressources (4.A).

La **figure 8** permet d'apporter une vision relativement globale sur les facteurs influençant une situation de pénurie d'eau dans le contexte stambouliote. Elle sera ici précisée par quelques analyses supplémentaires.

Rappelons qu'Istanbul est insérée dans la région de Marmara, soumis à une forte croissance démographique (Tigrek et Kibaroglu, 2011). La situation de pénurie datant du début de la décennie 1990 s'est traduite par une demande en eau supérieure au volume disponible (cf. 3.6), correspondant dans le même temps à un épisode de sécheresse de 1992-1994, précédé par une autre période de 1988 à 1990. De plus, le contexte était le suivant : une augmentation d'environ 1 million d'habitants entre 1985 et 1990, de même entre 1990 et 1997 (IBB, s.d) ; une disponibilité en eau moindre ; un pourcentage de pertes dans les réseaux de transmission et de distribution s'élevant à environ 45 % dans la décennie 1990 (Demirci, 2001). L'articulation de ces éléments entre en ligne de compte dans la situation de pénurie des années 1990.

De plus, de manière générale, une croissance économique et démographique importante – contexte d'Istanbul- engendre une augmentation de la demande des différents usages, et se traduit par une augmentation des prélèvements.

Particulièrement après 1994, nous avons observé un saut quantitatif dans le volume d'approvisionnement rendu possible par les nouveaux barrages d'Istranca (expansion hydraulique). Parallèlement, nous ne pouvons que constater une augmentation de la demande en eau par habitant à la même période, passant de 136 l/j/personne à 195 l/j/personne de 1994 à 1998 respectivement (CE, 2011), corroborant avec l'hypothèse de Kallis (2010) selon laquelle un nouvel approvisionnement génère une nouvelle demande. De plus, cette nouvelle demande sert à légitimer l'expansion hydraulique. De la même manière mais en évitant toute déduction hâtive, nous remarquerons que les premières discussions concernant le projet Melen, situé à 170 km en dehors de la province stambouliote, ont débuté à partir de 1995 (DSI, s.d).

Actuellement la demande en eau à usage résidentiel des stambouliotes n'est pas très élevée comparée à d'autres villes (cf. partie 2) malgré une amélioration du niveau de vie, et reste ainsi une des mégapoles de l'OCDE avec le revenu par habitant le plus bas (OCDE, 2008 ; La Banque Mondiale, 2013). Mais d'autre part, la politique tournée vers l'expansion hydraulique permet de ne pas remettre en cause les usages, et ici, le manque d'informations concernant la quantité prélevée par les industries conforte cette faiblesse. De plus, cette lacune entrave une gestion efficace des ressources en eau (Kibaroglu et Baskan, 2011).

Nous avons évoqué en première partie la place de la perception de la pénurie dans la manière dont celle-ci agit sur la pénurie physique. La perception de la pénurie est déterminée par le type de discours politique or à Istanbul, celui de 2007 diffusait l'image d'une situation « proche de la pénurie ». Par ailleurs, cette perception détermine la politique hydraulique.

La pollution, elle aussi, influence la perception de la pénurie dans le sens où un doute persiste quant à la pérennité de la ressource.

Enfin, les coupures d'eau sont toujours d'actualité à Istanbul et selon les tenants de la pénurie socialement construite, elles influencent elles aussi la perception de la pénurie. On constate qu'elles sont utilisées dans le discours politique de 2007 : « il n'y aura pas de

coupures d'eau aujourd'hui » (Today's zaman, 2008) selon les propos du maire d'Istanbul. Par ailleurs, les pertes peuvent aussi influencer les situations de pénurie en eau de part une grande quantité d'eau rendue indisponible. Dans les années 90, l'état des réseaux était tel qu'environ 45 % de l'eau était perdue, ce qui contribue de manière significative à un phénomène de pénurie engendrée par une rupture entre la demande et le volume distribué par habitant, en réduisant ce dernier. Or, d'après Yuksel et al. (2004) et Duranyildiz (2000), les pertes de réseau sont un élément prépondérant dans l'exacerbation de la pénurie d'Istanbul. De plus, les pertes en eau agissent sur l'image qu'a la pop de l'administration responsable des services en eau (UN Habitat, 2012)

En ce qui concerne la sécheresse de 2006-2007, elle a été dépeinte par les politiques et les médias comme étant la cause d'une pénurie en eau « proche », véhiculant l'idée d'une pénurie aux causes naturelles combinant événements météorologiques et eau comme objet de rareté. Le niveau des réservoirs est aussi un élément fortement utilisé dans le discours médiatique et politique, avec pour cause mise en avant, la baisse des précipitations. Cependant, comme évoqué en troisième partie, il n'y a pas eu de situation de demande en eau supérieure au volume disponible. L'ensemble confère un message stéréotypé de la sécheresse. De plus, la première contribution dans l'approvisionnement de la ville du système Melen- Yeşilçay a débuté à partir de 2005-2007. Le discours tenu par l'Etat mettait en avant le rôle indispensable de Melen dans l'évitement d'une pénurie (Today's zaman, 2007). La sécheresse de 2006-2007 semble donc instrumentalisée dans le but de légitimer les ouvrages, notamment Melen. L'İSKİ, l'administration des eaux et canalisations d'Istanbul, a soutenu le même discours. Plus largement, le pouvoir politique en place et les actions de l'İSKİ – partenaire de DSİ dans le projet Melen- s'en trouvent confortés.

Si l'on essaye d'appliquer le modèle de gestion de l'eau de Turton et Ohlsson (1999) (cf. 1.3.2.1) au cas d'Istanbul, on constate que le stade d'abondance en eau a été rompu par une demande excédant le niveau d'approvisionnement en 1994 (cf. 2.5.6). Turton et Ohlsson appellent cela la transition vers la pénurie en eau. La phase suivante a alors été orientée vers une augmentation du volume d'approvisionnement avec un accroissement significatif des travaux hydrauliques, de 1989 à 2000, 12 ouvrages ont été lancés ou mis en fonctionnement, (İSKİ, 2009) dont les premières discussions concernant le grand projet Melen. Par ailleurs, ce schéma se modifie lorsque l'on intègre la pollution, car l'eau est rendu impropre pour certains usages, de ce fait, la transition d'une phase à l'autre est accélérée (Garcier, 2010). Comme évoqué ci-avant (cf. 3.5), le réservoir Küçükçekmece a dû être abandonné suite à un niveau de pollution trop important.

Dans ce contexte de politique prônant l'expansion hydraulique, des contestations sociales peuvent émerger. C'est le cas à Istanbul avec le mouvement «non à la commercialisation de l'eau » dénonçant les solutions tournées vers l'ingénierie hydraulique, vecteur de flux d'investissements importants (cf. 2.5.3), au détriment de la préservation de la qualité des ressources.

De plus, face à la sécheresse, Karavatis (1998) met en exergue plusieurs réponses que l'on retrouve dans le cas d'Istanbul, que sont : l'explication de la sécheresse comme une fatalité

régie par une force supérieure qu'est la nature (Today's zaman, 2007, 2008) ; l'approvisionnement par des sources extérieures à la ville affectée (Yuksel et al., 2004) ; la construction de nouveaux ouvrages et enfin, l'appel à une conservation de l'eau par les ménages, message diffusé par les médias. La ville d'Istanbul a aussi rénové son réseau d'approvisionnement.

Ainsi, la situation des années 1990 semble se référer à une « abondance induite structurellement » selon le modèle de Turton et Ohlsson (1999) où une pénurie de premier ordre (une demande excédant le volume approvisionné) a été résolue par la construction de barrages-réservoirs afin d'augmenter le niveau d'approvisionnement. Cette solution est située historiquement dans le cas d'Istanbul où, pour faire face à l'augmentation de la population, le nombre des ouvrages hydrauliques a été augmenté.

Cependant, il est difficile de se positionner sur les causes de la pénurie, même si quelques éléments ont été évoqués, dont l'accroissement démographique, la sécheresse, et l'état des infrastructures de réseaux.

Actuellement, les ressources en eau sont abondantes mais sont associées à des pénuries de second ordre selon la définition de Turton et Ohlsson qui peuvent être relevées dans le cas d'Istanbul : les problèmes de qualité des ressources en eau, eux mêmes liés aux capacités institutionnelles (implémentation inefficace des plans d'aménagement du territoire ; non respect des réglementations de lutte contre la pollution). De plus, les capacités institutionnelles sont amoindries par un contexte de profit politique autour de l'espace autoconstruit. Le cas de Küçükçekmece est un exemple de rareté de second ordre (urbanisation illégale et incontrôlée, dans un contexte d'enjeu politique) ayant abouti à une rareté de premier ordre : l'abandon de cette ressource en eau (Wolfe et Brooks, 2003).

Enfin, les défaillances dans la gestion des impacts engendrés par la croissance de la population, notamment l'urbanisation en périphérie vers les zones de réservoirs, peuvent être considérées comme une pénurie de second ordre.

Concernant la pénurie d'eau des années 90, nous ne pouvons pas conclure qu'elle soit la seule conséquence de la sécheresse et de l'augmentation de la population, ce qui lui donnerait un caractère davantage physique dans le sens des tenants de l'approche physique de la pénurie où la croissance de la population est l'élément central déclencheur d'une situation de pénurie. D'autant plus que le pourcentage de pertes dans les réseaux d'approvisionnement s'élevait à 45 % à l'époque. Bien que la démographie soit un point non négligeable à prendre en compte dans l'explication de la pénurie en eau à Istanbul, elle n'explique cependant pas à elle seule la problématique actuelle. En effet, d'autres facteurs entrent en considération et il semble que c'est l'interrelation de ceux-ci, qui tend à pouvoir apporter davantage d'éléments clés à la compréhension de la situation d'Istanbul.

Notamment, on voit que le discours politique véhicule la légitimation des ouvrages hydrauliques en place ou à venir, principalement avec le projet Melen, dont les mérites ont été vantés lors de la sécheresse de 2006-2007. De même, des faiblesses institutionnelles, l'enjeu politique de l'espace urbain par les constructions illégales, agissant sur la pérennité de la qualité des ressources sont autant d'éléments primordiaux. Le tout dans un contexte de croissance démographique et économique. Ce sont ces d'éléments qui sont pris en compte

dans l'approche sociale. Une réponse davantage positionnée sur la question « la pénurie en eau à Istanbul est-elle socialement construite ? » aurait nécessité d'autres informations auxquelles nous n'avons pas eu accès, ce point étant relevé dans les limites ci-après.

