

3.9 ハウズ平野における地下水シミュレーションとゾーニング

3.9.1 ハウズ平野における地下水シミュレーション

(1) 基礎シミュレーションに用いたシナリオ

ハウズ平野において将来的に利用可能な水資源量を推定するために地下水シミュレーションを行った。シミュレーションの実施にあたっては以下の二通りのシナリオを設定した。

現状継続シナリオ： 検討の基礎となるシナリオとして、現状での水利用が継続し、対応策が取られない状態を設定する。（上水については需要予測の中に漏水軽減等の対策考慮）

最大需要シナリオ： 危機的な状況として、各セクターが必要な水を 100%使うケースを設定する。（上水については需要予測の中に漏水軽減等の対策考慮）

各シナリオにおいて設定した詳細な条件は以下のとおりである。

現状継続シナリオでは、現状での地下水揚水および地下水涵養の状況が 2020/21 年まで継続するものとして、以下の条件を設定する。

- GH 灌漑区では、現状水準の水需要（灌漑面積および灌漑充足度）が継続する。
- PMH 灌漑区では、毎年 2%の地下水揚水量の増加が継続する。
- 灌漑農地では、現在の灌漑方法が継続するものとし、現在と同水準の蒸発ロスを見込む（1993~2004 期間の検討から、蒸発量を灌漑水量の 15%と設定する詳細はサポーティングレポート G-1.2 参照）。
- ゴルフ場の水需要は、開発計画に従い増加する。
- 地表水の利用可能量は、過去 35 年の平均値が維持される。
- 降雨は、過去 35 年の平均値を想定する。
- 洪水時の河床からの浸透率は、1993~2004 年の推定値が継続する。

これに対して最大需要シナリオでは、農業セクターにおける水需要の増加の与える影響が検討される。設定条件は、以下の点以外は現状継続シナリオと同条件を適用する。

- GH 灌漑区における灌漑水需要は、灌漑区の農地 100%が灌漑され、かつ作物における灌漑充足度 100%（作物の水欠乏（現状 18%）が解消する）として推定する。
- PMH 灌漑区においては、作物における灌漑充足度 100%（作物の水欠乏（現状 20%）が解消する）として推定する。

各シナリオにおける設定条件の詳細

	現状継続シナリオ	最大需要シナリオ
灌漑面積		
GH	40,514 ha	46,883 ha
PMH	135,190 ha (2006/07 年) 162,863 ha (2020/21 年)	135,190 ha (2006/07 年) 162,863 ha (2020/21 年)
点滴灌漑導入面積		
GH		
N'Fis 右岸地区	-	-
その他灌漑区	-	-
PMH	0 ha	0 ha
作物の水欠乏条件	20%	0%
PMH 灌漑区における地下水灌漑の拡大率	2%	2%
地表水の利用可能量(百万 m ³ /年)	501 (2007/08 年まで) 518 (2009/10 年まで) 522 (2020/21 年まで)	501 (2007/08 年まで) 518 (2009/10 年まで) 522 (2020/21 年まで)
ゴルフ場における水需要	2015 年より最大 15 箇所まで (19.7 百万 m ³ /年)	2015 年より最大 15 箇所まで (19.7 百万 m ³ /年)
流域平均降雨	282 mm/年	282 mm/年
洪水時の河床浸透率	約 25%、降水状況により変動	約 25%、降水状況により変動

(2) シナリオ評価のための指標の設定

シミュレーション結果およびシナリオで導入した対策の効果を評価するため、利用可能な地下水資源に関連する指標および経済的インパクトに関連する指標を設定し、目標年（2020/21 農業年末）での評価を行う。

地下水資源の利用可能量の変化を評価するため、以下の 3 つの指標を採用する。

- 平均井戸深（ABHT の最新のインベントリ調査によれば約 50 m）よりも地下水深が大きい範囲の変化量（グロス）[以降 “Change50” 地域と称する]：この地域では、50%の井戸が取水困難となり、これらの井戸では井戸の掘り替えが必要となる。
- 2006 年から 2021 年の地下水総収支および 2006 年と 2021 年の地下水単年度収支：マイナスの収支は帯水層の貯留分からの揚水がなされたことを意味する。
- 平均地下水深：構築した地下水シミュレーションモデルの計算結果では、平均地下水深は 41.4 m である。このパラメータの変化により地下水の貯留量の変化を概観することが出来る。（経済インパクトと共通指標）

各シナリオにおける経済的インパクトを評価するため、以下の 4 つの指標を採用する。

- 平均地下水深：平均地下水深は地下水資源の利用可能量と同時に地下水の経済性を示す指標として位置づけられる。地下水面の深さの変化は、地下水の揚水に掛かるコストに影響する。
- “Change50” 地域：この地域では、50%の井戸が取水困難となり、これらの井戸では井戸の掘り替えが必要となる。
- 2021 年までに枯渇する井戸の本数：地下水が枯渇する範囲で 100%の井戸が、また Change50 地域で 50%の井戸が枯渇すると仮定して推定する。現在の地下水の灌漑利用を維持するためには、全ての井戸は掘り替えが必要となる。
- 失業者数：帯水層の枯渇により放棄される農地における離農者数。

(3) シミュレーション結果の概要

検討したシナリオについて地下水位図は図 3.9.1 と 3.10.2 に示した。そのシミュレーション結果の総括として各指標を以下に示す。

シミュレーション結果の総括 (2006/07 ~ 2020/21)

		現状維持 シナリオ	最大需要 シナリオ	
地下水に係る指標	“Change50”地域 (ha)	29,000	97,000	
	地下水収支 (百万 m ³)	全期間	-1,310	-3,440
		2006/07	-39	-126
		2020/21	-121	-263
平均地下水深: 現状 41.4m (経済インパクト 百万 dh)		41.4 (3,757)	48.4 (7,605)	
経済に係る指標	帯水層枯渇範囲 (ha) (経済インパクト 百万 dh)		9,100 (448)	44,000 (2,166)
	枯渇する井戸の本数 (経済インパクト 百万 dh)		1,805 (253)	6,883 (964)
	失業者数		4,306	20,821

各検討シナリオにおいて、ハウズ平野の広い範囲で帯水層の枯渇が予想され、そのほとんどは、N’Fis GH 灌漑区の北部に位置する PMH 灌漑区に分布している。最大需要シナリオでは、帯水層の枯渇範囲はこの灌漑区からさらに東に広がり、マラケシュ市やマラケシュ上水道の水源井戸である Issil 井戸群にまで達する。

3.9.2 地域別地下水管理の特性と対応策

(1) 地下水管理におけるゾーニングの必要性

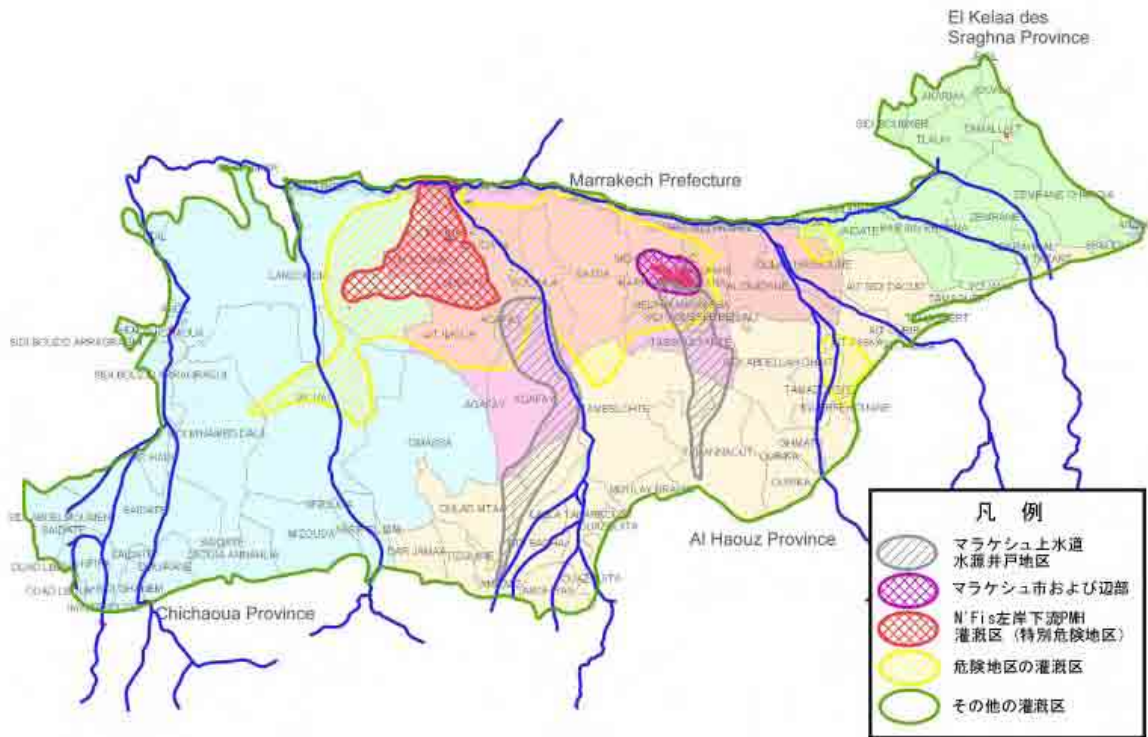
ハウズ平野の地下水を管理するに当たっては、帯水層全体を考慮したグローバルな水収支に関する視点と、各地域における帯水層の性質や置かれている状況（危険度）、地下水が持つ社会的・経済的位置づけ、地域ごとの需要や利用形態などの局所的な水利用に関する視点の二つが必要である。地下水管理の種々の活動を計画するにあたり、これらの地域特性を考慮しながら、地域の優先度を設定し、効果的な対策を選定するとともに適切な水管理を実施する必要がある。このための地域区分を、以下に示す考え方で整理し、ハウズ平野を大まかにゾーンとして区分する。

(2) ゾーニングの考え方とゾーンの設定

地下水シミュレーションモデルにより予測される現状（2006年8月）から目標年次（2021年8月）までの地下水位の変化により、ハウズ平野のゾーンを設定する。地下水位の変化に関して、地下水位が劇的に低下する地区、地下水位の低下が限定的な地区、両者の中間で顕著な地下水位の低下は認められるが最初のグループほどではない地区の3つのカテゴリーが設定できる。「劇的な低下」「顕著な低下」「限定的な低下」の各カテゴリーは年間の地下水位の低下量によって定義する。過去の水位低下の状況から判断すると、年間1 m以上の低下はこれまで極めて限られたものであり、劇的な水位低下と位置づけられる。また年間0.5 mの低下も依然として顕著なものと考えられる。ハウズ平野のほとんどの地域では、過去30年間において、年間0.5 m以下の水位低下は限定的な低下であった。さらに、4番目のカテゴリーとして、水位低下とは別に帯水層

の枯渇を考える必要がある。

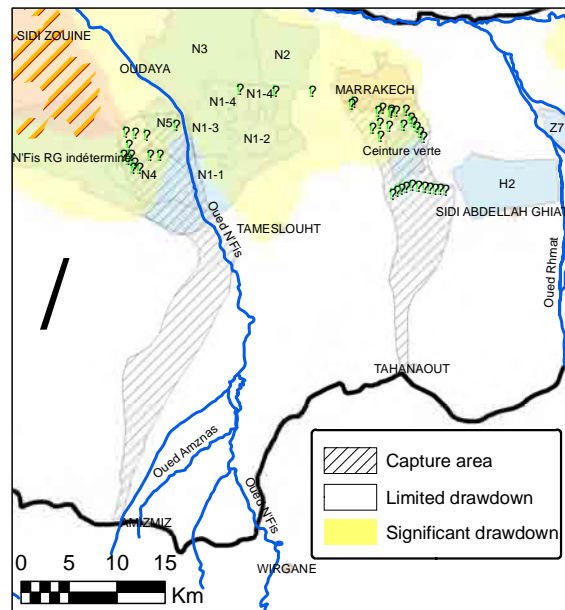
地下水位の予想低下量に加え、GH 灌漑区や PMH 灌漑区の水利用形態、都市および周辺部での水利用（マラケシュ市やゴルフ場開発地域）の視点を加味して、ハウズ平野を以下の 5 つのゾーンに区分する。



シミュレーション結果に基づくハウズ平野のゾーニング

1) マラケシュ上水道水源井戸地区

マラケシュ上水道の水源井戸の集水エリアの範囲は、どのシナリオでも地下水位の変動による境界の大きな変化はない。N'Fis 井戸群の集水域は N'Fis 川沿いに南に広がり、Amizmiz にまで達する。Issil、Aguedal、Ourika、Menara および Drain 井戸群は一つの集水域と考えられ、これは Tahanaout の南部にまで広がる。これらの 2 つの集水域はマラケシュ上水にとって戦略的な地域として位置づけられ、水質の観点（この地域の帯水層に流入した汚染物質は水源井戸にまで到達する）および水量の観点（井戸群は顕著な水位低下に直面すると予測される）から保全されなければならない。



マラケシュ上水道水源井戸地域
(現状継続シナリオ 2021 年)

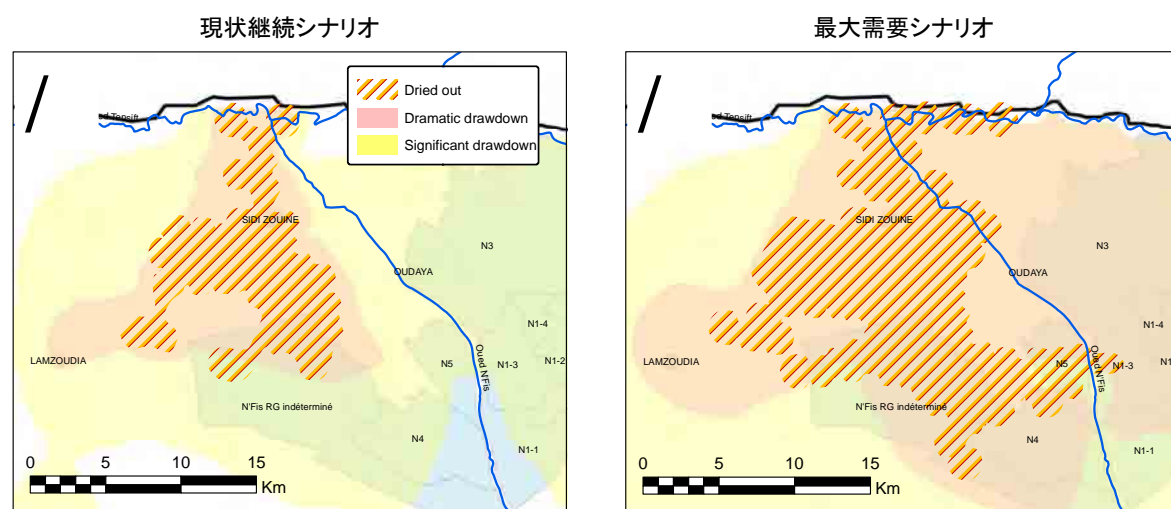
2) マラケシュ市および周辺部

マラケシュ市および周辺部での地下水開発は、過去 10 年間顕著であった。さらに、15 ヶ所のゴルフ場開発による 19 百万 m^3 /年を越える水需要が予想されることや、庭園やプールを備えるホテルが毎年相当数建設されていること、主要道路での灌漑緑地の増加（主として新規井戸建設により水を確保している）、数多くの個人井戸の建設等により近い将来、需要量は顕著な増加が見込まれる。

シナリオシミュレーションによる検討結果によれば、特別な対策を施さない限り、この地域は向こう 15 年間で顕著な地下水低下が発生することになる。マラケシュ周辺部のゴルフ場の新規水需要が地下水により賄われた場合（最大需要シナリオ）、マラケシュ上水道の Issil 井戸群は枯渇すると予想される。

