

Eindrapport

Strategische planning voor de droogteproblematiek in Marokko

Mohamed el Achkar
Faculteit der Civiele Techniek
Sectie Infrastructuurplanning
Oktober 1997

INHOUDSOPGAVE

| | |
|---|-------------|
| 1. INLEIDING | 1-1 |
| 2. DOELSTELLING EN WERKWIJZE PROJECT | 2-2 |
| 2.1. Aanleiding voor het project | 2-2 |
| 2.2. Doelstelling van het afstudeerproject | 2-2 |
| 2.3. Werkwijze | 2-2 |
| 2.4. Randvoorwaarden en uitgangspunten | 2-3 |
| 3. BESCHRIJVING NATUURLIJK SYSTEEM | 3-4 |
| 3.1. Natuurlijk watersysteem in Marokko | 3-4 |
| 3.1.1. Geografie | 3-4 |
| 3.1.2. Klimaat | 3-5 |
| 3.1.3. Neerslag | 3-6 |
| 3.1.4. Water Resources | 3-8 |
| 3.2. Oum-Er-Rbia watersysteem | 3-11 |
| 3.2.1. Algemeen | 3-11 |
| 3.2.2. Neerslag en verdamping | 3-12 |
| 3.2.3. Rivieren | 3-12 |
| 3.2.4. Reservoirs | 3-12 |
| 3.2.5. Grondwatergebieden | 3-13 |
| 3.3. Watervraag Oum-Er-Rbia | 3-14 |
| 3.3.1. Drinkwater | 3-14 |
| 3.3.2. Industrierwater | 3-15 |
| 3.3.3. Irrigatie | 3-15 |
| 3.4. Transfers | 3-25 |
| 3.5. Milieuproblemen | 3-26 |
| 3.5.1. Erosie | 3-26 |
| 3.5.2. Verzilting | 3-27 |
| 3.5.3. Oprukken van de woestijn | 3-27 |
| 3.5.4. Watervervuiling | 3-28 |
| 4. BESCHRIJVING SOCIAAL-ECONOMISCH SYSTEEM | 4-29 |
| 4.1. Bevolkingsgroei | 4-29 |
| 4.2. Ontwikkeling van het watergebruik | 4-30 |

| | |
|---|-------------|
| 4.3. Ruimtelijke planning | 4-30 |
| 5. BESCHRIJVING INSTITUTIONEEL SYSTEEM | 5-32 |
| 5.1. Landbouw in de tijd van de kolonisatie | 5-32 |
| 5.2. Landbouw na de onafhankelijkheid | 5-32 |
| 5.3. Bestuurlijke organisatie | 5-37 |
| 5.4. Planningsproces | 5-37 |
| 5.5. Wetgeving | 5-38 |
| 5.6. Financiële instrumenten | 5-38 |
| 5.7. Onderwijs en Public Awareness | 5-39 |
| 6. PROBLEEMANALYSE EN BENADERING | 6-40 |
| 6.1. Voorkomen van droogte | 6-40 |
| 6.2. Doelstellingen van het huidig waterbeheer | 6-41 |
| 6.3. Probleemanalyse | 6-42 |
| 6.4. Benadering | 6-45 |
| 7. ANALYSE VAN HET WATERSYSTEEM | 7-47 |
| 7.1. Doel van de analyse | 7-47 |
| 7.2. Raamwerk voor de analyse | 7-47 |
| 7.3. Modelleren van de watertoedeling in een stroomgebied | 7-48 |
| 7.4. Schematisatie van het Oum-Er-Rbia stroomgebied | 7-50 |
| 7.5. Definitie alternatieve simulaties | 7-52 |
| 7.6. Simulatieresultaten | 7-55 |
| 7.7. Conclusies | 7-57 |
| 8. DROOGTESCHADE - WATERBESCHIKBAARHEID | 8-59 |
| 8.1. Bepaling van een schadefunctie | 8-59 |
| 8.2. Bepalen van schade | 8-61 |
| 8.3. Investerings in het stroomgebied | 8-62 |

| | |
|---|--------------|
| 8.4. Conclusies | 8-63 |
| 9. MAATREGELEN: ANDERE ACTIVITEITENMIX | 9-65 |
| 9.1. Belang landbouw in de economie | 9-65 |
| 9.2. Investerings in de landbouw | 9-67 |
| 9.3. Belang water voor de landbouw | 9-68 |
| 9.4. Conclusies | 9-69 |
| 10. MAATREGELEN IN DE RUIMTELIJKE PLANNING | 10-70 |
| 10.1. Bevolkingsdichtheid | 10-70 |
| 10.2. Ontwikkeling bevolking a.g.v. migratie | 10-71 |
| 10.3. Landbouwgebieden | 10-72 |
| 10.4. Waterbalans in 2020 | 10-73 |
| 10.5. Inter-basin transfers | 10-74 |
| 10.6. Conclusies | 10-75 |
| 11. MAATREGELEN: WATERBESPARING | 11-76 |
| 11.1. Huishoudelijk waterverbruik | 11-76 |
| 11.2. Industrieel waterverbruik: | 11-77 |
| 11.3. Agrarisch waterverbruik | 11-77 |
| 11.4. Organisatorische maatregelen | 11-78 |
| 11.5. Noodmaatregelen bij droogte | 11-78 |
| 11.6. Ontzouting | 11-78 |
| 12. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN | 12-80 |
| 12.1. Conclusies | 12-80 |
| 12.2. Aanbevelingen | 12-81 |

LIJST VAN TABELLEN

| | | |
|------------|---|-------|
| Tabel 3-1 | Overzicht regionale verschillen in neerslaggegevens | 3-7 |
| Tabel 3-2 | Ontwikkeling waterverbruik in Noord Afrika. | 3-9 |
| Tabel 3-3 | Water per inwoner in Noord Afrika. | 3-10 |
| Tabel 3-4 | Watervraag steden in Oum-Er-Rbia stroomgebied | 3-15 |
| Tabel 3-5 | Gewassen in Beni Amir | 3-17 |
| Tabel 3-6 | Waterbehoefte verschillende gewassen in Beni Amir. | 3-17 |
| Tabel 3-7 | Waterverdeling over het jaar in Beni Amir | 3-18 |
| Tabel 3-8 | Gewassen in Beni Moussa | 3-19 |
| Tabel 3-9 | Gewassen in Bas Doukala. | 3-20 |
| Tabel 3-10 | Gewassen in Haut Doukala. | 3-21 |
| Tabel 3-11 | Gewassen in Tessaout Amont (ha en %). | 3-23 |
| Tabel 3-12 | Bron watervoorziening van Haouz Central. | 3-24 |
| Tabel 3-13 | Gewassen in Haouz Central. | 3-25 |
| Tabel 3-14 | Overzicht watervraag Oum-Er-Rbia stroomgebied. | 3-26 |
| Tabel 5-1 | Verschillen tussen de traditionele en de moderne landbouw | 5-33 |
| Tabel 5-2 | Overheidsinvesteringen 1960-1992 (%) | 5-34 |
| Tabel 5-3 | Overheidsinvesteringen in de landbouw 1960-1992 (%) | 5-34 |
| Tabel 5-4 | Gemobiliseerd water (nu en 2020) | 5-38 |
| Tabel 5-5 | Tariefstructuur huishoudelijk- en industriewater (1991) | 5-38 |
| Tabel 5-6 | waterprijzen in irrigatiegebieden (1992) | 5-39 |
| Tabel 6-1 | Overzicht 'droge' jaren in de afgelopen eeuw | 6-40 |
| Tabel 7-1 | Overzicht knopen in model Ribasim | 7-49 |
| Tabel 7-2 | Overzicht verschillen simulaties | 7-53 |
| Tabel 7-3 | Public Water Supply in model | 7-53 |
| Tabel 7-4 | Fixed irrigationknopen in model | 7-54 |
| Tabel 7-5 | Variable irrigatie in model | 7-54 |
| Tabel 7-6 | Groundwaterdistrict knopen in model | 7-55 |
| Tabel 7-7 | Case I: Gemiddelde watervraag versus wateraanbod | 7-55 |
| Tabel 8-1 | Rendement als functie van watertekort volgens FAO | 8-60 |
| Tabel 8-2 | Gemiddelde schade case I, III en IV | 8-62 |
| Tabel 8-3 | Schadevermindering door nieuwe infrastructuur | 8-63 |
| Tabel 9-1 | Verdeling B.N.P. over verschillende sectoren (miljoen DH) | 9-66 |
| Tabel 9-2 | Aandeel landbouw in BNP in 1994-1995 (miljoen DH en %) | 9-66 |
| Tabel 9-3 | Investeringen (%) in de landbouw (1960-1992) | 9-68 |
| Tabel 10-1 | Projecties waterbalans voor Marokko 2020 (Bron: Lahmeyer) | 10-73 |

LIJST VAN FIGUREN

| | |
|---|-------|
| Figuur 3-1 Kaart van Marokko | 3-5 |
| Figuur 3-2 Gemiddelde neerslag in Marokko | 3-7 |
| Figuur 3-3 Verhouding tussen de neerslag en verdamping | 3-8 |
| Figuur 3-4 Marokko's water resources. Bron: Encyclopedie du Maroc | 3-9 |
| Figuur 3-5 Overzicht stroomgebieden in Marokko | 3-10 |
| Figuur 3-6 Gemiddelde jaarlijkse debieten van enkele belangrijke rivieren | 3-11 |
| Figuur 3-7 Oum-Er-Rbia stroomgebied | 3-11 |
| Figuur 3-8 Grondwatergebieden in het Oum-Er-Rbia stroomgebied | 3-13 |
| Figuur 3-9 Irrigatiegebied Beni Amir | 3-16 |
| Figuur 3-10 Irrigatiegebied Beni Moussa | 3-18 |
| Figuur 3-11 Irrigatiegebied Doukala (hoog en laag) | 3-20 |
| Figuur 3-12 Irrigatiegebied Haouz | 3-22 |
| Figuur 4-1 Ontwikkeling bevolking 1900-1990 | 4-29 |
| Figuur 5-1 Overheidsinvesteringen in de landbouw (%) | 5-34 |
| Figuur 5-2 Aandeel landbouw aan werkgelegenheid (%) | 5-36 |
| Figuur 5-3 Aandeel landbouw in het BNP (%) | 5-36 |
| Figuur 5-4 Agrarisch aandeel in de import en export (%) | 5-37 |
| Figuur 6-1 Schematisatie relaties tussen bevolking, watersysteem, economisch systeem en klimaat | 6-43 |
| Figuur 7-1 Kader voor de analyse van het watersysteem | 7-48 |
| Figuur 7-2 Kaart van het Oum-Er-Rbia stroomgebied | 7-50 |
| Figuur 7-3 Netwerk van knopen en verbindingen in Ribasim | 7-50 |
| Figuur 7-4 Overzicht van de soorten knopen in het model | 7-51 |
| Figuur 7-5 Simulatieresultaten case I: watervraag en tekort (Mm ³ /jaar) | 7-56 |
| Figuur 7-6 Case II: Irrigatietekorten | 7-57 |
| Figuur 7-7 Case IV: Watervraag en watertekort | 7-57 |
| Figuur 8-1 Rendement (%) als functie van het watertekort t.o.v. normale situatie | 8-59 |
| Figuur 8-2 Watertekorten voor de irrigatie (%) | 8-60 |
| Figuur 8-3 Relatie watertekort en schade aan gewassen | 8-61 |
| Figuur 8-4 Verlies landbouwoppervlak a.g.v. droogte (%) | 8-61 |
| Figuur 8-5 Schade uitgedrukt in verloren areaal (ha) | 8-62 |
| Figuur 9-1 Ontwikkeling economische groei (%) tussen 1987 en 1996 | 9-65 |
| Figuur 9-2 Aandeel landbouw in het B.N.P (%) | 9-65 |
| Figuur 9-3 Aandeel agro-industrie in de totale industrie (1994) | 9-66 |
| Figuur 9-4 Percentage beroepsbevolking werkzaam in de landbouw | 9-67 |
| Figuur 10-1 Bevolkingsdichtheid in Marokko | 10-70 |
| Figuur 10-2 Migratiebewegingen in Marokko | 10-71 |
| Figuur 10-3 Bodemgebruik in Marokko | 10-72 |
| Figuur 10-4 Gebieden met tekorten en overschotten /interbasintransfers | 10-74 |

Voorwoord

Dit rapport vormt het eindrapport van het afstudeerproject 'Water Beheer in Marokko' ter afronding van de studie Civiele Techniek aan de Technische Universiteit Delft.

Het project heeft plaatsgevonden bij de sectie Infrastructuurplanning in nauwe samenwerking met het Waterloopkundig Laboratorium Delft. Bij de voorbereidingen van het project is ook het Marokkaanse ministerie van 'Travaux Public' betrokken geweest. Deze twee instellingen waren voor dit project dan ook belangrijke informatiebronnen. Hiervoor mijn dank.

Ook wil ik mijn begeleiders bedanken voor de tijd en moeite die zij hebben gestoken in het begeleiden van het project. Het begeleidingsteam bestond uit:

- Prof. Ir. E.van Beek
- Ir. P.van.Eck
- Prof. Ir. A.A.J. Pols
- Dr.ir.R.Verhaeghe

Mijn speciale dank gaat uit naar de heer Verhaeghe die als hoofdbegeleider mij gedurende het hele proces heeft bijgestaan.

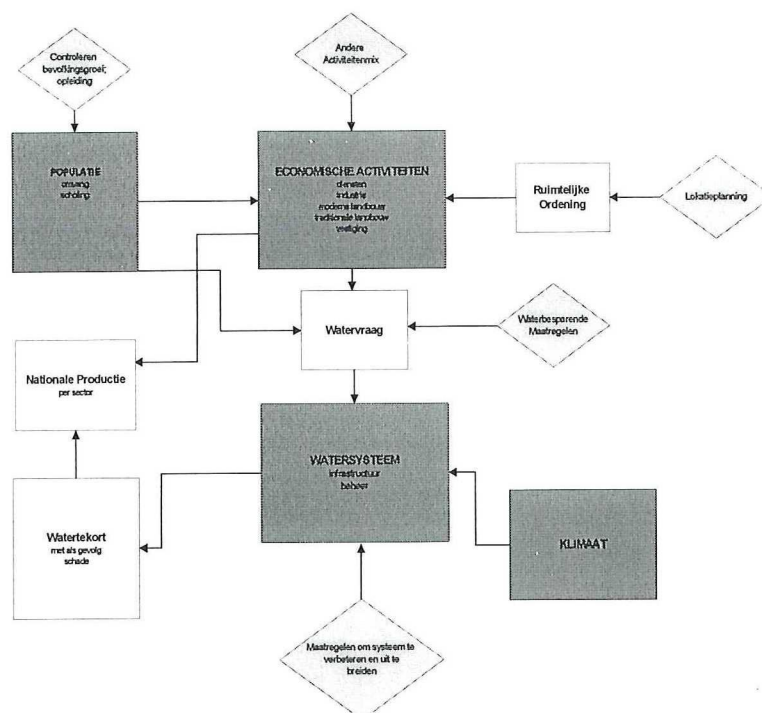
Delft, oktober 1997.

Mohamed el Achkar

Samenvatting

Ernstige droogtes hebben het economisch functioneren van Marokko de afgelopen jaren negatief beïnvloed. Dit is de aanleiding geweest voor een onderzoek naar samenhangende factoren die het droogteprobleem in Marokko beïnvloeden en naar strategieën met betrekking tot infrastructuurontwikkeling, economische activiteiten, ruimtelijke inrichting en waterbesparende maatregelen die het droogteprobleem kunnen oplossen of verminderen.

Na bestudering van het watersysteem, het sociaal-economisch en institutioneel systeem heeft een analyse plaatsgevonden van de droogte en zijn doorwerking op de economie. Hieruit is een relatieschema afgeleid met de belangrijkste subsystemen en relaties die het droogteprobleem bepalen of die erdoor beïnvloed worden. Er worden vier subsystemen onderscheiden: de populatie, de economische activiteiten, het klimaat en het watersysteem. Verder worden er een aantal soorten maatregelen onderscheiden die aangrijpen op verschillende plaatsen in het systeem. De bedoeling is maatregelen te identificeren en hun mate van invloed bij een minimalisatie van het droogte-effect op de nationale productie.



Watersysteem en maatregelen

Als onderdeel heeft een analyse van het watersysteem plaatsgevonden met behulp van een simulatie van een case gebied, het Oum-Er-Rbia stroomgebied. De waterbalans voor dit gebied is voor een periode van 22 jaar gesimuleerd. Ook zijn alternatieve ontwikkelingen bekeken en maatregelen om het systeem te verbeteren. De conclusie is dat er weinig mogelijkheden zijn om het wateraanbod te vergroten via een uitbreiding van

de infrastructuur. Uitvoering van geplande irrigatieuitbreidingen zal het systeem nog droogtegevoeliger maken dan het nu al is.

Ruimtelijke ordening en maatregelen

Zowel de bevolking als de grootste watervoorraden zijn geconcentreerd in het Noordwesten van het land. Migratiestromen versterken dit beeld. Geplande irrigatiegebieden voor de komende 25 jaar bevinden zich echter in het zuiden van het land. Dit betekent dat grootschalige transfers dienen te worden uitgevoerd van de noordelijke stroomgebieden naar de zuidelijke stroomgebieden. De hoge kosten die hiermee gemoeid zijn, maken dergelijke transfers weinig rendabel. Bovendien komt hiermee de drinkwatervoorziening in de dichtbevolkte noordelijke stroomgebieden in gevaar.

Economische activiteiten en maatregelen

Uit de analyse blijkt dat momenteel slechts een beperkt deel van het beschikbare water wordt gebruikt voor huishoudelijk en industriële watervraag. De irrigatie gebruikt meer dan 90 % van het water. Marokko heeft de afgelopen jaren aanzienlijk geïnvesteerd in de irrigatiesector, door o.a. de aanleg van een groot aantal stuwdammen. Deze investeringen hebben niet geleid tot de beoogde doelen. Gezien de ambitieuze doelstellingen met betrekking tot de uitbreiding van het irrigatieareaal heeft dit de droogtegevoeligheid alleen maar versterkt. Het land is in grote mate afhankelijk geworden van de opbrengsten van de landbouw. Dit uit zich in het aandeel van de landbouw in de sectoren import, export en werkgelegenheid. Het effect wordt versterkt doordat een groot deel van de bevolking afhankelijk is van de inkomsten uit de traditionele (niet geïrrigeerde) landbouw. Vanuit de invalshoek water wordt aanbevolen om meer te richten op de industrie. Deze is veel minder droogtegevoelig dan de irrigatiesector.

Watervraag en waterbesparing

Op het gebied van huishoudelijk waterverbruik zijn waterbesparingen mogelijk. De efficiency van het drinkwatersysteem kan sterk worden verbeterd. Op nationale schaal heeft dit momenteel weinig effect, gezien het kleine aandeel van de drinkwatervraag in de totale vraag. Op langere termijn zal deze vraag naar verwachting echter sterk toenemen en heeft waterbesparing wel degelijk effect. De efficiency van irrigatiesystemen zou ook kunnen worden verbeterd, via efficiëntere systemen zoals druppelirrigatie..

1. Inleiding

Marokko is een mekka voor waterbeheerders. Het ontwikkelen van watervoorraden heeft in de laatste decennia een grote prioriteit gekregen. '1 million d'ha irrigué en 2000' was de leuze van koning Hassan II aan het begin van zijn koningschap. Dit gaf aan dat Marokko haar irrigeerbaar areaal in korte tijd enorm wilde uitbreiden. Deze leuze lijkt anno 1997 waarheid te worden. Inmiddels heeft men de 900.000 ha al bijna bereikt.

Ook geografisch en hydrologisch gezien is Marokko interessant. Op korte afstand van elkaar zijn grote hoeveelheden water en woestijn te vinden. In tegenstelling tot haar buurlanden bezit Marokko geen aardolie, wel de grootste mobiliseerbare waterhoeveelheden van de Maghreb (misschien wel de aardolie van de toekomst). Met haar ligging aan de Atlantische Oceaan heeft een deel van Marokko ook qua neerslag niet te klagen. In sommige streken valt zelfs meer neerslag dan in Nederland.

Ondanks deze rijkdom heeft het water Marokko de afgelopen jaren ook veel hoofdpijn bezorgd. Regelmatig moest de economische noodklok worden geluid als de landbouwopbrengsten weer eens tegenvielen na een droogte. Marokko kende in 1995 een negatieve economische groei van -5 %, terwijl de economie in 1996 tot de snelst groeiende economie in de wereld behoorde, met een groei van maar liefst 12 %. Dit hangt samen met de droogte van het jaar 1994/1995 en het extreem goede jaar 1995/1996 voor de landbouw. In de periodes 1981-1984 en 1991-1993 heeft Marokko de ergste droogtes uit de geschiedenis meegemaakt.

De onzekerheden die samenhangen met het waterbeheer zijn aanleiding geweest om het afstudeerproject te richten op Marokko. Integraal waterbeheer vormt voor Marokko nog een nieuw hoofdstuk. Er is heel veel aandacht geweest voor de waterkwantiteit, maar weinig voor de samenhang met andere sectoren, die hard nodig is om een duurzame groei te bereiken en het aanwezige water in Marokko optimaal te gebruiken.

2. Doelstelling en werkwijze project

2.1. Aanleiding voor het project

De ernst van de droogteproblematiek voor Marokko in de laatste jaren vormt een aanleiding voor dit project. De droogtes hebben grote gevolgen gehad op het economisch functioneren van het land. De sterk toenemende activiteiten in het land zijn afhankelijk van water, waardoor de droogtegevoeligheid de laatste jaren is toegenomen en naar verwachting verder zal toenemen. Voor het ministerie van 'Travaux Public' is de droogte één van de belangrijkste problemen. Het waterbeheer in Marokko vormt een uitdagende problematiek met zowel technische als sociaal-economische aspecten.

2.2. Doelstelling van het afstudeerproject

De doelstelling van dit project is een onderzoek te doen naar samenhangende factoren die het droogteprobleem in Marokko beïnvloeden en uitspraken te doen over strategieën voor de komende jaren met betrekking tot infrastructuurontwikkeling, economische activiteiten, waterbesparende maatregelen en ruimtelijke inrichting.

Deze studie heeft het karakter van een voorstudie waarbij een aantal aspecten onderzocht worden, namelijk:

1. Overzicht van het waterbeheer in Marokko en de rol van het waterbeheer in de ontwikkeling van het land;
2. Analyse van het watersysteem en maatregelen om de watervoorziening robuuster te maken
3. Analyse van het belang van water en de gevolgen van droogte in relatie met de economie en de rol van ruimtelijke planning;
4. Aandragen van oplossingsrichtingen en het aangeven van zaken die verder moeten worden bestudeerd

Als case voor bestuderen van het watersysteem zal het Oum-Er-Rbia stroomgebied worden genomen. Dit is één van de belangrijkste stroomgebieden van het land. Het gebied wordt gevoed door de belangrijkste rivier van het land, de Oum-er-Rbia.

2.3. Werkwijze

Eerst wordt een beschrijving gegeven van natuurlijk, sociaal-economisch en institutioneel systeem in Marokko. Deze drie systemen vormen de omgeving voor het watersysteem en leveren de randvoorwaarden en condities voor de inschatting van de effecten.

In de hoofdstukken 3,4 en 5 worden de drie systemen afzonderlijk behandeld.

Daaropvolgend wordt in hoofdstuk 6 een relatieschema voorgesteld met de samenhangende factoren die het droogteprobleem bepalen of beïnvloeden en die toelaat om de soorten maatregelen te identificeren en hun invloedssfeer te bepalen. Een belangrijk onderdeel van het totale systeem vormt uiteraard het watersysteem met het klimaat als voornaamste input. De karakteristieken van het typische watersysteem in Marokko en de (verdere) ontwikkeling ervan wordt geanalyseerd in hoofdstuk 7 aan de hand van een case studie voor het Oum-Er-Rbia stroomgebied. Simulaties voor verschillende alternatieve configuraties van watervraag en infrastructuur worden gemaakt om het droogtepatroon te bepalen en de schade in te schatten. Dit vindt plaats in hoofdstuk 8. In de hoofdstukken 9, 10 en 11 worden verschillende maatregelen besproken die voortbouwen op het relatieschema van hoofdstuk 6. De conclusies over hoe Marokko nu verder zou moeten, worden samengevat in hoofdstuk 10.

2.4. Randvoorwaarden en uitgangspunten

Het uitgangspunt voor het project is het inzicht krijgen in factoren die het waterbeheer beïnvloeden. Op hoofdlijnen inzicht krijgen in het functioneren van de verschillende samenhangende factoren en hun onderlinge relaties is voor dit project belangrijker dan het volledig in detail onderzoeken van één element van het waterbeheer.

Een randvoorwaarde voor het project is dat uitgegaan wordt van de op dit moment beschikbare informatie. Voor het project zijn het Marokkaanse ministerie van Verkeer en Waterstaat en het Waterloopkundig Laboratorium te Delft de hoofdinformatiebronnen.

De benodigde informatie van het ministerie is in de zomer van 1996 verzameld, en de informatie bij het WL was beschikbaar vanwege het feit dat het WL eerder onderzoeken heeft gedaan in Marokko.