Enfin, quoiqu'il en soit, le schéma nous montre clairement que la pénurie résultante de facteurs tels que la météorologie et l'hydrologie, est, influencée par des interventions humaines. Les deux aspects s'alimentant conjointement. Au regard des facteurs d'influence présentés dans le cas d'Istanbul (**Figure 9**), nous pouvons conclure que l'approche socialement construite apporte des précisions dans la compréhension de la nature de la pénurie d'eau à Istanbul.

4.2 Limites.

Le caractère multifactoriel de la pénurie en eau et plus largement des problématiques de l'eau impose de considérer un large éventail de données pour analyser et apporter les réponses adéquates. Cependant, l'accès aux informations a été une limite dans ce mémoire, de part leur unique accessibilité en turc, mais surtout, de part le manque d'accès à certaines données, en raison de leur non diffusion auprès du public, par absence de production ou la non collecte par l'Etat de ces données.

Ainsi, certaines d'entre-elles sont pauvres ou manquantes, bien que primordiales pour une compréhension plus précise du sujet.

En effet, les données concernant la pénurie des années 90 sont limitées, seule une unique source rendant compte du décalage quantitatif entre la demande en eau et le volume disponible provient de l'İSKİ (cf. 2.5.6). De la même manière, peu de sources concernant le niveau des réservoirs selon les années sont disponibles, ce qui aurait pourtant permis un apport significatif sur l'impact des épisodes de sécheresse.

Les données sur les usages sont elles aussi restreintes : l'évolution de la demande domestique n'est quantifiée que par l'İSKİ et de manière limitée tandis que les données concernant les prélèvements de l'industrie, du tourisme et de l'agriculture sont inexistantes, ce qui ne permet pas d'évaluer l'intensité des prélèvements. Par ailleurs, l'analyse de la situation actuelle reste difficile dans le sens où il n'y a pas d'organisme indépendant fournissant d'autres statistiques. En l'état actuel il est donc difficile d'établir un débat contradictoire. On constatera aussi que les chiffres concernant la demande en eau émanant de l'İSKİ sont ceux utilisés dans la littérature scientifique.

Dans ce contexte on déplore que le terme de pénurie en eau soit employé dans de nombreuses sources, y compris scientifiques, mais n'engage pas d'explications supplémentaires quant aux causes de celle-ci.

Nous admettons que d'autres points n'ont pas été abordés dans ce travail tels que la vulnérabilité des réservoirs face aux séismes, l'effet potentiel du changement climatique sur ceux-ci, ni même l'impact de l'urbanisation sur l'écoulement des eaux de pluies, car nous avons choisi d'étudier les éléments dont l'impact sur la pénurie en eau était le plus direct.

Un autre point particulier n'a pu être traité ; il concerne l'évaporation des réservoirs. Pourtant selon Margat (2004), ce phénomène peut engendrer des pertes importantes, qui néanmoins n'ont pas fait l'objet d'études dans le cas d'Istanbul.

Par ailleurs, bien que les approches de la pénurie en eau socialement construite et la political ecology présentent des liens, nous n'avons pas traité des enjeux de pouvoir sous-jacents à la question de l'eau.

Enfin, les infrastructures hydrauliques entrent dans un flux d'investissements important qui représente un intérêt financier non négligeable pour le pays. L'objet de ce mémoire n'était pas d'examiner les enjeux politico-économiques mais de prendre en considération d'autres critères méritant d'être valorisés au regard de leur incidence directe sur la pénurie en eau.

4.3 Perspectives.

Comme le rappelle Benedini (2004), les problèmes relatifs à l'eau sont complexes car ils sont la conséquence d'une interférence entre les systèmes naturel et anthropogénique. Par conséquent, il est nécessaire de prendre en considération une multitude de facteurs, chacun lié à différentes approches.

De plus, les mégapoles sont confrontées à des problématiques similaires, où les ressources en eau s'insèrent dans un cadre global à la fois biophysique (pollution de l'eau et cycle hydrologique), social (dynamique migratoire, urbanisation, gestion de l'espace) et institutionnel (Ducrot et al., 2004).

Les problèmes généraux d'approvisionnement en eau des villes ont été mis en exergue par Kallis et Coccossis (2002), parmi lesquels nous retrouvons des correspondances avec Istanbul, telles que : une diminution du volume par habitant (constatée autrefois), une augmentation de la demande, des réseaux de distribution âgés, l'émergence de mouvements sociaux pour la protection de l'environnement et la limitation des barrages.

Au regard de notre cas d'application qu'est la ville d'Istanbul et des études portant sur d'autres villes analysées par les tenants de la pénurie en tant que phénomène socialement construit, nous pouvons constater des points de similitudes. Ce constat amène à s'interroger sur un modèle général applicable à différentes villes, qui permettrait d'analyser la nature de la pénurie en eau (**Figure 10**).

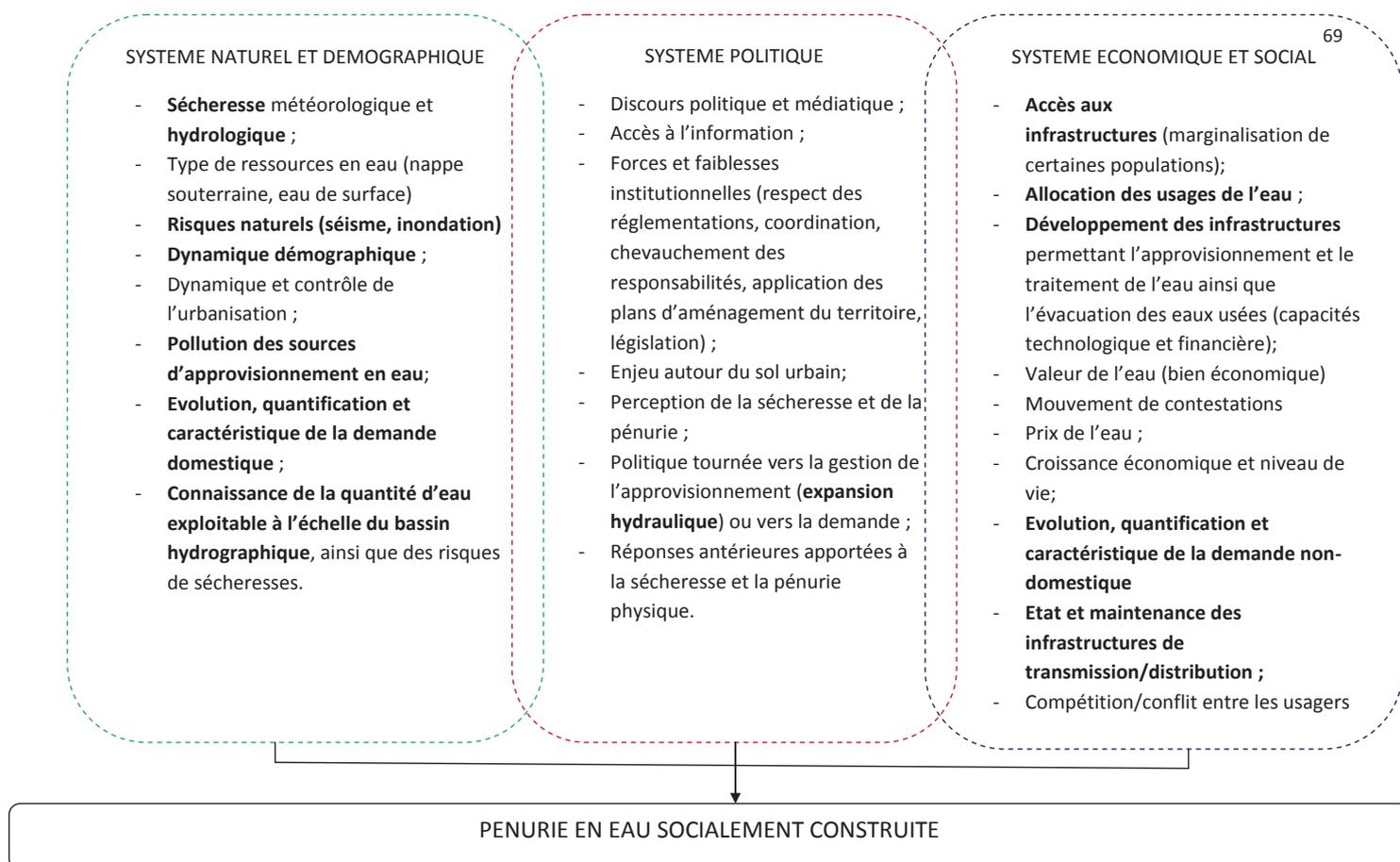


Figure 10: Cadre d'analyse général de la pénurie en eau socialement construite. (Les éléments en gras traduisent l'impact direct sur la quantité d'eau par habitant tandis que les pointillés rendent compte du caractère interdépendant des facteurs).

CONCLUSION

L'approche de la pénurie en tant que phénomène physique déterminé par l'indicateur de compétition et l'indice d'exploitation ne permet pas d'expliquer les situations de pénurie en eau à Istanbul de part leurs caractéristiques intrinsèques. De plus, bien que les auteurs de ces indices reconnaissent d'autres facteurs contribuant à renforcer une pénurie en eau, l'accroissement démographique et l'augmentation de la demande restent les points centraux de cette approche.

Dans le cas d'Istanbul, la démographie est un élément non négligeable –comptant pour près de 14 millions d'habitants- mais nous avons tenté de mettre en évidence d'autres éléments influençant la pénurie en eau, au regard de l'approche de la pénurie d'eau en tant que phénomène socialement construit.

A travers notre analyse, nous avons constaté que la situation de pénurie des années 1990 s'est traduite par une demande en eau supérieure au volume distribué, dans un contexte de croissance de la population, de ressources en eau plus limitées qu'actuellement, et d'un épisode de sécheresse. Ainsi, même si ces éléments sont significatifs dans la contribution de la pénurie, nous ne pouvons pas conclure qu'ils permettent d'expliquer entièrement la situation de pénurie en eau de 1994. En effet, 50 % de pertes étaient à déplorer à travers les réseaux de transmission et de distribution de la ville. Adapté au modèle de Turton et Ohlsson (1999), il s'agirait d'une pénurie de premier ordre résolue par une expansion des ouvrages hydrauliques.