3) N' Fis 左岸下流 PMH 灌漑区（特別危険地区）

今回検討したどのシナリオにおいても、N' Fis 左岸下流 PMH 灌漑区は特別危険地区に分類される。シナリオ条件によりその幅は異なるが、この地区のほとんどは劇的な地下水位の低下が認められ、地下水の枯渇に至ることが予想される。



予想地下水低下(2006年～2021年)

4) 危険地区の灌漑区

向こう 15 ヶ年の間に地下水位低下が予想される地区は多く、特に地下水が農業に利用されている地域では揚水能力に関して危険地区に分類される。実際、顕著な地下水位の低下が認められた場合、農業セクターは大きな経済的なマイナスインパクトを被ることになる。

地下水揚水量の大幅な増加が予想されるケース（最大需要シナリオ）では、ハウズ平野のほとんどの地域が危険地区に分類され、GH 灌漑区は大きなマイナスのインパクトを受けることとなる。現状水準での地下水利用が継続した場合（現状継続シナリオ）、N' Fis GH 灌漑区が危険地区に分類される。ハウズ平野の下流に位置する PMH 灌漑区も危険地区に分類される。現状水準での地下水利用が継続した場合（現状継続シナリオ）、この危険地区は、Assif El Mal 川からマラケシュ西部まで広がる。

5) その他の灌漑区

以上述べた地域以外でも、ハウズ平野では向こう 15 年間で年間 0.1 m から 0.5 m の水位低下が発生することになる。今回検討したシナリオでは、どのケースにおいても地下水の低下が予測される。

表 3.2.1 ABHT雨量観測網と利用可能データ

河川	観測所	コード	From	To	適用
R'DAT	SIDI RAHAL	44/54	1963 Dec	2005-2006	
N' FIS	IMINE EL HAMMAM	1566/53	1966 -1967	2003-2004	
N' FIS	IGUIR N'KOURIS	510/62	1974 -1975	2004-2005	
AMEZMIZ	SIDI HSSAIN (R'HA D 'AZILAL)	2431/53	1988 Feb	2003-2004	
OURIKA	AGHBALOU	2089/53	1969 -1970	2005-2006	
ZAT	TAFERIAT	1562/53	1962 Mar	2005-2006	
KSOB	ADAMNA	111/51	1970 -1971	2005-2006	
IGROUNZAR	IGROUNZAR	400/52	1965 -1966	2003-2004	72 Feb - '75 Jan Lack of Data
ZELTEN	ZELTEN	401/52	1975 May	2003-2004	
TENSIFT	ABADLA	1675/44	1969 Apr	2005-2006	
TENSIFT	TALMEST	189/43	1970 -1971	2003-2004	
RHERHAYA	TAHANAOUT	1565/53	1962 Apr	2005-2006	
EL MAL	SIDI BOUOTHMANE	1976/53	1984 Dec	2005/2006	
SEKSAOUA	ILOUDJANE	628/52	1975 -1976	2005-2006	
CHICHAOUA	CHICHAOUA	451/52	1971 Feb	2004-2005	
IGOZOULEN	IGOZOULEN	404/51	1997 -1998	2003-2004	
IMLIL	AREMD	3604/53	1999 Mar	2003-2004	
OURIKA	TAZITOUNT	3603/53	1999 Mar	2003-2004	
R'DAT	SEGUIA : AFIAD	832/45	1970 -1971	2003-2004	

出典：ABHT

表 3.2.2 ABHT水文観測網および利用可能データ

観測所	コード	From	To	適用
ABADLA	N° 008	1969/1970	2005/2006	
AGHBALOU	N° 6193	1968/1969	2005/2006	
AGOUNS	N°902	1996/1970	2005/2006	
AMENZAL	N°1004	1997 April	2005/2006	
AREMD	N°1182	1999 April	2005/2006	
CHICHAOUA	N°2601	1995/1996	2005/2006	
IGUIR N'KOURIS	N° 4299	1973/1974	2005/2006	
ILOUDJANE	N° 4222	1989/1990	2005/2006	
IMINE EL HAMMAM	N° 4432	1969 March	2005/2006	
Bge. LALLA TAKERKOUST	N° 8969	1962/1963	2005/2006	
MARRAKECH	N° 5229	1970/1971	2005/2006	1972/1973 Lack of Data
SIDI BOUOTHMANE	N° 6770	1989/1990	2005/2006	
SIDI HSSAIN	N°6826	1998 Jan	2005/2006	
SIDI RAHAL	N° 6976	1967/1968	2005/2006	
TAFERIAT	N° 7352	1983 Jan	2005/2006	1986 April -1987 Oct Lack of Data The location of rain guage was changed on 8/10/1997.
TAHANAOUT	N° 7512	1971 April	2005/2006	
TALMEST	N° 7660	1985 April	2005/2006	
TAZITOUNT	N°7994	1999 May	2005/2006	
TIOURDIOU	N°8411	1996/1997	2005/2006	
TOURCHT	N°8804	1997 March	2005/2006	

出典：ABHT

表 3.2.3 テンシフト川流域における過去10年の地表水資源の状況

河川名	有効集水面積 (km ²)	流出量 Mm ³ (Data 1970-2002)			過去10カ年のデータ									
		Min.	Average	Max.	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06
Discharge into Haouz Plain														
N'Fis (at Lalla	1,692	12.7	174.8	504.5	262.6	221.7	37.5	186.2	12.7	81.9	88.3	130.0	NA	NA
R'dat (at Sidi Rahal)	569	3.5	72.8	264.0	2.3	1.5	2.5	1.4	0.3	0.4	0.9	4.1	2.1	2.3
Zat (at tafriat)	516	16.8	103.9	278.7	1.9	3.4	1.3	5.8	0.7	0.5	1.5	2.5	1.3	0.4
Ourika (at Aghbalou)	503	14.5	155.8	618.5	86.7	74.7	76.3	102.2	14.5	95.6	65.9	124.9	84.8	65.8
Rheraya (at Tahanaout)	225	2.6	47.8	117.1	27.8	40.4	16.6	34.4	2.6	18.1	14.9	21.4	21.4	21.0
Lahr (at Herrisane)	65	0.3	9.9	25.8										
Assif El Mal (at Sidi Bou Othman)	517	0.8	35.9	113.0	46.4	13.7	8.9	50.8	0.8	11.3	11.5	7.1	7.2	24.2
Chichaoua	1,317	10.9	66.8	230.6	84.5	23.0	0.3	36.9	3.2	4.7	4.4	3.9	0.5	NA
Transfer from Oum Er Rbia	-	160.0	300.0	300.0	106.3	111.2	100.0	90.8	74.5	56.7	82.1	108.6	142.8	130.2
Sub-total of Haouz Plain without transfer	5,404	62.1	667.7	2,152.2										
Sub-total of Haouz Plain with transfer	-	222.1	967.7	2,452.2										
El Hallouf	185	0.0	1.4	4.6										
Mramer	150	0.0	1.8	4.6										
Other effective basins	2,241	9.2	84.2	269.1										
Other semi-effective basins	1,396	0.9	12.8	36.6										
Without transfer	9,376	72.2	767.8	2,467.0										
With transfer	-	232.2	1,067.8	2,767.0										

出典：Actualisation de l'Etat de Connaissance des Ressources en Eau dans les Bassins Hydrauliques du Tensift, ABHT, 2004
Observed Data of Last 10 Years: ABHT

表 3.2.4 ロカド水路の計画送水量と実績値

(Unit : Mm³)

Items	PD1976 Planned		Actual Record										Average
			96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	
<u>Use within Lakhdar River Basin</u>													
PMH Lakhdar	3,000ha	29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	5.1	
Seguia Tagharghourt		4	4.1	4.1	3.2	2.8	1.2	0.8	1.1	1.7	2.3	1.4	
B1 Canal - Upper Tessaout (Yagoubia)	5,000ha	16	1.4	16.5	15.8	15.3	7.6	5.6	11.3	13.4	19.3	19.7	
B2 Canal - Upper Tessaout (Sud El Kelaa)	1,500ha	5	9.5	11.1	10.8	3.1	1.5	1.0	2.5	0.8	8.8	7.1	
Portable Water El Kelaa (ONEP)			1.9	1.9	1.7	1.6	1.9	2.0	2.7	2.4	2.5	2.5	
Sub-total		54	16.8	33.6	31.6	22.8	12.1	9.5	17.5	18.3	36.9	35.9	23.5
Ratio to PD1976			31%	62%	58%	42%	22%	18%	32%	34%	68%	66%	43%
<u>Use after Transferred to Tensift River Basin</u>													
Central Haouz Sectors	20,000ha	144	0.0	4.6	15.9	35.5	19.3	7.8	20.4	27.5	33.5	26.2	
Portable Water Marrakech (ONEP)		40	34.6	32.3	30.5	32.4	30.5	29.8	37.2	38.9	43.6	46.2	
Golf Course			1.9	1.9	1.9	1.9	1.3	1.0	1.3	1.2	1.2	1.3	
Lower N'Fis River Right Bank Sectors	17,000ha	112	62.9	68.5	60.5	49.2	19.4	15.3	18.8	37.0	59.9	52.9	
Seguia Targua & Aslejour			6.9	8.5	7.1	7.3	4.1	2.7	4.4	4.0	4.7	3.7	
Sub-total		296	106.3	111.2	100.0	90.8	74.5	56.7	82.1	108.6	142.8	130.2	100.3
Ratio to PD1976			36%	38%	34%	31%	25%	19%	28%	37%	48%	44%	34%
Loss			43.1	42.5	39.4	37.4	14.1	11.5	7.1	4.2	0.5	6.6	
Total			123.1	149.4	147.5	149.1	86.7	66.2	99.6	126.9	179.7	168.0	
Outflow at Sidi Driss Dam		350	166.3	191.8	186.8	186.5	100.8	77.6	106.8	131.1	180.2	172.6	150.1
Ratio to PD1976			48%	55%	53%	53%	29%	22%	31%	37%	51%	49%	43%

出典 : ORMVAH

表 3.2.5 Lalla Takerkoustダムの計画取水量と実績

(Unit : Mm³)

項目	PD1976 計画値		実績										平均
			96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	
Seguias de l'hyp. Constante			12.9	13.0	10.1	12.7	7.2	5.0	8.9	9.1	9.3	8.4	
Seguias in N'Fis Left Bank			117.2	74.1	18.1	36.8	3.6	13.3	27.1	21.2	21.1	19.5	
Seguias in N'Fis Right Bank			13.3	10.9	0.0	7.0	0.0	0.7	6.2	5.7	2.5	3.4	
Secteur N1-1 (P2)			16.5	22.7	22.4	20.0	11.0	7.4	13.6	14.3	15.8	12.9	
Secteur N4 (P1)			-	-	-	1.0	0.5	2.7	9.5	11.5	11.8	10.4	
Portable Water Marrakech (ONEP)			-	-	0.5	4.5	0.8	4.4	3.2	2.7	4.1	6.4	
Total of Withdrawal			159.8	120.9	51.1	81.9	23.1	33.4	68.5	64.5	64.5	61.0	
Loss			-	-	1.6	4.7	2.6	3.1	9.0	10.6	7.8	4.7	
Outflow at Lalla Takerkoust Dam		85	123.5	112.3	52.6	86.6	25.7	36.5	77.5	75.1	72.3	65.7	72.8
Ratio to PD1976			145%	132%	62%	102%	30%	43%	91%	88%	85%	77%	86%

出典 : ORMVAH

表 3.2.6 セギアによる河川水の取水

小流域	有効集水面積 (km ²)	平均年間流出 1985-2001 (Mm ³)	セギアによる平均取水量 (Mm ³)		比率
R'dat	569	71.2	44.8	1985-2001	62.9%
Zat	516	99.0	49.5	1985-2001	50.0%
Ourika	503	177.4	93.1	1985-2001	52.5%
Rheraya	225	50.4	26.0	1985-2001	51.7%
Lahr	65	9.9	5.4	Estimated by average ratio	54.3%
El Mal	517	36.0	19.5		
Chichaoua	1,317	35.7	19.3		
Total	5,404	479.6	257.7		54.3%

注 : Seguia systems in N'Fis river is counted in the table of Dam supply.

出典 : Etude hydrologique des prelevements au fil de l'eau dans le bassin du Tensift, 2003

表 3.2.7 セギアによる取水量の推定(1993/94-2003/04)

		(Mm ³)												
Name of sub-basin		Ratio of water take by seguias	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	Average
R'dat	River ^{*1}		106.3	32.8	234.0	72.2	46.0	77.6	44.2	8.1	12.6	27.4	127.7	71.7
	Seguias ^{*2}	62.9%	64.5	42.0	52.6	61.5	62.6	77.7	22.6	36.5	7.9	17.2	80.3	47.8
Zat	River		135.3	61.5	199.0	60.9	108.2	41.3	183.2	20.5	16.8	46.4	79.2	86.6
	Seguias	50.0%	84.2	38.0	54.1	36.9	38.4	33.2	38.8	11.7	8.4	23.2	39.6	36.9
Ourika	River		287.0	100.6	211.9	86.7	74.7	76.3	102.2	14.5	95.6	65.9	124.9	112.8
	Seguias	52.5%	119.5	72.7	110.1	79.8	88.1	66.8	65.3	7.6	50.2	34.6	65.6	69.1
Rheraya	River		64.3	30.6	101.5	27.8	40.4	16.6	34.4	2.6	18.1	14.9	21.4	33.9
	Seguias	51.7%	34.2	17.5	37.8	24.3	24.5	17.6	20.2	2.9	9.3	7.7	11.0	18.8
Lahr	River		N/A ^{*3}											9.9
	Seguias	54.3%												5.4
El Mal	River		50.1	9.8	75.7	46.4	13.7	8.9	50.8	0.8	11.3	11.5	7.1	26.0
	Seguias	54.3%	27.2	5.3	41.1	25.2	7.4	4.8	27.6	0.4	6.1	6.3	3.9	14.1
Chichaoua	River		6.9	14.8	115.1	84.5	23.0	0.3	36.9	3.2	4.7	4.4	3.9	27.1
	Seguias	54.3%	3.8	8.0	62.5	45.9	12.5	0.2	20.0	1.7	2.6	2.4	2.1	14.7
Total of River Discharge			659.9	260.0	947.1	388.4	315.9	230.9	461.5	59.6	168.9	180.5	374.0	367.9
Total of Estimated Watre Take by Seguias			338.7	188.9	363.5	279.0	239.0	205.7	199.8	66.2	89.9	96.8	207.9	206.8

注 *1:River - Annual discharge of river, *2:Seguia - Water taken by seguia system in the river
 *3: Due to lack of data, average discharge of river 9.9Mm³ which is average 1970-2002 was applied to all year.
 Estimated by river flow-intake ratio of sub-basins.