3. Beschrijving natuurlijk systeem

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op het 'Natuurlijke Water Systeem'. Allereerst wordt aandacht besteed aan het natuurlijk watersysteem in heel Marokko. Vervolgens zal worden ingegaan op het case-gebied, het Oum-Er-Rbia stroomgebied. Hierbij komen het klimaat de neerslag en de waterbronnen aan de orde.

3.1. Natuurlijk watersysteem in Marokko

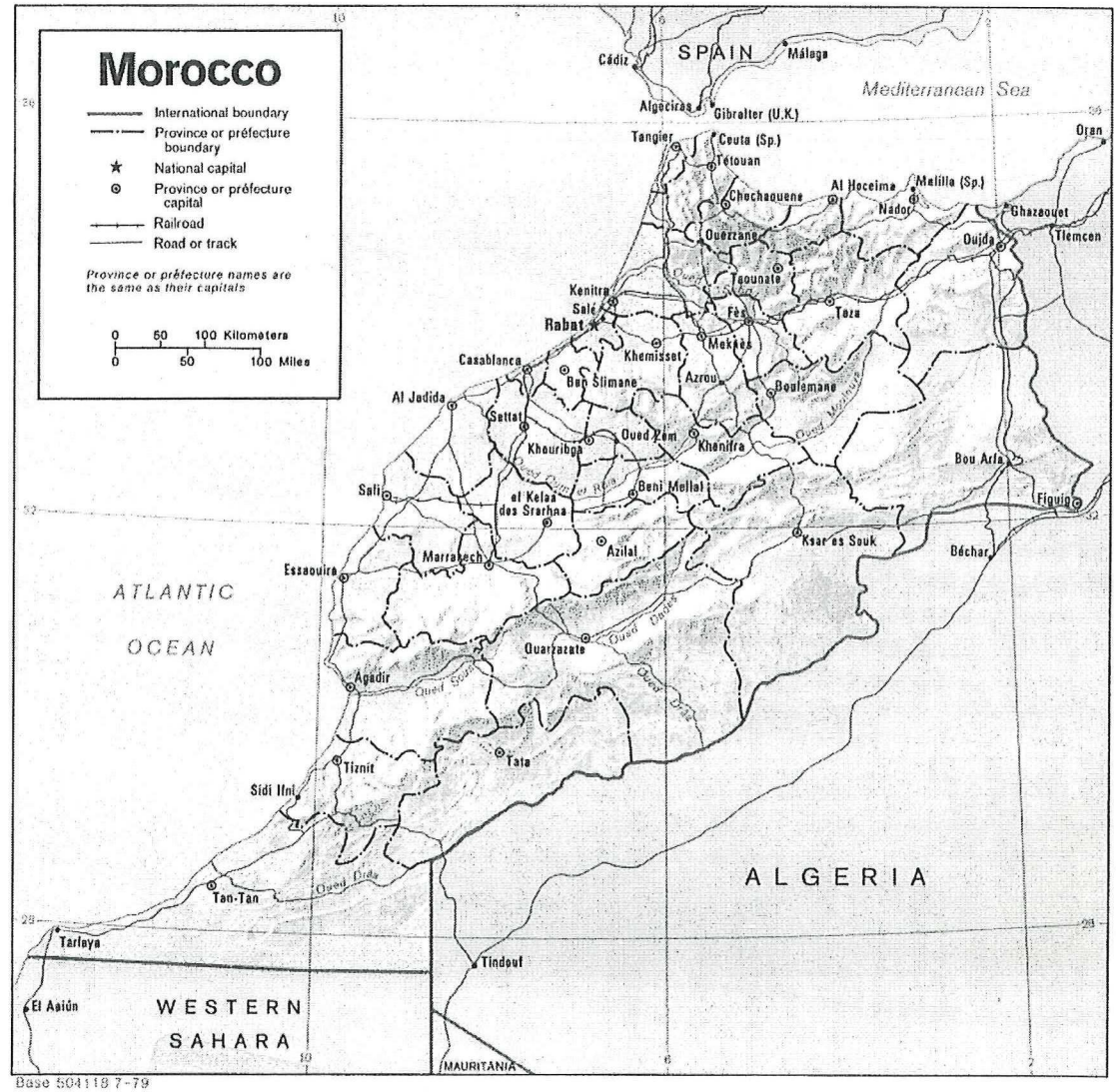
3.1.1. Geografie

Marokko is gelegen op het kruispunt tussen Europa en Afrika en tussen de Atlantische Oceaan en de Middellandse Zee. Het land heeft een oppervlakte van 710.000 km². Het land telt naar alle waarschijnlijkheid rond de 30 miljoen inwoners.

Marokko is een land met veel afwisselende landschappen die dicht bij elkaar liggen. Zo wisselen riviervlakten, gebergten, plateaus, vulkanische gebieden, steppen en woestijnen elkaar af. Marokko wordt in tweeën gedeeld door de Hoge en de Midden-Atlas. Aan de noordwestelijke kant ligt het Atlantische Marokko en aan de zuidoostkant ligt het droge Marokko. Er zijn vier belangrijke gebergtes.

Het oudste gebergte is de Anti-Atlas. Dit gebergte werd gevormd door de botsing van Noord-Amerika tegen Afrika. Dit gebergte is nu grotendeels afgebroken. De drie andere gebergten, de Hoge Atlas, de Midden-Atlas en het Rifgebergte, zijn in de Alpiene plooiingsfase ontstaan (25 miljoen jaar geleden). In deze gebergten is er nog sprake van vulkanische activiteit.

Vanaf het Pliocen trok de zee zich terug en droogden de grote meren op. Zo ontstonden de grote vlakten en de plateaus van de Sais, Doukala, Chaouia, Haouz en de Gharb.



Figuur 3-1 Kaart van Marokko

Marokko heeft ook grote verschillen in vegetatie. De natuurlijke begroeiing bestaat o.a. uit steen- en kurkeiken, wilde olijven en naaldbomen. Door ontginningen, ambachtelijk en huishoudelijk houtgebruik zijn grote delen van het bosbestand verdwenen. De combinatie van houtkap en overbeweiding heeft het bos gedegradeerd tot struikvegetatie. In het droge zuiden en zuidoosten treffen we de woestijn en steppevegetatie aan. Deze laatste wordt gekarakteriseerd door halfgras (groeit in grote pollen met kale bodem ertussen).

De variatie in landschappen is ook te zien in de bodems. Voor de landbouw zijn de tir- en de hamribodems zeer geschikt. De zwarte tirbodems vinden we in het Atlantische Marokko. Ook de hamribodems komen hier veel voor. Veel minder geschikt voor landbouw zijn de zandige rmelbodems en de harcha, een stenige bodem die grote delen van Marokko bedekt.

3.1.2. Klimaat

In Marokko zijn vier klimaatgebieden te onderscheiden. Volgens de indeling van Koppen zijn dit het mediterrane klimaat Csa; het steppeklimaat BS en het woestijnklimaat BW. Daarnaast kunnen we in de gebergten een

gebergteklimaat onderscheiden dat gekenmerkt wordt door gemiddeld lagere temperaturen en hogere neerslag dan in het omliggende gebied. Zo zijn er in de Midden-Atlas minima tot -27 graden Celsius gemeten. In deze gebergten reikt 's winters de sneeuw.

De bovengenoemde klimaten worden door een drietal factoren beïnvloed:

1. De ligging ten opzichte van de Atlantische Oceaan en de Sahara. Deze bepaalt het karakter van de zomer en de winter.
2. De Atlasgebergten en het Rifgebergte verdelen het land in een droog en een nat deel.
3. Het noordwesten van Marokko staat in de zomer onder de invloed van de oostzijde van het Azoren-hogedrukgebied. Hierdoor waaien er overwegend winden vanuit noordelijke richting. Deze brengen droge en warme lucht. Door verhitting kunnen er in de Sahara lagedrukgebieden ontstaan, die winden uit oostelijke en zuidoostelijke richting kunnen veroorzaken. In de winter verdwijnt het subtropisch hogedrukgebied naar het zuiden, waardoor een groot deel van de Maghreb binnen het bereik van depressies komt te liggen. Deze verplaatsen zich vanaf de Atlantische Oceaan naar het oosten. Met westen- en noordwestenwinden wordt vochtige lucht aangevoerd.

Er zijn in Marokko tekenen te zien van een klimatologische verandering. Gedurende de laatste 20 jaren heeft de Maghreb te maken gehad met extreem droge perioden. In Marokko van 1979 tot 1984 en 1991 tot 1993. Zulke extreme droogten waren in Marokko niet voorgekomen sinds 1943-1945, 1937 en 1930. In sommige plaatsen in Marokko laten de metingen een significante afname zien van rond 40 mm per jaar aan neerslag. Zo laten de regenvalstatistieken van Tanger en Ifrane, respectievelijk een vermindering van 100 mm in 40 jaar en 400 mm in 30 jaar zien.

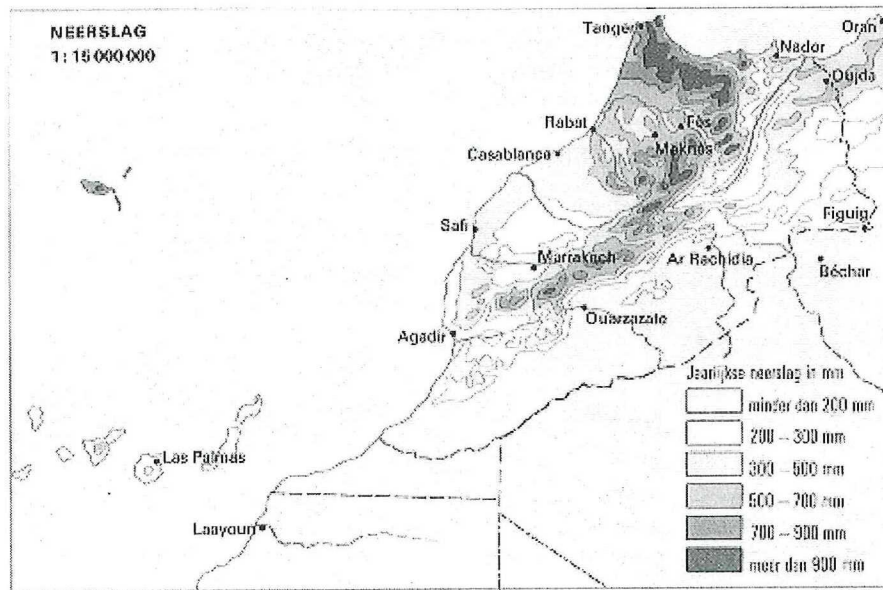
3.1.3. Neerslag

Er zijn in Marokko grote verschillen in neerslag tussen verschillende gebieden. De volgende relaties kunnen worden aangegeven:

- de neerslag neemt af in zuidelijke richting
- de neerslag neemt toe met de hoogte

Figuur 3-2 geeft een beeld van de gemiddelde neerslag.

Ook het aantal dagen met neerslag verschilt sterk. De hooggelegen stad Ifrane heeft grootste aantal dagen met neerslag (102 dagen). De stad Tanger, gelegen in het uiterste Noordwesten van het land heeft gemiddeld 93 neerslagdagen, terwijl het zuidelijk gelegen Sous gemiddeld 34 neerslagdagen heeft.



Figuur 3-2 Gemiddelde neerslag in Marokko

Tabel 3-1 Overzicht regionale verschillen in neerslaggegevens

| <i>plaats</i> | <i>neerslag (mm)</i> | <i>aantal dagen neerslag</i> | <i>aantal droge maanden</i> |
|---------------|----------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Agadir | 253 | 34 | 8 |
| Casablanca | 443 | 74 | 6 |
| Fes | 524.4 | 87 | 7 |
| Ifrane | 1.100 | 102 | 3 |
| Marrakech | 249 | 50 | 8 |
| Meknes | 570 | 80 | 5 |
| Ourzazate | 124 | 33 | 12 |
| Rabat | 564 | 78 | 5 |
| Tanger | 788 | 93 | 4 |

De neerslaggegevens in Marokko laten zien dat er grote verschillen te zien zijn. Allereerst verschilt het begin en het einde van het regenseizoen van jaar tot jaar en van regio tot regio. Ook de maand met het meeste regenval in een jaar verschilt sterk.

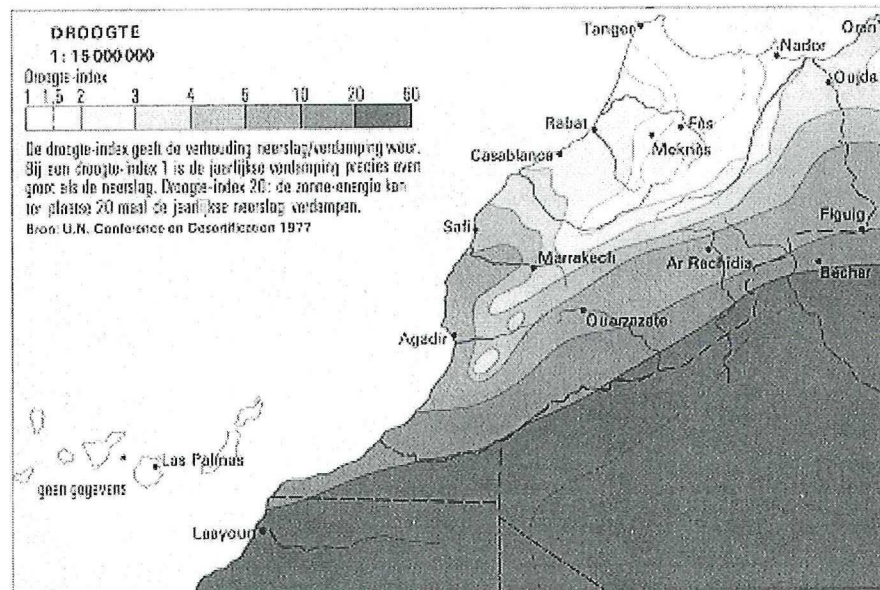
Er is dus sprake van zowel jaarlijkse verschillen als regionale verschillen.

Wanneer we de maandelijkse neerslaggegevens bekijken, blijken december en februari vochtige maanden te zijn in heel Marokko. Januari, maart, april en november blijken voor een groot aantal stations vochtige maanden te zijn. Mei en oktober zijn voor Tanger, Larache, Ifrane en Taza ook vochtige maanden.

Daarentegen zijn juni, juli en augustus droge maanden voor heel Marokko. September is een droge maand voor vrijwel alle stations met uitzondering van Midelt. De maand met de maximum aantal natte dagen varieert van stad tot stad. Zo is dat voor Tanger maart, januari voor Larache en december voor Rabat en Casablanca. De maand waarin het meeste neerslag valt is voor de meeste stations december. De minima vinden voor de meeste stations in juli plaats.

Naast regen is er in verschillende gebieden ook sprake van sneeuwval. In de Hoge-Atlas worden er gemiddeld 15 dagen met sneeuw per jaar geregistreerd. In de Midden-Atlas is het gemiddelde zelfs 23 dagen per jaar.

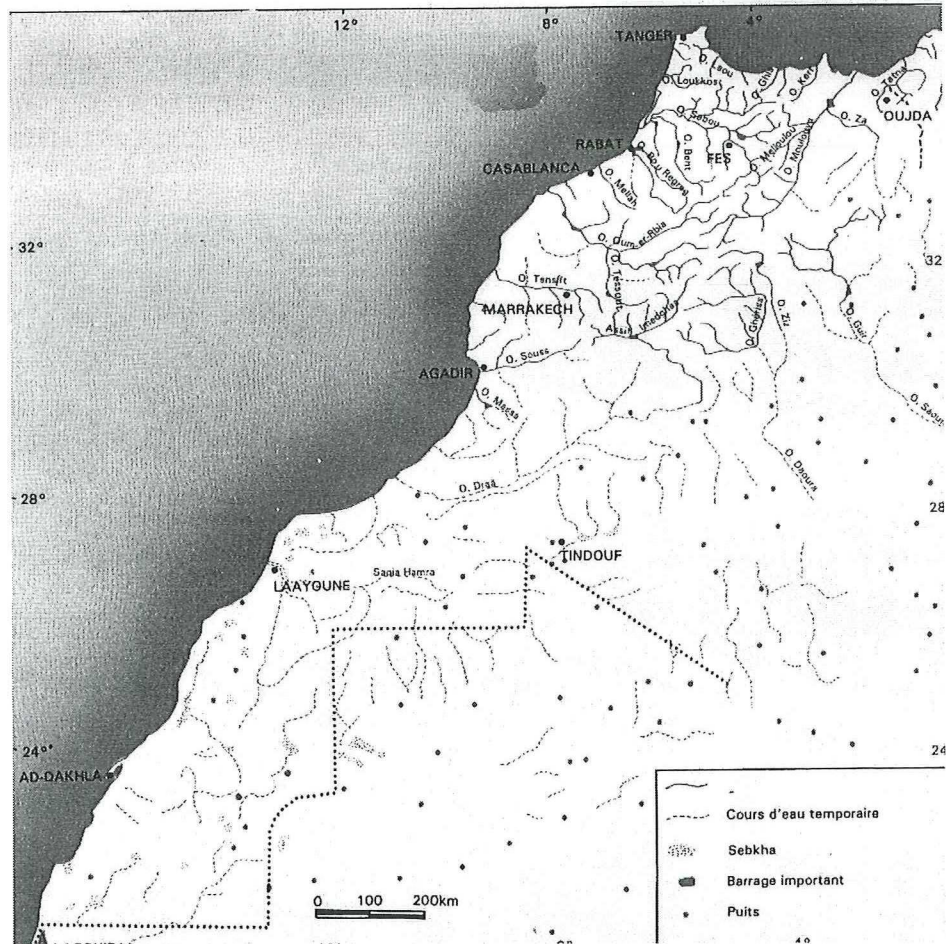
Het is niet mogelijk om landbouw te bedrijven als de neerslaghoeveelheid minder is dan 300 mm. De neerslag alleen zegt niet zoveel. De verdamping is net zo belangrijk. De relatie tussen neerslag en potentiële evapotranspiratie wordt uitgedrukt in een droogte-index. Bij een droogte-index van 1 is de jaarlijkse verdamping even groot als de neerslag. In heel Marokko ligt deze index boven de 1. Figuur 3-33 toont de droogte-index voor heel Marokko.



Figuur 3-3 Verhouding tussen de neerslag en verdamping

3.1.4. Water Resources

De waterbronnen in Marokko zijn ongelijkheid verdeeld over het land. Het Atlasgebergte en haar geomorfologische eigenschappen zorgt voor de aanwezigheid van unieke oppervlakte- en grondwatersystemen. Figuur 3-4 toont de belangrijkste water resources.



Figuur 3-4 Marokko's water resources. Bron: Encyclopedie du Maroc

Vergeleken met haar buurlanden bezit Marokko over grote watervoorraden. Als gevolg van de sterke groei van de bevolking zal de beschikbare hoeveelheid water per persoon in de periode tot 2020 echter afnemen.

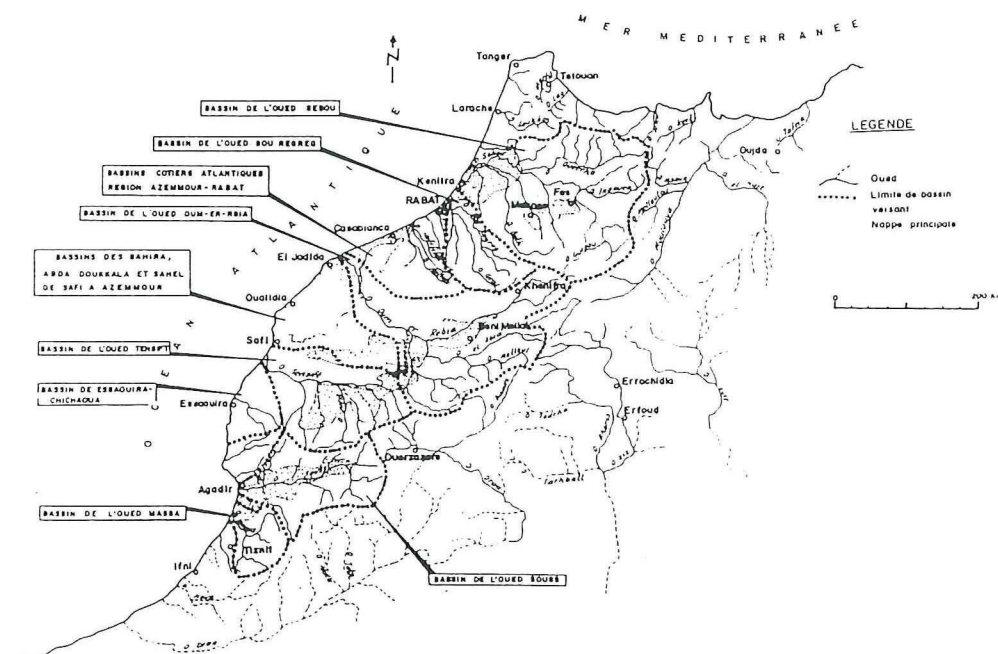
Tabel 3-2 Ontwikkeling waterverbruik in Noord Afrika.

| | Bevolking 1990 (mln) | Bev. 2025 (mln) | neerslag (bcm) | opp.water (bcm) | grondwater (bcm) | totaal (bcm) |
|------------|-------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|---------------------|-----------------|
| Algerije | 24.96 | 51.95 | 65 | 12.40 | 6.70 | 19.10 |
| Mauritanië | 2.02 | 5.12 | - | 7.00 | 0.40 | 7.40 |
| Marokko | 25.06 | 45.65 | 150 | 22.50 | 7.50 | 30.00 |

Tabel 3-3 Water per inwoner in Noord Afrika.

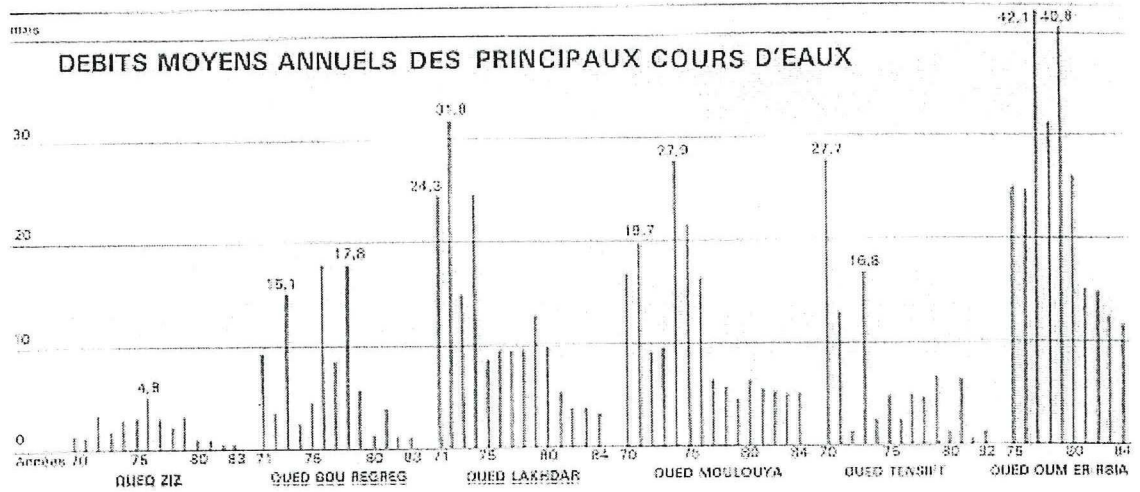
| | water per inw, in 1990 (1000 m ³ /inw) | water per inw.in 2025 (1000 m ³ /inw) |
|------------|--|--|
| Algerije | 0.76 | 0.36 |
| Mauritanië | 3.66 | 1.44 |
| Marokko | 1.19 | 0.65 |

De drie grote gebergten van het land, de Midden-Atlas, de Hoge Atlas en de Rif spelen een grote rol als waterbron voor het land. Een groot deel van de regen en sneeuw wordt vanuit hier naar de lagere delen verspreid. In de Midden-Atlas ontspringen de drie belangrijkste rivieren van het land Sebou, Oum-Er-Rbia en de Moulouya. Desondanks gaat meer dan 20 % van het water hier verloren als gevolg van infiltratie in de kalkgesteenten. In figuur 3-5 is een overzicht te zien van de belangrijkste stroomgebieden van het land.



Figuur 3-5 Overzicht stroomgebieden in Marokko

Figuur 3-6 toont de debieten van de belangrijkste rivieren van Marokko.