La situation des années 2006-2007-2008 est différente dans la mesure où bien qu'elle soit caractérisée par un nouvel épisode de sécheresse ainsi que d'une diminution du niveau des réservoirs, la demande n'a pas excédé le volume disponible par habitant. Néanmoins, des pénuries de second ordre peuvent être relevées à savoir, un non respect des périmètres de protection établis autour des ressources d'approvisionnement, exacerbé par un profit politique qui autorise les constructions illégales, le tout rendant difficile l'implantation de plans d'aménagement du territoire et amenant à une pollution significative des ressources en eau.

De plus, la politique de l'expansion hydraulique et sa légitimation à travers le discours politique sont des éléments mis en exergue dans l'approche de la pénurie socialement construite, que l'on retrouve dans le cas d'Istanbul.

Finalement, **la figure 9** a mis en évidence l'interrelation des facteurs économiques, démographiques et politiques influençant la pénurie en eau à Istanbul.

Cependant, des éléments manquent à notre analyse pour pouvoir conclure de manière certaine sur le caractère socialement construit de la pénurie en eau. En effet, certaines données quantitatives provenant principalement de sources officielles (niveau des réservoirs lors les périodes de sécheresse, rupture entre la demande en eau et le volume approvisionné ainsi que l'évolution de la demande domestique) sont limitées. De manière plus contraignante, les prélèvements en eau du secteur non-domestique ne sont pas disponibles, éléments pourtant essentiels dans l'étude menée ici.

Afin d'enrichir de façon plus significative cette analyse, l'utilisation d'un indicateur holistique de pénurie en eau, tel que l'indice de pauvreté en eau applicable aux échelles locales, aurait été pertinent et utile.

GLOSSAIRE

Sécheresse météorologique : absence prolongée ou déficit marqué des précipitations. (Source : OMM/UNESCO, 2011).

Sécheresse hydrologique : Période de temps anormalement sec, suffisamment prolongée pour entraîner une pénurie d'eau caractérisée par un abaissement significatif de l'écoulement des cours d'eau, des niveaux des lacs et/ou des nappes souterraines, les amenant à des valeurs inférieures à la normale, et/ou un assèchement anormal du sol. (Source : OMM/UNESCO, 2011)

Déficit hydrique : Différence cumulée entre l'évapotranspiration potentielle et les précipitations pendant une période où ces dernières sont inférieures à la première (Source : OMM/UNESCO, 2011).

SPI : index de précipitation standardisé. Il quantifie le déficit de précipitation selon différentes échelles de temps (1, 3, 6 ou 12 mois). Il est calculé en effectuant la différence de précipitation entre la moyenne et une période particulière. Les durées les plus courtes correspondent aux sécheresses météorologiques et agricoles tandis que les plus longues correspondent à la sécheresse hydrologique. (Kemal Sönmez et al. ; 2005).

Les types de sécheresse :

- Sécheresse météorologique : déficit de précipitation pour une période donnée ;
- Sécheresse climatique : les déficits de précipitation en pourcentage par rapport aux valeurs normales ;
- Sécheresse atmosphérique : déficit en précipitation, les paramètres température, humidité et vitesse du vent sont pris en compte ;
- Sécheresse agricole : définie selon l'humidité du sol et l'état de la végétation ;
- Sécheresse hydrologique : réduction de l'écoulement, du stockage des réservoirs et lacs et une baisse du niveau des nappes ;
- Sécheresse socio-économique : lorsque la demande pour un bien économique est supérieure à l'approvisionnement en conséquence d'une diminution de celui-ci due à des conditions climatiques ;
- Sécheresse de gestion de l'eau : pénurie d'approvisionnement en eau causée par des failles dans la gestion de l'eau (Kemal Sönmez et al. ; 2005).

BIBLIOGRAPHIE

Agence Européenne de l'Environnement. 2006. *Urban sprawl in Europe: the ignored challenge*. Copenhague: Agence Européenne de l'environnement.

Agence Européenne de l'Environnement. 2009. *Water resources across Europe – confronting water scarcity and drought*. En ligne. Copenhague: Agence Européenne de l'Environnement, 55p.

Agence Européenne de l'Environnement. 2012. « Annual water availability per person (Falkenmark indicator) ». < <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/annual-water-availability-per-person>>

Agence Européenne de l'Environnement. 2012. *Towards efficient use of water resources in Europe*. Copenhague: Agence Européenne de l'environnement.

Aguilera-Klink Federico, Eduardo Pérez-Moriana et Juan Sánchez-Garcia. 2000. « The social construction of scarcity. The case of water in Tenerife (Canary Island) ». *Ecological Economics*. Vol. 34, p. 233-245.

Akkoyunlu, Attila., Ebubekir Yuksel, Ferruh Erturk and Hurrem Bayhan. « Managing of Watersheds of Istanbul (Turkey) ». In *Fifth Water Informations Summit : Regional Perspectives on Water Information Management Systems*. (Floride USA, Octobre 23-25).

Alcamo, Joseph et Thomas Henrichs. « Europe's water stress today and in the future ». *Euro wasser*. En ligne.

Alcamo, Joseph, Petra Döll, Frank Kaspar et Stefan Siebert. 1997. *Global change and global scenarios of water use and water availability: an application of water gap 1.0*.

Alexandre, Olivier. 2005. « Lorsque la pénurie fait ressource. Etude géographique de la notion de ressource. L'exemple de la politique de l'eau au Maroc ». *Géocarrefour*. Vol. 80, no 4.

Altinbilek, Dogan. 2006. « Water Management in Istanbul ». *International journal of Water Resources Development*. Vol. 22, no 2, p. 241- 253.

Appelgren, B. et W. Klohn. 1999. « Management of water scarcity : a focus on social capacities and options ». *Phys. Chem. Earth*. Vol 24, no 4, p. 361-373.

Arslan-Alaton, Idil, Gulen Iskender, Aysegul Tanik, Melike Gurel, Suleyman Ovez et Derin Orhon. 2009. « Current situation of urban wastewater treatment plants in megacity Istanbul ». *Desalination*. Vol. 246, p. 409-416.

Balik Sanli, Fusun; Bektas Balcik, Filiz ; Goksel, Cigdem. 2008. « Defining temporal spatial patterns of mega city Istanbul to see the impacts of increasing population ». *Environment monitoring assessment*. En ligne. Vol 146, p. 267-275.

Baltaci Fikriye, Aylin Kübra Onur et Tahmiscioglu. 2008. « Water quality monitoring studies of Turkey with present and probable future constraints and opportunities ». *Desalination*. Vol. 226, p 321-327.

Baris, Mehmet Emin and Aybike Ayfer Karadag. 2007. « Water Resources Management Issues in Turkey and Recommendations ». *Journal of Applied Sciences*. Vol.7, no 24, p. 3900-3908.

- Bekbolet, Miray. 2009. « Occurrence and consequences of disinfection by-products in drinking waters as related to water shortage problems in Istanbul metropolitan city ». *Risk management of water supply and sanitation systems*.
- Bekiroglu, Sultan et Ömer Eker. 2011. « Difficulties of Scaling in Forest and Water Management in Urban Areas : Social and Institutional Dimension ». *Ecological Studies*. Vol. 212
- Belçer Baykal, Bilsen, Aysegül Tanik et I. Ethem Gonenc. 2000. « Water quality in Drinking Water Reservoirs of a magacity, Istanbul ». *Environmental management*. Vol. 26, no 6, p. 607-614.
- Benedini, M. 2004. « Water Institutions in the New Era and the Outstanding Aspects of Water Problems ». *European Water*. Vol. 5, no 6, p. 13-23.
- Benton-short, Lisa et John Rennie Short. 2007. *In Cities and Nature*. S.I. : Malcom Miles University UK : John Rennie Short University of Maryland USA.
- Brown, Amber et Marthy Matlock. 2011. *A review of water scarcity indices and methodologies*. En ligne.
- Buchs, Arnaud. 2009. *Crise de l'eau et construction sociale de la pénurie : l'exemple de l'usage de l'eau à Alméria (Andalousie)*. En ligne.
- Burak, Selmin. 2008. « Overview of water management in Turkey: issues, constraints, achievements, prospect ». *Sustainable Use and Development of Watersheds*. En ligne, p151-171.
- Cakmak, Belgin, Yusuf Ucar and Turhan Akuzum. « Water resources management, problems and solutions for Turkey ». In *International Congress on river basin management*. (Antalya, Turquie).
- Carey, Richard O., George J. Hochmuth, Christopher J. Martinez, Treavor H. Boyer, Michael D. Dukes, Gurpal S. Toor et John L. Cisar. 2013. « Evaluating nutrient impacts in urban watersheds : challenges and research opportunities ». *Environmental pollution*. Vol. 173, p. 138-149.
- Cinar, Tayfun. 2009. « Privatisation of Urban Water and Sewerage Services in Turkey : Some Trends ». *Development in practice*. Vol. 19, no 3, p.354-364.
- Codet Claire. 2006. « Les acteurs de la construction du risque à Istanbul : le cas de l'union des chambres des architectes et ingénieurs de Turquie face à l'administration des eaux et canalisations d'Istanbul, dans le cadre de la protection des masses d'eau utilisées pour le captage des eaux destinées à la consommation humaine ». Rapport de stage. L'observatoire Urbain d'Istanbul.
- Çodur, Dursun Ali ; Patan, Mehmet ; Uyarogly, Nevzat ; Goktas, Orhan C ; Aydin, Deniz. 2007. « Istanbul water basin management and European Union water framework directive ». In *International congress on river basin management* (Antalya, 22-24 mars 2007). En ligne.
- Commission Européenne. 2011. *Integrated Urban Water Management and Investigation of New Water Resources*. En ligne, 131p.
- Demirci, Ali et Anya Butt. 2001. « Historical overview and current trends in Istanbul water supply development ». In *Globalization and Water resources management: the changing value of water* (University of Dundee, 6-8 Août). En ligne. < www.awra.org/proceedings/dundee01/ >
- Demirel, Hande, Elif Sertel, Sinasi Kaya et Dursun Zafer Seker. 2008. « Exploring impacts of road transportation on environment : a spatial approach ». *Desalination*. Vol. 226, p. 279-288.
- Devlet Planlama Teşkilatı. 2006. *Ninth development plan 2007-2013*. En ligne.
- Devlet Su İşleri. 2009. *Turkey Water Report, 2009*. En ligne.
- Dietz, Ton. 2010. « Climate-based risks in cities ». *Peri-urban water and sanitation services: policy, planning and method*.