出典: Etude hydrologique des prelevements au fil de l'eau dans le bassin du Tensift, 2003

表 3.2.8 河川測定点における水質測定結果(抜粋)

河川名	測定地点名	測定日	クラス	DBO ₅ Mg/l	DCO Mg/l	O ₂ D Mg/l	P _{Tot} Mg P/l	NH ₄ ⁺ Mg NH ₄ /l	Coliform per 100m
テンシフト	Station Abadla	2005/10/11	Bad	7.2	66	10	0.2	1.01	0
	Amont Marrakech	2004/7/8	Very Bad	161	558	0	8.65	68.4	8,000,000
	Aval Marrakech	2005/10/7	Very Bad	83	227	0	3.41	46.6	13,000
	Aval décharge Markech	1996/4/1	Bad	3.7	30	9.7	1.69	0.26	4,800
Chichaoua	Aval Chichaoua	2004/7/15	Good	0.51	11.5	5.4	0.098	0.02	280
	Station Chichaoua	1998/2/6	Bad	2	9.6	8.4	0.76	0.007	950
Seksaoua	Station Ioudjane	2004/7/15	Bad	0.61	50	7.36	1.108	0.01	660
Zat	Station Taferiat	2005/10/6	Average	2.5	38	13.5	0.09	0.01	640
	Aval Ait Ourir	2004/7/13	Very Bad	125	322	0	5.71	39.6	18,000,000
Imintanout	Aval Imintanout	2004/7/15	Very Bad	281	825	0	19.62	93.6	20,000,000
Reraya	Station Tahanaout	1995/2/24	Bad	6.1	53	8.65	0.5	0.13	25
	Station Tahanout	2004/7/14	Average	0.91	8	8.48	0.014	0.005	4,200
N'Fis	Station Imlil Hmam	2005/10/10	Bad	1.8	69	8.3	0.51	0.07	38,000
	Aval mine Guemassa	2004/7/13	Good	2.74	8	8.2	0.13	0.032	10
Ourika	Station Aghbalou	2005/10/7	Average	0.38	30	8.25	0.084	0.04	850
Amizmiz	Station Sidi Hssain	2004/7/14	Good	0.57	8	6.88	0.07	0.005	120
	Aval Amizmiz	2005/10/10	Bad	0.8	27	5.6	0.1	0.13	42,000
Rdat	Station Sidi Rahal	2005/10/6	Bad	2.4	42	10.32	0.09	0.08	240
	Aval Sidi Rahal	2004/7/9	Very Bad	133	365	0	12.85	54	5,300,000
Canal de Rodeade		1993/6/23	Good	2	6	6.6	0.13	0.04	20

出典: ABHT

表3.3.1 ABHTが提案している暫定地下水水質基準

水質等級	導電率	過マンガン酸 カリウム消費量 (KMnO ₄)	塩素イオン (Cl ⁻)	アンモニア性 窒素 (NH ₄ ⁺)	硝酸性窒素 (NO ₃ ⁻)	糞便性大腸菌
	(μs/cm)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(nos/100ml)
極めて良好	<400	<3	<200	<0.1	<5	<20
良好	400 - 1,300	3 - 5	200 - 300	0.1 - 0.5	5 - 25	20 - 2,000
普通	1,300 - 2,700	5 - 8	300 - 750	0.5 - 2	25 - 50	2,000 - 20,000
不適	2,700 - 3,000	>8	750 - 1,000	2 - 8	50 - 100	>20,000
極めて不適	>3,000	-	>1,000	>8	>100	-

出典: ABHT

表3.3.2 ハウズ平原の72井戸の地下水水質試験結果 (1991-2004)

項目	電導度	過マンガン酸カリウム (KMnO ₄)	塩素イオン (Cl ⁻)	アンモニア性窒素 (NH ₄ ⁺)	硝酸性窒素 (NO ₃ ⁻ -N)	糞便性大腸菌	合計サンプル数	各等級に於ける割合
分析値	単位	(μs/cm)	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	nos./100mL	
	最大値	14071	2485	5530	50.4	251.1	8600000	
	平均値	1839	13	378	1.0	28.0	24829	
	最小値	290	0.2	11.3	0.0	0.0	0	

地下水質等級別サンプル数	極めて良好	4	314	174	351	37	202	1082	46.1%
	良好	183	28	67	32	226	147	683	29.1%
	普通	145	15	111	4	82	33	390	16.6%
	不適	14	0	6	5	31	0	56	2.4%
	極めて不適	50	11	36	5	21	12	138	5.9%
総サンプル数	396	368	397	397	397	394	2349	100.0%	

出典：ABHT

表3.3.3 河床からの浸透量 1993 - 2004

Agricultural campaign											
.Oueds flood (MCM)	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04
.Imintanout*	47.3	15.6	122.0	26.8	34.0	0.9	63.6	1.8	8.7	14.5	12.4
.Saksaoua	42.9	14.2	110.7	24.3	30.8	0.9	57.7	1.6	7.9	13.2	11.3
.El Mal	50.1	9.8	75.7	46.4	13.7	8.9	50.8	0.8	11.3	11.5	7.1
.N'Fis	159.7	81.8	485.0	254.4	225.0	52.9	159.5	25.7	37.0	80.6	94.1
.Rherhaya	64.3	30.6	101.5	27.8	40.4	16.6	34.4	2.6	18.1	14.9	21.4
.Ourika	287.0	100.6	211.9	86.7	74.7	76.3	102.2	14.5	95.6	65.9	124.9
.Zat	135.3	61.5	199.0	60.9	108.2	41.3	183.2	20.5	16.8	46.4	79.2
R'Dat	106.3	32.8	234.0	72.2	46.0	77.6	44.2	8.1	12.6	27.4	127.7
Total flood volume (MCM)	892.9	346.9	1539.9	599.4	572.8	275.4	695.5	75.8	207.9	274.4	478.1
Volume of infiltration along the oueds (MCM)	223.2	86.7	385.0	149.9	143.2	68.9	173.9	18.9	52.0	68.6	119.5

* Estimated value

出典：ABHT

表3.4.1 井戸台帳の井戸および認可された井戸の数

Commune	Nb of wells from inventories				Authorisations ABHT (2001)
	EAU	PROJEMA	PROJEMA	Total	
	GLOBE	3/2002	8/2002		
Agafay		180	9	189	99
Ait Hadi			9	9	1
Ait Imour		501		501	397
Al Ouidane	334			334	1285
Ghmate	897			897	723
Gmassa			333	333	108
Lamzouida			20	20	104
Loudaya		453	582	1035	823
Majjat			20	20	81
MZouda			8	8	2
Oulad Hassoun	234			234	1737
Oulad Mtaa			88	88	123
Saada		618	40	658	664
Saaidate			255	255	6
Sid Zouine		127		127	102
Sidi Abdellah Ghiat	888			888	1012
Sidi Badhaj			142	142	57
Sidi Bouzid Arragragui			245	245	10
Sidi Mohamed Dalil			18	18	27
Souihla		619	16	635	394
Tameslouht	406		129	535	506
Tassoultante	427			427	441
Total				7598	8702

出典：ABHT

表 3.4.2 農業灌漑地区への降水量

Average rainfall (mm)	Agricultural campaign										
	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04
Whole plain	289	304	446	380	298	251	223	153	214	262	299
N'Fis (irrigated sectors), CV, H2, N4, R1, R3, Z1	235	248	363	309	242	204	181	124	174	213	243
N'Fis Left bank	204	215	315	268	210	177	158	108	151	185	211
N5	193	204	299	254	199	168	149	102	143	175	200
R1 aval	303	320	469	399	313	264	234	160	225	275	314
Z7	306	323	473	403	316	267	237	162	227	278	317
Tessaout 上流 (テンシフト川流域内)	334	352	516	440	345	291	258	177	248	303	346
PMH sector	293	305	446	383	299	255	228	156	218	263	305

出典：ABHT

表 3.4.3 GH地区の実蒸発散量 (2002/03農業年)

Sectors		Evapo-transpiration (m ³) from remote sensing data
ハウズ中央	N'Fis (irrigated sectors) , CV, H2, N4, R1, R3, Z1	163 029 079
	N'Fis Left bank	28 695 795
	N5	8 300 000
	R1 aval	2 900 000
	Z7	5 100 000
Tessaout 上流 (テンシフト川流域内)		43 692 530
Total		251 717 404

出典: An estimate of the Evapo-transpiration was conducted within the SudMed Project in partnership with the ABHT: ETR data, 500 m resolution

表 3.4.4 GH地区での地下水利用量の見積

	Central Haouz																Tessaout Amont				Total [4]				
	Irrigated N'Fis				N'Fis RG				N5				R1aval				Z7								
	[1]	[2]	[3]	[4]	[1]	[2]	[3]	[4]	[1]	[2]	[3]	[4]	[1]	[2]	[3]	[4]	[1]	[2]	[3]	[4]					
93/94	163.0	89.4	54.0	19.7	28.7	-	8.7	20.0	8.3	-	2.2	6.1	2.9	-	1.2	1.7	5.1	-	2.1	3.0	43.7	55.8	21.1	0.0	50.5
94/95	163.0	101.8	57.0	4.3	28.7	-	9.2	19.5	8.3	-	2.3	6.0	2.9	-	1.3	1.6	5.1	-	2.2	2.9	43.7	62.0	22.3	0.0	34.3
95/96	163.0	76.6	83.5	2.9	28.7	-	13.5	15.2	8.3	-	3.3	5.0	2.9	-	1.9	1.0	5.1	-	3.2	1.9	43.7	45.9	32.6	0.0	26.0
96/97	163.0	79.4	71.2	12.5	28.7	-	11.5	17.2	8.3	-	2.8	5.5	2.9	-	1.6	1.3	5.1	-	2.7	2.4	43.7	64.4	27.8	0.0	38.8
97/98	163.0	95.9	55.7	11.4	28.7	-	9.0	19.7	8.3	-	2.2	6.1	2.9	-	1.3	1.6	5.1	-	2.1	3.0	43.7	73.5	21.8	0.0	41.8
98/99	163.0	98.8	47.0	17.2	28.7	-	7.6	21.1	8.3	-	1.9	6.4	2.9	-	1.1	1.8	5.1	-	1.8	3.3	43.7	50.8	18.4	0.0	49.9
99/00	163.0	105.7	41.8	15.5	28.7	-	6.7	22.0	8.3	-	1.7	6.6	2.9	-	0.9	2.0	5.1	-	1.6	3.5	43.7	53.3	16.3	0.0	49.6
00/01	163.0	50.3	28.6	84.2	28.7	-	4.6	24.1	8.3	-	1.1	7.2	2.9	-	0.6	2.3	5.1	-	1.1	4.0	43.7	30.6	11.2	2.0	123.7
01/02	163.0	33.3	40.1	89.7	28.7	-	6.5	22.2	8.3	-	1.6	6.7	2.9	-	0.9	2.0	5.1	-	1.5	3.6	43.7	22.3	15.7	5.7	129.8
02/03	163.0	62.2	49.0	51.9	28.7	-	7.9	20.8	8.3	-	2.0	6.3	2.9	-	1.1	1.8	5.1	-	1.9	3.2	43.7	29.4	19.2	0.0	84.0
03/04	163.0	90.4	55.9	16.7	28.7	-	9.0	19.7	8.3	-	2.2	6.1	2.9	-	1.3	1.6	5.1	-	2.2	2.9	43.7	53.7	21.9	0.0	47.0

[1] Water demand (MCM), [2] Surface water allocation (MCM), [3] Efficient rainfall (MCM), [4] groundwater abstraction (MCM)

表 3.4.5 表流水のセクターごとの配分量

		1993-1994	1994-1995	1995-1996	1996-1997	1997-1998	1998-1999
ハウズ中央	ゴルフ場	1 751 143	1 891 840	1 897 344	1 892 172	1 871 424	1 892 160
	P3*	36 793 169	37 315 949	29 292 381	31 586 122	34 959 309	31 660 419
	P4*	37 986 757	39 496 118	29 088 512	31 321 374	33 580 947	28 826 533
	CV*	0	0	0	0	4 631 088	8 959 833
	R1*	0	0	0	0	0	0
	R3*	0	0	0	0	0	0
	Z1*	0	0	0	0	0	0
	H2*	0	0	0	0	0	6 968 336
	N1-1 (P2)**	14 593 084	24 981 165	18 227 783	16 479 461	22 725 274	22 364 681
	N4 (P1)**						
小計	89 373 009	101 793 232	76 608 676	79 386 957	95 896 618	98 779 802	
Tessaout 上流	小計***	159 472 205	177 259 096	131 087 373	183 883 307	210 075 214	145 043 873
	東部ハウズ除外値(推測)	55 815 272	62 040 684	45 880 581	64 359 157	73 526 325	50 765 356

		1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005
ハウズ中央	ゴルフ場	1 886 976	1 262 304	1 025 568	1 290 960	1 157 760	1 232 673
	P3*	26 773 254	10 697 169	7 927 302	9 964 712	17 131 432	26 408 625
	P4*	22 465 174	8 675 456	7 398 833	8 791 412	19 909 135	33 517 914
	CV*	8 172 300	2 864 227	2 895 930	2 812 632	4 160 475	5 435 486
	R1*	9 905 741	5 652 432	925 807	4 644 974	6 658 875	8 251 302
	R3*	5 320 246	4 786 710	917 681	4 329 361	5 484 066	6 959 372
	Z1*	0	0	112 058	3 488 975	5 153 618	6 086 084
	H2*	12 135 047	6 022 205	2 979 965	5 100 810	6 035 898	6 722 972
	N1-1 (P2)**	19 995 299	11 047 841	7 359 629	13 577 927	14 302 152	15 751 294
	N4 (P1)**	958 694	507 614	2 738 650	9 468 332	11 541 987	11 805 449
小計	105 725 755	50 253 654	33 255 855	62 179 135	90 377 638	120 938 498	
Tessaout 上流	小計***	152 405 563	87 320 346	63 819 382	83 970 161	153 454 793	166 606 991
	東部ハウズ除外値(推測)	53 341 947	30 562 121	22 336 784	29 389 556	53 709 178	58 312 447

* 出典: ORMVAH, Bilan Hassan I-Sidi Driss.xls

* 出典: ORMVAH, Bilan Takerkoust.xls

** 伝統的水路と改修型水路の合計 (出典: ABHT, restitutions ORMVAH.xls)

表 3.4.6 ハウズ平野帯水層の地下水利用量

Groundwater abstraction purposes	Agricultural campaign											
	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	
Irrigation in GH sectors	48.8	32.5	23.4	36.6	40.0	48.4	48.3	122.5	128.2	82.4	45.3	
Irrigation in PMH sectors	200.2	202.2	137.9	177.0	230.9	265.7	292.4	349.6	323.2	305.5	287.8	
Marrakech drinking water supply	15.0	13.3	11.6	9.4	10.4	15.1	12.2	16.3	12.9	9.8	9.6	
Other drinking water supply	7.2	7.4	7.4	7.4	7.5	7.6	8.2	8.0	7.9	8.1	8.3	
Livestock drinking water supply	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	
Other (urban areas)	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.7	2.0	1.9	7.1	
Total (MCM)	273.3	257.3	182.1	232.3	290.8	338.7	363.0	499.0	475.0	408.5	358.9	

表 3.5.1 調査対象地域における可耕地(SAU)および灌漑可能面積

(単位: ha)

地区	面積	可耕地	灌漑面積	ORMVAH管轄の灌漑農地			DPA管轄の灌漑農地		
				大規模灌漑地区 (GH)	中・小規模灌漑地区 (PMH)		常時灌漑	季節灌漑	洪水灌漑
					改良セギア	PMH			
ORMVAH	300,428	238,120	164,741	54,308	21,329	89,104			
N'Fis および Haouz Central ¹	284,663	223,725	153,139	48,560	19,129	85,450			
Upper Tessaout	15,765	14,395	11,602	5,748	2,200	3,654			
DPA Marrakech	56,117	20,721	8,896				2,250	2,431	4,216
DPA Chichaoua	229,279	108,895	29,118				6,627	8,875	13,617
合計	886,251	605,856	367,497	54,308	21,329	89,104	8,876	11,306	17,833

出典: ORMVAH, DPA Marrakech, DPA Chichaoua

注: ORMVAH GHはTamezergueleftおよびJdidaのPNIセギア地区10,000haを含む。

ORMVAH PMHはGH Haouz Centralのポンプセクターの一部(N5, Z1 aval, Z7, 2,525ha)を含む。

表3.5.2 調査対象地域におけるORMVAH管轄区の可耕地および作付面積

(Unit: ha)

項目	出典	N'FisおよびHaouz Central灌漑区	Tessouat Amont灌漑区	ORMVAH ハウズ平野合計
可耕地および灌漑地域				
-合計	a)	223,725	14,395	238,120
-天水地区	a)	71,786	2,793	74,579
-灌漑可能地域合計	a)	153,139	11,602	164,741
-GH灌漑区(含PNI)	a)	48,560	5,748	54,308
-PMH (改良セギア)	a)	19,129	2,200	21,329
-PMH灌漑可能地域	a)	85,450	3,654	89,104
03/04年の作付け面積				
-合計作付け面積	(1) a)	166,785	12,646	179,430
-GH灌漑区の作付(灌漑)	(2) b)	34,766		
-PMHの作付け	(3)=(1)-(2)	132,019		
-PMH灌漑	(4) c), a)	93,175		
-PMH天水	(3) - (4)	38,844		
-合計灌漑面積		127,941	9,748	137,689
備考:		N1-1, N1-2, N2, N3, N4, ZR, H2, CV, R1, R3, Z1	Boudda, Skhirat	

出典

a) ORMVAH Monographie

b) Actualisation du PDAI

c) Estimation by Sudmed Data

PNI area is included in GH irrigation developed area.