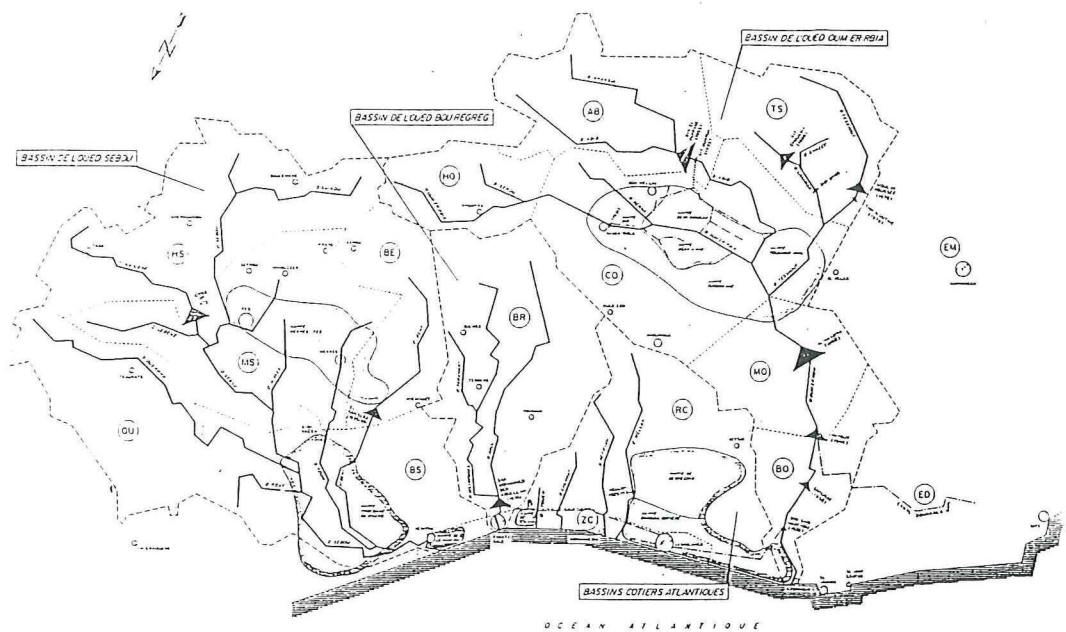


Figuur 3-6 Gemiddelde jaarlijkse debieten van enkele belangrijke rivieren

3.2. Oum-Er-Rbia watersysteem

3.2.1. Algemeen

Het Oum-Er-Rbia stroomgebied vormt één van de belangrijkste stroomgebieden van Marokko. Het is van groot belang voor de agrarische watervoorziening en voedt bovendien de economische metropool en economische hoofdstad van het land, Casablanca. Het gebied heeft een oppervlakte van 35.000 km². Hieronder wordt aandacht gegeven aan bronnen van het stroomgebied, namelijk de rivieren, de ondergrondse watervoorraden en de reservoirs.



Figuur 3-7 Oum-Er-Rbia stroomgebied

3.2.2. Neerslag en verdamping

Het neerslagpatroon in het gebied kenmerkt zich door de aanwezigheid van een droog en een nat seizoen; een droog seizoen van mei tot september en een nat seizoen van oktober tot april. De gemiddelde neerslag in het gebied bedraagt 520 mm per jaar en ligt boven het landelijk gemiddelde.

In de verschillende delen van het gebied is er enige variëteit te zien in het percentage neerslag dat valt in het nat seizoen:

- Haut Oum-Er-Rbia: 15 % in droog seizoen en 85 % in nat seizoen
- De rivieren Lakhdar, Tessaout en Aount: 12 % valt in het droog seizoen en 88 % in nat seizoen
- Lage Doukala: 8 % in droog seizoen en 92 % in nat seizoen.

De verdamping is erg groot in het gebied. Het varieert van 1600 mm per jaar aan de kust tot 2000 mm per jaar in het binnenland. Er zijn grote seizoensverschillen, van 50 mm per maand in december tot 300 mm per maand in augustus. In de periode mei tot september vindt 65 % van de jaarlijkse verdamping plaats.

De gemiddelde temperatuur varieert in het gebied, o.a. met de hoogte en de afstand tot de kust, tussen 10 en 20 graden Celsius.

3.2.3. Rivieren

Zoals de naam van het stroomgebied al zegt, is de Oued (rivier) Oum-Er-Rbia de belangrijkste rivier en voedingsbron van het stroomgebied. De rivier Oum-Er-Rbia vindt zijn oorsprong in de Midden-Atlas. Door de aanwezigheid van sneeuw in het gebergte is de Oum-Er-Rbia één van de meest reguliere rivieren in het land. De rivier heeft een gemiddeld debiet van 3.680 Mm³/jaar, variërend van 1.300 Mm³/jaar tot 8.800 Mm³. In de droogste maand van het jaar (augustus) is het debiet gemiddeld 40 m³/s. Het debiet in de maanden juni tot september draagt slechts voor 17% bij in het totale debiet.

De rivier wordt verder ook nog gevoed door een aantal kleinere rivieren:

- Oued Derna
- Oued El Abid
- Oued Tessaout

Naast deze drie hoofdtakken, zijn er nog een drietal rivieren, die weer op de drie bovengenoemde rivieren afstromen:

op Oued El Abid:

- Oueds Arnaneuf

op Oued Tessaout

- Oued Lakhdar
- Oued Ghazef

3.2.4. Reservoirs

In het Oum-Er-Rbia stroomgebied zijn er negen reservoirs verdeeld over de bovengenoemde rivieren:

Oued Oum-Er-Rbia :

- Al Massira
- Infout
- Daourat
- Sidi Said Maachou

Oued El Abid:

- Bin el Ouidane

Oued Lakhdar:

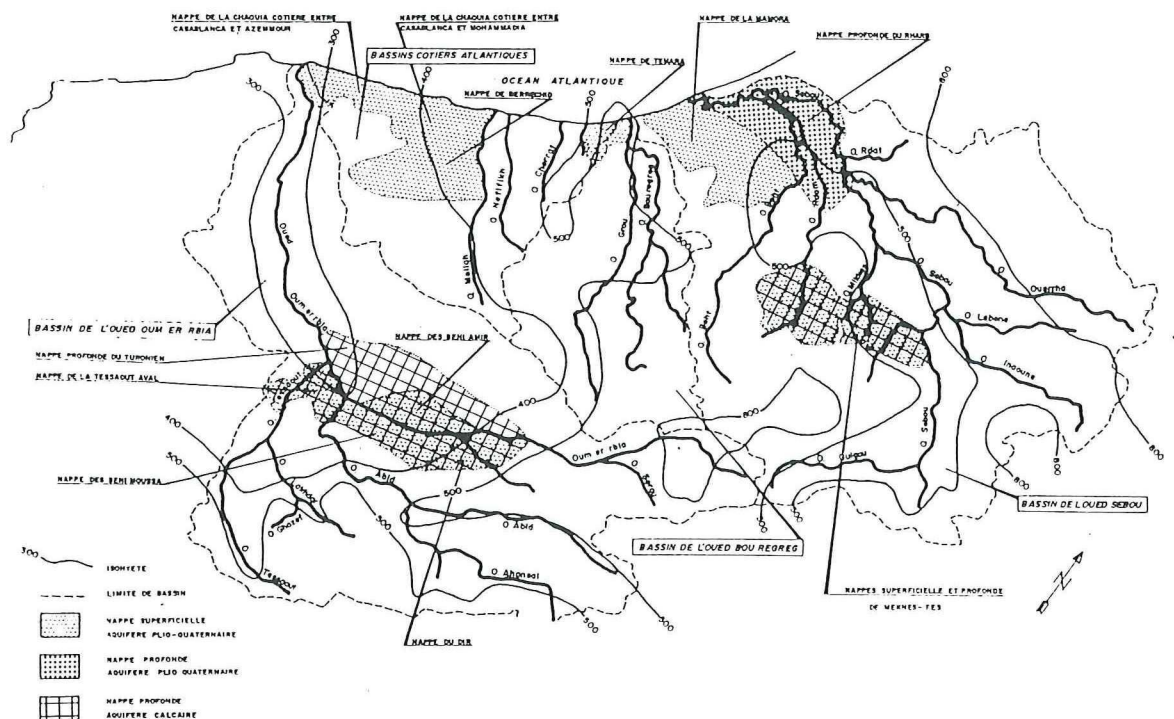
- Hassan 1er Amouguez

Oued Tessaout:

- Moulay Youssef

3.2.5. Grondwatergebieden

In het Oum-Er-Rbia stroomgebied bevinden zich een aantal grondwatergebieden. In onderstaande figuur is een overzicht te zien van de lokatie.



Figuur 3-8 Grondwatergebieden in het Oum-Er-Rbia stroomgebied

Laag van Turonien

Deze grondwaterlaag bestrijkt een oppervlakte van 10.000 km². De dikte varieert tussen 20 en 60 meter. De voeding van deze laag geschiedt voornamelijk als gevolg van infiltratie van regenwater en de kwaliteit van het water is vrij goed. Van het beschikbare water wordt 4 Mm³/jaar gebruikt voor landbouw en 22 Mm³/jaar voor drinkwater.

Laag van Béni Amir

Deze laag heeft een dikte variërend van 86 tot 196 meter. Hij wordt voornamelijk aangevuld door irrigatieverliezen. Neerslag draagt slechts

beperkt bij aan de voeding. In tegenstelling tot de laag van turonien wordt hier het meeste water gebuikt voor landbouw (69 Mm³/jaar) en slechts ten dele voor drinkwater (14 Mm³/jaar).

Laag van Béni Moussa

Deze laag wordt in het noorden begrensd door de rivier Oum-Er-Rbia, in het zuiden door de Hoge Atlas en in het westen door de rivier Abid. De grondwaterlaag wordt gevoed door terugkerend irrigatiewater vanuit de stuwdam Bin El Ouidane. De oppervlakte van de grondwaterlaag is 885 km². Het merendeel van het grondwater wordt gebruikt voor de landbouw (108 Mm³/jaar) en een heel klein gedeelte voor drinkwater (2Mm³/jaar).

Laag van Dir

Deze grondwaterlaag wordt voornamelijk aangevuld door terugkerend irrigatiewater (48 Mm³), en infiltratie van neerslag (8Mm³). Het wordt gebruikt voor irrigatielandbouw.

Laag van Tessaout Aval

De grondwaterlaag Tessaout Aval heeft een oppervlakte van 1.000 km². De diepte varieert tussen 10 en 20 meter. De laag wordt voornamelijk gevoed door infiltratie van irrigatiewater. Hij wordt gebruikt voor landbouw (11 Mm³/jaar) en 2 Mm³/jaar voor drinkwater.

3.3. Watervraag Oum-Er-Rbia

De stuwdammen in het Oum-Er-Rbia stroomgebied regulariseren water voor de irrigatie van ongeveer 340.000 ha landbouwgrond, voor de levering van drink- en industriewater en voor de elektriciteitsvoorziening.

3.3.1. Drinkwater

Een van de belangrijkste gebruiksfuncties van het geregulariseerde water in het stroomgebied, is natuurlijk het gebruik als drinkwater. In 1990 was de vraag naar drinkwater 175 Mm³/jaar, waarvan 130 Mm³/jaar voor stedelijk gebied. Hierbij is inbegrepen de vraag naar drinkwater in Safi en El Jadida, twee steden die buiten het stroomgebied liggen en met behulp van transfers van water worden voorzien.

De vraag naar drinkwater wordt voor het grootste deel, 133 Mm³/jaar, gevoed uit oppervlaktewater en voor een kleiner gedeelte uit grondwater.

Tabel 3-4 Watervraag steden in Oum-Er-Rbia stroomgebied

| Stad | Vraag (m ³ /s) |
|----------------|---------------------------|
| Marrakech | 0.12 |
| Tessaout Amont | 0.57 |
| El Jadida | 1.00 |
| Casablanca | 3.25 |
| Safi | 0.22 |
| Azemmour | 0.13 |
| RBLA | 0.12 |

De grootste watervragers zijn de drinkwatervoorzieningen in Casablanca. De stad Safi bevindt zich buiten het gebied en is verbonden met het Oum-Er-Rbia gebied met behulp van een kanaal. Het is duidelijk dat het Oum-Er-Rbia stroomgebied van groot belang is voor de drinkwatervoorziening van de stad Casablanca.

3.3.2. Industrierwater

In totaal is voor de industrie 150 Mm³/jaar aan water nodig¹. Het gaat hier vooral om water voor de chemische industrie en de suikerindustrie, gelegen in het gebied rond Khouribga, Sidi Hajjaj, Safi en Jorf Lasfar.

3.3.3. Irrigatie

In Marokko is het gebruikelijk om een onderscheid te maken tussen de 'kleine' en de 'grote irrigatie'. Bij de eerste gaat het vaak om grootschalig geïrrigeerde landbouwgebieden. De kleine irrigatiegebieden worden vaak op traditionele wijze geïrrigeerd. Toch zijn deze niet minder belangrijk. Veel kleine boeren zijn afhankelijk van deze vorm van irrigatie.

Petit et Moyen Hydraulique (PMH)

Deze gebieden zijn moeilijk exact aan te geven. Er bestaat geen goede studie over locatie en omvang van de PMH gebieden. Het gaat hier om naar schatting 60 verschillende gebieden, verspreid over het hele Oum-Er-Rbia stroomgebied. De totale vraag wordt geschat op ongeveer 320 Mm³/jaar². Het merendeel van dit water wordt onttrokken uit oppervlaktewater, een klein gedeelte (het gebied rond de stad Beni Mellal) wordt voorzien met behulp van grondwater.

Grande Hydraulique (GH)

De 'grande hydraulique' omvat 200.500 ha landbouwgrond op dit moment. Dit is 70% van het totale gebied, dat men uiteindelijk wil irrigeren. Hieronder worden de belangrijkste irrigatiegebieden genoemd.

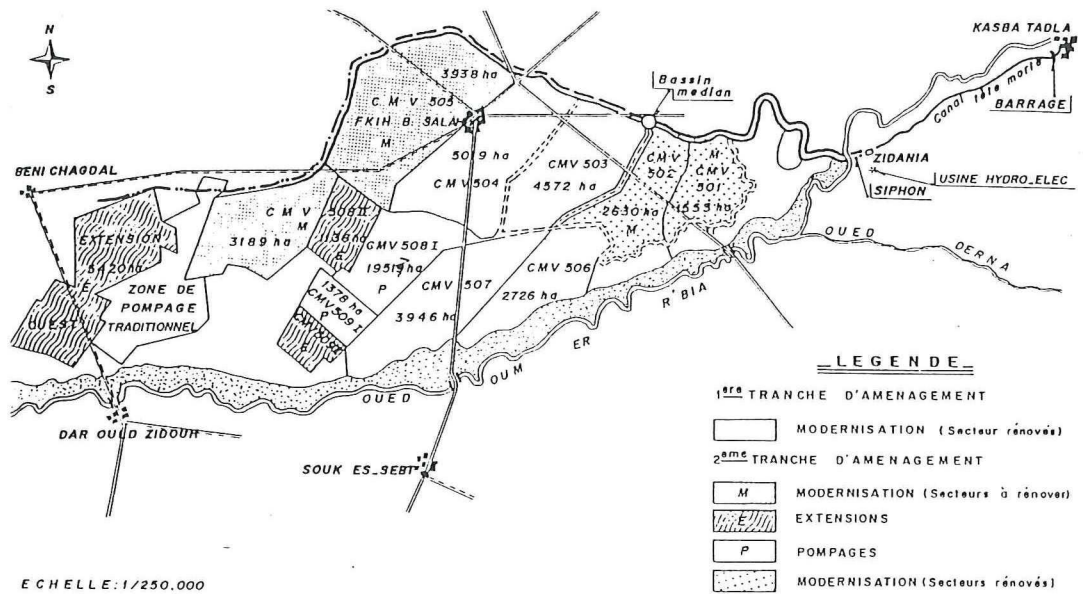
¹ 1990

² Sous Mission IB, Ressources en eau souterraine [1989]

1. Béni Amir

Dit irrigatiegebied dateert uit 1953 en besloeg toen een oppervlakte van 23.500 ha. Sinds deze tijd is het gebied meerdere keren aangepast. In 1981 vond voor het eerst een hernieuwing plaats van 16.263 ha.

De tweede aanpassing hangt samen met de voltooiing van de stuwdam Dchar El Oued. Het gaat hier om enerzijds 11.910 ha die al met bestaande bronnen van water werden voorzien. Daarnaast betrof het ook nieuw ontgonnen areaal en gebied dat met grondwater van water wordt voorzien. In de periode 1995-1999 zal nog eens 15.242 ha aan irrigatiegrond worden gerealiseerd.



Figuur 3-9 Irrigatiegebied Beni Amir

Momenteel omvat het gebied Beni Amir een areaal van 34.373 ha geïrrigeerd gebied. De huidige vraag werd in het verleden voorzien door 260 Mm³ uit oude stuwdam Kasba Tadla en 64 Mm³ uit grondwater voorraden (met behulp pompen voor ongeveer 6.800 ha)

Het is de bedoeling dat in 2020 35.688 ha geïrrigeerd wordt vanuit de dam Dchar El Oued en 6.800 ha vanuit de grondwaterlaag Tadla. Het gaat hier om de volgende hoeveelheden water:

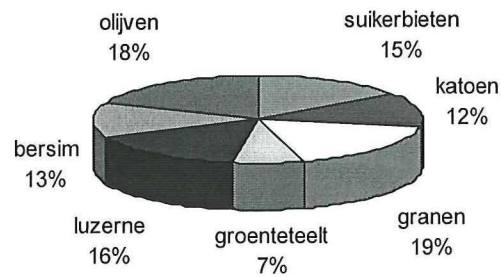
- 409 Mm³ vanuit stuwdam Dchar El Oued (dit reservoir heeft een volume van 560 Mm³)
- 64 Mm³ grondwater

De totale waterbehoefte van dit gebied bedraagt ongeveer 480 Mm³ voor 42.488 ha.

Tabel 3-5 Gewassen in Beni Amir

| Gewas | Oppervlakte |
|--------------|-------------|
| suikerbieten | 6.000 ha |
| katoen | 4.900 ha |
| granen | 7.200 ha |
| groenteteelt | 2.700 ha |
| luzerne | 6.400 ha |
| bersim | 5.200 ha |
| olijven | 7.300 ha |

oppervlakte (ha)



Tabel 3-6 Waterbehoefte verschillende gewassen in Beni Amir.

| Producten | waterbehoefte(m ³ / ha/ jaar) |
|----------------|---|
| suikerbieten | 11.000 |
| katoen | 12.000 |
| granen | 6.500 |
| tuingroenten | 6.000 |
| zomergroenten | 11.000 |
| luzerne | 17.000 |
| bersim | 7.000 |
| olijfbomen | 9.000 |
| citrusvruchten | 14.000r |

Tabel 3-7 Waterverdeling over het jaar in Beni Amir

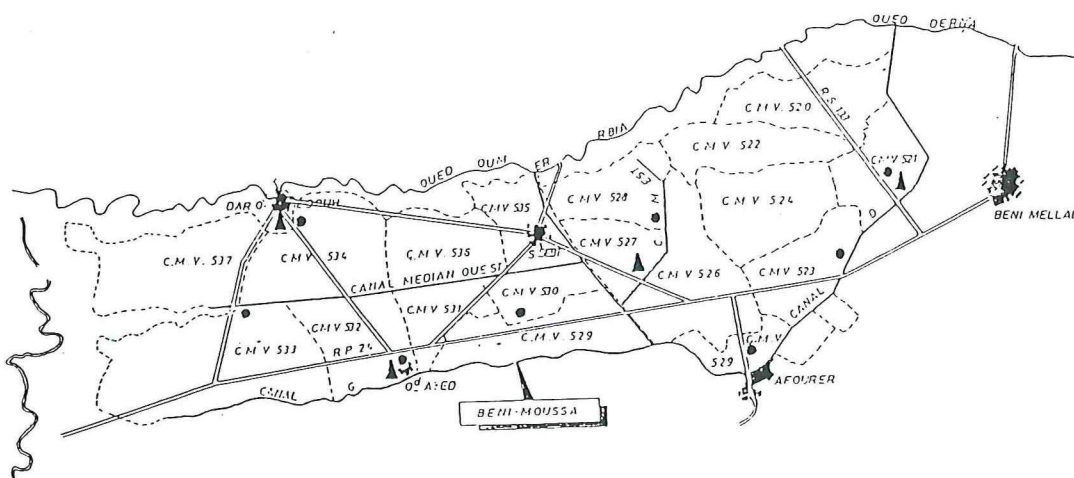
| maand | waterbehoefte (m^3/s) | waterbehoefte (%) |
|---------------|---------------------------|-------------------|
| sept | 45.1 | 9.4 |
| okt | 27.8 | 5.8 |
| nov | 14.9 | 3.1 |
| dec | 7.2 | 1.5 |
| jan | 15.4 | 3.2 |
| feb | 18.7 | 3.9 |
| mrt | 34.6 | 7.2 |
| apr | 47.5 | 9.9 |
| mei | 60.5 | 12.6 |
| jun | 65.8 | 13.7 |
| jul | 75.8 | 15.8 |
| aug | 66.7 | 13.9 |
| totaal | 480.0 | 100% |

2. Béni Moussa

Het Béni Moussa gebied is voltooid tussen 1954 en 1974 en heeft een oppervlak van 69.500 ha.

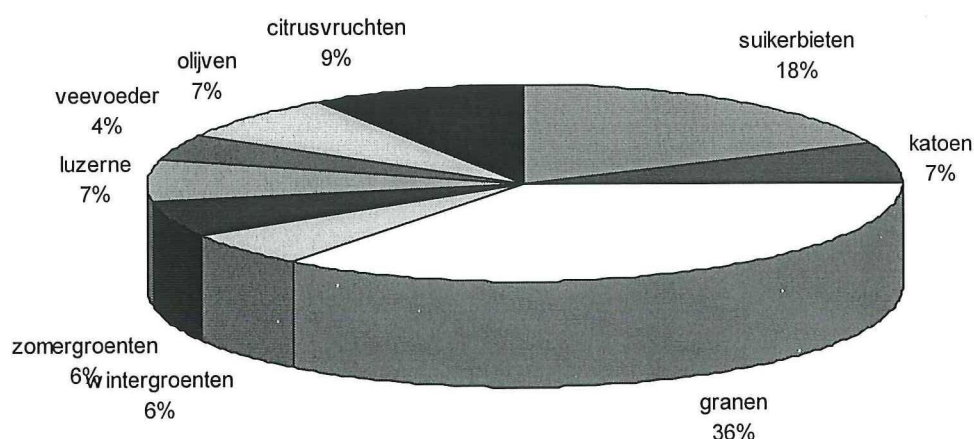
Er zijn geen uitbreidingen gepland.

Figuur 3-10 Irrigatiegebied Beni Moussa



Tabel 3-8 Gewassen in Beni Moussa

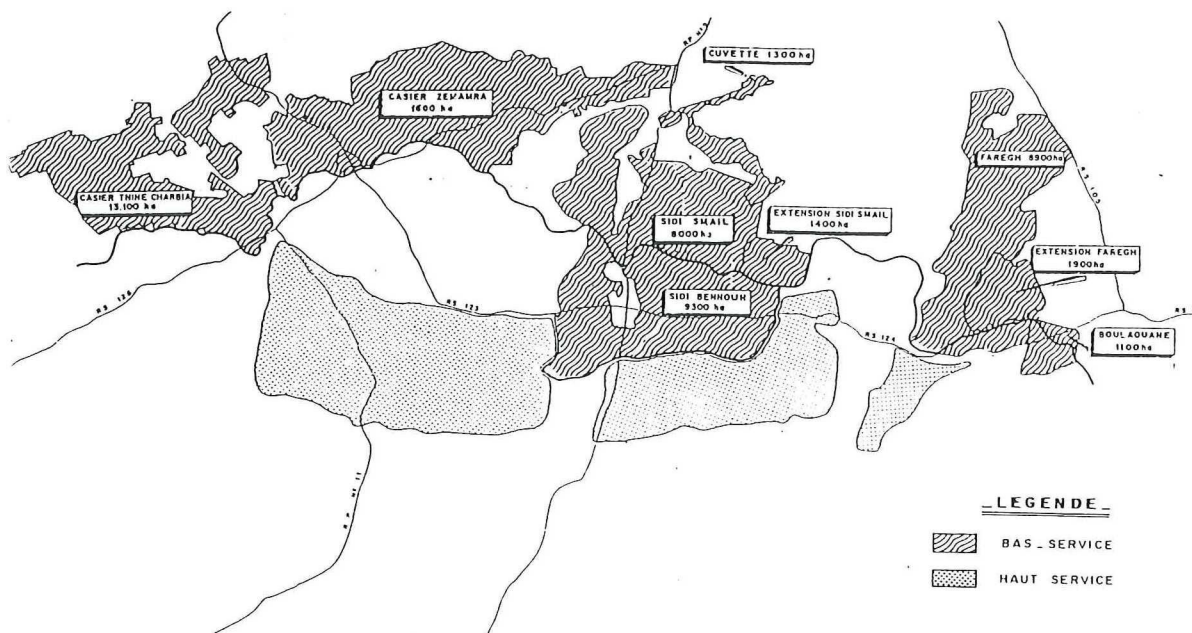
| Gewas | Oppervlakte (ha) |
|--------------------|------------------|
| suikerbieten | 14.000 |
| katoen | 5.000 |
| granen | 27.200 |
| wintertuingroenten | 4.500 |
| zomertuingroenten | 4.500 |
| luzerne | 5.200 |
| veevoeder | 3.200 |
| olijven | 5.700 |
| citrusvruchten | 7.100 |



De gemiddelde watervraag bedraagt 10.647 m³ per ha. In totaal is er jaarlijks 740 Mm³ nodig. Zestigduizend ha landbouwgrond wordt geïrrigeerd vanuit de rivier Abid via stuwdam Bin El Ouidane. Het gaat hier om 710 Mm³ van het totale volume van de stuwdam van 880 Mm³. De overige 9.500 ha landbouwgrond wordt geïrrigeerd met pompen vanuit de grondwaterlaag Tadla (30 Mm³).