Dietz, Ton. 2010. « Climate-based risks in cities ». *Peri-urban water and sanitation services: policy, planning and method*.

Dinçkal, Noyan. 2008. « Reluctant modernization : the cultural dynamics of water supply in Istanbul, 1885-1950 ». *Technology and Culture*. En ligne. Vol. 49, no 3, p 675- 700.

Direction générale de la météorologie. 2013. « Resmi İstatistikler (İl ve İlçelerimize Ait İstatistik Veriler) ». In *Meteoroloji genel müdürlüğü*. En ligne. <<http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ISTANBUL>>

Direction générale de la météorologie. 2013. « Yıllık Toplam Yağış Verileri İstanbul ». In *Meteoroloji genel müdürlüğü*. En ligne. <<http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-toplam-yagis-verileri.aspx?m=istanbul#sfB>>

Direction Générale de la Météorologie. 2013. *2012.Yili yağış değerlendirmesi*. En Ligne.

DLR. 2011. « TerraSAR-X image of the month - Urban sprawl around Istanbul ». In DLR. En ligne. <http://www.dlr.de/dlr/en/desktopdefault.aspx/tabid-10212/332_read-784/year-all/#gallery/1588>

DSİ. 2009. *Water and DSİ*. En ligne.

Duben, Alan et Sadun Emrealp. 1993. In *Urban management development*. Istanbul : international Union of local authorities.

Dubovyk, Olena. 2010. « Spatio-temporal analysis of informal settlements development. A case study of Istanbul, Turkey ». Mémoire de maîtrise en ligne.

Ducrot, R., C. Le Page, P. Bommel, et M. Kuper. 2004. « Articulating land and water dynamics with urbanization : an attempt to model natural resources management at the urban edge ». *Computers, environment and urban systems*. Vol. 28, p. 85-106.

Duranyildiz, İsmail, Mehmetçik Bayazit, Bihrat Önöz, İlhan Avcı et Beyhan Oğuz. 2000. « Optimum operation management of the Istanbul water supply system ». *Turkish journal of engineering and environmental sciences*. Vol. 24, p. 247-254.

Espace Nature Environnement.2008. *Les Bassins hydrographiques*. En ligne.

Eurostat. 2013. « Salaires minima ». <<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&plugin=0&language=fr&pcode=tps00155>>

Fabianski, Caroline. 2004. « L'eau dans une perspective de développement durable à Istanbul, la prise en charge de la pauvreté ». Etude réalisée dans le cadre d'un mémoire de maîtrise en ligne. Lyon, université lumière Lyon 2, 49p.

Falkenmark, M., Berntell, Jägerskog, Lundqvist, Matz et Tropp. 2007. *On the verge of a new water scarcity: a call for good governance and human ingenuity*. En ligne.

Falkenmark, Malin et Carl Widstrand. 1992. « Population and water resources : a delicate balance ». *Population bulletin*. Vol 47, no 3.

Falkenmark, Malin. 1989. « The massive water scarcity now threatening Africa : why isn't it being addressed ? ». *Ambio*. Vol 18, no 2, p. 112-118.

FAO Aquastat. 2008. *Turkey*. En ligne. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/turkey/index.stm>

FAO aquastat. 2012. *Disambiguation of water statistics*. En ligne.

FAO. 2013. *Faire face à la pénurie d'eau: un cadre d'action pour l'agriculture et la sécurité alimentaire*. En ligne.

FAOlex. 2004. « **Turkey**: Regulation for Water Pollution Control. ». In *FAOlex, legislative database of FAO legal office* < http://faolex.fao.org/cgi-bin/faolex.exe?rec_id=009499&database=FAOLEX&search_type=link&table=result&lang=eng&format_name=@ERALL>

François, Marie. 2006. « La pénurie d'eau en Espagne : un déficit physique ou socio-économique ? ». *Géocarrefour*. Vol. 81, no 1.

Garcier, Romain. 2010. « Du bon usage de la pénurie en eau. Pollution, pénurie et réponses institutionnelles en Lorraine, 1949-1971 ». *Géocarrefour*. Vol. 85, no 2.

Gerek ; Alp ; Züran ; Sahn ; Kilinc. 2007. « Present conditions, future potentials, drought analysis and management of reservoirs around Istanbul ». In *International congress on river basin management* (Antalya, 22-24 mars 2007).

Gleick, Peter. H. 2003. « Water use ». *Annual Rev. Environ. Resource*. Vol 28, p. 275-314.

Gürlük, Serkan et Frank A. Ward. 2009. « Integrated basin management : Water and Food policy option for Turkey. *Ecological Economics*. Vol. 68, p.2666-2678.

Gurel, Melike, Ali Erturk, Dursun Z. Seker, Aysegul Tanik, Alpaslan Ekdal, Cigdem Avsar et Izzet Ozturk. 2011. « Estimation of monthly diffuse nutrient loads for a watershed in Turkey ». *Water and environment journal*. Vol. 25, p. 219-229.

Guyer, Gokce Tezcanli, and Esra Genç Ilhan. 2011. « Assessment of pollution profile in Buyukcekmece watershed, Turkey ». *Environmental monitoring and assessment*. Vol. 173, p. 211-220.

Harmancioglu, Nilgun B, Kurt Fedra et Filiz Barbaros. 2008.« Analysis for sustainability in management of water scarce basins : the case of Gediz River Basin in Turkey ». *Desalination*. Vol, 226, p. 175-182.

Haughton, Graham. 1998. « Private Profits. Public Drought : The Creatotion of a Crisis in Water Management for West Yorkshire ». *Transactions of the Institute of British Geographers*. Vol. 23, no 4, p. 419-433.

Honegger Rivière, Anne et Bravard, Paul. 2005. « la pénurie d'eau, donnée naturelle ou sociale ? ». *Géocarrefour*. Vol 80, no 4.

IBB. S.d. « Characteristics of the study area » In Development of a GIS based decision support system. <<http://www.ibb.gov.tr/sites/airqualistanbul/documents/eng/istanbul.htm>>

International Water Management Institute. *Mapping Drought Patterns and Impacts : A Global Perspective*.

Ioris, A.R. Antonio. 2012. « The geography of multiple scarcities : Urban developement and water problems in Lima, Perou ». *Geoforum*. Vol. 43, p. 612-622;

İSKİ. 2006. « Water sales tariffs ». In İSKİ. <<http://web.archive.org/web/20070710194458/http://www.iski.gov.tr/en-US/arasayfalar.php?susatistarifeleri>>

İSKİ. 2007. *The adventure of water*.

İSKİ. 2011. *Stratejik plan 2011- 2015*.

İSKİ. s.d. Büyükçekmece, İçmesuyu, Aritma, Tesisleri.

- Kaika , Maria. 2003. « Constructing Scarcity and Sensationalising Water Politics : 170 Days That Shook Athens ». *Antipode*.
- Kallis, G. et H. Coccossis. 2002. « Water for the city : Lessons from tendencies and critical issues in five advanced metropolitan areas ». *Built Environnement*.
- Kallis, Giorgos. 2010. « Coevolution in water resource development . The vicious *cycle* of water supply and demand in Athens, Greece ». *Ecological Economics*. Vol. 69, p. 796-809.
- Karavitis, Christos A. 1998. « Drought and Urban water supplies : the case of metropolitan Athens. *Water Policy*. P. 505-524.
- Kauffer, Edith. 2006. « Le Mexique et l'eau : de la disponibilité naturelle aux différents types de rareté ». *Géocarrefour*. Vol. 81, no 1
- Kaya, S ; et Curran, P.J. 2006. « Monitoring urban growth on the European side of the Istanbul metropolitan area: a case study ». *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. En ligne. 2 mai 2005, p 18-25.
- Kemal Sönmez, F., Ali Ümran Kömüscü, Ayhan Erkan et Ertan Turgu. 2005. « An analysis of spatial and temporal dimension of drought vulnerability in Turkey using the Standardized Precipitation Index ». *Natural Hazards*. Vol. 35, p. 243-264.
- Kibaroglu, Aysegul et Argun Baskan. 2011. « Turkey's Water Policy Framework ». *Turkey's Water Policy*.
- Kocaoğlu, Aziz. 2007. « Water shortage emerging in Izmir ». *Today's zaman*. Aout 2007
- Kuban, Doğan. 2010. « The Gecekondü or the undeclared war against urban image ». In *Istanbul and urban history-Byzantian Constantinopolis Istanbul* p. 524-528.
- Kucukmehmetoglu, Mehmet; Geymen, Abdurrahman. 2009. « Urban sprawl factors in the surface water resource basins of Istanbul ». *Land Use Policy*. En ligne. 7 Août 2008.
- Kummu, Matti, Phililp J Ward, Hans de Moel et Olli Varis. 2010. « Is physical water scarcity a new phenomenon ? Global assessment of water shortage over the last two millennia ». *Environ. Res. Lett.* Vol.5.
- La Banque Mondiale. 1991. *An Institutional note Istanbul water and sewerage administration (ISKI)*. Rédigé par : Ayse Kudat. En ligne . Washington DC : la Banque Mondiale.
- La Banque Mondiale. 1998. *Istanbul Water Supply and Sewerage project*. En ligne.
- La Banque Mondiale. 2013. « RNB par habitant en dollars PPA ». <http://www.google.fr/publicdata/explore?ds=d5bncppjof8f9_&met_y=ny_gnp_pcap_pp_cd&hl=fr&dl=fr&idim=country:TUR:IRN:GRC#!ctype=l&strail=false&bcs=d&nselm=h&met_y=ny_gnp_pcap_pp_cd&scale_y=lin&ind_y=false&rdim=region&idim=country:TUR:IRN:GRC:BEL&ifdim=region&hl=fr&dl=fr&ind=false>
- Lelandais, Erdi Gülçin. 2009. « Quartiers de contestation... quartiers d'exclusion ». *Cultures & Conflits*. En ligne. No 76.
- Loftus, Alex. 2009. « Rethinking Political Ecologies of Water ». *Third World Quarterly*. Vol. 30, no 5, p. 953-968.
- Lundqvist, Jan, Cecilia Tortajada, Olli Varis et Asit Biswas. 2005. « Water Management in Megacities ». *Ambio*. Vol. 34, no 3, p. 267-268;
- Margat, Jean. 2005. « Quels indicateurs pertinents de la pénurie d'eau ? ». *Géocarrefour*. Vol 8, no 4.