Pump sectors of GH, that is N5, R1 Aval, and Z7 are included in PMH.

表3.5.3 調査対象地域における作物栽培面積

(Unit : ha)

地区	天水		灌漑										計
	穀類	穀類	豆類	飼料	野菜	果樹計	果樹					灌漑計	
							オリーブ	アプリコット	オレンジ	ブドウ	その他		
ORMVA (2003/04)	41,707	56,804	794	9,140	5,792	65,194	47,045	6,115	4,224	3,593	4,216	137,723	179,430
DPA Marrakech (Average of last 5 years)	10,157	5,892	93	264	432	2,215						8,896	19,053
DPA Chichaoua (2005/06)	36,145	17,353	446	563	828	9,929	5,998	873	0	0	3,058	29,118	65,263
Total	88,008	80,050	1,332	9,967	7,052	77,338	53,043	6,988	4,224	3,593	7,274	175,738	263,747

注: Rainfed area is assumed to be used only for cereal cultivation.
 出典: ORMVAH, DPA Marrakech, DPA Chichaoua

表3.5.4 ハウズ平野においてORMVAHの使用している作物用水量 (RAZOKI, 2001)

作物タイプ	作物	作物用水量 (m ³ /ha)
果樹	オリーブ	6,750
	オレンジ	10,500
	リンゴ	6,000
	アプリコット	5,250
	アーモンド	5,250
	ブドウ	3,000
単年作物	小麦	5,250
	大麦	4,500
	メイズ	7,200
	アルファルファ	12,800

出典: Apport de la télédétection pour l'estimation des volumes d'eau pompés au niveau
 注: The Crop Water requirement shown in the table indicates the gross value including the

表 3.5.5 調査対象地域における現況での圃場用水量

地区	灌漑面積 (ha)	作物						圃場用水量 (百万m ³ /年)
		穀類	豆類	飼料	野菜	オリーブ	その他果樹	
ネット圃場用水量(m ³ /ha/年)		5,250	3,000	7,200	7,500	6,750	10,500	
グロス圃場用水量(m ³ /ha/年)		7,000	4,000	9,600	10,000	9,000	14,000	
ORMVA	137,689	41%	1%	7%	4%	34%	13%	1,224
Large Scale (GH) in N'Fis & Haouz Central Sectors	34,766	37%	0%	5%	5%	34%	19%	323
Small and Medium (PMH) in N'Fis & Haouz Central Sectors	93,175	42%	1%	7%	4%	34%	12%	821
GH & PMH in Lower Tessaout Sector	9,748	51%	0%	9%	6%	33%	2%	80
DPA Marrakech	8,896	66%	1%	3%	5%	12%	12%	74
Regular Water	2,250	0%	3%	9%	14%	37%	37%	24
Seasonal Water + Flood Water Supply	6,647	89%	0%	1%	2%	4%	4%	49
DPA Chichaoua	29,118	60%	2%	2%	3%	21%	13%	246
Regular Water	6,627	0%	4%	5%	7%	51%	33%	70
Seasonal Water + Flood Water Supply	22,492	77%	1%	1%	2%	12%	8%	176
合計	175,704							1,544

平均圃場用水量(m³/ha/年) 8,790

表 3.5.6 灌漑農地における実蒸発散量(ETR)の推定値

Sectors	Area (ha)	Unit water consumption (m ³ /ha)	ETR (Mm ³)
N'Fis GH Sector			
N'Fis Right Bank	18,406	5,666	104
N'Fis Left Bank	5,350	5,364	29
Haouz Central GH Sectors			
H2	3,276	5,666	19
CV	1,277	5,666	7
R1	2,635	5,666	15
R3, Z1	3,181	5,666	18
GH Pump Sectors			
N5	1,400	5,929	8
R1 Aval	500	5,800	3
Z7	850	6,000	5
Upper Tessaout GH Sector			
Part of Boudia and Skirit	7,900	5,531	44
PMH Sectors			
PMH (Groundwater)	82,700	5,850	484
PMH (Surface water)	48,175	4,641	224
Total	175,650	5,460	959

Source: Sudmed project, arranged by the Study Team

表 3.5.7 調査対象地域における灌漑水供給量の評価

項目	単位	量	送水効率	実質量
灌漑使用水量	Mm ³ /year	879		757
Lalla Tekerkoust ダム	Mm ³ /year	133	0.9	117
セギア取水	Mm ³ /year	201	0.5	103
ロカド水路	Mm ³ /year	67	0.9	59
地下水(GHセクター)	Mm ³ /year	118	1.0	118
地下水(PMHセクター)	Mm ³ /year	360	1.0	360
降雨による補給	Mm ³ /year			501
マラケシュの降雨	mm/year	317		
有効雨量	mm/year			285
全水分補給量	Mm ³ /year			1,258
面積当たり灌漑水量	m ³ /ha/year			7,160
試算された用水量	m ³ /ha/year			8,790
不足率				18.4%

表 3.5.8 Haouz Central地区のGH灌漑システムにおける灌漑搬送効率

CMV	セクター	年			
		01/02	02/03	03/04	04/05
407	R1	0.93	0.89	0.92	0.90
422	R3	0.92	0.88	0.94	0.92
425	Z1	NA	NA	NA	NA
427	H2	0.93	0.92	0.93	0.95
430	N1-1, N1-4 Partial	0.83	0.82	0.86	0.87
432 + 434	CV	0.87	0.85	0.86	0.90
	N1-2, N1-3, N2, N3	0.74	0.78	0.81	0.82
	N1-4 Partial	NA	NA	NA	NA
431	N4	NA	0.92	0.93	0.86

出典: Ressources en Eau pour L'Irrigation des Perimetres de la Grande Hydraulique du haouz de Marrakech, ABHT

表 3.5.9 ORMVAH管轄区における点滴灌漑の普及状況

CMV	総面積 (ha) ¹	可耕地(ha) ¹	灌漑面積 (ha) ¹	点滴灌漑 設置面積 (ha) ²	比率	点滴灌漑設置面積		
						GHエリア 以外 (ha)	GHエリア 内(ha)	不詳 (ha)
Within Tensift Basin								
406	24,275	22,995	14,131	-	-	-	-	-
407	23,895	22,425	9,550	690	7.2%	307	383	
408	15,120	14,164	5,003	146	2.9%	50	96	
422	43,125	38,004	22,680	989	4.4%	836	113	40
425	21,100	15,900	15,200	209	1.4%	165	44	
426	25,100	22,300	16,400	1,133	6.9%	1,133		
427	42,925	20,800	14,300	1,323	9.3%			1,323
429	55,200	19,680	8,575	175	2.0%	175		
430	20,700	15,650	6,250	321	5.1%	192	129	
431	41,000	29,750	21,300	1,330	6.2%	757	573	
432	30,200	26,700	24,200	1,640	6.8%			1,640
434	29,925	24,580	22,580	1,689	7.5%	816	874	
Subtotal	372,565	272,948	180,169	9,644	5.4%			
Out of Tensift Basin	275,829	216,616	97,576	765	0.8%	593	172	-
Total	648,394	489,564	277,745	10,536	3.8%	5,120	2,412	3,004

出典 *1: Monographie de lacommune rurarale, Data of 2004/2004

*2: ORMVAH, Data of July 2006

表 3.5.10 サンプルCMVにおける点滴灌漑の利用状況

Sample of CMV 427 SA Ghat	
総面積 (ha)	42,925
可耕地(ha)	20,800
灌漑面積 (ha)	14,300
As of October 2006	

作物	面積 (ha)		農地数	
	面積 (ha)	比率	農地数	比率
Orchard				
-Olive	495.7	37%	30	39%
-Orange	337.0	25%	20	26%
-Apricot	163.5	12%	13	17%
-Grape	18.0	1%	3	4%
Subtotal of Orchard	1,014.2	77%		
Annual Crop				
-Flower	7.0	0.5%	1	1%
-Vegetables	296.5	22%	38	50%
-Forage Mais	6.0	0.5%	2	3%
Annual Crop Subtotal	309.5	23%		
Grand Total	1,323.7	100%	76	

出典: ORMVAH

表3.6.1 長期開発プログラムにおける問題点

分類	問題点
水セクターにおける「良い統治」	<p>水セクターでは複数の組織が複雑に関連しているが、明確な戦略が共有されていない。</p> <p>水セクター戦略は財源見直しに対して楽観的過ぎる目標を設定している。</p> <p>優先セクターに対する一貫した資金投入がなされていないと同時に水財源の統合メカニズムが欠如している。</p> <p>流域公社の責務が財源規模に対して過大である。</p> <p>水法 10-95 の実施に於ける種々の問題点や不十分さが指摘されている。</p> <p>水資源の減少が続くとともに水需要の増大が進んでいる。</p>
上水および経済セクターの水需要への持続的な給水	<p>地方給水に限られた地下水に水源を依存しており、その結果施設コストが高くなっている。</p> <p>地方給水の長期的な自主管理体制が確定されていない。</p> <p>全ての地表水が都市排水および産業排水により汚染されている。</p> <p>排水に対する法制度および基準が不完全である。</p> <p>下水処理に関する施設整備および維持管理のコストが高い。</p> <p>汚染防止に対する経済的インセンティブが欠落していると同時に下水処理セクターにおける自主財源としての課金が不十分である。</p> <p>産業廃水が未処理で放流されている。</p> <p>下水処理の運営に関するノウハウが不足している。</p>
持続的な施設維持およびサービス提供のための施設管理者のパフォーマンス	<p>投資プログラム間の調整が不十分である</p> <p>ORMVA の組織体制は、灌漑システムの効率のかつ持続的な運営を行うには不十分である。</p> <p>灌漑の水価は維持管理費を含むコストをカバーする水準になく、灌漑サービスの自立性が低い。</p> <p>施設管理者に対する規制システムや継続的なモニタリングが欠落している。</p> <p>水の価格形成メカニズムが適切に形成されておらず、また現在の水価は低すぎる。</p> <p>不平等な水配分が行われている。</p> <p>公的水管理者の自主管理能力が脆弱である。</p> <p>自己資金能力と必要な投資額に差がある。</p> <p>都市および都市近郊の貧困層への給水に技術的・資金的障害がある。</p> <p>未整備地域への上水道敷設のための資金が不足している。</p> <p>農村地域から都市部への人口流入</p> <p>上水および都市開発セクターにおける一貫した優先度に基づいた事業実施が行われていない。</p>

表 3.6.2 水利組合・個別農家アンケート調査実施数

県	Marrakech		Al Haouz		El Kelaâ des Sraghna	Chichaoua
	ORMVAH	DPA /Marrakech	ORMVAH	DPA /Marrakech	ORMVAH	DPA / Chichaoua
水利組合 (AUEA) 調査	5	1	4	5	10	3
水利組合 (AUEA) 合計	6		9		10	3
個人農家調査	ORMVAH	DPA /Marrakech	ORMVAH	DPA /Marrakech	ORMVAH	DPA / Chichaoua
20 ha 以上	3		1	1	2	2
10ha~20ha	2	1	1	1	1	1
5ha~10ha	5	1	2	3	7	1
5ha 以下	5		1	5	7	3
未回答					2	
個人農家合計	15	2	5	10	19	7
総アンケート数	23		24		29	10

表 3.8.1 地下水収支の予備評価

	農業調査実施年										
	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04
流入											
直接降雨	71	75	110	94	73	62	55	38	53	64	74
洪水 (ワジ・水路)	223	87	385	150	143	69	174	19	52	69	120
地下水盆への水平方向の流入	216	216	216	216	216	216	228	240	240	240	240
地下水貯留量の減少	-	-	-	-	-	-	-	207	135	40	-
流入合計	510	378	711	459	432	347	457	504	480	413	433
流出											
ワジへの浸出	232	115	524	222	137	3	89	-	-	-	-
地下水盆からの水平方向の流出	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
揚水	273	257	182	232	291	339	363	499	475	408	359
地下水貯留量の増加	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	69
流出合計	510	378	711	459	432	347	457	504	480	413	433

表 3.8.2 テンシフト川流域の地表水資源ポテンシャル

流域	河川名	有効集水面積 (km ²)	流出量 (Mm ³)					
			Data of 1935-1997 ¹			Data of 1970-2002 ²		
			Min.	Average	Max.	Min.	Average	Max.
Tensift	Upstream from the Conjunction of Chichaoua River							
	N'Fis at Lalla Takerkoust	1,692	21	166	599	12.7	174.8	504.5
	R'dat at Sidi Rahal	569	12	84.5	277	3.5	72.8	264.0
	Zat at Tafriat	516	20	115	288	16.8	103.9	278.7
	Ourika at Aghbalou	503	15	159	618	14.5	155.8	618.5
	Rheraya at Tahanaout	225	13	53.5	123	2.6	47.8	117.1
	Lahr at Herissane	65	1	10	24	0.3	9.9	25.8
	El Mal at Sidi Bou Othman	517	11	54	152	0.8	35.9	113.0
	Chichaoua	1,317	12	73	252	10.9	66.8	230.6
	Transfer from Oum Er Rbia	-	160	300	300	160.0	300.0	300.0
	Total Upstream from the Conjunction of Chichaoua River							
	Without transfer	5404	105	715	2,333	62	668	2,152
	With transfer	-	265	1,015	2,633	222	968	2,452
	Downstream from the Conjunction of Chichaoua River							
	El Hallouf	185	0	1.5	5	0.0	1.4	4.6
Mramer	150	0	2	5	0.0	1.8	4.6	
Other effective basins	2,241	10	92	294	9.2	84.2	269.1	
Other semi-effective basins	1,396	1	14	40	0.9	12.8	36.6	
Total Tensift								
Without transfer	9,376	646	2,855	7,943	72	768	2,467	
With transfer	-	646	2,855	7,943	232	1,068	2,767	

出典: *1: Plan directeur pour le developpement des ressources en eau des bassins du tensift, 2001

*2: Actualisation de l'etat de connaissance des ressources en eau dans les bassins hydrauliques du tensift, 2004

表 3.8.3 地表水資源の利用状況

小流域	水源	ダム	河川	域外導水	Remarks
N'Fis	Lalla Takerkoust Dam	92.4 ^{*2}			Average of 93/94-03/04
R'dat	Seguias		47.8		Average of 93/94-03/04
Zat	Seguias		36.9		Average of 93/94-03/04
Ourika	Seguias		69.1		Average of 93/94-03/04
Rheraya	Seguias		18.8		Average of 93/94-03/04
Lahr	Seguias		5.4		Estimated ^{*1}
El Mal	Seguias		14.1		Estimated ^{*1}
Chichaoua	Seguias		14.7		Estimated ^{*1}
Transfer from Oum Er Rbia Basin	Rocade Canal			101.1	Average of 93/94-03/04
Total			299	101	
Total of Surface Water without Transfer			299		
Total of Surface Water with Transfer			400		

注: *1: Estimated by applying the average water withdrawal rate in the R'dat to Lahr river. Average of 93/94-03/04

*2: The value includes the water distributed by dam and a water taken by seguia systems in the downstream of the river.