3. Doukala

Het Doukala gebied wordt door de Marokkaanse overheid gezien als het te ontwikkelen gebied bij uitstek. Het bevindt zich buiten het Oum-Er-Rbia stroomgebied en wordt momenteel slechts gedeeltelijk benut. Dit gebied omvat twee delen, de hoge Doukala en de lage Doukala. Beiden worden hieronder beschreven.



Bas Doukala

Dit gebied is in 1990 voltooid en is 61.000 ha groot. In tabel 3-9 worden de geteelde gewassen vermeld.

Tabel 3-9 Gewassen in Bas Doukala.

| Gewassen | oppervlakte (ha) |
|----------------|------------------|
| suikerbieten | 13.070 |
| tarwe | 22.500 |
| katoen | 1.000 |
| maïs | 3.800 |
| luzerne | 4.000 |
| zomergroenten | 11.980 |
| boomkwekerij | 50 |
| bersim | 9.000 |
| veevoeder | 3.200 |
| wintergroenten | 6.000 |

Het gebied heeft een gemiddelde bezettingsgraad van 132 %. De waterbehoefte bedraagt hier gemiddeld hier 6.800 m³ per ha. Met een effectiviteit van 0.75 komt dit neer op een reële waterbehoefte 9.000 m³ per ha. De totale waterbehoefte bedraagt 550 Mm³ per jaar. Er is voor dit gebied geen grondwater beschikbaar. De

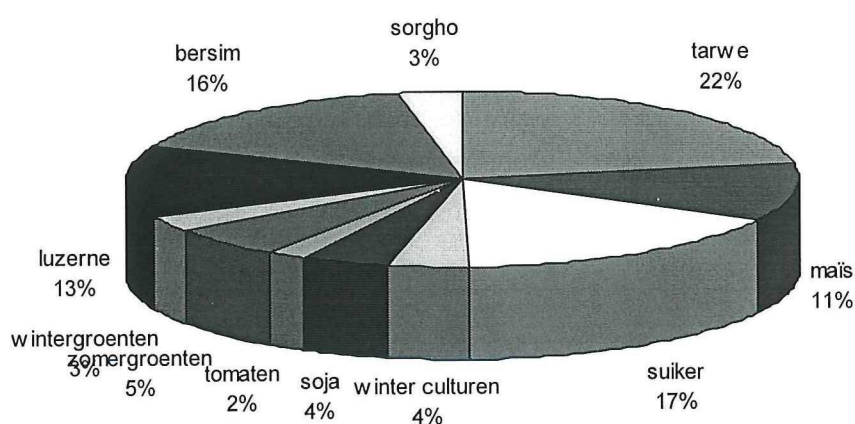
totale hoeveelheid benodigd water is afkomstig uit de grote stuwdam Al Massira , die een volume heeft van maar liefst 1600 Mm³.

Haut Doukala

Volgens de meest recente gegevens is 14.400 ha irrigatie klaar gemaakt. Het is de bedoeling dat er tot en met 2002 nog 25.600 ha bijkomt.

Tabel 3-10 Gewassen in Haut Doukala.

| Gewassen | oppervlakte (ha) |
|-------------------------|------------------|
| tarwe | 12.000 |
| maïs | 5.620 |
| suikerbieten | 9.000 |
| diverse winter culturen | 2.000 |
| soja | 2.327 |
| tomaten | 990 |
| zomergroenten | 2.933 |
| wintergroenten | 1.600 |
| luzerne | 7.000 |
| bersim | 8.400 |
| sorgho | 1.600 |
| totaal | 53.470 |



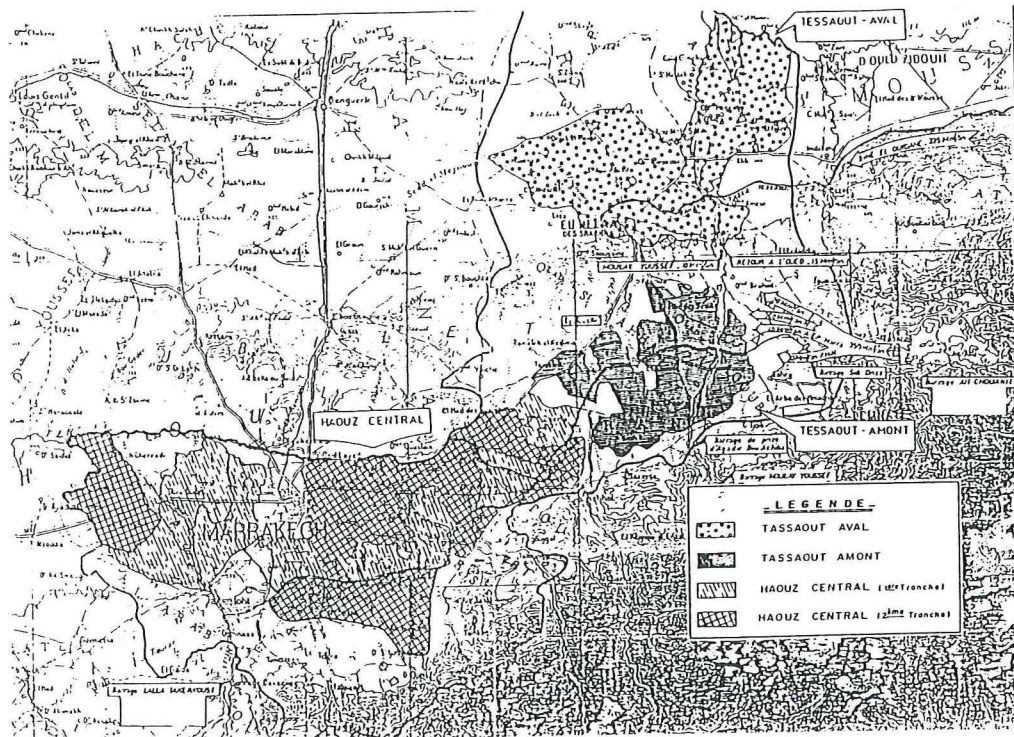
De bezettingsgraad is hier 134 %. De reële waterbehoefte bedraagt in de Haut Doukala 4512 m³/ha/jaar, wat neerkomt op een totale vraag van 350 Mm³/jaar.

3. Haouz

De Haouz-gebieden zijn hydrologisch gezien veel ingewikkelder dan de eerder genoemde gebieden. Dit heeft de volgende oorzaken:

- er een mengeling is van traditionele en moderne irrigatienetwerken;
- de oorsprong van het water is divers;
- het potentieel irrigeerbaar gebied is groot, terwijl de bronnen beperkt zijn;
- de levering van het water geschiedt vanuit meerdere stroomgebieden.

Figuur 3-12 Irrigatiegebied Haouz



Het Haouzgebied bestaat uit een aantal sub-gebieden, die hieronder worden beschreven.

Tessaout Aval

Tessaout Aval heeft een totaal irrigeerbaar areaal van 77.000 ha. Het gebied heeft een jarenlange traditie van seguias, een traditioneel Noordafrikaans irrigatiestelsel. Hiermee kan in een gemiddeld jaar wordt echter niet meer dan 53.000 ha geïrrigeerd. Het gebied werd voornamelijk gevoed door de rivier Tessaout. Aan deze rivier is de stuwdam Moulay Youssef gebouwd, die echter vooral werd gebruikt voor het irrigatiegebied Tessaout Amont. Slechts 10 Mm³ van de 260 Mm³ komt ten goede aan Tessaout Aval.

Uit een berekening³ is gebleken dat het gebied verre van optimaal wordt benut. Men wil het gebied in de toekomst moderniseren. Het benodigde water zal worden gemobiliseerd vanuit de volgende bronnen:

- 235 Mm³ water uit de stuwdam Bin El Ouidane voor de irrigatie van 45.000 ha;
- 20 Mm³ water uit stuwdam Ait Chouarit;
- 10 Mm³ water uit stuwdam Moulay Youssef

³ Ministère des Travaux Public [1989]

Om dit te verwezenlijken zal een kanaal moeten worden gerealiseerd, en zal het traditionele següia-systeem moeten worden vervangen door een modern systeem met irrigatiekanalen.

Tessaout Amont

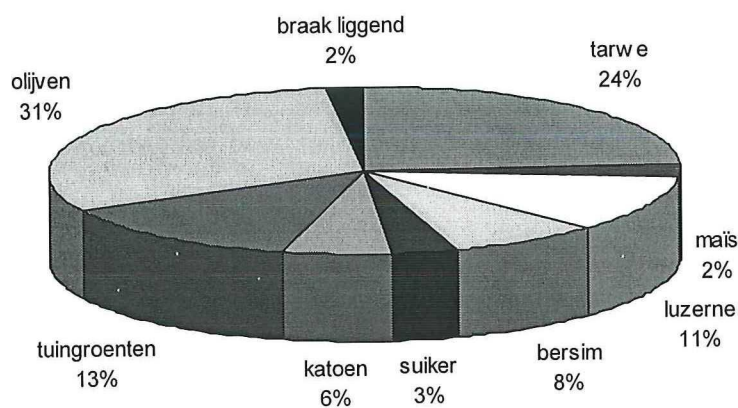
Dit irrigatiegebied kent een totale vraag van 250 Mm³ en wordt geïrrigeerd via stuwdam Moulay Youssef. Met dit volume wordt een modern irrigatiegebied geïrrigeerd van 30.064 ha. Daarnaast wordt nog eens 21.637 ha geïrrigeerd met següias.

Daarnaast kent het gebied nog:

- een niet geregulariseerd gebied van següias die niet door bovengenoemde stuwdam van water worden voorzien
- pompen van water uit de grondwaterlaag:
 - 856 ha in Freita
 - 1700 ha in Joalla
 - 480 ha in kleinere zones

Tabel 3-11 Gewassen in Tessaout Amont (ha en %).

| Gewas | oppervlakte (ha) | percentage |
|---------------|------------------|------------|
| tarwe | 6665 | 24.3 |
| maïs | 631 | 2.3 |
| luzerne | 3025 | 11 |
| bersim | 2121 | 7.7 |
| suiker | 887 | 3.2 |
| katoen | 1561 | 5.7 |
| tuingroenten | 3634 | 13.2 |
| olijven | 8419 | 30.7 |
| braak liggend | 502 | 1.9 |



De gemiddelde waterbehoefte per ha is 7960 m³/ha. Totaal is de waterbehoefte rond de 225 Mm³/jaar. Voor dit gebied zijn geen uitbreidingen gepland.

Haouz Central

Op dit moment wordt dit gebied geïrrigeerd door water dat voornamelijk afkomstig is van de rivier Tensift. In de toekomst wordt dit gebied van water voorzien met behulp van een intermediair, namelijk het kanaal Du Rocade dat water transporteert vanuit stuwdam Ait Chaouarit. Momenteel wordt 15.000 ha geïrrigeerd, maar het potentieel te irrigeren gebied is 155.000 ha groot.

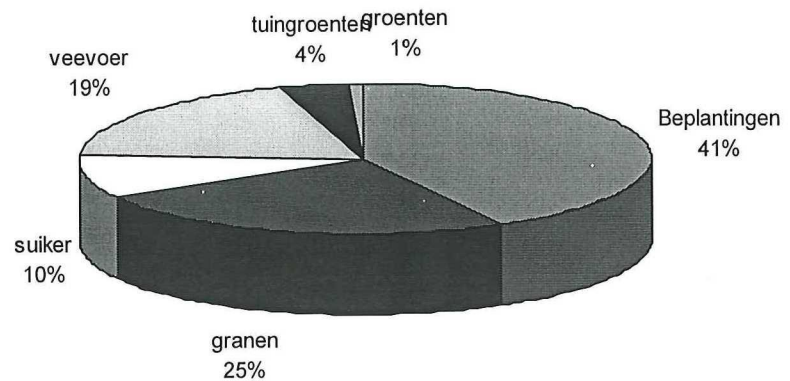
Tabel 3-12 Bron watervoorziening van Haouz Central.

| | <i>Grootte</i> | <i>Volume</i> | <i>Bron</i> |
|-------------------------|------------------|---------------------------|------------------------------|
| <i>Canale de Rocard</i> | <i>35.400 ha</i> | <i>260 Mm³</i> | <i>Stuw Ait Chaouarit</i> |
| <i>Lalla Takerkoust</i> | <i>9.800 ha</i> | <i>85 Mm³</i> | <i>Stuw Lalla Takerkoust</i> |
| <i>Grondwater</i> | <i>12.300</i> | <i>71</i> | |
| <i>totaal</i> | <i>51.700</i> | <i>416</i> | |

Het grootste gedeelte van het water komt dus uit het Oum-Er-Rbia stroomgebied.

Tabel 3-13 Gewassen in Haouz Central.

| Gewas | Oppervlakte |
|--------------|-------------|
| Beplantingen | 24.200 ha |
| granen | 14.100 ha |
| suiker | 5.500 ha |
| veevoer | 10.900 ha |
| tuingroenten | 2.200 ha |
| groenten | 500 ha |
| totaal | 57.400 ha |



3.4. Transfers

Typerend voor het Oum-Er-Rbia stroomgebied is dat op dit moment een deel van het water wordt getransporteerd naar andere stroomgebieden. Vanuit het Oum-Er-Rbia stroomgebied zijn al twee transfers gerealiseerd voor water dat elders wordt gebruikt voor irrigatie. Hieronder zal een beschrijving worden gegeven van deze transfers omdat ze van wezenlijk belang zijn voor het inzicht in het stroomgebied.

Transfer van de Oued Lakhdar naar de Haouz vlakte

Vanuit het Oum-Er-Rbia stroomgebied wordt water getransporteerd voor irrigatielandbouw naar de Haouz vlakte. Dit vindt plaats met behulp van een kanaal van 120 km (Canal du Rocard). Het water komt uit twee stuwdammen: Hassan 1er en Sidi Driss. Als gevolg van deze transfer kan maximaal 61.000 ha worden geïrrigeerd in de Haouzvlakte. Zoals we later bij de simulatie zullen zien, is slechts een deel hiervan gerealiseerd.

Transfer vanuit de rivier Oum-Er-Rbia (Imfout) naar de Doukala

Hier wordt de transfer verzorgd met behulp van het kanaal ' Bas Services des Doukala', met een lengte van 111 kilometer. Het water komt vanuit stuwdam Imfout. Het water wordt gebruikt voor de irrigatie van de Haut Doukala en de Bas Doukala. De Bas Doukala voltooid, aan de Haut

Doukala wordt nog gewerkt. Tevens wordt de stad Safi met deze transfer van water voorzien.

Tenslotte wordt nog een overzicht gegeven van bovengenoemde grote irrigatiegebieden, samen met de bron van het water en grootte van de watervraag

Tabel 3-14 Overzicht watervraag Oum-Er-Rbia stroomgebied.

| Gebied | Stuwdam | Oppervlakte (ha) | Watervraag (Mm ³ /jaar) |
|----------------|-----------------|------------------|------------------------------------|
| Beni Amir | Dchar El Oued | 35.688 | 409 |
| | GW: Tadla | 6.800 | 64 |
| Beni Moussa | Bin el Ouidane | 60.000 | 710 |
| | GW: Tadla | 9.500 | 30 |
| Bas Doukala | Al Massira | 61.000 | 550 |
| Haut Doukala | Al Massira | 40.000 | 350 |
| Tessaout Amont | Monlay Youssef | 30.000 | 250 |
| Tessaout Aval | Bine el Ouidane | 45.000 | 234 |
| Haouz Central | Ait Chaouarit | 35.400 | 260 |

3.5. Milieuproblemen

3.5.1. Erosie

De Maghreb heeft een ernstig probleem van bodemdegradatie, die vaak meer dan 2000 ton per km² bedraagt. Dit is een gevolg van zowel menselijke factoren (namelijk ontbossing en slechte landbouwmethoden), alswel natuurlijke factoren (slechte bodem en intensieve regenval). Het gevolg is bodemerosie, die het hydrologische verloop van de rivier beïnvloedt.

Marokko heeft een totale capaciteit van 10 bcm in de dammen. Als gevolg van het dichtslibben van dammen, gaat jaarlijks 50 mcm aan capaciteit verloren. Met de uitbreiding van de dammen verwacht men dat het jaarlijks verlies zal toenemen tot 200 mcm in 2000.

Verder is het volgende geconstateerd:

- dammen die 20 jaar geleden gebouwd zijn, hebben als gevolg van het dichtslibben meer dan 10 % van hun oorspronkelijke capaciteit verloren
- drie dammen hebben meer dan 50 % van hun capaciteit verloren
- zeven reservoirs hebben hun dode berging verloren
- vier dammen zijn verhoogd om de berging te vergroten.

Erosie veroorzaakt nog een aantal andere problemen:

- de vermindering van reservoircapaciteit heeft tot gevolg er minder water tot beschikking staat.
- erosieproblemen bemoeilijken het ontwerp en maakt de dam alleen maar duurder.
- als gevolg van het dichtslibben moeten er nieuwe locaties worden gezocht voor dammen op moeilijkere locaties en tegen hogere kosten
- de sedimentlast bemoeilijkt de werking van benedenstrooms gelegen kunstwerken

Erosie is dus een grote zorg van aandacht en moet worden aangepakt.

3.5.2. Verzilting

Verzilting vormt één van de keerzijden van de grootschalige irrigatieontwikkelingen. Veel gesteenten in de Atlas bevatten grote gesteentemassa's met veel oplosbare zouten. De zoute bodems zijn vooral te vinden in de kustzone. Ook de droge en slecht geïrrigeerde gebieden in het zuiden zoals de Haouz hebben veel last van zoute bodems. Veel irrigatiegebieden worden vaak met meer water toebedeeld dan voor het gewas nodig is. Het surplus aan water leidt tot een verhoging van het grondwaterpeil. Door capillaire opstijging en verdamping kristalliseert het zout uit. Dit is een continue proces, wat de verzilting veroorzaakt. Oplossingen voor het verziltingsprobleem liggen in een grotere efficiency van het watergebruik (kunstmatige beregening of druppelirrigatie). Ook een verlaging van de grondwaterstand door middel van drainage kan bijdragen tot een oplossing.

3.5.3. Oprukken van de woestijn

In het zuidelijke deel van Marokko rukt de woestijn op. Behalve door de toenemende droogte van de afgelopen jaren wordt de verwoestijning ook in de hand gewerkt door de mens zelf. Vanuit oases vindt namelijk een overbeweiding plaats van het omliggende gebied. Intensivering van het watergebruik in de bovenloop van de rivieren leidt stroomafwaarts tot het oprukken van de woestijn bij gebrek aan water. Ook de nomaden dragen met hun veeteelt bij tot de verwoestijning. Ze overschrijden vaak de draagkracht van het gebied, dat slechts een extensieve beweiding toestaat.

De verwoestijning uit zich in een degradatie van steppevegetatie. Hier zijn een aantal stadia te herkennen:

1. De natuurlijke vegetatie is esparto en halfagras, met een relatief hoge voedingswaarde.
2. Deze fase kenmerkt zich door de opkomst van rmelvegetatie ten koste van esparto en halfa. De voedingswaarde is minder, en de rmel, een kleine plant met kleine bloempjes is bovendien giftig.
3. Fase 3 kenmerkt zich door een sterke uitbreiding van de rmel. De rmel is goed aangepast aan zout en nitraat.
4. Het einde is een onbegroeid oppervlak.

In sommige gebieden probeert men de woestijnen stop te zetten met behulp van een palmmuur. Slechts een vermindering van de druk op het milieu kan de verwoestijning echter een halt toe roepen.

3.5.4. Watervervuiling

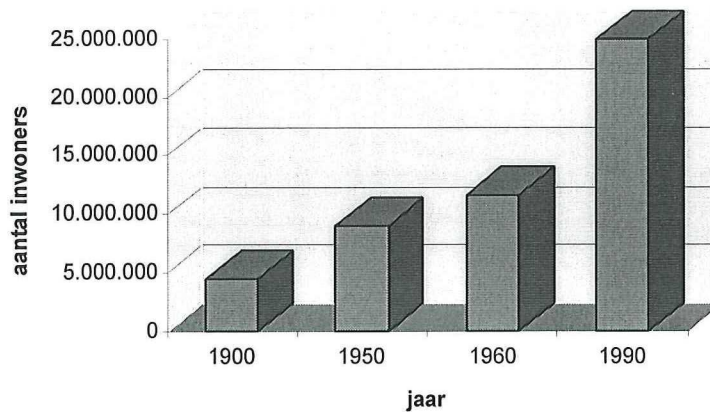
Deze problemen hangen samen met de snelle stedelijke, industriële en landbouwkundige ontwikkeling. De waterkwaliteitsproblemen zijn in de droogteperiodes nog duidelijker geworden. De grootste problemen zijn te vinden bij de grote steden en bij industrieën. Recentelijk wordt ook veel vervuiling veroorzaakt door de landbouw (kunstmest en pesticiden). Een ander kwaliteitsprobleem hangt samen met de bouw van grote stuwdammen. Door de uitbreiding van grote stilstaande wateroppervlakten krijgen ziekten als malaria en bilharzia steeds meer kans om epidemieën te veroorzaken.

4. Beschrijving sociaal-economisch systeem

De situatie van het waterbeheer is sinds het begin van deze eeuw veranderd als gevolg van de bevolkingsgroei, de verbetering van de leefcondities en de versnelde urbanisatie. Deze sociaal-economische ontwikkeling heeft ertoe geleid dat er een enorme druk ontstond op de beschikbare waterbronnen. Marokko was dan ook genoodzaakt om beleid en strategieën te ontwikkelen om slag met het water aan te gaan.

4.1. Bevolkingsgroei

De bevolking van Marokko is in deze eeuw sterk gegroeid. Aan het begin van deze eeuw lag het inwoneraantal rond de 4,5 miljoen. Bij de volkstelling van 1990 was de bevolking inmiddels gegroeid tot 25 miljoen inwoners. In een eeuw tijd is de bevolking verachtvoudigd.



Figuur 4-1 Ontwikkeling bevolking 1900-1990

Ook de urbanisatiegraad is in deze eeuw flink toegenomen. Woonde in 1900 nog geen 10 % in de steden, in 1990 was dit 46 %. Momenteel woont meer dan de helft van de inwoners in de steden. De gemiddelde bevolkingsdichtheid in Marokko bedraagt 53,2 inwoners per km². De tweedeling van Marokko is ook hier weer merkbaar. De dichtheden zijn veel hoger in het Atlantische Marokko dan in het oosten en zuiden van het land. De bevolkingsdichtheden op het platteland hangen nauw samen met het niveau van de landbouw. Zo zijn in de vruchtbare landbouwgebieden de dichtheden vrij hoog.

De belangrijkste migratiestroom, is de ruraal-urbane migratie. Veel plattelanders trekken richting de stad. De aantrekkingskracht van Casablanca is opzienbarend. De reikwijdte van deze stad strekte zich over een groot deel van Marokko uit. De laatste jaren richt de migratie zich meer op de kleinere steden. Dit is onder andere een gevolg van het beleid van de overheid om de trek naar de metropolen te stoppen.

4.2. *Ontwikkeling van het watergebruik*

Water speelt een strategische rol voor de overleving van de mens in aride en semi aride zones. De bewoners van Noord Afrika hebben dan ook een sterke relatie gehad met het water: veel steden bevinden zich bij waterbronnen en er zijn allerlei traditionele irrigatiesystemen ontwikkeld. De inwoners van Marokko hebben zo lange tijd in harmonie kunnen leven met de beschikbare waterbronnen. Marokko heeft een grote traditie in waterbeheer met behulp van khetarra's.⁴

De moderne irrigatie deed zijn intrede in Marokko in de twintiger jaren met de bouw van de eerste dammen. Deze dammen werden gebouwd voor stedelijke watervoorziening, voor irrigatiedoeleinden en voor elektriciteit. Vanaf de jaren zestig (Marokko werd in 1956 onafhankelijk) werd irrigatie noodzakelijk om te voldoen aan de voedselbehoeften van een groeiende bevolking. Begin jaren 90 had Marokko inmiddels meer dan 50 % van haar potentiële watervoorraden ontwikkeld.

Het is erg opvallend dat in Marokko zeer veel water wordt gebruikt voor irrigatie (10 miljard m³). Het percentage bedraagt meer dan 90%. Slechts 10% van het verbruikt betreft huishoudelijk- en industrieel waterverbruik (1 miljard m³). In 1991 heeft Marokko een geïrrigeerd areaal van 880.000 ha. Het opwekken van energie met stuwdammen is nog aan de beperkte kant in Marokko (622 MW). Dit wordt voornamelijk gebruikt om aan de wintervraag de voldoen. Zo varieert de voldoening van de watervraag van 40 tot 100% en van waterkracht van 25 tot 100%. In principe is het zo dat huishoudelijk waterverbruik prioriteit heeft boven de andere vormen van watergebruik.

4.3. *Ruimtelijke planning*

Er bestaat een nauwe relatie tussen de ruimtelijke ontwikkeling van Marokko en de ontwikkeling van de waterbronnen. Er zijn in de afgelopen jaren allerlei reservoirs en kanalen gebouwd om grote hoeveelheden water te transporteren. De economische centra van Marokko bevinden zich in de gebieden rond geïrrigeerde landbouwgebieden. De ontwikkeling van de landbouw heeft ertoe geleid, dat Marokko onafhankelijker is geworden op het gebied van de zelfvoorziening. Zo importeert Marokko minder dan 25 % van haar agrarische behoeften. Wel is het zo dat de ontwikkeling van de landbouw heel erg gericht was op het westen van het land en dat de regionale verschillen alleen maar groter zijn geworden.