- Margat, Jean. 2008. *L'eau des Méditerranéens : Situation et perspectives*. 287 p. s.l. PNUE. Plan d'action pour la méditerranée. Plan Bleu.
- Martin-Carrasco, Francisco J et Luis Garrote. 2007. « Drought-induced water scarcity in water resources systems ». *Extreme Hydrological Events : New Concepts for Security*. P. 301-311.
- Mehta, Lyla. 2001. « The manufacture of popular perceptions of scarcity: dams and water-related narratives in Gujarat, India ». *World Development*. Vol 29, no 12, p. 2025-2041.
- Mehta, Lyla. 2003. « Contexts and Constructions of Water Scarcity ». *Economic and Political Weekly*. Vol. 38, no 48, p. 5066-5072.
- Mehta, Lyla. 2007. « Whose scarcity ? Whose property ? The case of water in western India ». *Land Use Policy*. Vol. 24, p. 654-663.
- Molle, François. 2006. *Why enough is never enough: the societal determinants of river basin 'overbuilding'*: *World Water Week* (Stockholm, août 2006). En ligne.
- Noemdoe, S, L. Jonker and L. A. Swatuk. 2006. « Perceptions of water scarcity : The case of Genadendal and outstation ». *Physics and Chemistry of the Earth*. P. 771-778.
- OCDE. 2003. « Glossary of statistical terms ». In *OECD: better policies for better lives*. En ligne. <<http://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=2819>>
- OCDE. 2008. *OECD territorial Reviews: Istanbul, Turkey*. En ligne.
- Ohlsson, Leif. 2000. « The Turning of screw ». *Slockholm water front*. No 1, p. 10-11.
- Ohlsson, Leif. 2000. « The Turning of screw ». *Slockholm water front*. No 1, p. 10-11.
- Olsen, Wendy K. 1987. « Man made 'Drought' in Rayalaseema ». *Economic and Political Weekly*. Vol. 22, no 11, p. 111-113.
- Önöz, Bihrat et Beyhan Oğuz. 1996. « the water supply system of Istanbul and drought analysis ». *Teknik Dergi*. Vol 96, p. 343-346.
- ONU Eau ; UNESCO. 2012. *The United Nations World Water Development 4: Facing the challenges*. En ligne. Paris: UNESCO, 98p.
- ONU Habitat. 2012. *State of the World's Cities Report 2012/2013: Prosperity of Cities*. Kenya: ONU Habitat.
- ONU population. 2007. *Urban agglomerations 2007*. En ligne.
- Organisation Météorologique Mondiale. 2011. *Meteoterm*. En ligne.
- ORSAM. 2013. *ORSAM: Water Research Program*. En ligne. <<http://www.orsam.org.tr/en/WaterResources/homepage.aspx>>
- Ozus, Evren, Sevkiye Sence Turk et Vedia Dokmeci. 2011. « Urban Restructuring of Istanbul ». *European Planning Studies*. Vol 19, no 2.
- Pérouse, Jean-François. 1998. « Istanbul, Métropole Eurasienne en effervescence ». *Techniques, Territoires et Sociétés*. No 35, p. 83-91.
- Pérouse, Jean-François. 1999. « Gouverner Istanbul aujourd'hui ». *Rives méditerranéennes*. Vol. 2.

Pérouse, Jean-François. 2012. « Istanbul, du seuil de la félicité brisé à la mégapole internationale ». *Confluence méditerranée*. Vol 4, p 11-18.

Pérouse, J-François. 2009. *La question de l'eau à Istanbul*. IFEA, Istanbul : 2009.

PNUD. 2006. *Beyond scarcity : power, poverty and the global water crisis*. In *Human Development Report 2006*. 422 p. s.l. : Bruce Ross-Larson, Meta de coquereumont et christopher Trott.

PNUE/ GRID- Arendal. 2005. « Water poverty index by country » <http://www.grida.no/graphicslib/detail/water-poverty-index-by-country-in-2002_d6db>

Poyraz, Mustafa, Loïc Gandais et Şükrü Aslan. 2010. In *Les quartiers populaires et la ville. Les varoş d'Istanbul et les banlieues parisiennes*. 273 p., Collection Logique Sociale, l'Harmattan Paris.

Ratnayaka, Don D., Malcom J. Brandt et K. Michael Johnson. 2009. « The demand for public water supplies ». In *Water supply*. P. 1-35.

Rees, Judith. 1982. « Profligacy and Scarcity : an Analysis of Water Management in Australia ». *Geoforum*. Vol. 13, p. 289-300.

République de Turquie. 1999. *National Environmental Action Plan of Turkey*. En ligne.

Rijsberman, Franck R. 2006. « Water scarcity : Fact or fiction ». *Agricultural Water Management*. Vol. 80, p. 5-22.

Rossi, G., V. Nicolosi et A. Cancelliere. 2008. « Strategic Water Shortage Preparedness Plan for Complex Water Supply ». *European Water*. Vol. 23, no 24, p. 23-28.

Saatci, Ahmet Mete. 2013. « Solving Water Problems of a Metropolis ». *Journal of Water Resource and protection*. Vol. 5, p.7-10.

Samsunlu, A. 2008. « Wastewater Management in Istanbul ». *Integration of Information for Environmental Security*. P. 439- 452.

Savenije, H.H.G. 1999. « Water scarcity indicators ; the deception of the numbers ». *Physics and chemistry of the earth*. Vol. 25, no. 3, p. 199-204.

Schmitt, Peter. 2013. « Managing Urban Change in five European Urban Agglomerations : Key Policy Documents and Institutional Frameworks ». In *Resilience Thinking in Urban Planning*.

Sence Turk, Sevkiye et Willem K. Korthals Altes. 2010. « Institutional capacities in the land development for housing on greenfield sites in Istanbul ». *Habitat International*. Vol. 34, p. 183-195.

Sence Turk, Sevkiye et Willem K. Korthals Altes. 2010. « Institutional capacities in the land development for housing on greenfield sites in Istanbul ». *Habitat International*. Vol. 34, p. 183-195.

Shaikh, Farida. 2003. *Squatters, bureaucrats, and politicians conflict between environment and development in omerli watershed, Istanbul*. En ligne.

Steele, James ; Shafik, Rania. 2010. « Tensions and transformations in the master planning process of Istanbul ». In *Urban transformation: controversies, contrasts and challenges: 14th IPHS conference*. (Istanbul, 12-15 juillet 2010). En ligne.

Sullivan, Caroline et Jeremy Meigh. 2006. « Application of the Water Poverty Index at different scales: a cautionary tale ». *Water international*. Vol. 31, no. 3, p. 412-426.

Swyngedouw, Erik, Maria Kaïka et Esteban Castro. 2002. « Urban water : a political-ecology perspective ». *Built environment*. Vol. 28, no. 2.

Taner, Mehmet Ümit, Beyza Üstün et Ayşen Erdinçler. 2010. « A simple tool for the assessment of water quality in polluted lagoon systems : a case study for Küçükçekmece Lagoon, Turkey ». *Ecological Indicators*. Article en presse.

Tekeli, I., M. Guvenç, Z. Merey Enlil, H. Captan, C. Arkon. 2009. *A Turkish Triangle / Ankara, Istanbul and Izmir at the gates of Europe*.

Terzi, Fathi et Bolen Fulin. 2009. « Urban Sprawl Measurement of Istanbul ». *European Planning Studies*. Vol 17, no 10.

Terzi, Fatih et Fulin Bölen. 2011. « The Potentiel Effectif Strategies on Urban Sprawl in Istanbul ». *Urban studies*. Vol,49.

Tigrek, Sahnaz et Aysegul Kibaroglu. 2011. « Strategic role of water resources for Turkey ». In *Turkey's Water policy*. P. 27-42. S.l: A. Kibaroglu et al.

Turkstat. 2010, 2012, 2013. *Turkish Statistical Institute*. En ligne. < <http://www.turkstat.gov.tr/Start.do> >

Turton ,A. R.et L. Ohlsson. 1999. *Water scarcity and social stability : Towards a deeper understanding of the key concepts needed to manage water scarcity in developing countries*. En ligne.

Uyguner, Ceyda Senem. 2009. «Vulnerability of the drinking water supplies of Istanbul metropolitan city: current status and future prospects ». *Risk Management of Water Supply and Sanitation Systems*.

Uzun, Bayram, Mehmet Çete et H. Mustapha Palancıoğlu. 2010. «Legalizing and upgrading settlements in Turkey ». *Habitat International*. Vol. 34, p. 204-209.

Van der Bruggen, Bart, Karolien Borghraef et Chris Vinkier. 2010.« Causes of Water Supply Problems in Urbanised Regions in Developing Countries ». *Water Resour Manag*. Vol. 24, p. 1885-1902.

Van der Vyver, Charles et Dawid B. Jordaan. 2011. « Water poverty mapping and its role in assisting water management ». *IBIMA Publishing*. Vol 2011, 13p.

Wolfe, Sarah et David B. Brooks. 2003. « Water scarcity : An alternative view and its implications for policy and capacity building ». *Normal Resources Forum*. Vol. 27, 99-107.

World Business Council for Sustainable Development. 2006. *Water : Facts and trends*. En ligne, 13p.

Yegen; Önoz. 2008. « Management of water supply systems of metropolises: Istanbul example ». *Integration of Information for Environmental Security*. En ligne, p 473-484

Yérasimos, Stéphane. 1997. « Isatanbul, Métropole inconnue ». *Cahier d'Etudes sur la Méditerranée Orientale et le monde Turco-Iranien*. Vol, 24.

Yerasimos, Stéphane. 2001. « Istanbul : approche géopolitique d'une mégapole ». *Herodote*. En ligne. No 103.

Yuksel, Ebubekir, Veysel Eroglu, Hasan Z. Sarikaya et Ismail Koyuncu. 2004. « Current and Future Strategies for Water and Wastewater Management of Istanbul City ». *Environmental Management*. Vol. 33, p 186-195.