表 3.8.4 取水需要量の推計:上水道

Communes/Items	2003	2004	2005	2010	2015	2020
Marrakech : RADEEMA						
Population (x 1,000)	821.69	840.18	859.51	963.00	1,071.58	1,160.09
Annual Water Consumption (Mm ³ /year)						
Domestic : House Connection	26.23	28.23	29.16	33.59	39.84	43.69
Domestic : Public Taps	0.48	0.38	0.45	0.47	0.18	0.13
Govt. Office, Institutional Bldgs, Schools, Office Bldgs	4.97	4.01	4.09	7.03	7.82	8.49
Industries	1.01	1.54	0.89	3.51	3.91	4.25
Others	-	-	-	-	-	-
Total	32.70	34.17	34.59	44.60	51.75	56.56
Annual Average Water Production (Mm ³ /year)	49.47	52.01	56.12	61.95	69.11	73.64
Annual Average Water Intake (Mm ³ /year)	51.94	54.61	58.93	65.05	72.56	77.32
Estimated Leakage Ratio (%)	34%	34%	38%	28%	25%	23%
11 Communes : ONEP						
Population (x 1,000)	91.5	94.9	97.6	112.4	127.4	144.4
Annual Water Consumption (M. m3/year)						
Domestic : House Connection	1.24	1.35	1.64	1.99	2.36	2.78
Domestic : Public Taps	0.03	0.03	0.06	0.04	0.03	0.01
Govt. Office, Institutional Bldgs, Schools, Office Bldgs	0.23	0.20	0.26	0.30	0.34	0.38
Industries	0.07	0.06	0.10	0.12	0.14	0.16
Others	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05
Total	1.62	1.68	2.10	2.49	2.91	3.38
Annual Average Water Production (M. m3/year)	2.60	2.71	3.30	3.59	3.89	4.45
Annual Average Water Intake (M. m3/year)	2.73	2.85	3.46	3.77	4.09	4.67
Estimated Leakage Ratio (%)	38%	38%	36%	31%	25%	24%
Rural Area : Communes without ONEP Water Supply						
Population (x 1,000)	612.2	615.9	619.6	638.4	657.8	677.8
Annual Water Consumption (Mm ³ /year)						
Domestic : House Connection	10.96	11.50	12.04	14.37	14.97	15.69
Domestic : Public Taps	-	-	-	-	-	-
Govt. Office, Institutional Bldgs, Schools, Office Bldgs	-	-	-	-	-	-
Industries	-	-	-	-	-	-
Others	-	-	-	-	-	-
Total	10.96	11.50	12.04	14.37	14.97	15.69
Annual Average Water Production (Mm ³ /year)	12.17	12.77	13.38	15.97	16.64	17.43
Annual Average Water Intake (Mm ³ /year)	12.82	13.45	14.08	16.81	17.51	18.35
Estimated Leakage Ratio (%)	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Grand Total : Study Area (Groundwater Simulation Area)						
Population (x 1,000)	1,525.4	1,551.0	1,576.7	1,713.8	1,856.7	1,982.3
Annual Water Consumption (Mm ³ /year)						
Domestic : House Connection	38.43	41.08	42.85	49.95	57.17	62.16
Domestic : Public Taps	0.51	0.41	0.51	0.52	0.20	0.14
Govt. Office, Institutional Bldgs, Schools, Office Bldgs	5.20	4.21	4.34	7.33	8.16	8.87
Industries	1.09	1.61	1.00	3.64	4.05	4.40
Others	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05
Total	45.27	47.35	48.73	61.47	69.63	75.62

表 3.8.5 認可済みゴルフ場プロジェクトの取水許可状況

ゴルフ場名	面積 (ha)	許可取水量 (百万 m ³ /年間)		
		ロカド水路	地下水	合計
ASSOUFID	220	1.0	0.22	1.22
PALM Golf sur	170	1.0	0.2	1.20
ATLAS GOLF ET RESORT	282	1.0	0.5	1.50
Total	672	3.0	0.92	3.92

表 3.8.6 審査中ゴルフ場プロジェクトで申請されている取水量

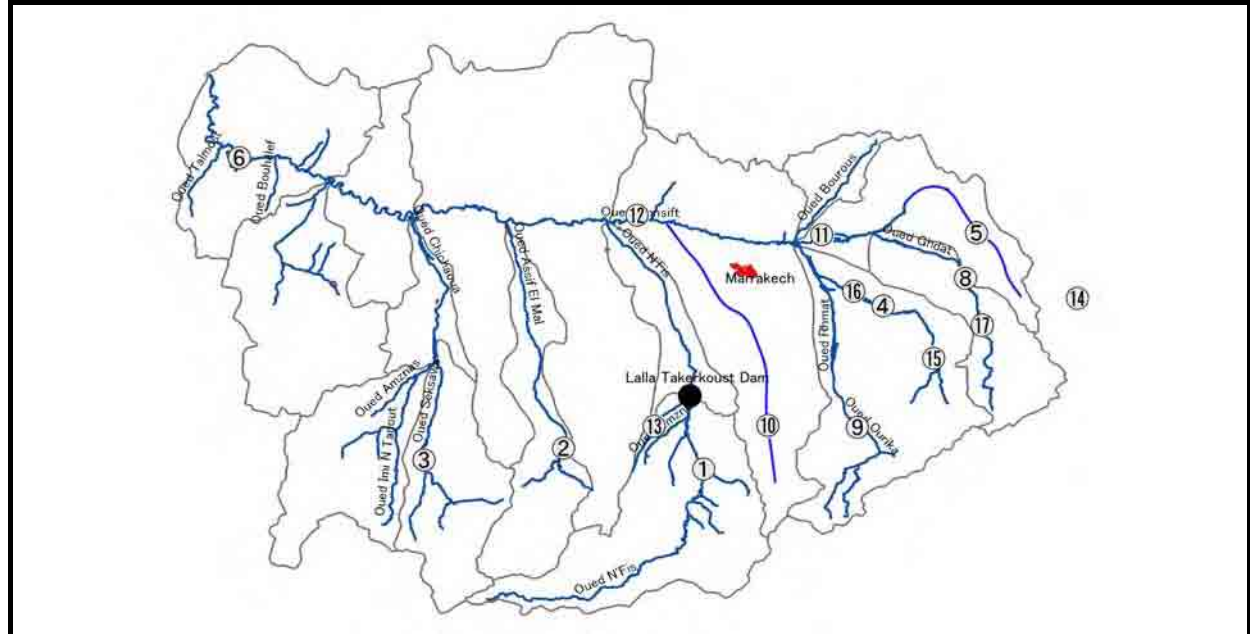
ゴルフ場名	面積 (ha)	許可取水量 (百万 m ³ /年間)		
		ロカド水路	地下水	合計
LATSIS GROUP	140			1.5
JARDINS DE L' ATLAS	148			1.65
DOMAINE ROYAL PALM	250			1.5
TRITEL	220	1.5	0.5	2.0
STRATEGIC PARTNERS	NA	1.0	0.2	1.2
	628+	2.5+	0.7+	7.85

表 3.8.7 調査対象地域における水源別水利用

	(単位:百万m ³)												適用
	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	Average	
水源	1068	857	978	944	986	939	1012	935	878	853	918	942	
ダム水 Lalla Takerkoust ダム	174.0	131.2	248.6	215.0	183.9	94.6	127.6	49.3	52.5	93.7	110.5	134.6	表4.3.5
河川水	333.3	183.5	358.1	273.6	233.6	200.3	194.4	60.8	84.5	91.4	202.5	201.5	表4.3.7
流域外導水(ロカド水路によるOum Er Rbia流域からの導水)	112.1	115.6	98.2	106.3	115.8	115.9	126.4	74.5	56.7	82.1	108.6	101.1	表4.3.4
地下水揚水	448.8	427.1	273.7	349.2	452.6	527.7	563.5	749.9	683.8	585.5	496.7	505.3	表4.5.6
水利用	1068	857	978	944	986	939	1012	935	878	853	918	942	①
灌漑	1007.9	798.0	919.3	883.6	926.6	875.7	945.5	869.9	813.6	785.2	849.7	879.5	①-②-③
上水	52.0	51.1	50.9	52.2	51.0	54.5	58.1	56.5	55.7	59.1	60.3	54.7	② 表4.5.6
その他(都市)	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.2	8.3	8.3	8.3	③ 表4.5.6

表 3.8.8 ハウズ平野および周辺のダム計画の現在の状況

ダム名-河川名	貯水量 / 調整容量 (百万 m ³)	MPでの実施年	現在の状況	適用
テンシフト流域水資源総合開発計画 (マスタープラン) で提案されたダムサイト候補				
① Wirgane- N'fis	72.0 / 17.0	2007	建設中	2008 年初頭就工予定
② Taskourt- El Mar	25. / 24.00	2006	着工予定	2007 年初頭に着工を予定
③ Boulaouane- Seksaoua	10.0 / 14.0	2010		情報なし
④ Ait Ziat- Zat	395 / 123.5	2009	未定	社会経済的影響大
⑤ Herissane- Lahr	19.0 / 8.0	2011	詳細調査中	水質に関する問題が指摘され、現在調査実施中。
⑥ Talmest- Tensift	250.0 / 66.0	2012	中止	技術的問題 (漏水)
⑦ Ait Segmine- Rhzef	110.0 /	2008	計画なし	詳細調査実施せず。社会経済的影響大
その他のダムサイト候補				
⑧ Imizer- R'dat	150.0 / 82.0		中止	河川水質に問題有り
⑨ Timalizene- Ourika	110 / 102.5		中止	社会経済的影響大
⑩ My Brahim- Rheraya	36.4 / 27.0		中止	技術的問題 (塩分)
⑪ Oulad Mansour- Tensift	131.0 / 23.0		計画なし	社会経済的影響大
⑫ Sidi Bouidel- Tensift	39.0 / 35.0		中止	技術的問題 (漏水)
⑬ Amez Miz- Anoug al	11.0 / 2.0		計画なし	詳細調査実施済み
⑭ Tiyoughza- Tessaout	121.0 / 53.0		未定	詳細調査を実施予定
⑮ Tinzilliyt- Zat	123.0 /		未定	詳細調査の実施予定なし
⑯ Guers- Zat	93.7 /		中止	詳細調査の実施予定なし
⑰ Oumar- R'dat			中止	詳細調査の実施予定なし



出典：DAHにて聴取

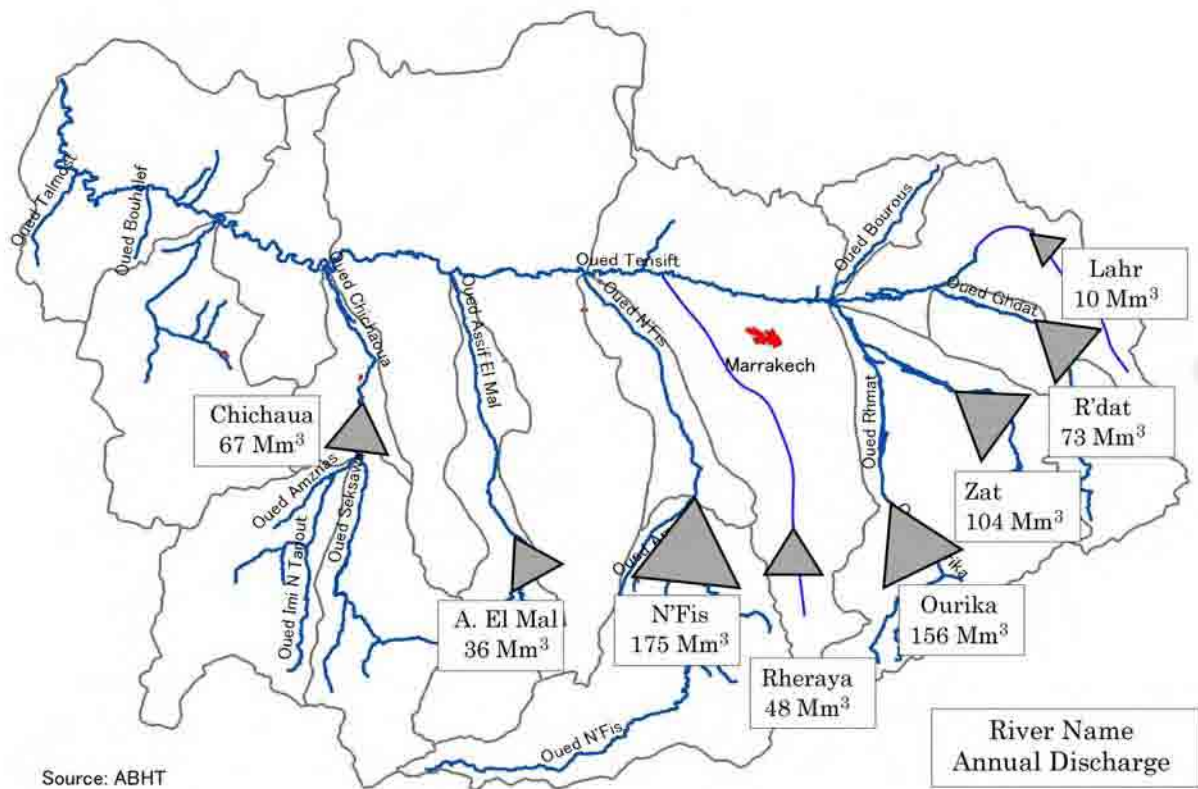





图 3.2.1 河川流出量(1970-2002年平均)

Etat du réseau piézométrique

- # fonctionnel
-) fermé ou coincé
-) fonctionnel, dans le réseau
-) Enregistreur automatique
- Eboulés ou autres non fonctionnels

-  Flux nul / No flow sector
-  Zones d'alimentation amont et de vidange aval / Upstream, downstream
-  Zone de changements rapides / Rapid variation sector