De moderne irrigatieprojecten vertonen een sfeer van geslaagde moderniseringsprojecten. De keerzijde is een toenemende ruimtelijke ongelijkheid. Het zijn vaak de al gunstig gelegen gebieden, waar deze ontwikkelingen plaatsvinden. Dit zijn de gebieden met de moderne, grote landbouwbedrijven. Slechts 10% van de boeren profiteert van de modernisering, waarvan een groot deel al grote landeigenaars zijn. Het grootste gedeelte van de boeren in de traditionele sector deelt niet in deze

⁴ traditionele eeuwenoude irrigatiesystemen uit Noord-Afrika

Tabel 5-1 Verschillen tussen de traditionele en de moderne landbouw⁵

| <i>Kenmerk</i> | <i>traditioneel</i> | <i>modern</i> |
|--|---|---|
| bedrijfsgrootte | kleiner dan 5 ha en versnipperd | groter dan 5 ha, aaneengesloten |
| productiedoel | zelfvoorziening | marktgericht |
| productie/rendement | laag, fluctuerend, vooral voedselgewassen | hoog, stabiel, exportgewassen |
| doel | overleving en continuïteit agrarisch huishouden | maximaliseren, hoogste rendement |
| kennis | overlevering | landbouwonderwijs, onderzoek |
| bedrijfsvoering gericht op | flexibiliteit en aanpassing aan het fysisch milieu | strakke productieschema's met behulp van irrigatie, kunstmestmachines |
| werktuigen | primitief, houten puntploeg, nauwelijks kunstmest | moderne landbouwwerktuigen en intensief aanwenden kunstmest |
| opslag oogst | gaten in de grond voor graan | opslagruimten, silo's en schuren |
| productiealternatieven | bepaald door voedselbehoefte van gezin en vee en kwaliteit van de grond | groot: gevarieerde vruchtwisseling met braak |
| bedrijfskapitaal | zeer bescheiden: enkele stuks vee, primitieve werktuigen en behuizing | werktuigen, opstallen irrigatieapparaat |
| krediet | nauwelijks | goede kredietmogelijkheden via banken en overheid |
| zaaigoed | slechte kwaliteit: aangetaste restanten van vorige oogst | veredeld zaaigoed, High Yielding Varieties |
| sociale positie | laagste in sociale piramide | top van sociale piramide |
| technologie | arbeidsintensief | kapitaalintensief |
| plaats | vooral in regenafhankelijke gebieden | in geïrrigeerde gebieden |
| bodemkwaliteit | minder en vaak uitgeput | beste bodems |
| overheidsbemoediging | gering | sterk |
| ruimtebeslag in de Atlantische vlakten | 3 à 3,5 miljoen ha | 900.000 ha |
| aandeel agrariërs | 91,5% | 8,5% |
| productie | 70% van het graan | 30 % van het graan |

⁵ Bron: Lentjes [1991]

| <i>sector</i> | <i>1968-'72</i> | <i>1973-'77</i> | <i>1978-'80</i> | <i>1981-'85</i> | <i>1988-'92</i> |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <i>grootschalige irrigatie</i> | 70 | 64 | 68 | 40 | 37 |
| <i>regenafhankelijke landbouw</i> | 19 | 11 | 11 | 17 | 19 |
| <i>kleinschalige irrigatie</i> | | 3 | 3 | 7 | 7 |
| <i>veeteelt</i> | 4 | 4 | 4 | 11 | 9 |
| <i>bosbouw en milieu</i> | 2 | 6 | 4 | 8 | 12 |
| <i>overige sectoren</i> | 5 | 12 | 10 | 17 | 16 |
| <i>totaal</i> | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Tot 1964 de nadruk op de regenafhankelijke traditionele graansector. Er zijn allerlei acties gevoerd om de landbouw te moderniseren en de productie te verhogen. De eerste grote actie was 'Operatie Diepploegen'. Hierbij trachtte de overheid de boeren te overtuigen samen te werken in grote landbouwcoöperaties. Deze operatie mislukt door de tegenwerking van de grootgrondbezitters en de slechte organisatie van de actie.

Na 1965 verschuift het zwaartepunt naar de geïrrigeerde sector. Het doel is om voldoende exportgewassen te verbouwen die deviezen zullen opleveren. Het gaat hierbij vooral om citrusvruchten en tomaten ten behoeve van de Europese markt. Ook wil men door verbouw van suiker en veevoer de groeiende consumptie in eigen land opvangen. De koning lanceert het plan '1 miljoen ha geïrrigeerd areaal in het jaar 2000'. Daarvan moet ongeveer 880.000 ha worden geïrrigeerd met behulp van stuwdammen en 120.000 ha met kleine irrigatienetwerken.

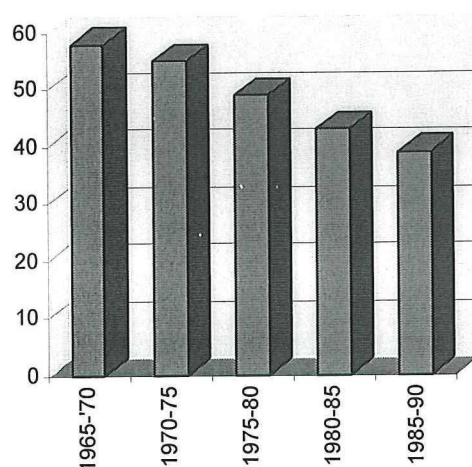
Gedurende de periode 1968-1988 is 60% van de overheidsinvesteringen in de agrarische sector ten goede gekomen aan de gebieden met grootschalige geïrrigeerde landbouw. Deze omvatten slechts 7% van het totale agrarische oppervlak en 10% van de rurale bevolking. Het resultaat is geweest dat het geïrrigeerde areaal in deze periode sterk is gestegen.

Om deze ambitieuze doelstellingen te bereiken, werd er veel geld geïnvesteerd in de aanleg van stuwdammen. De aanleg van deze infrastructuur is erg kostbaar. De kapitaalcoëfficiënt bedraagt 4⁷. In de regenafhankelijke landbouw is de investering gunstiger, namelijk 1:2.⁸ De hoge kosten en de tegenvallende resultaten hebben ertoe geleid dat de aandacht in de jaren 80 gedeeltelijk weer werd verschoven naar de regenafhankelijke landbouw. Er zijn in gebieden met meer dan 600 mm neerslag acht geïntegreerde projecten opgezet die in totaal ca. 2,7 miljoen ha beslaan. Naast aandacht voor de verbetering van de productiviteit werd hier

⁷ vier geïnvesteerde dirhams leiden tot een verhoging van één dirham produktiewaarde

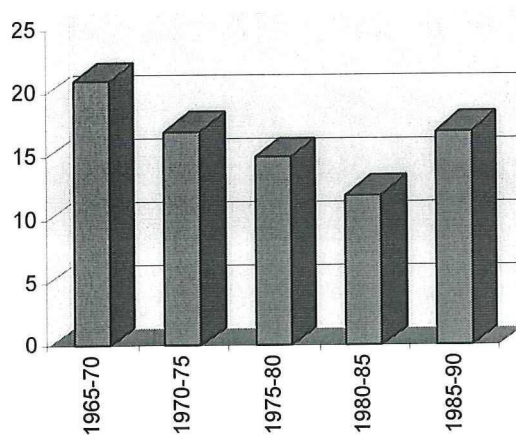
⁸Bron: Wout Lentjes, Marokko als ontwikkelingsland [1988]

ook een verbetering van de infrastructuur en het voorzieningenniveau beoogd.



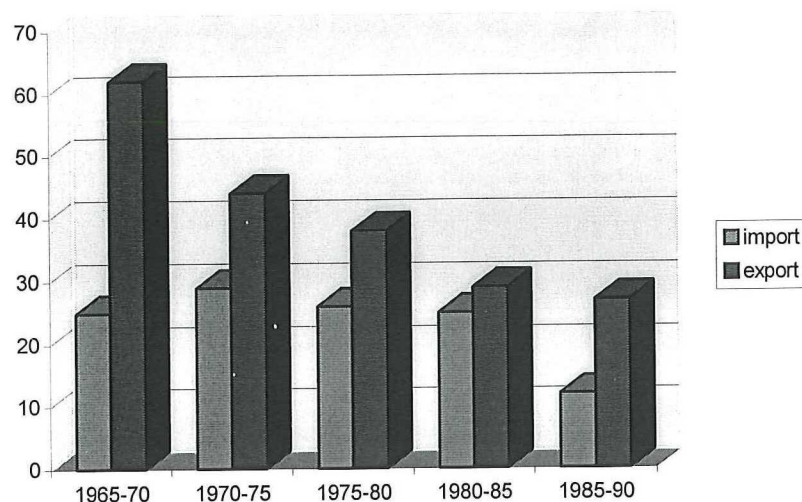
Figuur 5-2 Aandeel landbouw aan werkgelegenheid (%)

Ondanks de grootschalige investeringen bleven de resultaten achter bij de verwachtingen. Onderstaande figuur met de gegevens tot aan 1990 laten zien dat het aandeel van de landbouw in het BNP een dalende tendens vertoont met een dieptepunt in de droogteperiode 1980-1985.



Figuur 5-3 Aandeel landbouw in het BNP (%)

Deze daling heeft gedeeltelijk te maken met een relatief sterkere groei in de andere sectoren. In de jaren 1980-1985 was er sprake van extreme droogten. Het aandeel van de landbouw in de import en exportcijfers is vrij hoog. Figuur 5-4 laat een daling zien van het aandeel van landbouwproducten in de export. Marokko heeft wel vooruitgang bereikt in de zelfvoorziening op het terrein van suiker (60%) en zuivel (50%).



Figuur 5-4 Agrarisch aandeel in de import en export (%)

5.3. Bestuurlijke organisatie

De verantwoordelijkheid voor het waterbeheer ligt in Marokko bij het Ministerie van Openbare Werken (Ministère des Travaux Publics). Andere ministeries hebben echter ook op allerlei gebieden te maken met het waterbeheer (Landbouw, Industrie, etc.). Ook zijn er een aantal semi-overheidsorganisaties, die zich bezighouden met bepaalde watersectoren, zoals drinkwater (Office National des Eaux Potabel). Daarnaast is er een nog een adviserend orgaan op nationale schaal, namelijk de National Water and Climate Council. Dit orgaan bestaat uit waterbestuurders, gebruikers en allerlei wetenschappers.

5.4. Planningsproces

De waterplanning is nog maar net van de grond in Marokko. Het is de bedoeling dat per stroomgebied een planningsproces wordt toegepast voor een planningsperiode van 30 jaar.

De waterplanning in Marokko wordt gezien als een middel om de nationale ontwikkelingsdoelen te bereiken. Een aantal algemene doelstellingen zijn:

- het algemeen toegankelijk maken van drinkwater voor alle inwoners
- het irrigeren van 1.000.000 ha grond in 2000.

Op een lager niveau is het belangrijkste doel: het helder maken van de watervraag, het ontwerpen van de gewenste infrastructuur en het aanbevelen van een optimale waterallocatie tussen de verschillende gebruikers in overeenstemming met nationale en regionale ontwikkelingsstrategieën.

Er zijn in Marokko alleen maar plannen voor bepaalde stroomgebieden. Het ontbreekt aan een waterplannen op een nationaal niveau. Het blijkt dat in de praktijk zulke plannen alleen gemaakt zijn voor de economisch belangrijke gebieden in het Noordwesten van het land.

Er zijn doelstelling geconcretiseerd op nationaal niveau voor zowel drinkwater als irrigatie.

- In 2000 drinkwater voor de hele stedelijke bevolking
- In 2010 drinkwater voor iedereen.
- In 2000 1.000.000 ha aan geïrrigeerde landbouw
- In 2020 1.350.000 ha aan geïrrigeerde landbouw.

Dit betekent dat de hoeveelheid gemobiliseerd water bijna zal moeten verdubbelen (zie tabel 5-4)

Tabel 5-4 Gemobiliseerd water (nu en 2020)

| | Nu | 2020 |
|---------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Gemobiliseerd oppervlakte water | 7.5 miljard m ³ | 14 miljard m ³ |
| Gemobiliseerd grondwater | 3.5 miljard m ³ | 5 miljard m ³ |

5.5. Wetgeving

Het doel van de wetgeving is een het toestaan van een redelijk gebruik van water, en het kwantitatief en kwalitatief beschermen van het water. De meeste wetgeving betreft het beschermen van de publieke waterrechten en het behoud van de waterkwaliteit. In planningscontext is echter nog geen wettelijk kader in Marokko. De wetgeving is vaak heel erg beperkt en ontbreekt vaak volledig.

5.6. Financiële instrumenten

De prijzen van huishoudelijk water in Marokko worden bepaald aan de hand van de volgende uitgangspunten:

- beschikbaar maken van huishoudelijk water voor de hele bevolking, en met name ook voor de lage inkomensgroepen.
- het besparen van water door het extra belasten van hoge consumptie. Zo is het tarief in Marokko opgebouwd uit drie delen. Het eerste gedeelte is zodanig geprijsd dat iedereen het kan betalen. Het tweede gedeelte komt overeen met de werkelijke kosten en met het derde deel wordt het verlies van het eerste deel gecompenseerd.

Tabel 5-5 Tariefstructuur huishoudelijk- en industriewater (1991)⁹

| (prijzen in \$ / m ³) | 0-24 m ³ | 25-60m ³ | > 60 m ³ | Industrieel tarief |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Rabat | 0.174 | 0.490 | 0.676 | 0.375 |
| Casablanca | 0.147 | 0.405 | 0.588 | 0.361 |

⁹ Bron: Water in the Arab World[1994]

De tarieven voor de landbouw zijn gebaseerd op 40 % van de toerustingskosten, met vermindering van de kosten voor de energie productie.

Tabel 5-6 waterprijzen in irrigatiegebieden (1992)

| Gebied | Verkoopprijs (\$/m ³) |
|----------------------|-----------------------------------|
| <i>Gharb</i> | <i>0.020</i> |
| <i>Haouz</i> | <i>0.018</i> |
| <i>Tadla</i> | <i>0.018</i> |
| <i>Donkala</i> | <i>0.019</i> |
| <i>Lage Montonya</i> | <i>0.020</i> |

Op het gebied van landbouw wordt dus weinig gedaan aan effectieve prijsbeheersing. Dit wordt onderkend door het Marokkaanse ministerie van Publieke Waterwerken.

5.7. Onderwijs en Public Awareness

Er zijn een aantal programma's voor scholen ontwikkeld om de scholieren te benadrukken hoe belangrijk en schaars water is. Deze programma's zijn vaak echter beperkt tot extreem droge situaties en hebben daarnaast vrij weinig resultaat. Ze staan vaak op zich, en krijgen niet het belang wat ze verdienen.

6. Probleemanalyse en benadering

Na de beschrijving van het natuurlijk, sociaal-economisch en institutioneel systeem, wordt in dit hoofdstuk specifiek ingegaan op de rol van water in de ontwikkeling van het land en worden invloedsfactoren en mogelijke maatregelen in samenhang bekeken. Allereerst volgt een probleemstelling, vervolgens wordt ingegaan op de doelstelling van het waterbeheer en tenslotte zal worden aangegeven hoe in het vervolg van dit rapport de problemen en de maatregelen worden geanalyseerd.

6.1. Voorkomen van droogte

De voorgaande beschrijving van het totale systeem maakt duidelijk dat Marokko sterk afhankelijk is van haar watervoorraden. Het land wordt geteisterd wordt door droogtes. Tabel 6-1 toont de jaren met een neerslagtekort van meer dan 20 %.

Tabel 6-1 Overzicht 'droge' jaren in de afgelopen eeuw¹⁰

| Zeer droge jaren (neerslagtekorten >40 % ten opzichte van gemiddelde) | Droge jaren (neerslagtekorten 20%-40%) |
|---|---|
| 1904 -1905 | 1906-1907 |
| 1917 - 1920 | 1910-1914 |
| 1930-1935 | 1924-1927 |
| 1944-1945 | 1952-1953 |
| 1948-1950 | 1965-1967 |
| 1960-1961 | 1972-197 3 |
| 1974-1975 | 1986-197 |
| 1981-1984 | |
| 1991-1993 | |

Op basis van deze gegevens, blijkt dat de maximale periode tussen twee droogtes dertien jaar bedraagt.

Een van de ergste droogten in Marokko heeft zich zeer recentelijk voorgedaan, namelijk in de periode 1991-1993. De hydrologische tekorten lagen tussen de 38 en 60 procent. Vooral het feit dat men te maken had met twee opeenvolgende droogtejaren, verergerde de situatie. Het jaar 1992-

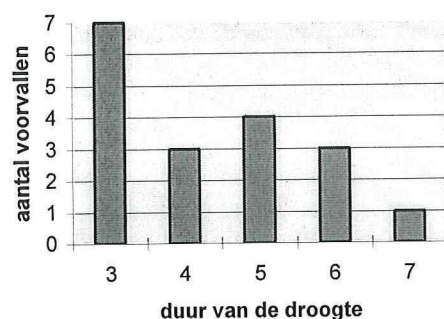
¹⁰ Eau et Development, N16 [1993]

1993 was nog droger dan het jaar ervoor, als gevolg van de tegenvallende neerslag en het feit dat de droogte in dit jaar vrijwel het hele land besloeg.

De neerslagtekorten bedroegen in beide jaren voor verschillende regio's van het land tussen de 10 en 50 %. Voor het Oum-Er-Rbia stroomgebied bedroegen de tekorten rond 30 % in 1991-1992 en 50% in 1992-1993.

Naast metingen heeft men de beschikking over dendrochronological data van 1000 jaren, wat het inzicht in de frequentie van voorkomen van droogte sterk vergroot. Uit een analyse van deze data¹¹ volgt dat droogte gemiddeld elke 8 jaar voorkomt. In de periode 1000-1984 zijn 116 droge periodes waargenomen. Bij 84 % van de gevallen was de duur van de droogte korter dan 2 jaar

In deze periode zijn de volgende langere droogten waargenomen



Volgens deze analyse heeft een droogte zoals die van 1979 tot 1984 (dus met een duur van 6 jaar) een terugkeerperiode van 455 jaar.

6.2. Doelstellingen van het huidig waterbeheer

Voor het waterbeheer in Marokko wordt door de Marokkaanse overheid momenteel de volgende concrete doelstellingen gehanteerd:

1. Het algemeen toegankelijk maken van drinkwater voor alle inwoners
2. Het irrigeren van 1.000.000 ha landbouwgrond in 2000.

Verder zijn er een aantal meer algemene uitgangspunten voor het beleid. Deze zijn hieronder kort weergegeven.

1. Alle Marokkanen moeten de beschikking hebben over goed drinkwater, zonder gevaar voor hun gezondheid. Het water moet zo geprijsd zijn dat ook de lagere klassen van de maatschappij over voldoende water moeten voldoen om in hun dagelijkse behoeften te kunnen voorzien.
2. Marokko moet haar watervoorraden optimaal benutten, waarbij nog niet gebruikte waterbronnen kunnen worden aangeboord, zonder dat de watervoorziening van toekomstige generaties in gevaar komt (bijvoorbeeld door het onnodig verlagen van de grondwaterstand).
3. De potentiële watervoorraad moet zodanig worden benut, dat het resultaat voor de Marokkaanse economie zo optimaal mogelijk is. Een

¹¹ Jelali [1994]

randvoorwaarde hiervoor is wel dat investeringen in waterbronnen zodanig moeten zijn dat niet alleen maar rijke grootgrondbezitters ervan profiteren, maar ook het merendeel van de arme boeren.

4. De watervoorraad moet zo worden benut dat het ten goede komt aan de regio waar de watervorraden aanwezig zijn, mits dit water in het gebied doelmatig besteed kan worden.
5. De planning van de watervorraden mag er niet toe leiden dat de ruimtelijke ongelijkheid wordt vergroot, zodanig dat dit niet in overeenstemming is met de natuurlijke mogelijkheden van een gebied.
6. Het mobiliseren van watervorraden moet financieel haalbaar zijn. Dit geldt in mindere mate voor de drinkwatervoorziening. De beschikking over voldoende en gezond drinkwater moet worden gezien als één van de primaire levensbehoeften en dient dan ook door de overheid te worden verwezenlijkt. Het gebruik maken van water voor industrie en landbouw is een economische afweging. De Marokkaanse samenleving leeft al eeuwen geheel in evenwicht met de beschikbare waterhoeveelheden. Het optimaliseren van de watervoorraad is dan ook een economische afweging, waarbij de kosten tegen de baten moeten worden afgewogen.

Realisatie van dit beleid tot op heden heeft geleid tot de aanleg van 60 stuwdammen en uitbreiding van het irrigeerbaar areaal tot bijna 900.000 ha. De traditionele landbouw is echter grotendeels buiten bereik gebleven.

Gezien de gevoeligheid voor droogte lijkt een specifieke invalshoek vanuit droogte noodzakelijk. In de volgende sectie wordt een dergelijke invalshoek geschetst. Een schematisering van het probleem wordt voorgesteld waarin alle invloedsfactoren en effectcategorieën worden meegenomen en die de basis legt voor een analyse van het droogteprobleem.

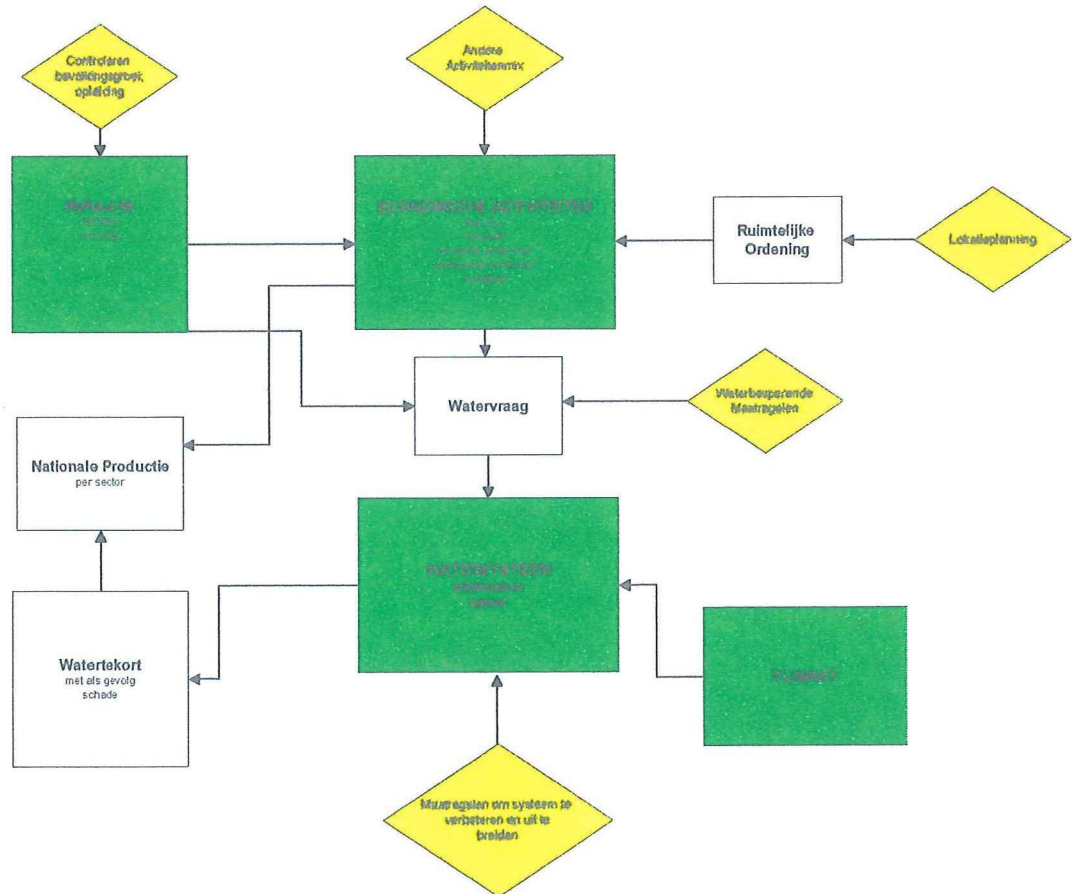
6.3. Probleemanalyse

De beschikbare literatuur over droogte kan als volgt worden ingedeeld:

1. Klimatologische voorkomen van tekorten in neerslaghoeveelheden.
2. Hydrologische aspecten van droogte; analyses van lage afvoeren en hun oorzaak.
3. De effecten van droogte; afname van de opbrengsten in de landbouw.

Er is echter weinig literatuur over een benadering waarin de doorwerking van de droogte op activiteiten, de gevolgen en de mogelijke maatregelen op een systematische manier met elkaar in verband worden gebracht.

Figuur 6-1 presenteert een schematisatie van de belangrijkste subsystemen en relaties die het droogteprobleem bepalen of beïnvloeden. Vier subsystemen worden onderscheiden, namelijk populatie en zijn opleiding, economische activiteiten, het klimaat en het water systeem. Een vijftal soorten maatregelen worden onderscheiden die aangrijpen op verschillende plaatsen in het systeem. De bedoeling is de maatregelen te identificeren die de invloed van droogte op de nationale productie minimaliseren.