Articles de presse :

« Güler: no water shortage in Istanbul ». Today's zaman. Mai 2007

« Istanbul faces risk of water shortage, mayor ». Today's zaman. Juillet 2008

« Istanbul water problem ». Today's zaman. Aout 2007.

« Istanbul water reservoirs alarmingly low ». Today's zaman. Juillet 2008.
 « Turkey faces looming water shortage ». Today's zaman. Février 2007

« Water cut in parts of Istanbul today ». Today's zaman. Aout 2008.
 « Water in Istanbul dams at alarming levels ». Today's zaman. Mai 2007

Demir, Gul et Niki Gamm. 2007. « Underground water, cisterns and drought in Istanbul ». Turkish daily news. Juillet.

Genç, Derviş. 2013. « Istanbul faces water shortage in coming years ». Today's zaman. Avril

Bibliographie utilisée dans le cadre de la mission de stage:

Alparslan, Erhan, H. Gonca Coskun, and Ugur Alganci. 2010. « An investigation on water quality of Darlik dam drinking water using satellite images ». *The scientific world journal*. Vol. 10, p. 1293-1306.

Atmis, Erdogan, Sezgin Özden, and Wietze Lise. 2007. « Urbanization pressures on the natural forests in Turkey : an overview ». *Urban forestry and urban greening*. Vol. 6, p. 83-92.

Balik Sanli, Fusun, Filiz Bektas Balcik, and Cigdem Goksel. 2008. « Defining temporal spatial patterns of mega city Istanbul to see the impacts of increasing population ». *Environmental monitoring and assessment*. Vol. 146, p. 267-275.

Coskun, Gonca H, Ugur Alganci and Gokce Usta. 2008. *Analysis of land use change and urbanization in the Kucukcekmece water basin (Istanbul, Turkey) with temporal satellite data using remote sensing and GIS* . < <http://www.mdpi.com/1424-8220/8/11/7213>>

Coskun, Gonca.H, and Erhan Alparslan. 2009. « Environmental modelling of Omerli catchment area of Istanbul, Turkey using remote sensing and GIS techniques ». *Environmental monitoring and assessment*. Vol. 153, p. 323-332.

Coskun, Gonca.H, Aysegul Tanik, Ugur Alganci, and H. Kerem Cigizoglu. « Determination of environmental quality of a drinking water reservoir by remote sensing, GIS and regression analysis ». *Water, air and soil pollution*. Vol. 194, p. 275-285.

Coskun, Gonca.H, Ozlem Gulergun, and Levent Yilmaz. 2006. « Monitoring of protected bands of Terkos drinking water reservoir of metropolitan Istanbul near the Black sea coast using satellite data ». *International journal of applied earth observation and geoinformation*. Vol. 8, p. 49-60.

Demirci, Ali, Michael Andrew McAdams, Omar Alagha, and Mehmet Karakuyu. 2006. *The relationship between land use change and water quality in Küçükçekmece lake watershed*. < http://dis.fatih.edu.tr/store/docs/demirci_lanusechaws9gorHdC.pdf>

Demirel, Hande, Elif Sertel, Sinasi Kaya, and Dursun Zafer Seker. 2008. « Exploring impacts of road transportation on environment : a spatial approach ». *Desalination*. Vol. 226, p. 279-288.

Geymen, A. 2011. « Impacts of Bosphorus bridges on the Istanbul metropolitan settlement areas ». *Land degradation and development*.

Geymen, A. 2011. « Impacts of Bosphorus bridges on the Istanbul metropolitan settlement areas ». *Land degradation and development*.

Ikiel, Cercis, Beyza Ustaoglu, Ayse Atalay Dutucu, and Derya Evrim Kilic. 2013. « Remote sensing and GIS-based integrated analysis of land cover change in Duzce plain and its surroundings (north western Turkey) ». *Environmental monitoring and assessment*. Vol. 185, p. 1699-1709.

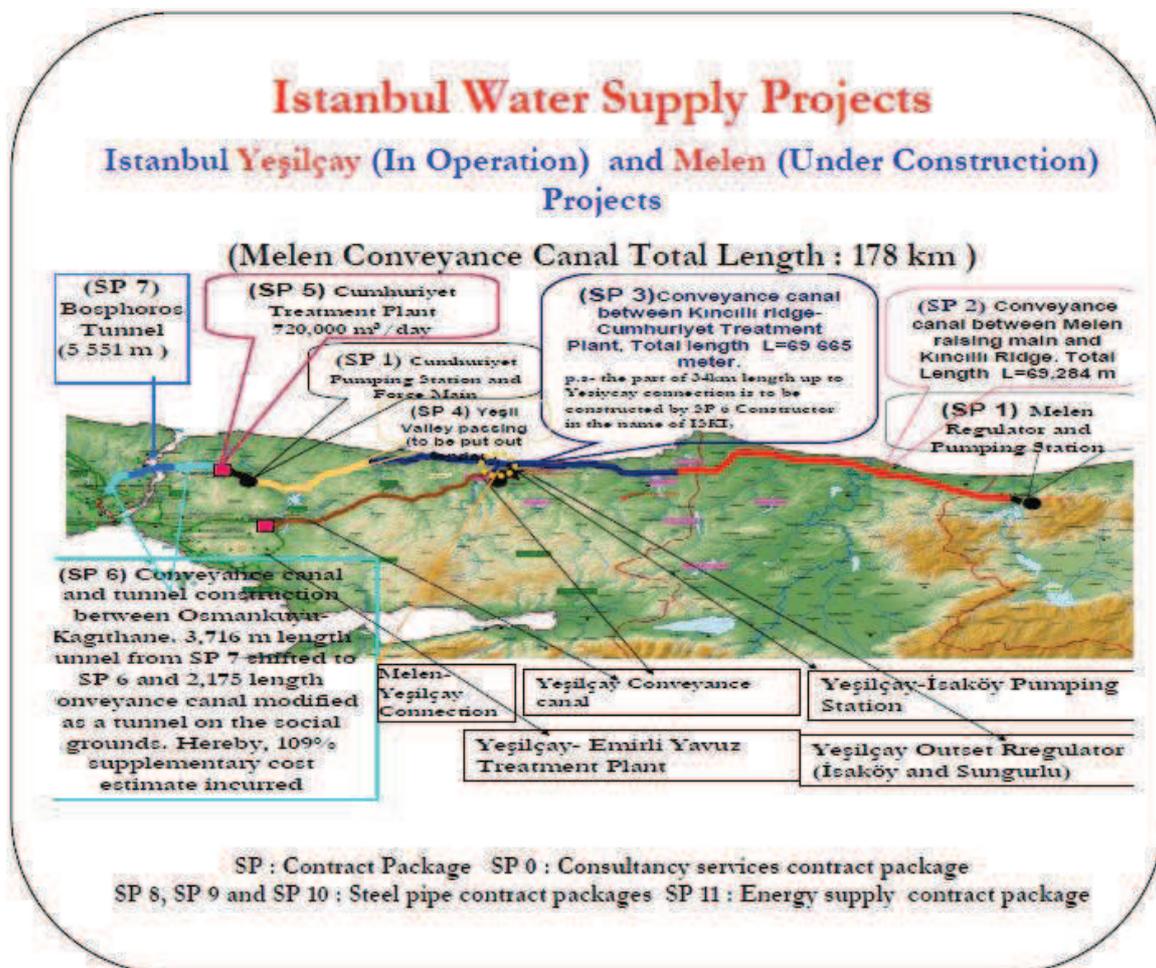
Maktav, Derya, and Filiz Sunar. 2010. « Remote sensing of urban land use change in developing countries: an example from Büyükçekmece, Istanbul, Turkey ». *Remote sensing and digital image processing*. Vol. 10.

Musaoglu, Nebiye, Aysegul Tanik, and Verda Kocabas. 2005. « Identification of land-cover changes through image processing and associated impacts on water reservoir conditions ». *Environmental management*. Vol. 35, No 2, p. 220-230.

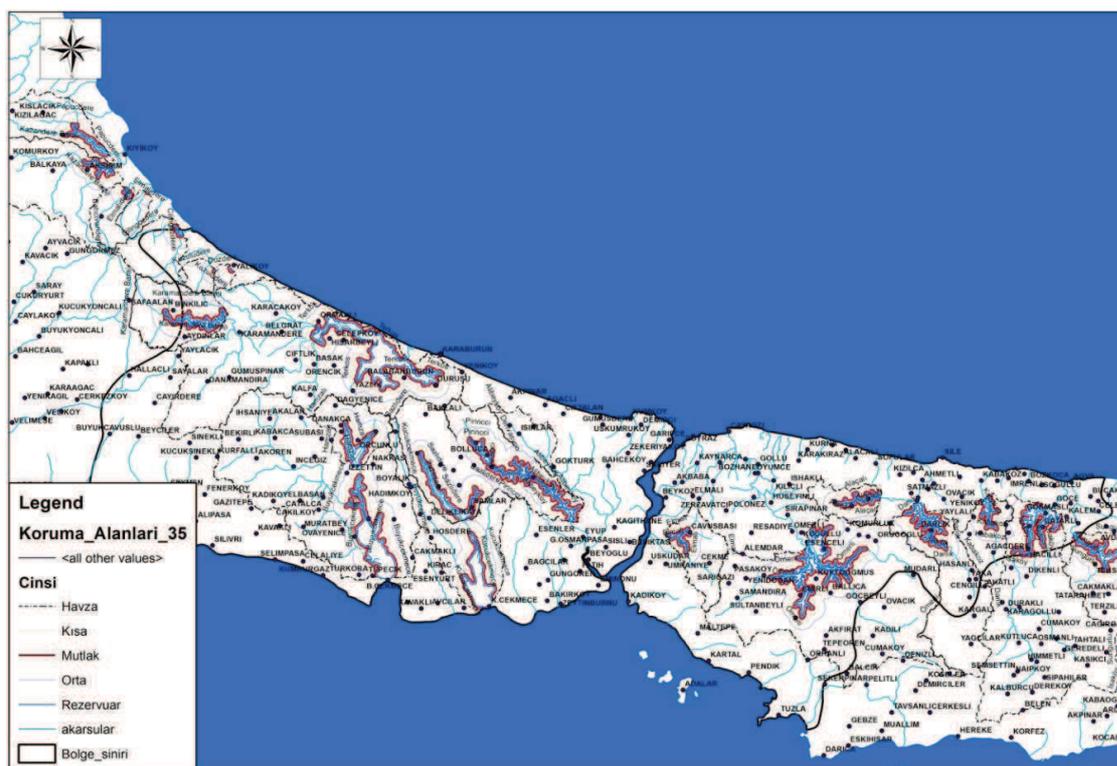
Sivrikaya, Fatih, Günay Cakir, and Abdullah Emin Akay. 2011. « Factors of land use/cover change : a case study from Turkey ». *Scientific research and essays*. Vol. 6, p. 3684-3696.