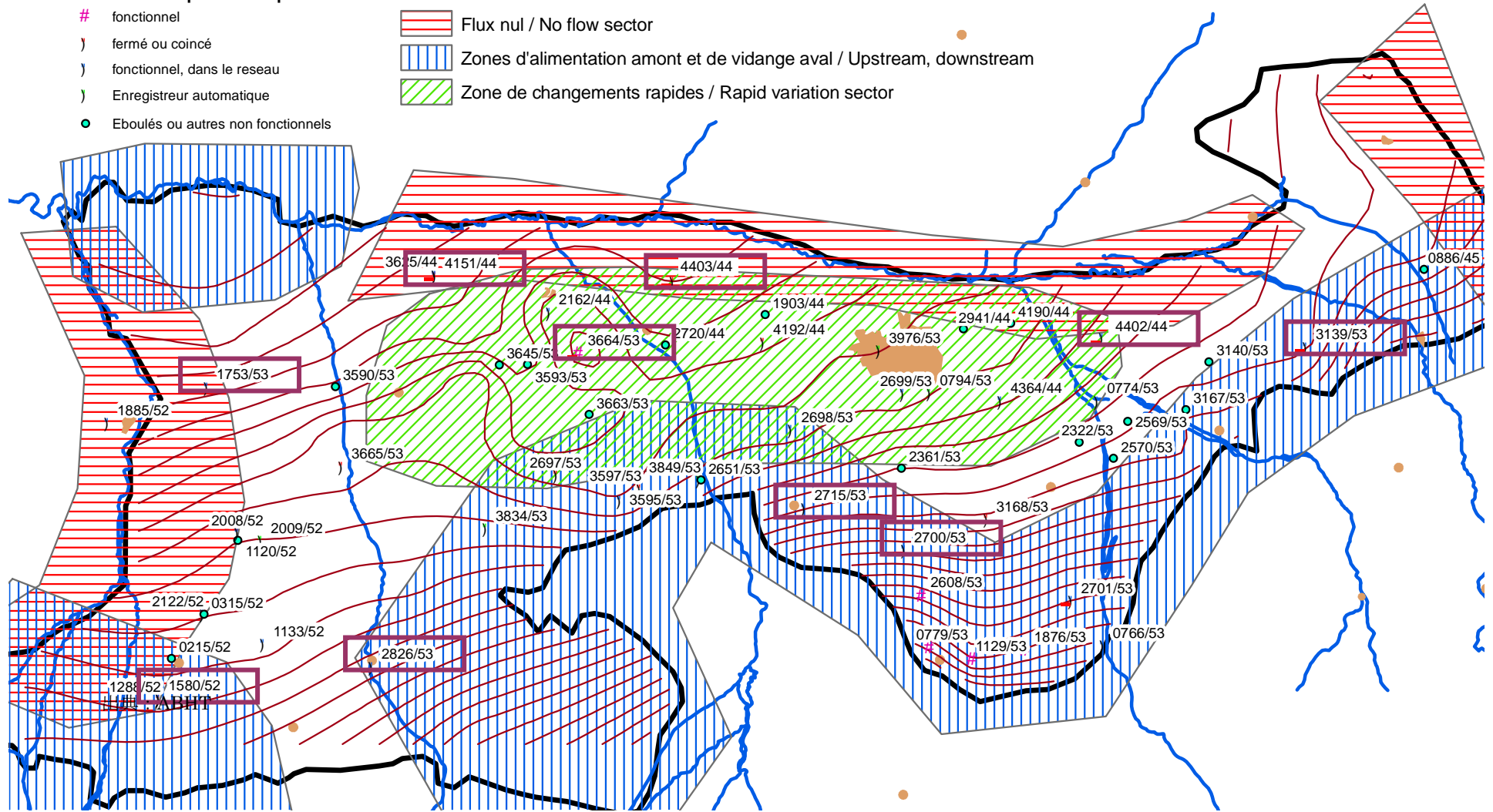
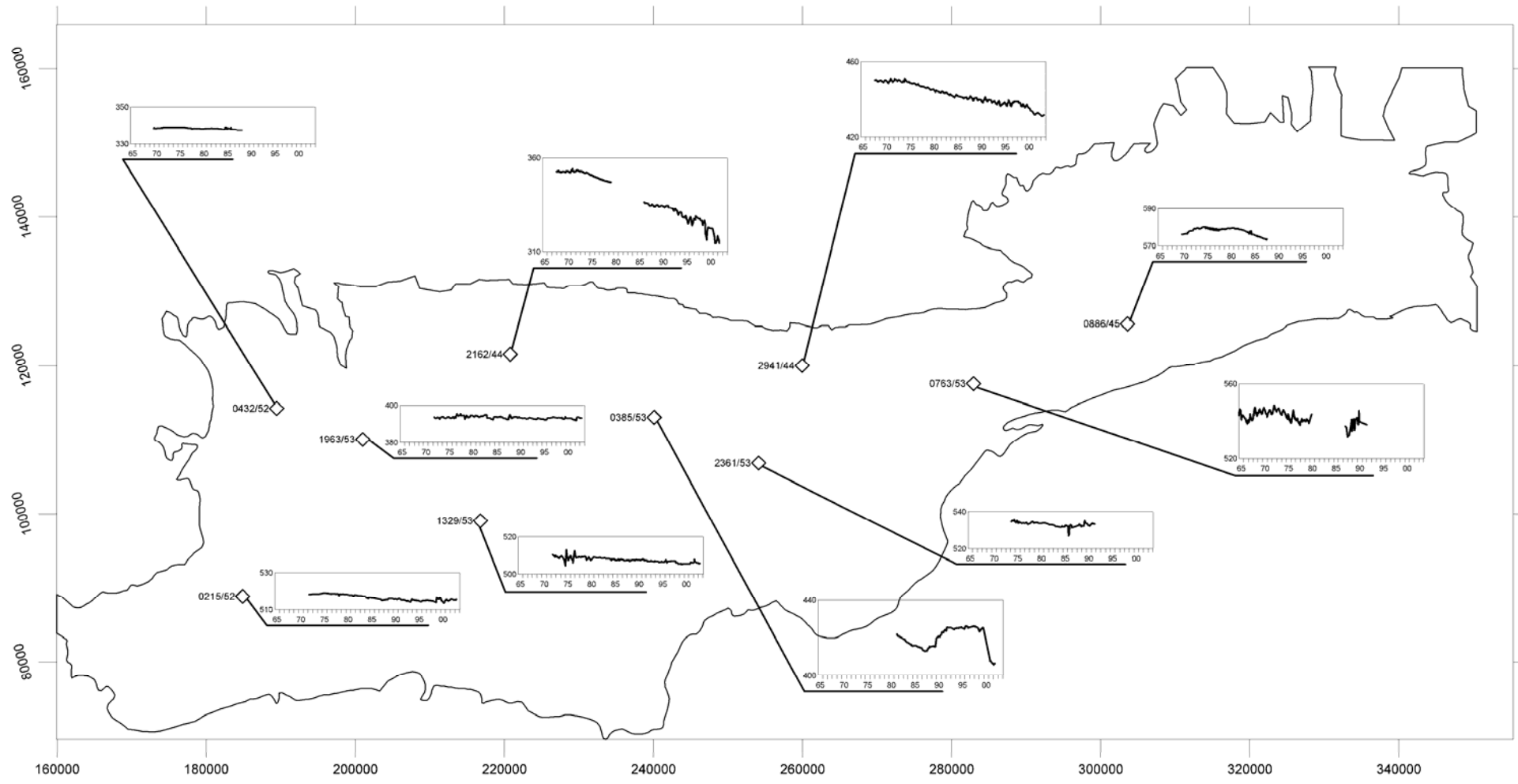
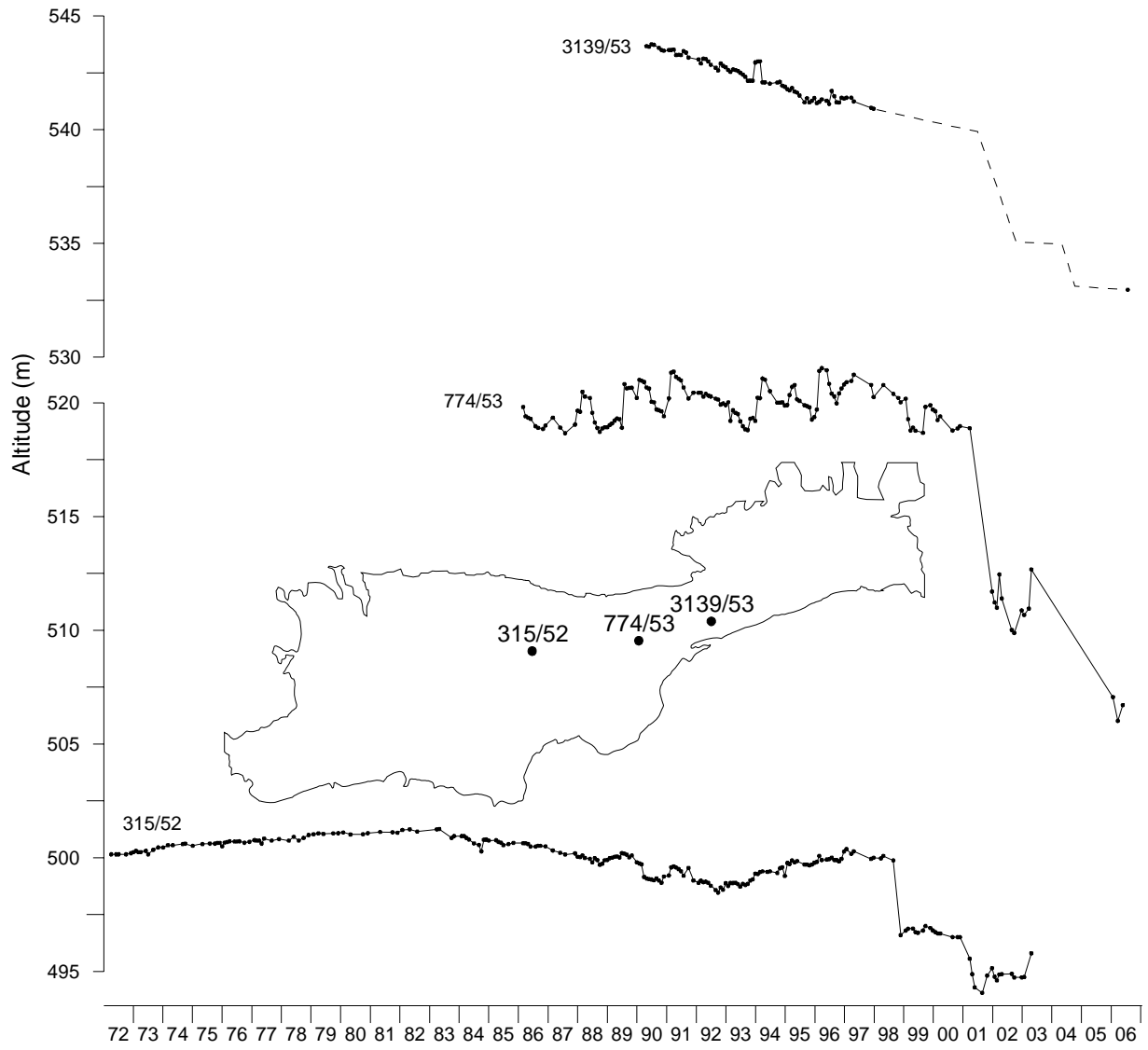


图3.3.1 自記式地下水位計設置井位置図



出典：ABHT

図3.3.2 ハウズ帯水層における地下水位変動



出典：ABHT

図 3.3.3 中央ハウズの水位変化

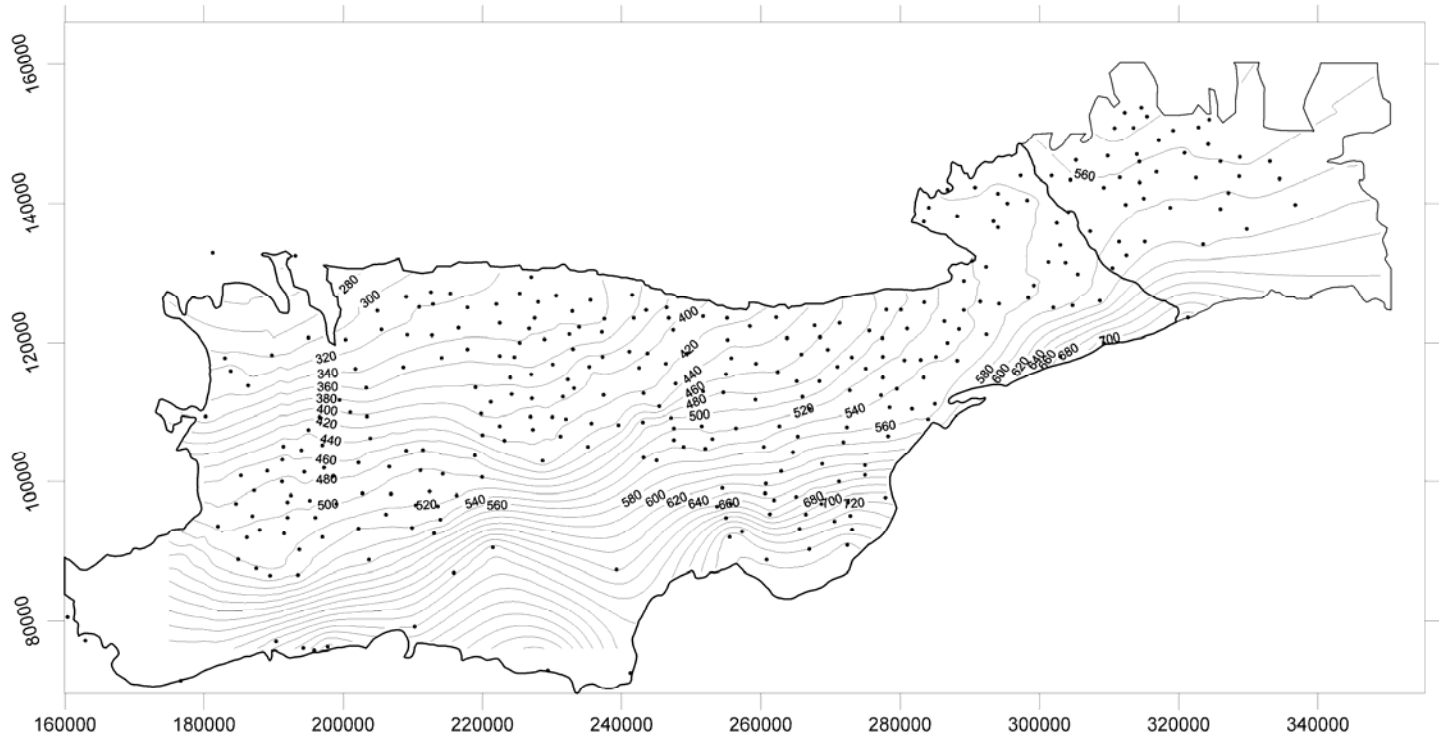
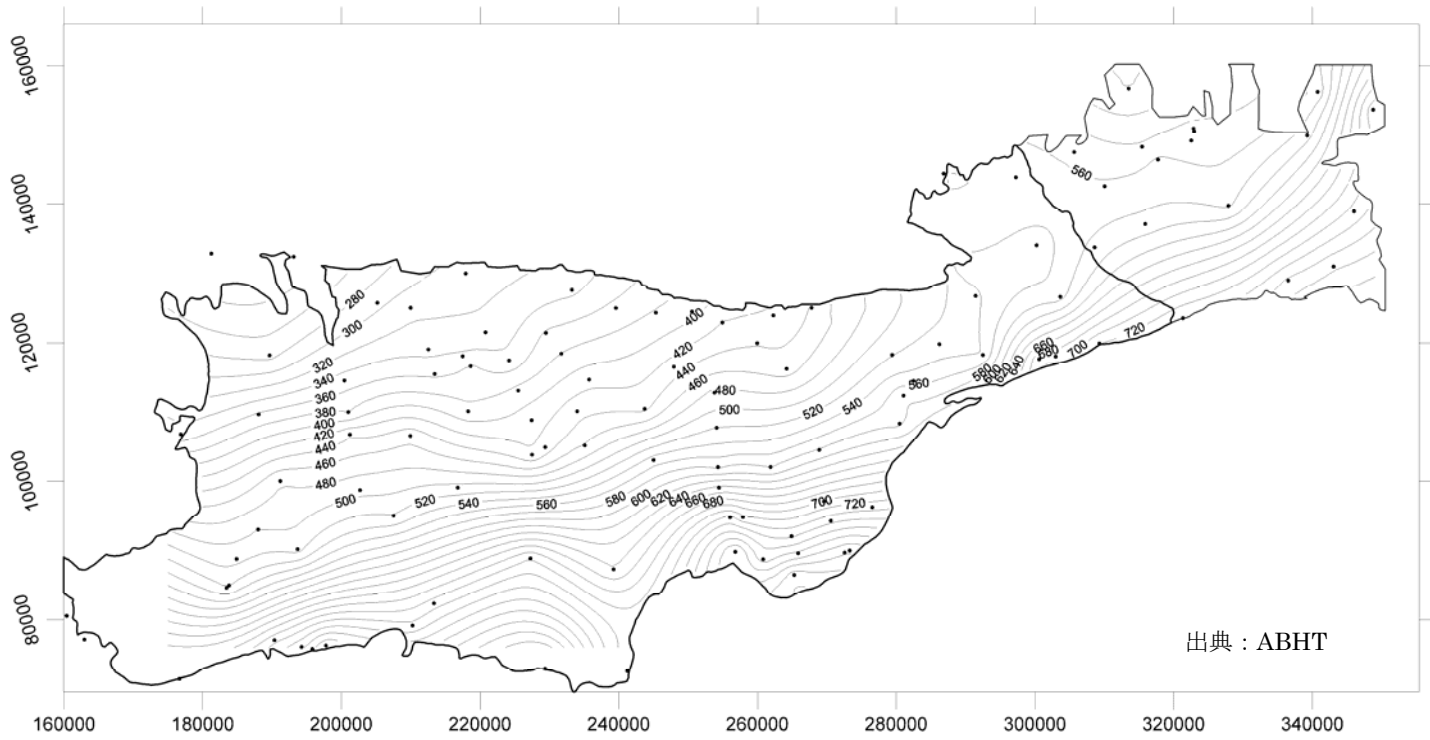