Figuur 6-1 Schematisatie relaties tussen bevolking, watersysteem, economisch systeem en klimaat

De verschillende onderdelen van het relatieschema worden hieronder besproken.

Populatie

De populatie heeft op verschillende manieren een relatie met het watersysteem en de economische activiteiten in het land. Een toename van de omvang van de bevolking heeft een directe relatie op het watersysteem via de toename van de huishoudelijke watervraag. Er is verder een bepaald evenwicht tussen bevolking en de economische activiteiten in het land: een bepaalde fractie van de bevolking is werkzaam in bepaalde categorieën van activiteiten. Bijvoorbeeld de overgang van een traditionele naar een geïndustrialiseerde samenleving veroorzaakt een sterk verschillend evenwicht.

De scholing van de bevolking beïnvloedt in belangrijke mate het type economische activiteiten en de mogelijkheden voor verandering in een land. Een groot gedeelte van het land is nog analfabeet, waarbij vooral op het platteland de scholingsgraad erg laag is. Dit verklaart ook het gegeven dat een groot deel van de bevolking werkzaam is in de traditionele landbouw. De lage scholingsgraad van de bevolking in de steden belemmert een hoogwaardige industriële ontwikkeling. Ontwikkelingskansen voor de industrie liggen er dan ook met name voor industrie die gebruik maakt van laagopgeleiden met lage loonkosten.

Op lange termijn kan men bij gebleken waterschaarste een beïnvloeding beschouwen van het watersysteem via het bevolkingssysteem. Dit vereist maatregelen om de omvang en de scholing van de bevolking te beïnvloeden. Maatregelen om de bevolkingsgroei te beheersen omvatten family planning alsook financiële stimuleringsmaatregelen. Via het ontwikkelen van technisch onderwijs kan men de potentie voor industrie vergroten, waardoor de afhankelijkheid van landbouw afneemt.

Economische activiteiten

Het type economische activiteiten van grote invloed op het watersysteem. In Marokko kunnen de volgende typen economische activiteiten worden onderscheiden:

- diensten;
- industrie;
- traditionele landbouw;en
- moderne landbouw

Het onderscheid tussen moderne landbouw en traditionele landbouw is zo groot dat deze twee best apart kunnen worden beschouwd. In de beschrijving van het systeem (zie eerdere hoofdstukken) zijn de verschillen al uitvoerig aan bod gekomen. Ook voor de dienstensector kan een dergelijk onderscheid gemaakt worden. De moderne dienstensector (bv banken) is totaal verschillend van de informele dienstensector, waarmee vele nieuwe stedelingen hun brood verdienen. Vanuit de invalshoek water kunnen ze toch als één worden gezien, omdat het onderscheid en de relatieve invloed op het watersysteem gering is.

Eerder werd vastgesteld dat in Marokko 90 % van de watervoorraad gebruikt wordt voor de landbouw en slechts 3 % gebruikt wordt voor de industrie. Het is dus vooral de sector landbouw die de totale watervraag bepaalt. Verder, gerekend per eenheid van toegevoegde waarde, vormt de landbouw (irrigatie) de meest intensieve watergebruiker. Maatregelen gericht op dit systeem liggen dan ook vooral op het gebied van het beperken van de watervraag van de landbouw door te investeren in andere sectoren.

Ruimtelijke ordening

Deze factor heeft een directe relatie met de economische activiteiten. Met behulp van de ruimtelijke ordening kan de ruimtelijke spreiding van de economische activiteiten en de bevolking worden gestuurd en worden aangepast aan de lokale waterbeschikbaarheid.

Watervraag

Een bepaalde bevolking en patroon van economische activiteiten en zijn spreiding resulteren in een bepaalde watervraag. De watervraag is ook te beïnvloeden via waterbesparende maatregelen. Hierbij kan onderscheid worden gemaakt tussen maatregelen voor het huishoudelijk waterverbruik, industrie en landbouw. De vraag (per persoon of per eenheid activiteit) kan worden beïnvloed door een prijsmechanisme (tariefstructuur) en in het algemeen door een verhoogde bewustwording van de waarde van water.

Watersysteem

Het watersysteem omvat de watervoorraden en de infrastructuur die er is om het water bij de gebruiker te brengen. Het bestaat uit rivieren, kanalen, stuwdammen en verdere infrastructuur nodig voor een watertoelevering. Het aanbod van water kan worden vergroot tot een maximaal mobiliseerbare hoeveelheid water door de bouw van nieuwe infrastructuur. Hierbij kan onderscheid worden gemaakt tussen infrastructuur in het stroomgebied en inter-basin transfers.

Het watersysteem kan beïnvloed worden door allerlei maatregelen om het systeem te verbeteren en/of te uit te breiden. Hieronder vallen de bouw van nieuwe stuwdammen, de verbetering van de efficiency van het systeem, door allerlei beheersmaatregelen, beperking verliezen etc.

Nationale productie/watertekort

De nationale productie wordt bepaald door de omvang en aard van de activiteiten en wordt negatief beïnvloed door tekorten. De schade door watertekort is sterk verschillend voor verschillende watergebruikers. Tot op zekere hoogte zullen tekorten geaccepteerd moeten worden want het zal nooit economisch haalbaar zijn om een infrastructuur te ontwerpen (of de vraag voldoende laag te houden) die onder bepaalde extreme omstandigheden geen tekorten vertoont.

Belangrijk is dan om een 'optimale' verhouding te bepalen tussen de investeringen in diverse maatregelen en het niveau van (verwachte) tekorten/schade. Het is verder uiteraard ook belangrijk om het maximum realiseerbare wateraanbod te bepalen, dit is van belang om de activiteitenmix en locatieplanning aan te sturen. De verdeling van tekorten tussen verschillende vraagsectoren en gedurende een tekortperiode is ook een belangrijke factor.

Het schema geeft een overzicht van de mogelijke maatregelen die de watervraag-aanbod beïnvloeden en de gevoeligheden voor en effecten van droogte kunnen verminderen. Samengevat hebben de belangrijkste maatregelen betrekking op:

- Controle bevolkingsgroei en opleiding
- Andere activiteitenmix;
- Ruimtelijke planning;
- Waterbesparende Maatregelen;en
- Maatregelen om het watersysteem te verbeteren en/of uit te breiden.

6.4. Benadering

Het schema uit de vorige paragraaf levert in de verdere analyse een operationeel kader voor een analyse van het droogteprobleem. Deze analyse wordt in de volgende hoofdstukken als volgt uitgewerkt.

Eerst vindt een analyse plaats van de relatie 'klimaat, waterverdeling en gevolgen voor de watergebruikers'. Dit betreft het vakje 'watersysteem' en de maatregelen op het watersysteem'. Dit levert basisinformatie op over het karakter van tekorten en het maximaal haalbare wateraanbod. Dit betreft essentiële informatie voor de analyse van de andere maatregelen.

Hiervoor wordt het Oum-Er-Rbia stroomgebied als proefgebied genomen.

Vervolgens vindt een verkennende analyse plaats van de verschillende andere maatregelen uit het overzicht en worden de effecten van de maatregelen ingeschat. Uit deze analyses worden aanbevelingen afgeleid voor een (verdere) inrichting van de verschillende subsystemen in Marokko.

7. Analyse van het watersysteem

Dit hoofdstuk genereert inzicht in het watersysteem van het Oum-Er-Rbia stroomgebied. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een simulatie met (Ribasim). De verschillende alternatieve simulaties en resultaten worden beschreven. Uitspraken worden gedaan over eventuele aanpassingen van het watersysteem.

7.1. Doel van de analyse

Het doel van de analyse is een beeld te verkrijgen van de ontwikkeling van het Oum-Er-Rbia stroomgebied en inzicht te verkrijgen in het gedrag en functioneren van het watersysteem. Dit omvat inzicht in de beschikbaarheid van water, droogtegevoeligheid en droogteschade nu en in de toekomst, effect van maatregelen en de potentiële waterbeschikbaarheid in het stroomgebied.

De inzichten verkregen van het Oum-Er-Rbia gebied worden dan geëxtrapoleerd in latere hoofdstukken naar een evaluatie van waterbeschikbaarheid en droogteproblematiek van het gehele land. Hierbij worden dan verder de regionale verschillen in waterbeschikbaarheid en watergebruik in beschouwing genomen alsook de mogelijkheden om water regionaal beter te verdelen (inter-basin transfers) of om de huidige en vooral de toekomstige geplande activiteiten beter af te stemmen op waterbeschikbaarheid (economische activiteiten en ruimtelijke inrichting) en droogtegevoeligheid te verminderen.

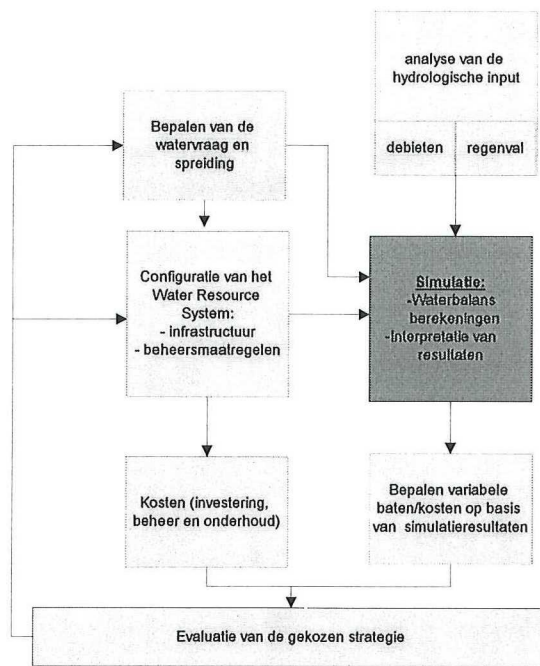
7.2. Raamwerk voor de analyse

Het raamwerk voor de analyse is samengevat in figuur 7-1. Het stroomdiagram geeft de verschillende (deel)analyses en hun onderlinge relaties. Deze analyses kunnen als volgt worden omschreven.

- *de watervraag en de spreiding ervan*: de vraag is gebaseerd op de projecties van de bevolking en de economische activiteiten; specificaties van één of meerdere ontwikkelingsscenario's vormt de basis van deze projecties.
- *analyse van de hydrologische input*: analyse van het hydrologisch systeem is vereist om de waterbeschikbaarheid te bepalen; output van deze analyse zijn tijdreeksen van debiet en neerslag op verschillende plaatsen in het stroomgebied.
- *simulatie van de waterverdeling in het stroomgebied*: op basis van de tijdreeksen van beschikbaar water wordt de toedeling van water aan de verschillende gebruikers gesimuleerd over de periode van beschikbare hydrologische informatie; op basis van deze toedeling gedurende natte en droge periodes kan de functionering van het systeem worden beoordeeld.
- *configuratie van het watersysteem*: de beschikbaarheid van water voor de verschillende gebruikers wordt mede bepaald door de beschikbare infrastructuur en de beheersmaatregelen; alternatieve maatregelen leiden tot een nieuwe configuratie en een nieuwe simulatie van de toedeling: de

veranderingen in het functioneren van de watertoedeling als gevolg van een bepaalde maatregel kunnen dan worden beoordeeld

- *kosten en baten van maatregelen*: de kosten en baten kunnen gesplitst worden in twee delen; een deel dat onafhankelijk is van het functioneren van het systeem gedurende (extreem) natte of droge perioden, zoals de constructie van een stuwdam en kosten/baten die wel afhankelijk zijn zoals droogteschade en energieopwekking.
- *evaluatie*: op basis van de resultaten van de simulatie en economische beschouwing kan een evaluatie gemaakt worden van de wenselijkheid van bepaalde maatregelen en bepaalde ontwikkelingen. Deze evaluatie kan leiden tot een herziening van de (vraag)ontwikkelingen en het stelsel van maatregelen



Figuur 7-1 Kader voor de analyse van het watersysteem

De simulatie van de waterverdeling vormt een centraal element in de totale analyse. De simulatie verenigt de resultaten van verschillende deelevaluaties en levert de basisinformatie voor een evaluatie van ontwikkelingen en maatregelen.

In deze studie werd gebruik gemaakt van het model Ribasim om de watertoedeling te simuleren en te evalueren. Ribasim is een simulatiemodel van het WL dat al eerder in Marokko is toegepast. De modellering met Ribasim wordt in de volgende sectie kort beschreven. Daarop volgt een toepassing op het Oum-Er-Rbia stroomgebied.

7.3. Modelling van de watertoedeling in een stroomgebied

Het model Ribasim simuleert het gedrag van het stroomgebied voor elke tijdstap voor een gespecificeerde periode. Het stroomgebied wordt geschematiseerd door een netwerk van knooppunten en verbindingen. De schematisatie is nodig om de relaties tussen de knopen te definiëren.

Activiteiten met water worden ondergebracht in knopen en het transport van water in het stroomgebied door middel van rivieren en kanalen wordt geschematiseerd door de takken.

De volgende typen knopen worden onderscheiden:

1. *Lay-out knopen*: geven het netwerk vorm
2. *Controle knopen*: reguleren de verdeling van het water
3. *Vraag knopen*: vraag van water van de verschillende gebruikers.

Tabel 7-1 geeft een gedetailleerd overzicht van de soorten knopen.

Tabel 7-1 Overzicht knopen in model Ribasim

| <i>Lay-out knopen</i> | <i>Controle knopen</i> | <i>Vraag knopen</i> |
|--------------------------|------------------------|--------------------------------|
| 1. Inflow node | 1. Diversion node | 1. Irrigation node |
| 2. Confluence node | 2. Reservoir node | 2. Fish pond node |
| 3. Loss flow node | | 3. Public and Industrial water |
| 4. Bifurcation node | | 4. Groundwater district node |
| 5. Pumping node | | 5. Low flow nodes |
| 6. Run-of-river node | | 6. Ecology district node |
| 7. Dummy node | | |
| 8. Terminal node | | |
| 9. Junction storage node | | |

Het model heeft de volgende input nodig:

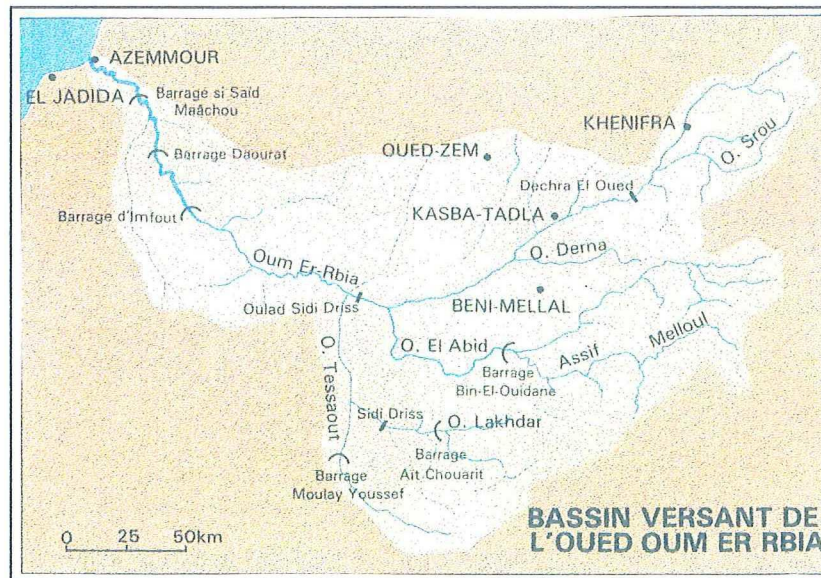
- de schematisatie van het stroomgebied in de vorm van een netwerk van knopen en verbindingen
- hydrologische tijdseries van debieten in de grenzen van het systeem;
- regenvalseries voor de bepaling van de vraag van water van irrigatiegebieden;
- knoopeneigenschappen, zoals capaciteit, dimensie, watervraag, etc;
- watertoekenningsprioriteiten aan de verschillende gebruikers; en
- beheersregels voor bepaalde knopen, zoals reservoirs, en verdeelwerken.

Na een simulatie wordt de volgende output verkregen:

- de debieten op verschillende gebieden voor elke simulatietijdperiode
- de toekenning van water aan verschillende gebruikers
- eventuele tekorten voor de watervragers
- een waterbalans op elke locatie in het stroomgebied.

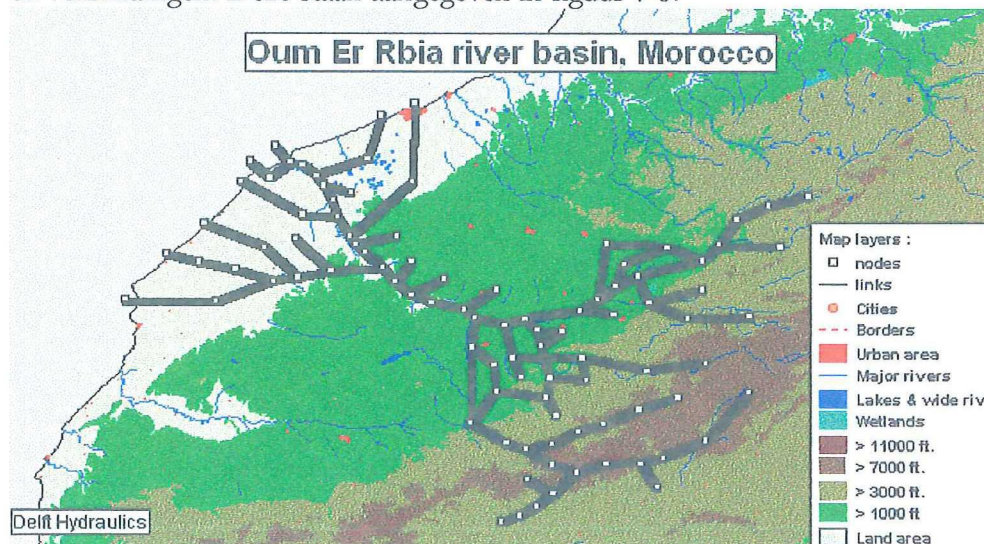
7.4. Schematisatie van het Oum-Er-Rbia stroomgebied

Een essentieel onderdeel van de simulatie is de schematisatie van het stroomgebied in de vorm van knopen en netwerken. Hiervoor is het vereist een goed overzicht te hebben van hoe het watersysteem in elkaar zit. In hoofdstuk 3 (het natuurlijk systeem) is het Oum-Er-Rbia gebied al uitvoerig beschreven. Figuur 7-2 toont de belangrijkste rivieren en stuwdammen.



Figuur 7-2 Kaart van het Oum-Er-Rbia stroomgebied¹²

In Ribasim leidt de schematisatie uiteindelijk tot een netwerk van knopen en verbindingen. Deze staan aangegeven in figuur 7-3.



Figuur 7-3 Netwerk van knopen en verbindingen in Ribasim

Elke knoop stelt een bepaalde activiteit. Tabel 7-1 toont de verschillende soorten knopen. Figuur 7-4 toont de aard van de knopen in het netwerk. In de linkerhelft van deze figuur is de ruimtelijke ligging van deze knopen aangegeven. Hieronder worden de belangrijkste knopen toegelicht.

¹² Bron: La grande encyclopedie du Maroc

Dat zijn er in dit geval vier (Beni Moussa, Beni Amir, Dir en Tessaout Aval).

Reservoirs

In het model zijn in de huidige situatie 8 reservoirs opgenomen. Het gaat om de reservoirs Smach, Daourat, Imfout, Al Massira, Sidi Driss, Hassan Ier, Moulay Youssef en Dchar El Oued¹³

7.5. Definitie alternatieve simulaties

Met de simulatie van de waterbalans wordt beoogd de volgende zaken te onderzoeken:

- de beperkingen op de waterbeschikbaarheid. Wat zijn de mogelijkheden om de waterbeschikbaarheid uit te breiden en aan de toekomstige waterbehoeften te voorzien
- effectiviteit van verschillende maatregelen. Hoe dragen andere beheersmaatregelen (bijvoorbeeld alle tekorten naar de landbouw schuiven) bij aan een oplossing.
- bepalen van de grootte en de aard van de tekorten; de huidige en toekomstige tekorten; de duur van tekortperiodes.

Om deze informatie te verkrijgen worden de volgende simulaties gedefinieerd:

- case I: dit betreft een simulatie van de huidige situatie. Van case I zijn er twee varianten; één waarbij drinkwater prioriteit krijgt boven irrigatie (Ia) en één waarbij de prioriteiten hetzelfde zijn. Deze varianten moeten duidelijkheid geven over wat de effecten zijn van het prioriteren van een bepaalde watergebruiker. Case I als zodanig moet ons inzicht geven in het functioneren van het huidige watersysteem.
- case II: dit betreft een simulatie met de huidige vraag. Het watersysteem is daarentegen uitgebreid (geplande situatie 2020) met nieuwe infrastructuur. De bedoeling van deze case is uit te zoeken in hoeverre de droogtegevoeligheid kan worden verbeterd met extra infrastructurele maatregelen.
- case III: dit betreft een simulatie met de huidige infrastructuur, maar met een toename van de huishoudelijke en industriële watervraag. Bij deze case wordt er van uitgegaan dat er geen uitbreiding plaatsvindt van de irrigatiegebieden. Dit zou een mogelijke beleidskeuze kunnen zijn.
- case IV: dit is de maximale ontwikkelingscase. Niet alleen de huishoudelijke en industriële watervraag neemt hier toe, maar ook de vraag van de landbouw is groter geworden. Er wordt hier namelijk uitgegaan van een maximale uitbreiding van de irrigatiegebieden. Tegelijkertijd is het systeem uitgebreid met infrastructuur.

In tabel 7-2 staan de verschillen tussen de verschillende cases samengevat.

¹³ Alleen bij situatie 2020

Tabel 7-2 Overzicht verschillen simulaties

| | Configuratie | Vraag naar drinkwater | Vraag naar irrigatiewater | Prioriteit drinkwater |
|----------|--------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|
| Case Ia | huidige | huidig | huidig | nee |
| Case Ib | huidige | huidig | huidig | ja |
| Case II | 2020 | 2020 | huidig | ja |
| Case III | huidige | 2020 | huidig | ja |
| Case IV | 2020 | 2020 | 2020 | ja |

Hieronder wordt van de verschillende knopen aangegeven welke watervraag in de simulatie is gebruikt. De watervraag is gebaseerd op de literatuurstudie van hoofdstuk 3.

Public Water Supply

In onderstaande tabel wordt de vraag naar huishoudelijk en industrieel water van de verschillende knopen aangegeven voor zowel de huidige situatie als de situatie in 2020. Het waterverbruik in 2020 zal zijn verviervoudigd en opzichte van de huidige situatie.¹⁴

Er wordt hier geen onderscheid gemaakt tussen huishoudelijk en industrieel watergebruik. Landelijk gezien wordt 7% van het totale water voor huishoudelijk watergebruik en 3% voor industrieel watergebruik. Aangenomen mag worden dat dit in het Oum-Er-Rbia niet veel anders zal zijn. De stad Casablanca staat twee maal vermeld, omdat er twee verschillende aftappingen voor Casablanca zijn in het model.

Tabel 7-3 Public Water Supply in model

| Plaats | vraag (m ³ /s) huidige situatie | vraag (m ³ /s) (2020) |
|----------------|---|-------------------------------------|
| Marrakech | 0,12 | 0,60 |
| Tessaout Amont | 0,57 | 2,85 |
| El Jadida | 1,0 | 5,0 |
| Casablanca 1 | 1,5 | 7,5 |
| Casablanca 2 | 1,75 | 8,75 |
| Safi | 0,22 | 1,10 |
| Azemmour | 0,13 | 0,65 |
| Rbia | 0,12 | 0,60 |

Fixed irrigation

¹⁴ Voorspelling volgens het Marokkaanse ministerie van Travaux Public.

In tabel 7-4 is de minimale en de maximale vraag van de 'fixed-irrigation' gebieden aangegeven. Het gaat hier om respectievelijk de maand met de laagste vraag en de maand met de hoogste vraag. De situatie in 2020 is gelijk aan de huidige situatie. Er zijn geen uitbreidingen zijn gepland. Bij deze gebieden moet een kanttekening worden geplaatst. Veel gebieden van de petit en moyen hydraulique zijn niet in kaart gebracht. De watervraag van deze gebieden is niet bekend en kan dan ook niet worden meegenomen in de simulatie.

Tabel 7-4 Fixed irrigationknopen in model

| naam | oppervlakte (ha) | minimale vraag(m ³ /s) | maximale vraag(m ³ /s) |
|----------|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| PMH-H1AV | 7.300 | 0.4 | 1.7 |
| PMH-H1AM | 2.000 | 0.5 | 1.7 |
| PMH-TSAM | 230 | 0.9 | 2.6 |

Variable irrigation.

De 'variable- irrigation'gebieden worden de komende jaren flink uitgebreid. De gebieden worden gezien als zijnde nog niet uitontwikkeld. Vooral in de Haouz en de Haut Doukala staan nog grote uitbreidingen gepland.