Ümit Taner, Mehmet, Beyza Üstün, Aysen Erdinçler. 2010. « A simple tool for the assessment of water quality in polluted lagoon systems : a case study for Küçükçekmece lagoon, Turkey ». *Ecological indicators*.

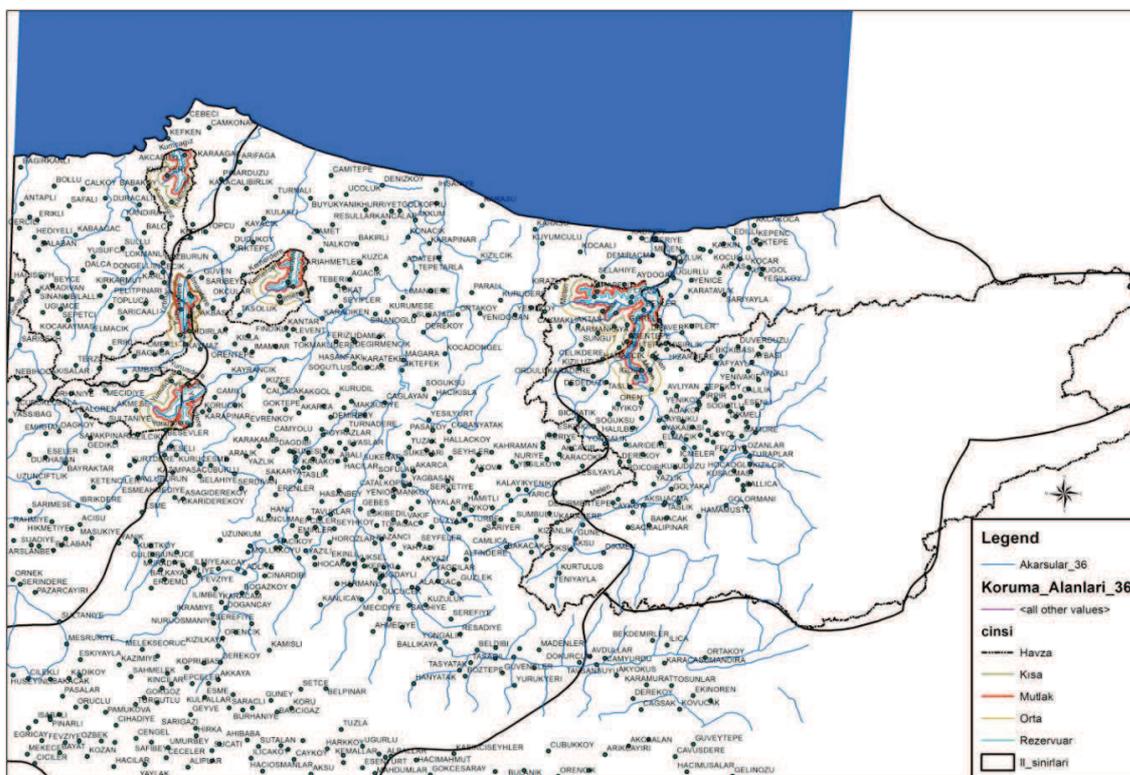
ANNEXES



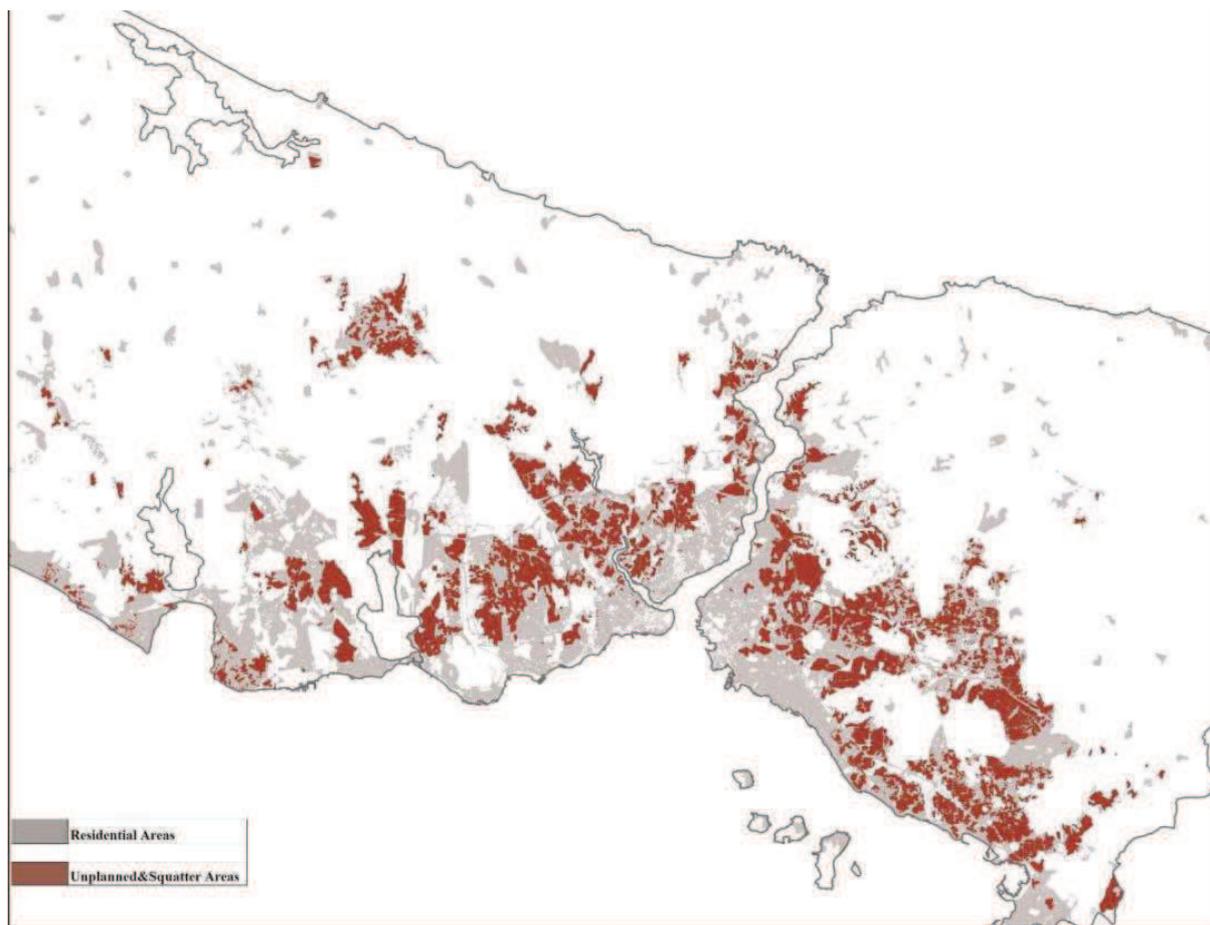
Annexe 1 : Istanbul Water Supply Projects (Source : DSİ, 2009).



Annexe 2 : périmètres de protection autour des barrages-réservoirs d'Istanbul (Source : DSİ, 2006).
Carte obtenue auprès de DSİ lors du stage effectué à Istanbul entre Février et Mai 2013.

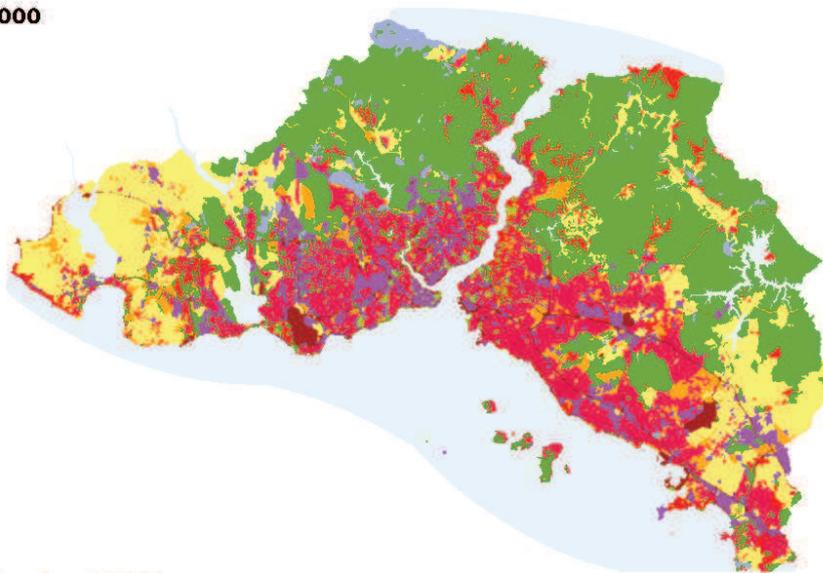


Annexe 3 : périmètres de protection autour des barrages-réservoirs d'Istanbul (Source : DSİ, 2006).
Carte obtenue auprès de DSİ lors du stage effectué à Istanbul entre Février et Mai 2013.