図3.3.4 ハウス帯水層における地下水位図－1986年



出典：ABHT

図3.3.5 ハウス帯水層における地下水位図－1998年

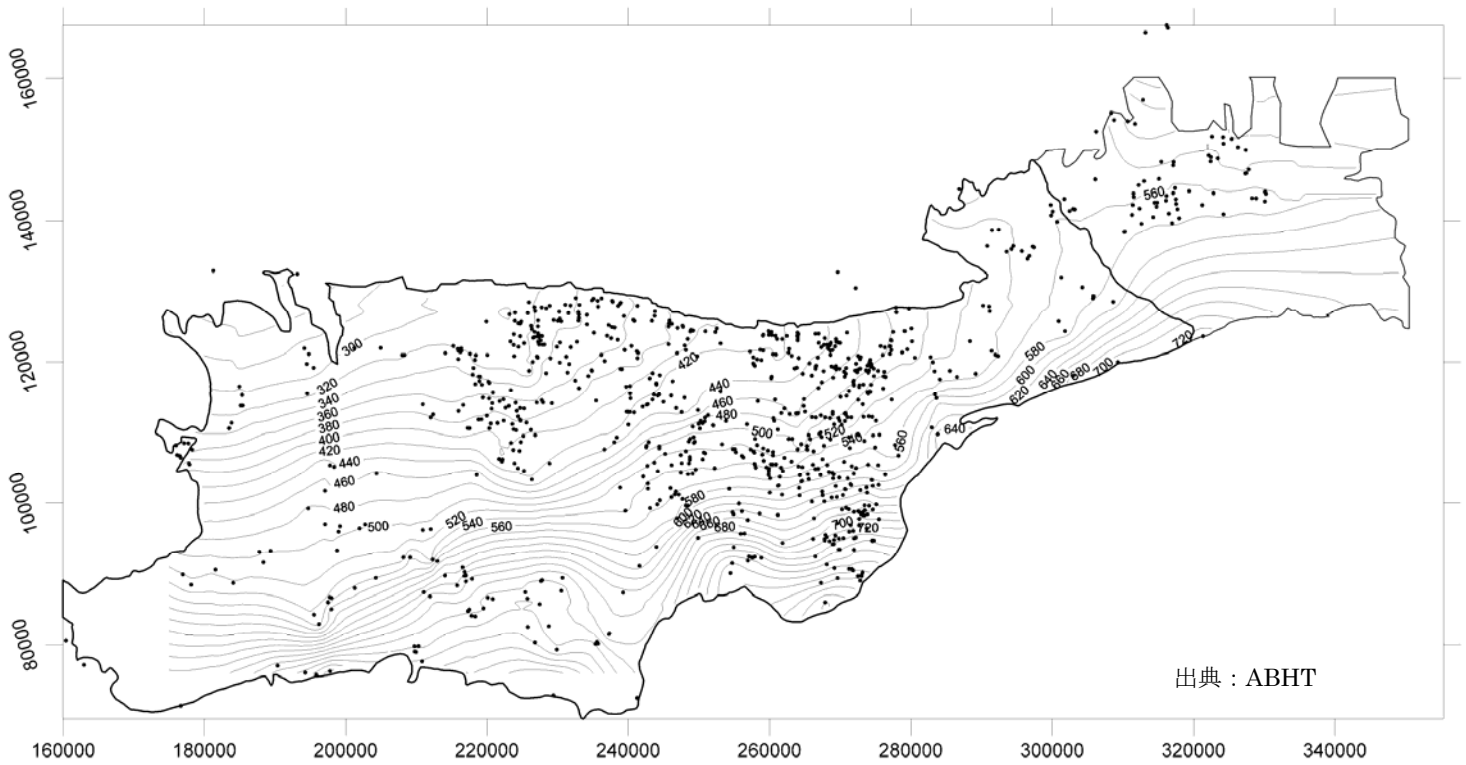


図3.3.6 ハウス帯水層における地下水位図－2002年

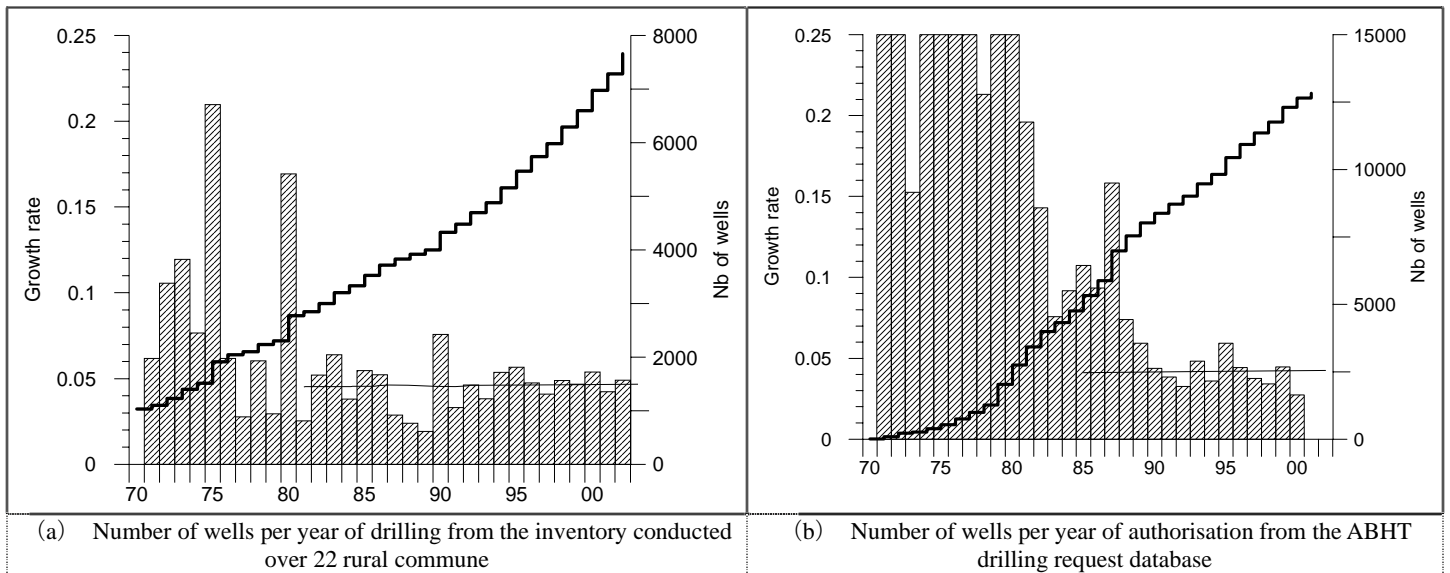


図 3.4.1 年間井戸増加率と井戸本数

出典：ABHT

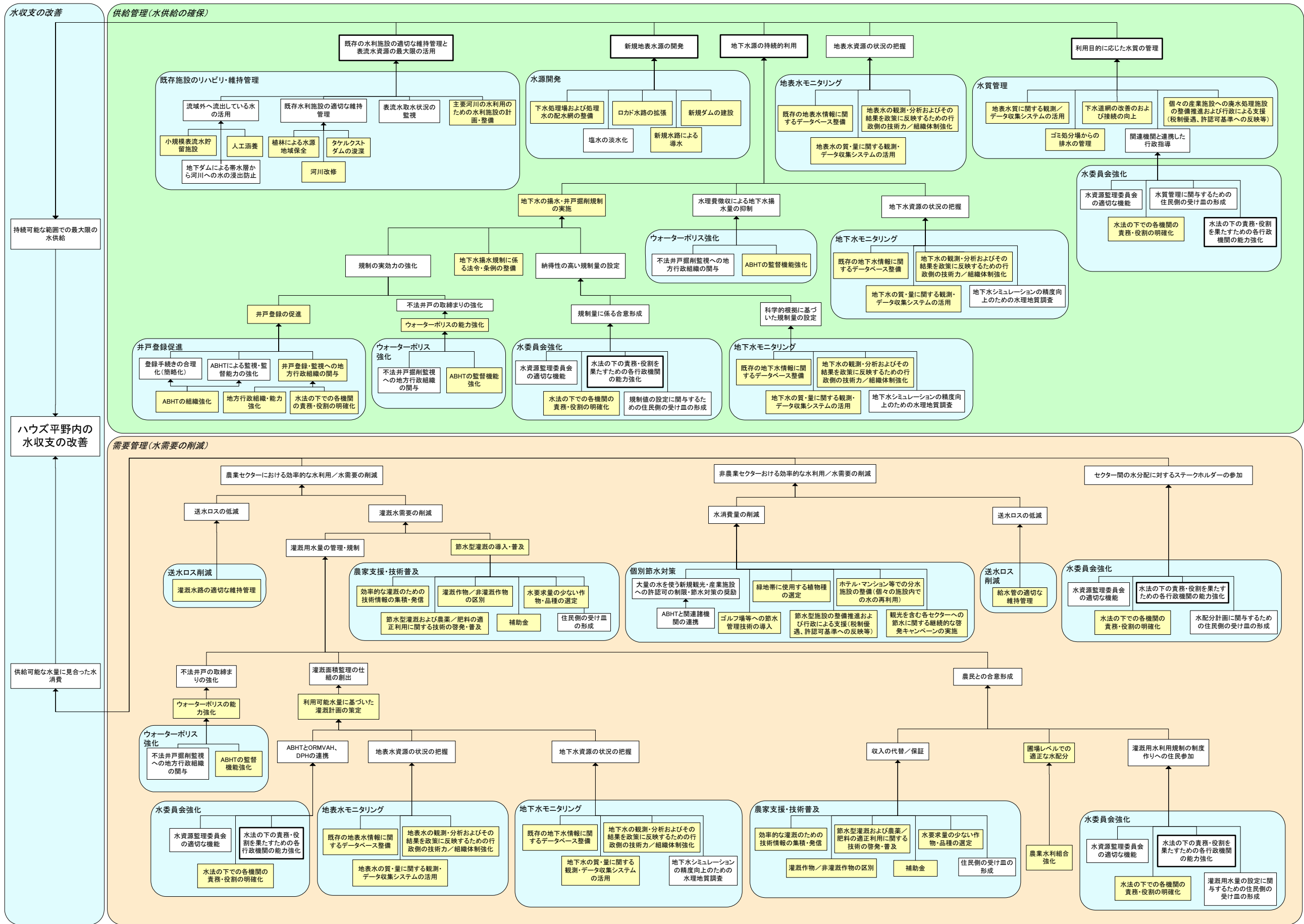


図 3.6.1 ハウズ平野における水資源に係る問題系図

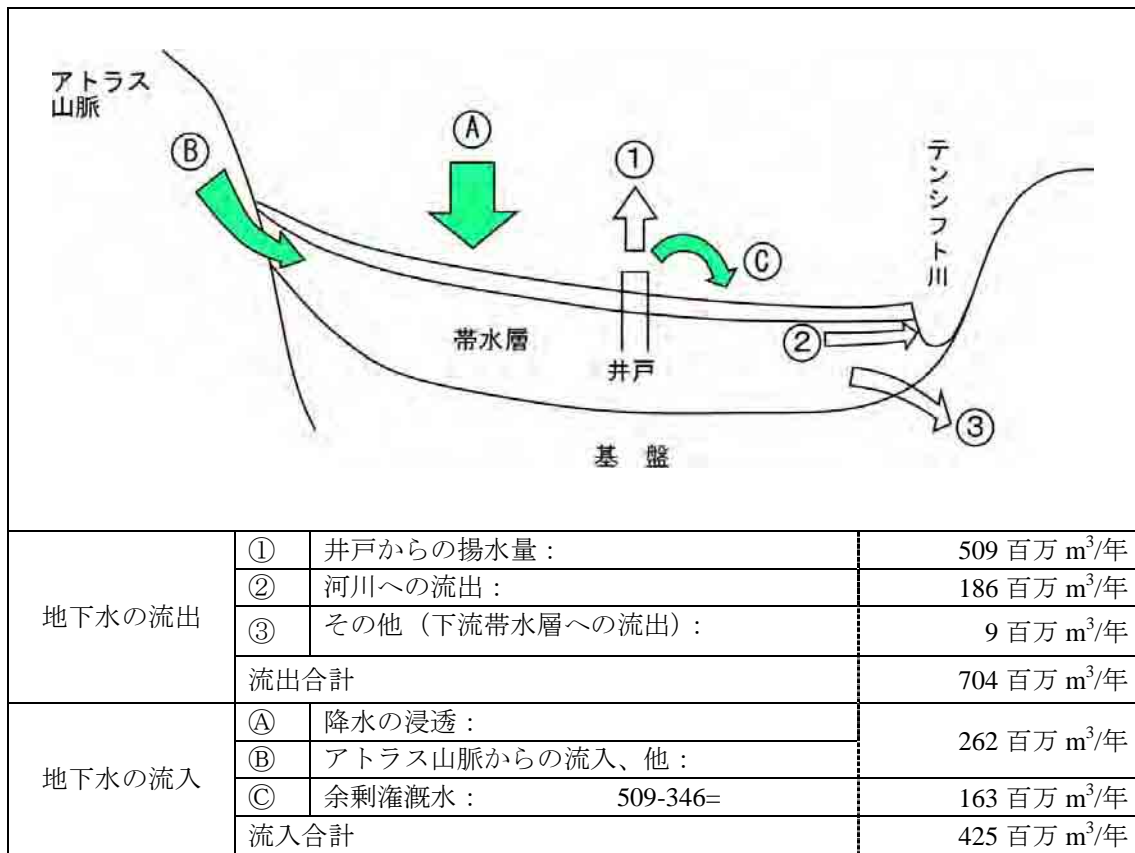


図3.8.1 2001年モデルにおける地下水収支の内訳

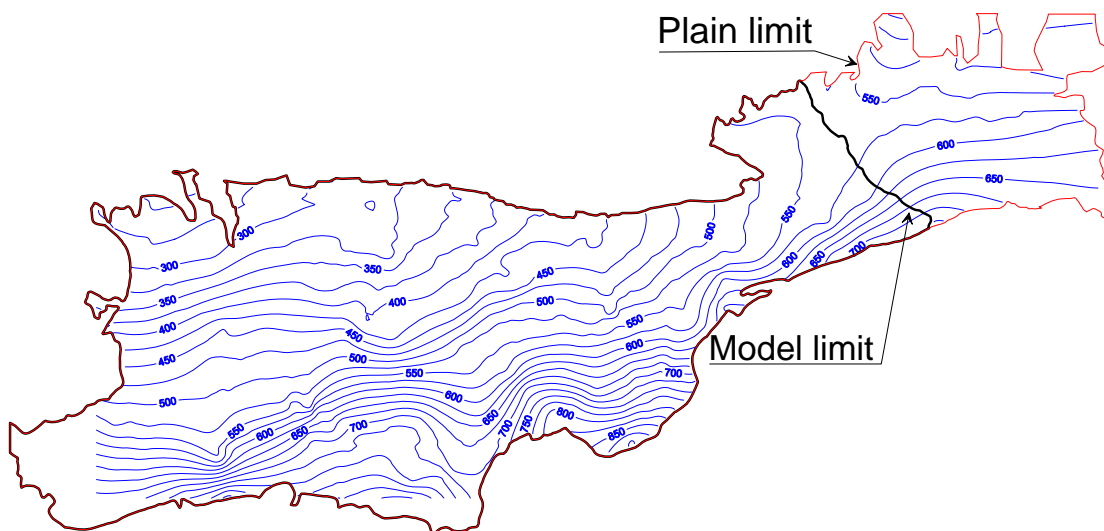


図3.8.2 モデル境界内のピエゾ水頭図(2002年)