Tabel 7-5 Variable irrigatie in model

| Locatie | Oppervlakte (ha) (huidige situatie) | Oppervlakte (ha) (2020) | Minimale vraag (m ³ /s) | Maximale.vraag (m ³ /s) |
|----------------|--|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Haouz | 15.000 | 36.000 | 0.59 | 3.06 |
| Haut Doukala | 14.400 | 40.000 | 0.12 | 2.66 |
| Bas Doukala | 61.000 | 61.000 | 1.27 | 3.09 |
| Tessaout Amont | 30.000 | 30.000 | 0.49 | 2.2 |

Groundwaterdistrict nodes

Dit zijn redelijk complexe knopen in het netwerk. Het gaat hier namelijk om knopen die zowel grondwater als oppervlaktewater gebruiken. Ook hier zijn in de periode tot 2020 nog uitbreidingen gepland, alhoewel dit van een lagere orde is als bij de variable irrigation.

Tabel 7-6 Groundwaterdistrict knopen in model

| naam | oppervlakte (ha) huidige situatie | oppervlakte (ha) (2020) |
|---------------|--------------------------------------|-------------------------|
| Beni Moussa | 69.500 | 69.500 |
| Tessaout Aval | 48.600 | 60.000 |
| Dir | 40.000 | 40.000 |
| Beni Amir | 25.000 | 35.000 |

7.6. Simulatieresultaten

In deze paragraaf worden de resultaten van de verschillende cases besproken. De volledige resultaten zijn weergegeven in bijlage 1.

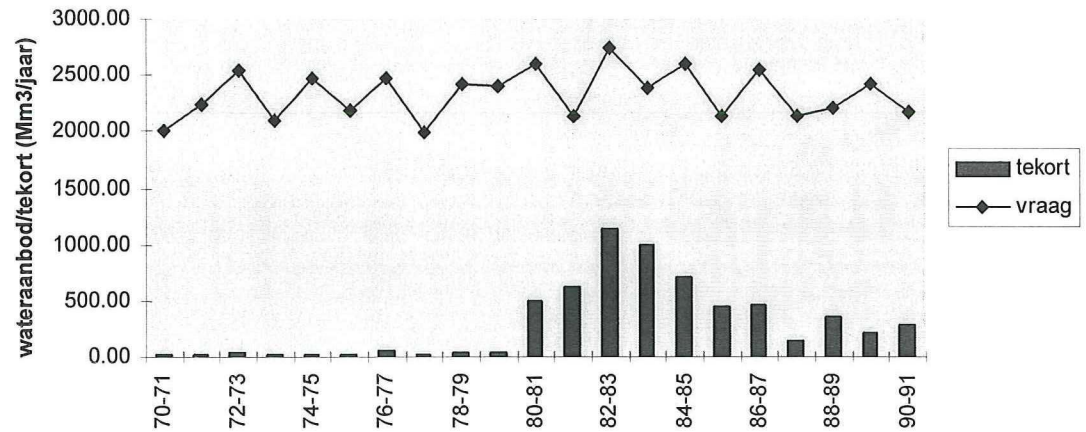
Case Ia en Ib Huidige situatie, wel of geen prioriteit voor Public Water Supply (PWS)

Bij deze case is de huidige situatie gesimuleerd, waarbij huishoudelijk en industriële watervraag prioriteit heeft boven irrigatie. De vraag van de PWS is constant, namelijk 5.41 m³/s. Op jaarbasis is dit 170.5 miljoen m³. Vergeleken met de vraag van de irrigatiesector, namelijk 2326.6 Mm³, is de vraag van de PWS heel gering (ongeveer 7 %). Dit verklaart ook het feit dat bij de resultaten van de simulatie blijkt dat de PWS helemaal geen tekorten heeft.

Tabel 7-7 Case I: Gemiddelde watervraag versus wateraanbod

| | Watervraag (Mm ³) | Wateraanbod (Mm ³) | Tekort (Mm ³) |
|-----------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| Irrigatie | 2326.6 (93%) | 2033.8 | 292.7 |
| PWS | 170.5 (7%) | 170.5 | geen tekort |

De resultaten voor de irrigatiesector geven een afwisselend beeld. In onderstaande figuur staan de resultaten vermeld. De tekorten variëren van 18 Mm³ per jaar tot meer dan 1100 Mm³ per jaar.



Figuur 7-5 Simulatiere resultaten case I: watervraag en tekort (Mm3/jaar)

Uit tabel 7-8 blijkt dat er al in de huidige situatie regelmatig sprake is van grote watertekorten. Met gemiddelde waterhoeveelheden (tabel 7-7) moet voorzichtig worden omgegaan. Ze geven geen goed beeld van de droogtegevoeligheid.

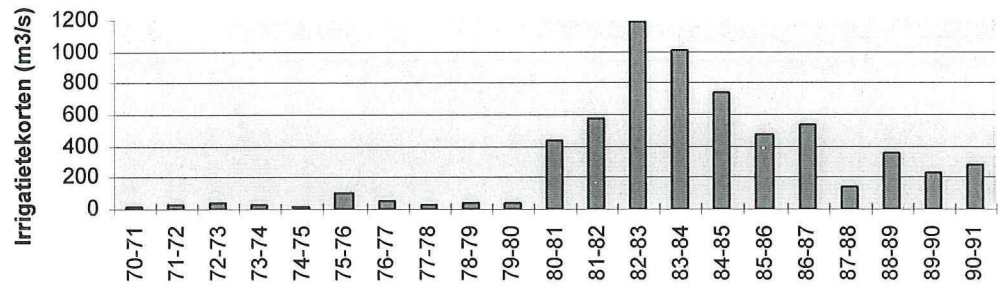
Case II Huidige situatie, configuratie 2020.

De bedoeling van deze case is na te gaan in hoeverre de tekorten afnemen door de aanleg van infrastructuur. Travaux Public heeft al een inventarisatie gemaakt van mogelijke locaties van nieuwe infrastructuur. De meeste geplande nieuwe dammen zijn bedoeld voor energieopwekking. In deze configuratie is alleen rekening gehouden met geplande infrastructuur die voor irrigatie en huishoudelijk waterverbruik van belang is.

De resultaten van case II laten zien dat de effecten van de configuratie van 2020 op de watertekorten beperkt zijn. De tekorten nemen slechts beperkt af, namelijk slechts 27 Mm3 per jaar. Na een analyse blijkt dat de oorzaak ligt in het feit dat de nieuwe infrastructuur weinig invloed heeft op de gebieden met de grootste tekorten.

Case III Huidige configuratie, toename vraag PWS

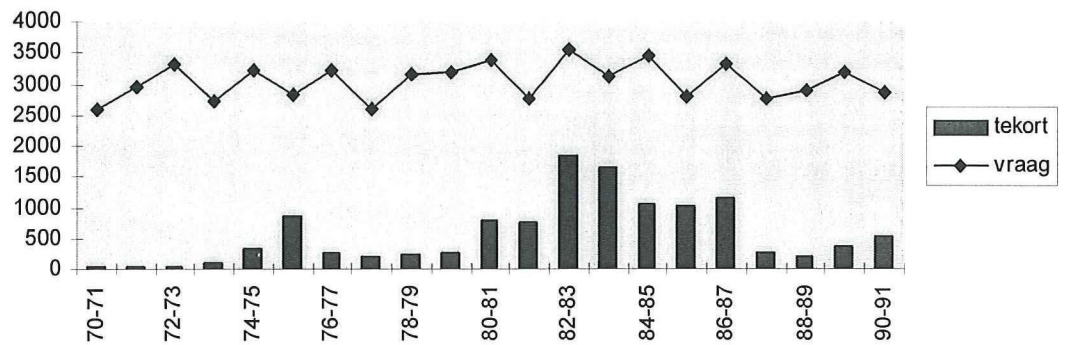
In deze case wordt bekeken wat de invloed is op het systeem van een vervijfvoudiging van de vraag van de PWS. Deze case hangt samen met een ontwikkeling van het gebied, waarbij de irrigatiegebieden niet worden uitgebreid. Ondanks de groei van de vraag, is de vraag van de PWS nog steeds veel kleiner dan die van de irrigatiesector. Met een handhaving van de prioriteit voor drinkwater, blijven de consequenties voor de PWS van de toename heel erg klein. De irrigatiesector krijgt wel te maken met een toename van de tekorten. Figuur 7-5 toont de irrigatietekorten.



Figuur 7-6 Case II: Irrigatietekorten

Case IV Configuratie 2020, maximale vraag

In Case IV wordt uitgegaan van een maximale uitbreiding van de irrigatiegebieden, een vervijfvoudiging van de vraag van de PWS en een uitbreiding van het systeem met de stuwdam Dchar El Oued in het hoge gedeelte van de Oum-Er-Rbia. Er staan nog een aantal kleine stuwdammen op het programma om voor 2020 gebouwd te worden, maar deze zijn niet meegenomen gezien het puur energetische karakter van deze stuwdammen.



Figuur 7-7 Case IV: Watervraag en watertekort

Een vergelijking van figuur 7-5 (case I) met figuur 7-7 laat zien dat de tekorten flink zijn toegenomen naar bijna 600 Mm³ op jaarbasis. De extra stuwdam blijkt niet voldoende te zijn om in de toegenomen vraag te kunnen voorzien. Ook in de PWS beginnen zich tekorten voor te doen.

7.7. Conclusies

De simulatie laat zien, dat de PWS weinig effect heeft op het totale watersysteem. De watervraag van de huishoudelijke en industriële waterverbruikers blijkt vrijwel te verwaarlozen ten opzichte van de irrigatievraag. Systemmaatregelen waarbij de PWS prioriteit krijgt, zullen dan ook weinig effect te hebben op de totale waterbalans en droogtegevoeligheid.

De simulaties laten ook zien dat er al bij de huidige configuratie sprake is van tekorten voor de irrigatiesector. Het is dan ook onverantwoord om het te irrigeerbaar areaal uit te breiden, zonder dat het wateraanbod wordt uitgebreid. Binnen het systeem zijn hiertoe beperkte mogelijkheden. Als alle realistische maatregelen, zoals de bouw van Dchar El Oued (Case IV), worden uitgevoerd, blijken de tekorten veel groter te zijn geworden.

Daarom kan de vraag worden gesteld, of de export van water voor irrigatie naar het nabij gelegen stroomgebied wel een reële optie is.

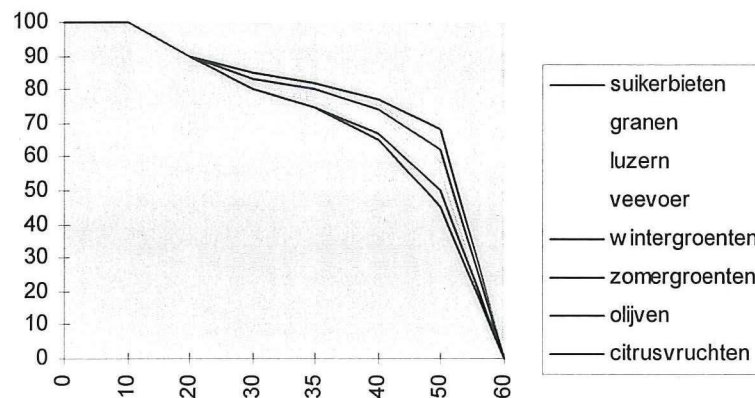
8. Droogteschade - waterbeschikbaarheid

In dit hoofdstuk worden de tekorten uit de simulatie met Ribasim verder geanalyseerd. Met de resultaten uit het vorige hoofdstuk wordt de schade geschat van de gesimuleerde droogtes. De waterbeschikbaarheid wordt dan geanalyseerd aan de hand van de gesimuleerde cases I tot IV.

8.1. Bepaling van een schadefunctie

In de literatuur werd gezocht naar een geschikte methode om watertekorten uit te drukken in schades. Voor drinkwater en industrieel watergebruik blijkt het heel lastig om een goede schadefunctie te vinden. Schade voor de landbouw, als gevolg van watertekorten, is wat meer onderzocht. Al eerder is genoemd dat in het Oum-Er-Rbia gebied het meeste water nodig is voor de irrigatie. In de simulatie is bovendien uitgegaan van een prioriteit voor drinkwater boven irrigatie. Dit is in overeenstemming met de nationale doelstellingen. (zie hoofdstuk 6).

Voor elk gewas is de relatie tussen watertekort en opbrengst verschillend. In onderstaande figuur en tabel wordt voor de gewassen die in het Oum-Er-Rbia stroomgebied van belang zijn, een relatie gegeven tussen watertekort en rendement.



Figuur 8-1 Rendement (%) als functie van het watertekort t.o.v. normale situatie¹⁵

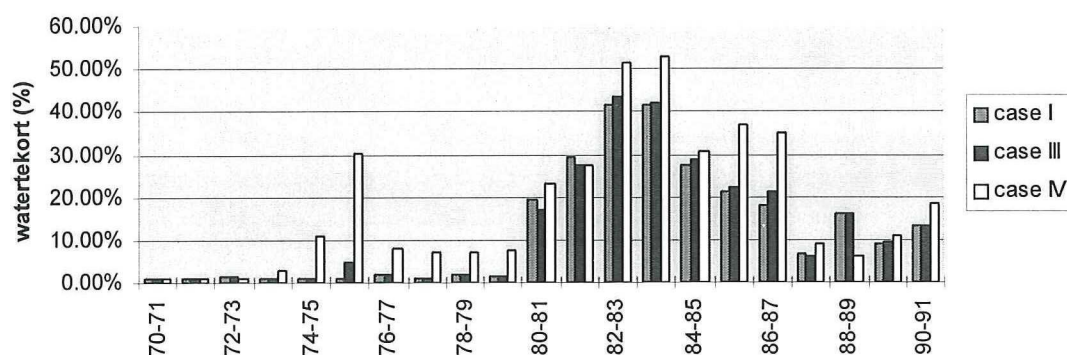
¹⁵ Relatie volgens FAO (Bulletin N. 33)

Tabel 8-1 Rendement als functie van watertekort volgens FAO

| gewas | watertekort (%) | | | | | | | |
|----------------|-----------------|-----|----|----|----|----|----|----|
| | 0 | 10 | 20 | 30 | 35 | 40 | 50 | 60 |
| suikerbieten | 100 | 100 | 90 | 85 | 82 | 77 | 68 | 0 |
| granen | 100 | 100 | 90 | 83 | 80 | 73 | 58 | 0 |
| luizeru | 100 | 100 | 90 | 83 | 80 | 75 | 65 | 0 |
| veevoer | 100 | 100 | 90 | 81 | 77 | 68 | 50 | 0 |
| wintergroenten | 100 | 100 | 90 | 80 | 75 | 65 | 45 | 0 |
| zomergroenten | 100 | 100 | 90 | 80 | 75 | 65 | 45 | 0 |
| olijven | 100 | 100 | 90 | 80 | 75 | 67 | 50 | 0 |
| citrusvruchten | 100 | 100 | 90 | 83 | 80 | 74 | 62 | 0 |

Uit bovenstaande tabel blijkt, dat als het watertekort beperkt blijft tot 10% er vrijwel geen schade optreedt. Als de watertekorten nog klein zijn, zijn de rendementsverschillen tussen de verschillende gewassen vrij laag. Bij tekorten van 50 % zijn er wel verschillen in rendement. De graansoorten en citrusvruchten halen bij grote droogte een hoger rendement dan groenteteelt. Algemeen wordt er vanuit gegaan dat bij tekorten groter dan 50 % de oogst vrijwel helemaal verloren gaat.

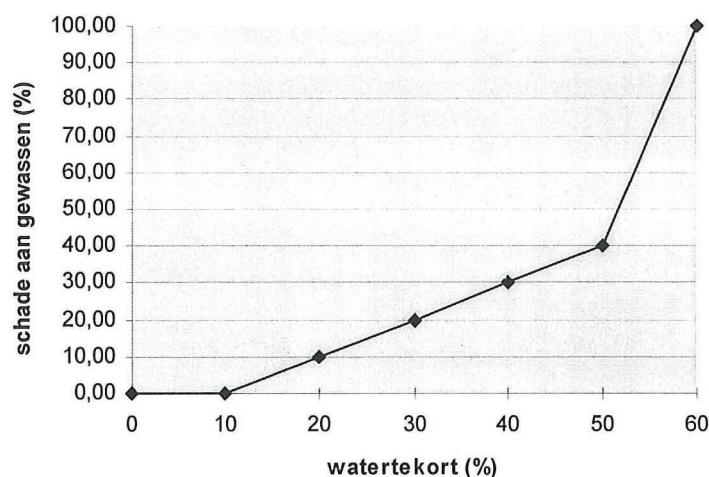
De simulatieresultaten uit het vorige hoofdstuk geven een overzicht van de tekorten. In onderstaande tabel wordt per seizoen, voor de verschillende cases een beeld gegeven van de percentuele tekorten voor de irrigatiegebieden.



Figuur 8-2 Watertekorten voor de irrigatie (%)

Uit deze tabel blijkt, dat de tekorten vrijwel altijd onder de 50 % blijven. Slechts 2 gevallen in case IV overschrijden de 50 %-grens. Onder de 50 %-grens zijn de rendementsverschillen tussen de gewassen beperkt. Het bepalen van de feitelijke schade aan gewassen als gevolg van droogte is een complex proces, dat o.a. ook afhangt van de manier waarop de verdroging

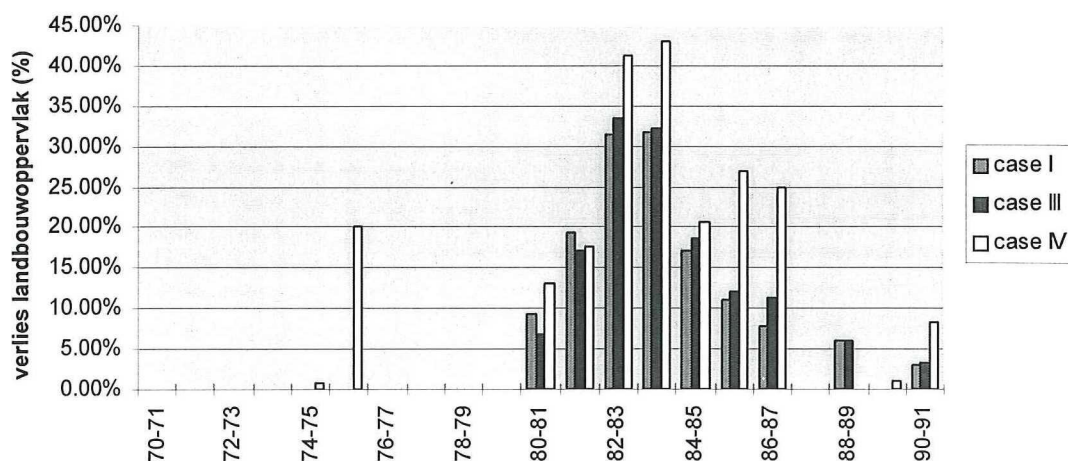
zich voordoet (een aaneengesloten periode of in afzonderlijke periodes). In dit project wordt gestreefd naar een indicatieve waarde van de schade. Voor de bepaling van de schade zal in dit project worden van de volgende vereenvoudigde relatie. Deze relatie is een gemiddelde van de afzonderlijke relaties.



Figuur 8-3 Relatie watertekort en schade aan gewassen

8.2. Bepalen van schade

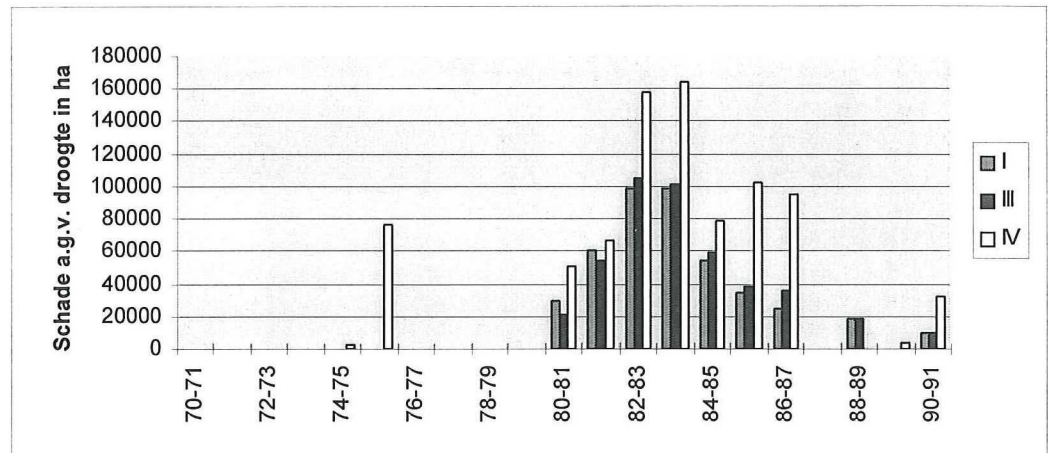
Met deze relatie wordt voor de drie cases bepaald welk percentage van het irrigeerbaar oppervlak verloren gaat als gevolg van het watertekort.



Figuur 8-4 Verlies landbouwoppervlak a.g.v. droogte (%)

Voor case I en III zijn we in het vorige hoofdstuk uitgegaan van de huidige situatie voor de grootte van het irrigeerbaar oppervlak. De grootte van het irrigeerbaar areaal bedraagt in de huidige situatie 313.030 ha. Voor Case IV wordt gerekend met de maximale uitbreiding van het landbouwoppervlak in 2020. De grootte van het geïrrigeerde oppervlak is in dit geval 381.030 ha.

Met deze waardes wordt de absolute grootte van het verloren areaal bepaald.



Figuur 8-5 Schade uitgedrukt in verloren areaal (ha)

Uit de beschrijving van de irrigatiegebieden, blijkt dat het grootste gedeelte van de landbouwgrond wordt gebruikt voor de verbouw van granen en suikerbieten. De marktaandeel van de producten ligt ongeveer gelijk. Bij de bepaling van de schade wordt uitgegaan van een waarde van 12.000 DH per ha.

Tabel 8-2 Gemiddelde schade case I, III en IV

| | case I | case III | case IV |
|--------------------------------|----------|----------|----------|
| gemiddelde schade (ha) | 8093 | 9340 | 32591 |
| gemiddelde schade (miljoen DH) | 97 | 112 | 391 |
| Schade varieert tussen (MDh) | 0 - 1181 | 0 - 1253 | 0 - 1888 |

Bij het analyseren van de schade blijkt dat er grote interjaarlijkse verschillen zijn. In de situatie 2020 zal de schade toenemen tot een gemiddelde van 391 miljoen dirham. In een uiterst geval bedraagt de schade bijna 2000 miljoen dirham. Gemiddeld zal de schade bijna verviervoudigen. In case III, waarin slechts aan de stijgende vraag van de PWS wordt voldaan stijgen de gemiddelde schades met 15 miljoen dirham.

8.3. Investerings in het stroomgebied

De simulaties III en IV waren gericht op het evalueren van het effect en haalbaarheid van de vraagontwikkeling in de toekomst. Hierbij werd de realistische maximum potentiële uitbreiding van de infrastructuur om de waterbeschikbaarheid te verhogen ingebracht. Daaruit blijkt dat bij de volle geprojecteerde ontwikkeling in 2020 van irrigatie en huishoudens/industrie (case IV), de tekorten aanzienlijk toenemen. Indien alleen de toename van huishoudens/industrie wordt beschouwd (III) dan nemen de tekorten slechts weinig toe. Met irrigatie neemt de droogtegevoeligheid dus sterk toe in de toekomst.

De vraag kan worden gesteld of het effectief of haalbaar is om door extra infrastructuurmaatregelen de huidige droogtegevoeligheid terug te dringen. Om hiervan een beeld te krijgen werd een simulatie gemaakt met de huidige watervraag en met een verbeterde infrastructuur, nl implementatie van Dchar el Oued. Het blijkt dat de tekorten slechts beperkt afnemen (zie tabel 8-3). Hiervoor kunnen de volgende (gecombineerde) verklaringen worden gegeven:

- de klimatologisch bepaalde droogtes zijn van dien aard dat zelfs met een flinke verhoging van de voorraadvorming er nu en dan aanzienlijke tekorten blijven optreden;
- verder is het ook zo dat Dchar el Oued niet echt goed gesitueerd ligt in het stroomgebied om de huidige tekorten te kunnen verminderen, maar wel om aan de vraag van de geplande uitbreidingen te voorzien.

Tabel 8-3 Schadevermindering door nieuwe infrastructuur

| | Case I (referentie) | Case II |
|---------------------------|---------------------|---------|
| tekort (Mm ³) | 293 | 276 |
| schade (ha) | 8093 | 5863 |
| schade (mln Dh) | 97 | 70 |

In bovenstaande tabel staan gemiddelden voor beide cases. Met de uitvoering van Dchar El Oued neemt de gemiddelde jaarlijkse schade als gevolg van de tekorten af met 27 miljoen Dh.

In het 'Masterplan' voor het Oum-Er-Rbia stroomgebied staan een aantal uitbreidingen gepland voor het Oum-Er-Rbia stroomgebied in de periode tot 2020. De totale geïdentificeerde investeringen in het Oum-Er-Rbia gebied bedragen 18.505 miljoen dirham.¹⁶ Het grootste gedeelte is voor de uitbreiding van de elektriciteitsproductie. Men wil deze in de periode tot 2020 met 878 GWH.

Hiervan wordt 4.114 miljoen dirham geïnvesteerd in het hoger gelegen deel van de Oum-Er-Rbia, namelijk voor implementatie van stuwdam Dchar El Oued, de enige uitbreiding met een substantiële voorraadvorming. De meest gunstig gelegen locaties voor uitbreiding van het systeem al benut. Andere locaties zijn te kostbaar.