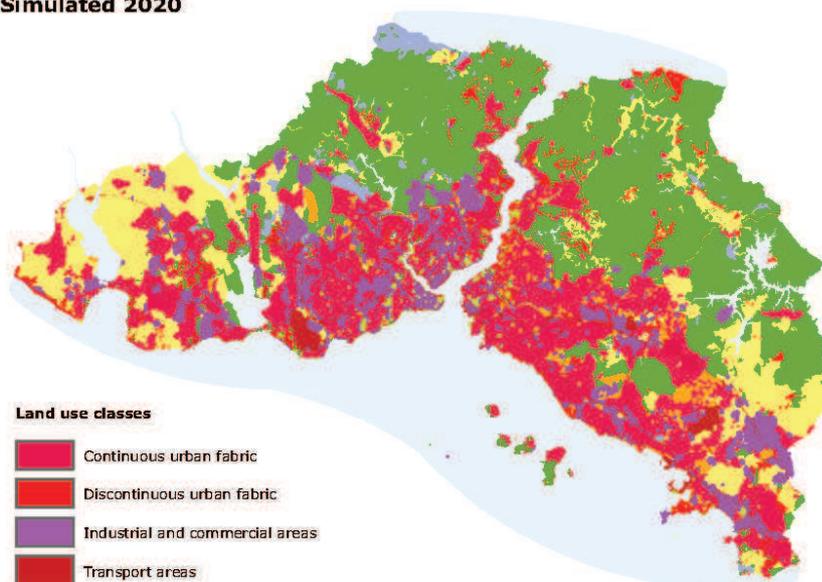


Annexe 4: Résidentiel and unplanned and squatter areas. (Source: Istanbul Metropolitan Planning Office (2009) dans Ozus et al., 2011)

2000



Simulated 2020

**Land use classes**

	Continuous urban fabric
	Discontinuous urban fabric
	Industrial and commercial areas
	Transport areas
	Green urban areas
	Agricultural areas
	Natural areas
	Other land uses
	Mineral extraction sites
	Water

Annexe 5. Istanbul 2000 and 2020 (Source : MOLAND et Kasanko et al., 2006 dans AEE, 2006).



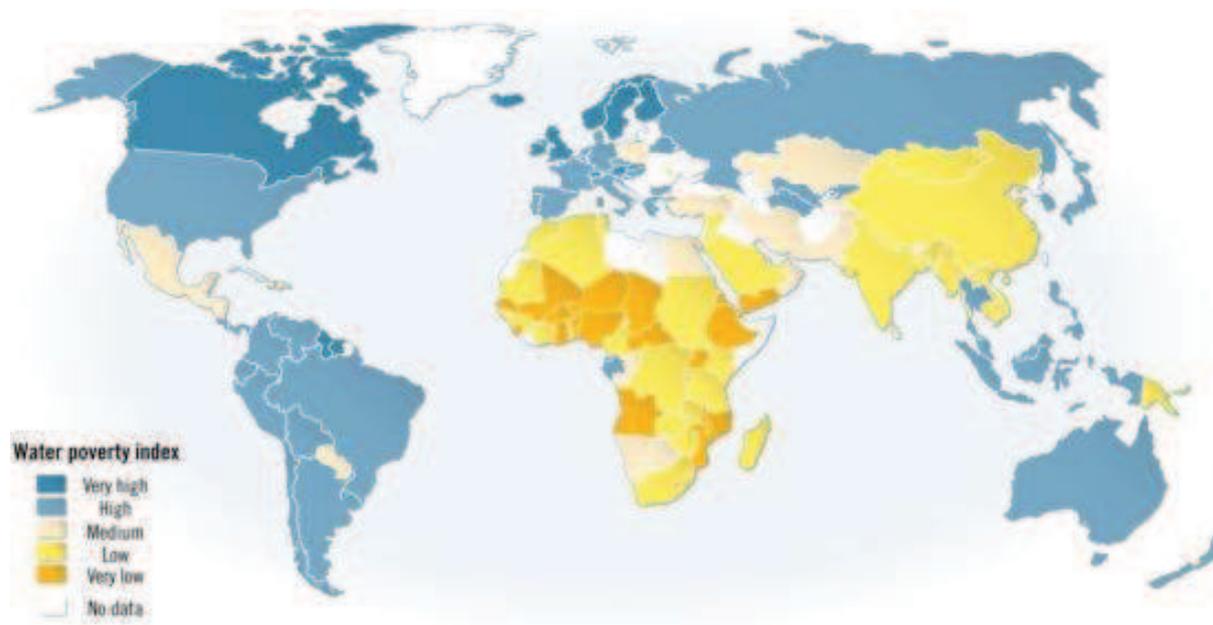
Annexe 6 : Village Ahmediye Köy localisé dans le périmètre de protection immédiat du réservoir Büyükçekmece (source : photo personnelle prise en mai 2013).



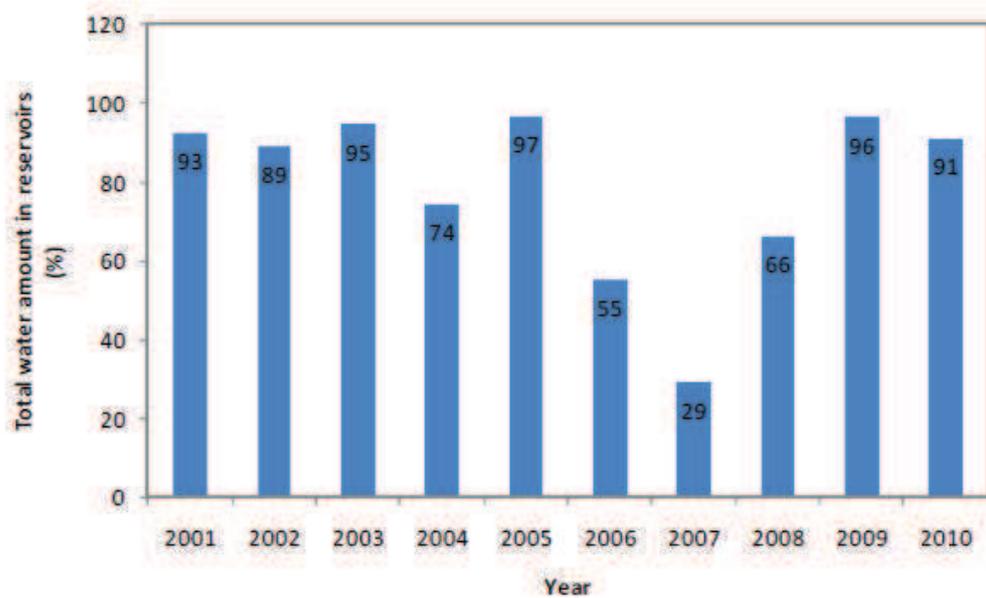
Annexe 7 : Plaque de rue du village Ahmediye Köy, témoignant du caractère légal de ce village pourtant situé dans le périmètre de protection immédiat du réservoir Büyükçekmece (Source : photo personnelle prise en mai 2013).



Annexe 8 : Trans European Motorway, traversant le réservoir de Büyükçekmece (Source : photo personnelle prise en mai 2013).



Annexe 9 : Water poverty index by country in 2002 (Source : PNUEet GRID-Arendal, 2005).



Annexe10: Water amount of Istanbul water reservoirs (with Melen- Yesilçay regulators from 2007) (2001-2010) (Source: CE, 2011).

FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX

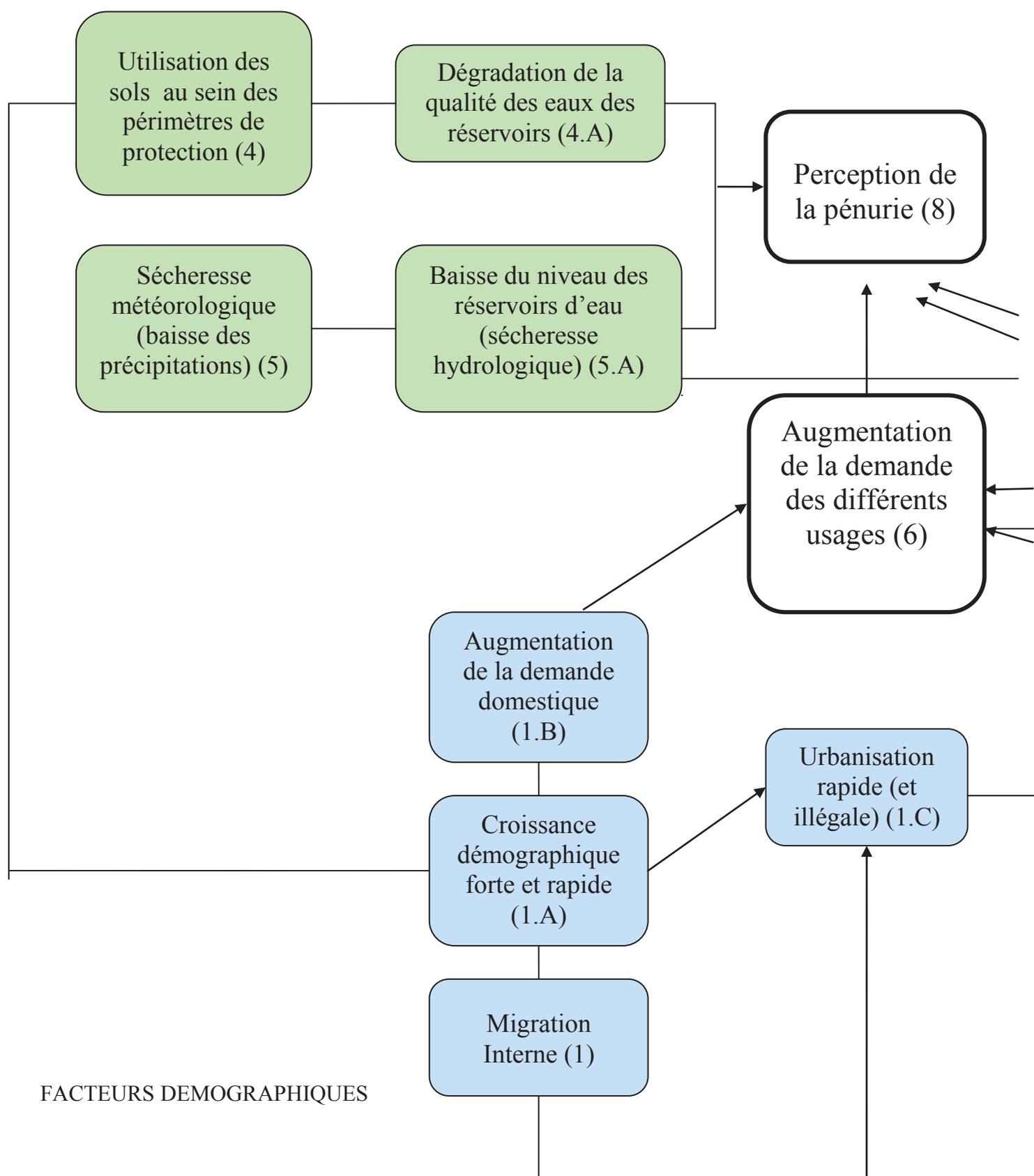


FIGURE 9: INTERRELATION DES FACTEURS D'INFLUENCE

FACTEURS ECONOMIQUES