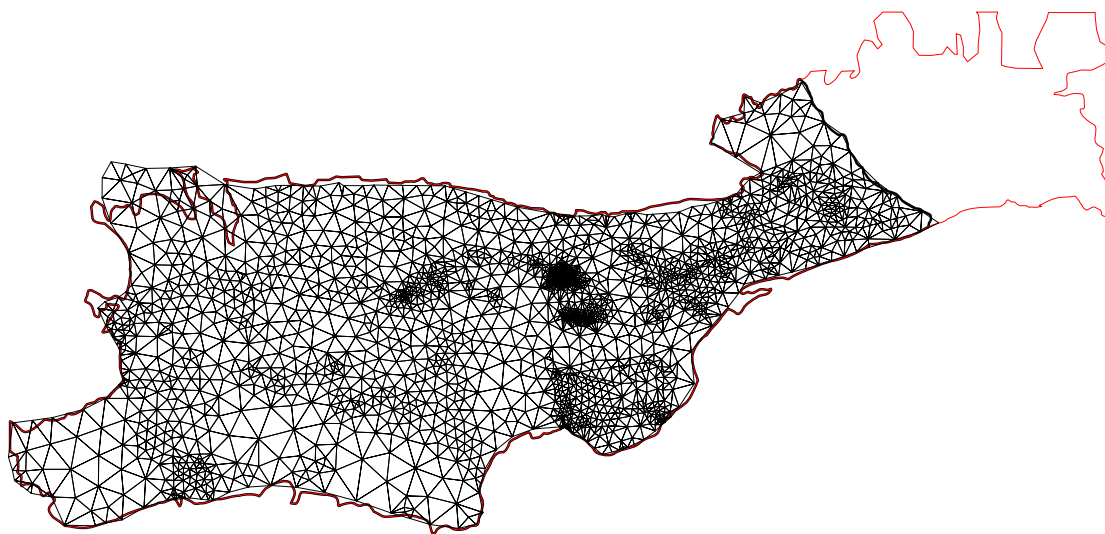


図3.8.3 現時点でのモデルメッシュ図

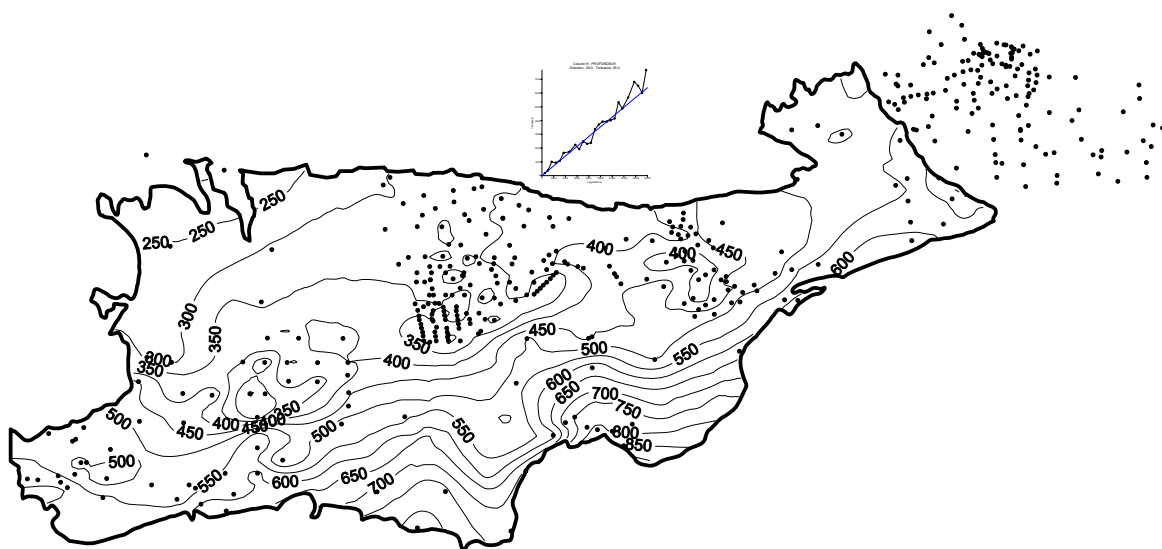


図3.8.4 基盤図

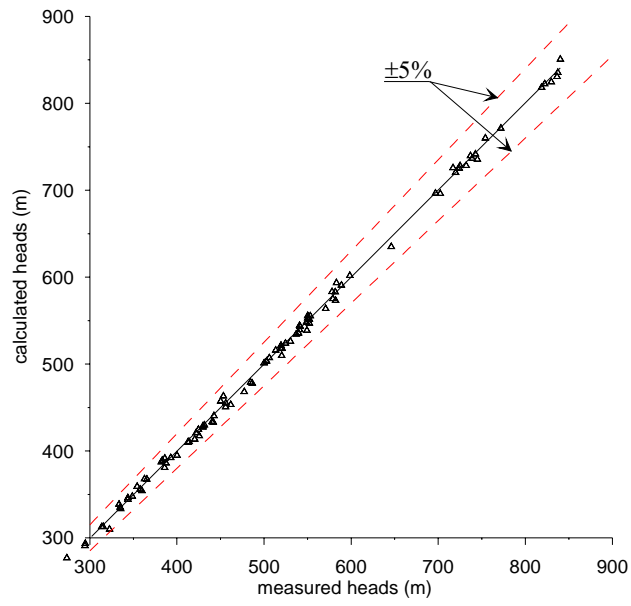


図3.8.5 観測水頭と計算結果の比較(1997/98)

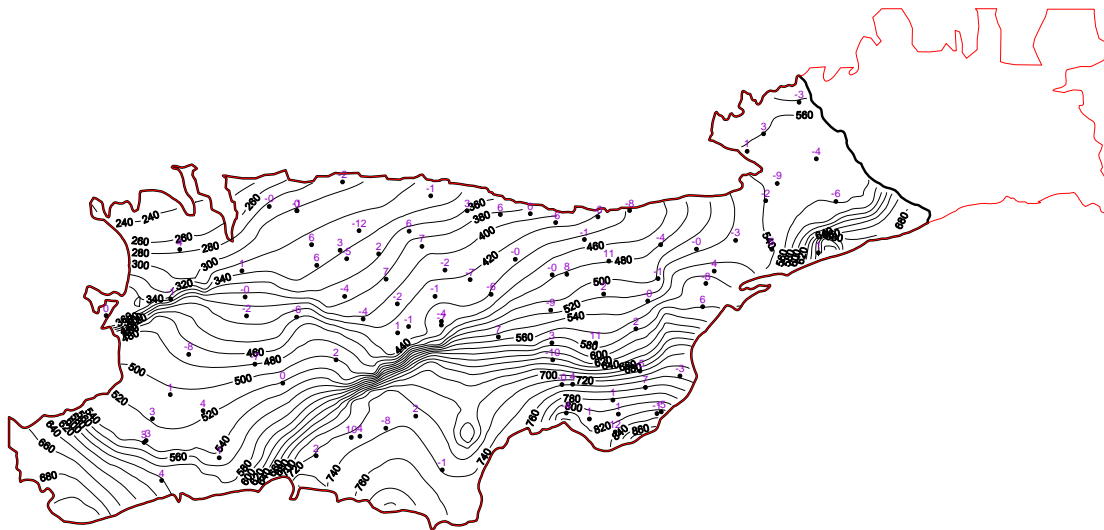


図3.8.6 ピエゾ水頭の計算結果及び検定対象点での観測値－計算結果の差(m)

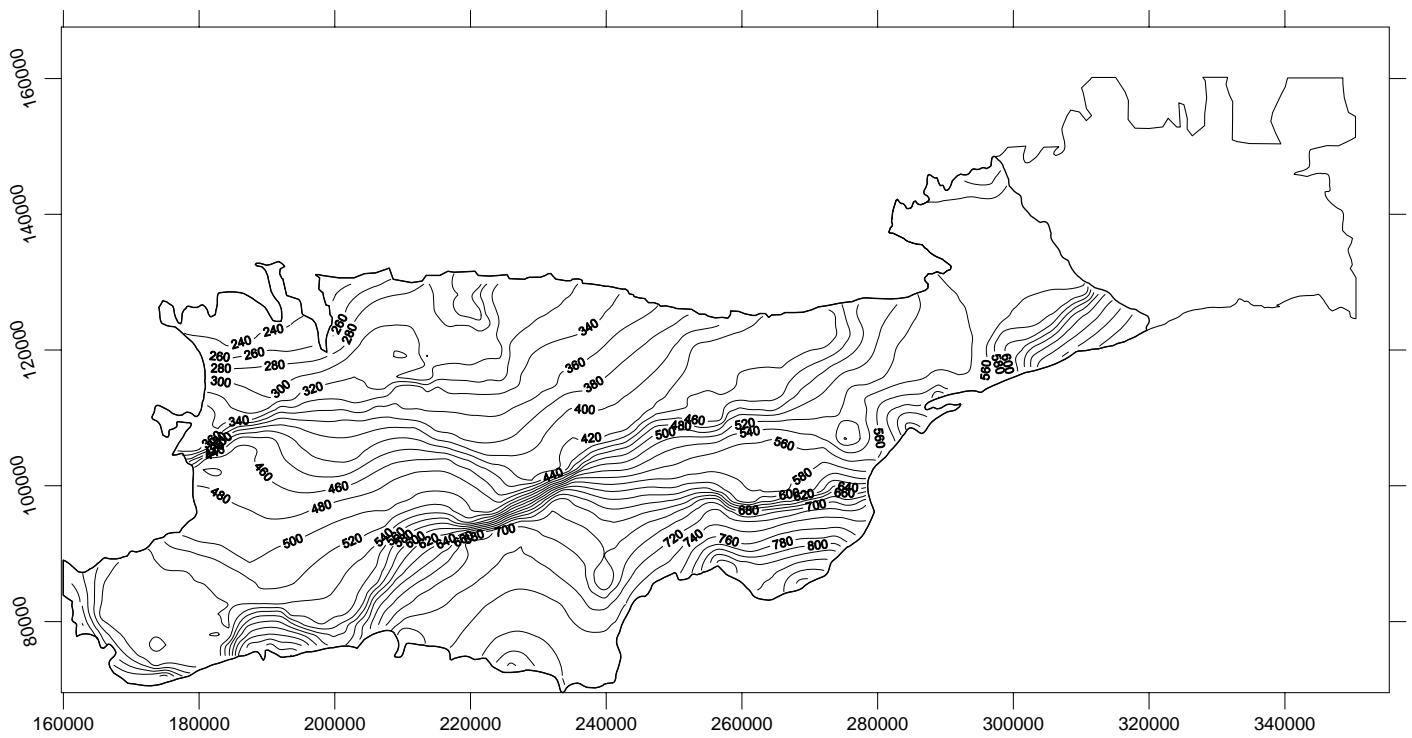


図3.9.1 ハウス帯水層における2020年における等地下水位図—現況維持シナリオ

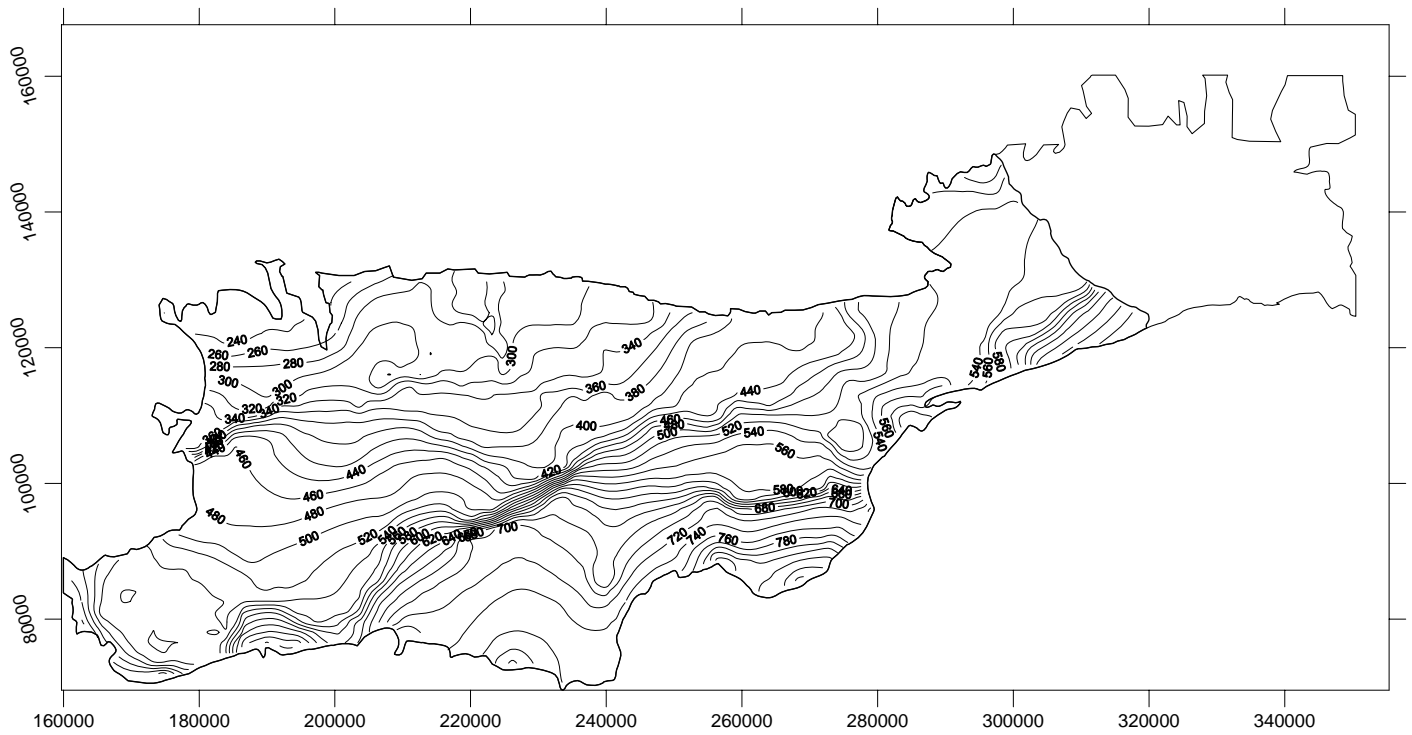


図3.9.2 ハウス帯水層における2020年における等地下水位図—最大需要シナリオ