Een dergelijke investering betekent dat de baten elk jaar minstens 456.2 miljoen dirham moeten zijn.¹⁷ Wanneer we dit vergelijken met de resultaten van de simulatie, dan kunnen we concluderen dat de investeringen om alleen tekorten terug te dringen, bij lange niet rendabel zouden zijn.

8.4. Conclusies

Al met al kan geconcludeerd worden dat het huidige systeem aan zijn grens zit. De tekorten zijn nu al duidelijk aanwezig en bij droge perioden zijn de

¹⁶ Masterplan Oum-Er-Rbia [1992]

¹⁷ Annuity factor = 9.077 (10%, 25 jaar).

watertekorten dramatisch. Zo waren de gesimuleerde tekorten in de periode 81-85 gemiddeld 800 Mm³. Dergelijke watertekorten ontwrichten het economische systeem volledig. Zo is de schade van de tekorten van het jaar 83-83 meer dan 1100 miljoen dirham.

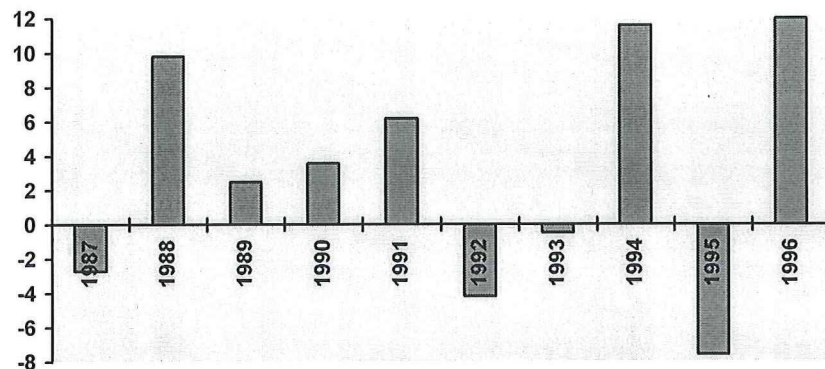
Het systeem is op dit moment zodanig dat er voor het huishoudelijk en industrieel watergebruik vrijwel geen tekorten zijn. De komende jaren zullen deze watergebruiker echter veel meer water vragen als gevolg van de snelgroeiende bevolking en industrie aan de kust. Gezien deze ontwikkeling lijkt een uitbreiding van het landbouwoppervlak zoals is gesimuleerd in case IV niet aan te raden. Het verdient de aanbeveling om het huidige systeem te optimaliseren zonder een uitbreiding van de irrigatievraag. Er zijn weinig mogelijkheden voor uitbreiding van het systeem en daar waar er nog wel mogelijkheden zijn de kosten niet in overeenstemming met de baten.

9. Maatregelen: andere activiteitenmix

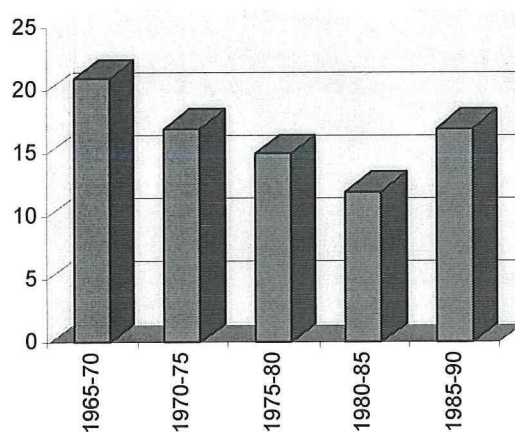
In dit hoofdstuk zal worden ingegaan op maatregelen op macro-economisch niveau. Marokko is economisch gezien erg afhankelijk van de landbouw. In dit hoofdstuk wordt de vraag gesteld of een andere economische productiestructuur misschien een bijdrage kan leveren aan de oplossing van het droogteprobleem in Marokko.

9.1. Belang landbouw in de economie

Bestudering van de economische gegevens van Marokko van de afgelopen decennia laat een grillig verloop zien. Over een langere periode groeit de economie geleidelijk, maar de verschillen zijn groot. Zo was de economische groei in 1996 maar liefst 12 %, terwijl het jaar 1995 een daling liet zien van meer dan 7 %. De vraag die hierbij aan de orde komt, is in hoeverre de landbouw een rol heeft gespeeld. Figuur 9-1 geeft de ontwikkeling van de economische groei van Marokko in de afgelopen 10 jaren.



Figuur 9-1 Ontwikkeling economische groei (%) tussen 1987 en 1996



Figuur 9-2 Aandeel landbouw in het B.N.P (%)

Tabel 9-1 en 9-2 illustreren de bijdrage van de verschillende sectoren aan het Bruto Nationaal Product. Hieruit blijkt dat de industriële sector de grootste bijdrage levert en de landbouw en de tweede sector is. Uit tabel 9-2 blijkt dat het aandeel van de landbouw sterk schommelt.

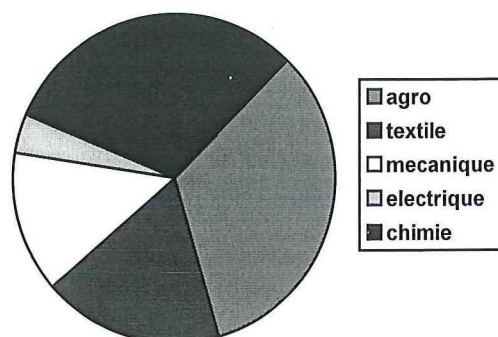
Tabel 9-1 Verdeling B.N.P. over verschillende sectoren (miljoen DH)

| | 1983 | 1988 | 1993 |
|--------------------------------|---------------|----------------|----------------|
| Totaal BNP | 99.143 | 180.486 | 247.683 |
| Landbouw | 15.034 | 30.949 | 35.419 |
| Energie, Mijnbouw en industrie | 26.382 | 52.369 | 68.503 |
| Bouwsector | 6.752 | 9.137 | 11.641 |
| Transport / Communicatie | 5.982 | 12.030 | 16.622 |
| Diensten | - | 22.912 | 31.332 |
| Overheid | - | 22.809 | 32.507 |

Tabel 9-2 Aandeel landbouw in BNP in 1994-1995 (miljoen DH en %)

| | 1994 | 1995 |
|--------------|---------|---------|
| BNP totaal | 276.413 | 255.405 |
| Landbouw | 57.731 | 31.174 |
| Aandeel in % | 20.9 % | 12.2 % |

Het aandeel van de landbouw in de economie is echter groter dan we direct uit bovenstaande cijfers kunnen lezen. De industrie is namelijk indirect ook van de landbouw afhankelijk. Uit het statistisch jaarboek van 1994 blijkt de agro-industrie blijkt 33 % te vormen van de totale industrie (1992).

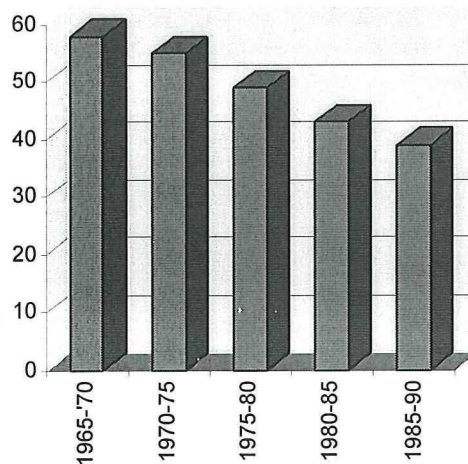


Figuur 9-3 Aandeel agro-industrie in de totale industrie (1994)

De agro-industrie heeft een directe relatie met de landbouwopbrengsten. De suikerindustrie is de belangrijkste agro-industrie. In 20 jaar (1970-1990) is de productie van suiker toegenomen van 19.000 tot 400.000 ton. Andere

industrieën die in dit rijtje horen zijn de meelindustrie, de olijfolieindustrie en de melkindustrie. Voor deze hele sector geldt dat zij een uitermate goed voorbeeld vormen van de industriële politiek in Marokko om in de eigen behoeften te kunnen voorzien. Naast de agro-industrie is bijvoorbeeld ook de textielindustrie via de teelt van katoen ook weer afhankelijk van de opbrengsten in de landbouw.

Voor de werkgelegenheid is de landbouw zo mogelijk nog belangrijker. Maar ook hier is weer een dalende trend te zien. Dit is een gevolg van de ruraal-urbane migratie. Door de matige resultaten van de regenafhankelijke landbouw en de bevolkingsgroei houden veel boeren de landbouw voor gezien en zoeken hun heil in de grote steden.

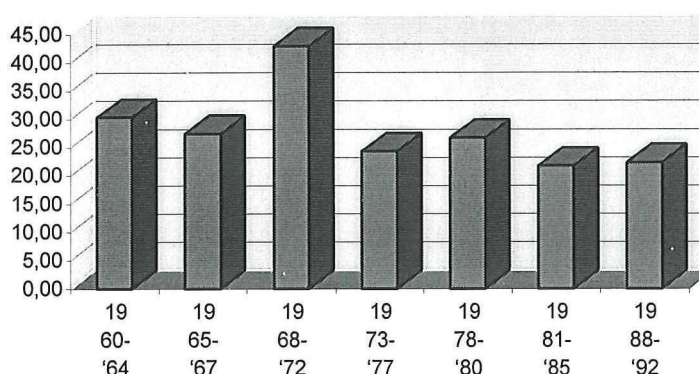


Figuur 9-4 Percentage beroepsbevolking werkzaam in de landbouw

9.2. Investerings in de landbouw

De Marokkaanse overheid heeft de landbouw de afgelopen decennia een hoge prioriteit gegeven. De 'politique des barrages' moest van Marokko een zelfvoorzienend land maken. De investeringen die de Marokkaanse overheid in de landbouw heeft gedaan zijn enorm en niet in overeenstemming met het aandeel van de landbouw aan het BNP.

Tabel 9-3 Investerings (%) in de landbouw (1960-1992)



Marokko is er slechts gedeeltelijk in geslaagd om zelfvoorzienend te worden. Slechts op het gebied van de suikervoorziening is er een goed resultaat bereikt. De zelfvoorziening bedroeg in 1996 60 %.

De landbouw is ook van belang voor de handel met het buitenland. Allereerst vormen citrusvruchten 32 % van de totale agrarische export en 10 % van de totale export (1987). Citrusvruchten vormen ook de derde belangrijkste deviezenbron voor het land. De tuinbouw is daarnaast een andere sector die gericht is op het buitenland. Deze sector is voornamelijk gegroeid als gevolg van de vraag die er bestaat in het westen en is gericht op de Europese markt. De voornaamste producten zijn tomaten en aardappelen. Een derde agrarische sector die gericht is op het buitenland is de wijnproductie.

Ondanks de geleverde inspanning is Marokko nog steeds genoodzaakt granen te importeren uit het buitenland. Zo'n 6 % van de totale import bestaat uit granen (1996).

9.3. *Belang water voor de landbouw*

Marokko gebruikt 90 % van haar watervoorraden voor de landbouw, 7 % voor huishoudelijk waterverbruik en 3 % voor de industrie. Op dit moment is ongeveer 11 miljard m³ water gemobiliseerd.¹⁸ Uit onderstaande tabel wordt duidelijk dat de hoeveelheid water die voor industrie wordt gebruikt slechts een fractie bedraagt van de door de landbouw gevraagde hoeveelheid water. Onderstaande tabel laat de hoeveelheid gebruikt water zien in relatie tot het aandeel van de sector aan het Bruto Nationaal Product.

¹⁸ Bron: Water in the Arab World [1994]

| | <i>Water (Mm³)</i> | <i>aandeel in BNP (miljoen DH)</i> | <i>water per eenheid BNP (Dh/m³)</i> |
|-----------|-------------------------------|------------------------------------|---|
| landbouw | 10 | 31.175 | 3.12 |
| industrie | 0.33 | 68.503 | 208 |

9.4. Conclusies

Uit bovenstaande gegevens blijkt dat Marokko op dit moment erg afhankelijk is van de landbouw en dat de landbouw erg afhankelijk is van waterbeschikbaarheid. De Marokkaanse overheid heeft veel geïnvesteerd in de landbouw. Toch is het aandeel van deze sector aan het BNP niet opzienbarend toegenomen. Ook de werkgelegenheid in de landbouwsector is afgenomen.

Investerings in waterinfrastructuur lopen vaak parallel met de uitbreiding van landbouwareaal. Hierdoor zijn de gevolgen van klimatologische droogtes voor de landbouw niet verminderd. De cijfers van de afgelopen jaren laten alleen het tegendeel zien. De Marokkaanse economie is sterk afhankelijk geworden van de opbrengsten van de landbouw. In de huidige situatie belemmert het hele functioneren van het watersysteem een stabiele economische groei.

Weliswaar is een groot deel van de bevolking afhankelijk van de landbouw, maar de meesten zijn toch afhankelijk van de traditionele landbouw, waar verhoudingsgewijs minder is geïnvesteerd, voor zover dit al mogelijk is. De traditionele landbouw biedt steeds minder bestaanszekerheid, en veel boeren trekken daarom naar de grote steden. Voor veel boeren hebben de grootschalige investeringen in de landbouwsector daarom weinig effect gehad.

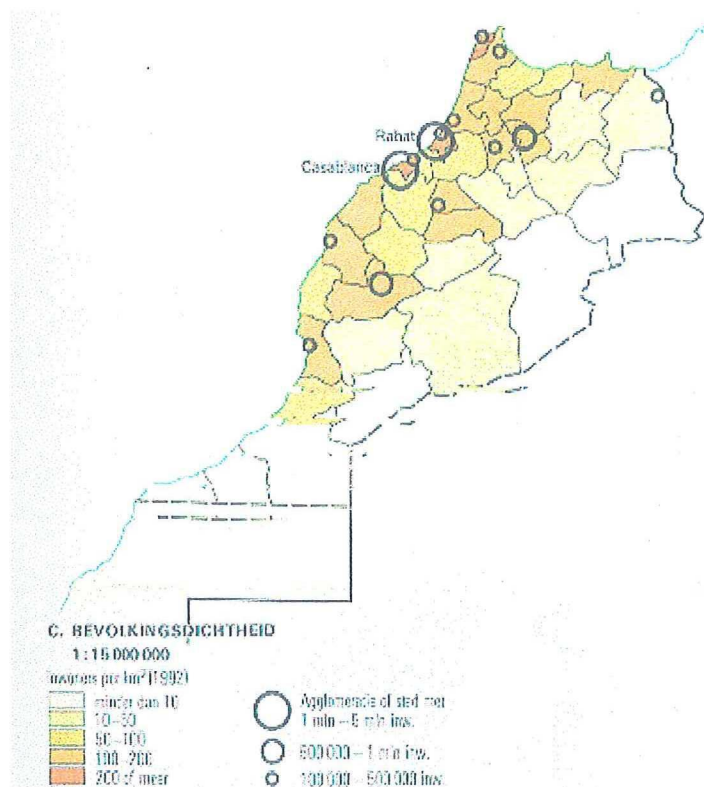
De overheid zou zich gezien deze ontwikkelingen moeten beraden op haar 'landbouwpolitiek'. Met haar gunstige ligging ten opzichte van Europa en de aanwezigheid van goedkope arbeidskrachten, zou Marokko haar financiën wellicht beter kunnen investeren in de ontwikkeling van de industrie. De industrie is veel minder afhankelijk van het klimaat.

10. Maatregelen in de Ruimtelijke planning

10.1. Bevolkingsdichtheid

De bevolkingsdichtheid in Marokko is erg verschillend. De kustgebieden hebben een duidelijk hogere bevolkingsdichtheid dan de rest van het land. De bevolkingsdichtheid is het grootst in het Noordwesten en hangt vaak samen met de vlaktes in het westen van het land. Het oosten en zuiden van het land zijn zeer dunbevolkt. De belangrijkste gebergtes hebben een (reducerende) invloed op de bevolkingsdichtheid. Een uitzondering hierop vormt het Rifgebergte.

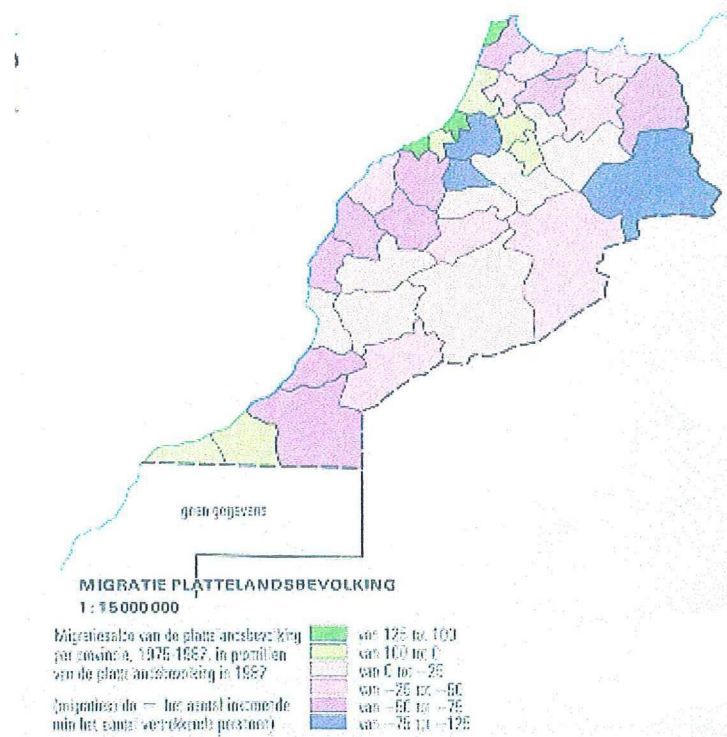
De stad Casablanca is de na Cairo de grootste stad van Afrika, maar het is opvallend dat het gebied rond Casablanca een lage bevolkingsdichtheid heeft. De meeste stedelijke (en dus dichtbevolktere gebieden) bevinden zich ook in het Noordwesten van het land. In figuur 10-1 is de bevolkingsdichtheid van Marokko te zien. Het Oum-Er-Rbia ligt weliswaar in de buurt van dichtbevolkte gebieden, maar heeft zelf geen grote bevolkingsdichtheid.



Figuur 10-1 Bevolkingsdichtheid in Marokko

10.2. Ontwikkeling bevolking a.g.v. migratie

De bevolkingsdichtheid geeft een statisch beeld van de bevolking. De migratiecijfers geven de ontwikkelingen die zich voordoen in de regionale spreiding. Dit is te zien in figuur 10-2. Opvallend is dat het grootste gedeelte van Marokko te maken heeft met een negatief migratiesaldo en dat slechts een klein deel van Marokko te maken heeft een migratieoverschot. Het gaat hier om het beperkte gebied rond Casablanca, Rabat, Fes en Tanger. Dit betekent dat de bevolkingsdichtheden in het Noordwesten van het land alleen maar toenemen. Een opvallend gebied met een migratieoverschot is het gebied in het zuiden van Marokko. Dit heeft hoogstwaarschijnlijk te maken met het beleid van Marokko om via belastingvoordelen meer mensen te krijgen in het Zuiden van het land. Een ander opvallend verschijnsel is dat het gebied achter de steden Casablanca en Rabat een sterk negatief migratiesaldo heeft. Hier valt ook het Oum-Er-Rbia gebied onder.

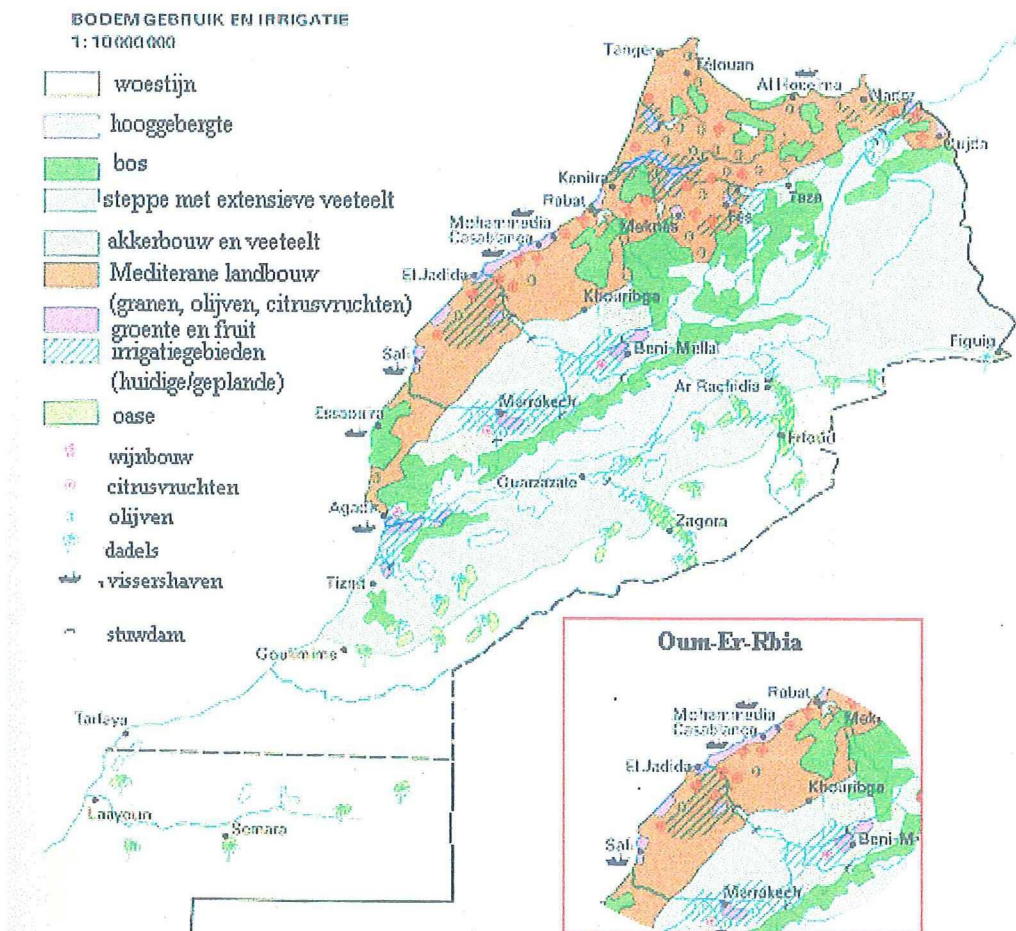


Figuur 10-2 Migratiebewegingen in Marokko

10.3. Landbouwgebieden

Figuur 10-3 toont het bodemgebruik in Marokko. Mediterrane landbouw is te vinden aan de Middellandse en Atlantische zee kust. Dit is voor het grootste gedeelte niet *geïrrigeerde* landbouw of landbouw geïrrigeerd met traditionele methodes. De meeste irrigatiegebieden bevinden zich rond de grote rivieren in het land. Een groot deel van het land is onbruikbaar voor landbouw, slechts nomadische veeteelt is hier mogelijk. De locatie van de grote irrigatiegebieden komt niet helemaal overeen met concentratie van de bevolking. Zo bevinden de irrigatiegebieden zich op meer dan 200 km van Casablanca. Het is opvallend dat de grootste steden van Marokko zich niet bevinden aan de monding van de grote rivieren (zoals dit vaak in Europa het geval is). Aan de monding van de twee belangrijkste rivieren van het land (Oum-Er-Rbia en Sebou) bevinden zich slechts enkele kleinere steden (Kenitra en El Jadida). Alleen de stad Rabat bevindt zich aan de monding van de rivier Bou Regreg. Deze rivier is echter van een lagere orde dan de eerder genoemde rivieren. Dit komt doordat de rivieren in Marokko vrijwel geen scheepvaartsfunctie hebben als gevolg van de sterk wisselende debieten gedurende jaar.

MAROKKO



Figuur 10-3 Bodemgebruik in Marokko

10.4. Waterbalans in 2020

Door het Duitse adviesbureau Lahmeyer International is een onderzoek gedaan naar inter-basin transfers¹⁹. Hierbij zijn voor een groot aantal stroomgebieden in Marokko globale projecties gemaakt van de watervraag en het wateraanbod voor 2020. Uiteindelijk is per gebied een balans opgemaakt met als resultaat een watertekort of een wateroverschot. De resultaten van deze projecties staan in onderstaande tabel. Niet alle stroomgebieden staan hieronder genoemd. Van de niet-genoemde stroomgebieden is nog onvoldoende bekend.

Tabel 10-1 Projecties waterbalans voor Marokko 2020 (Bron: Lahmeyer)

| <i>Stroomgebied</i> | <i>Overschot</i> | <i>Tekort</i> |
|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Moulouya | | 120-250 Mm ³ /jaar |
| Loukos | 400 Mm ³ /jaar | |
| Tanger | 93 Mm ³ /jaar | |
| Tetouan | evenwicht | |
| Middellandse Zeekust | 200 Mm ³ /jaar | |
| Sebou | 852 Mm ³ /jaar | |
| Bou Regreg | | 50 Mm ³ /jaar |
| Tensift | | 409 Mm ³ /jaar |
| Souss | | 398 Mm ³ /jaar |
| Massa | | 41 Mm ³ /jaar |
| Atlantische zone Tiznit | | tekort voor PWS |
| Atlantische zone Zuidwesten | | tekort voor PWS |

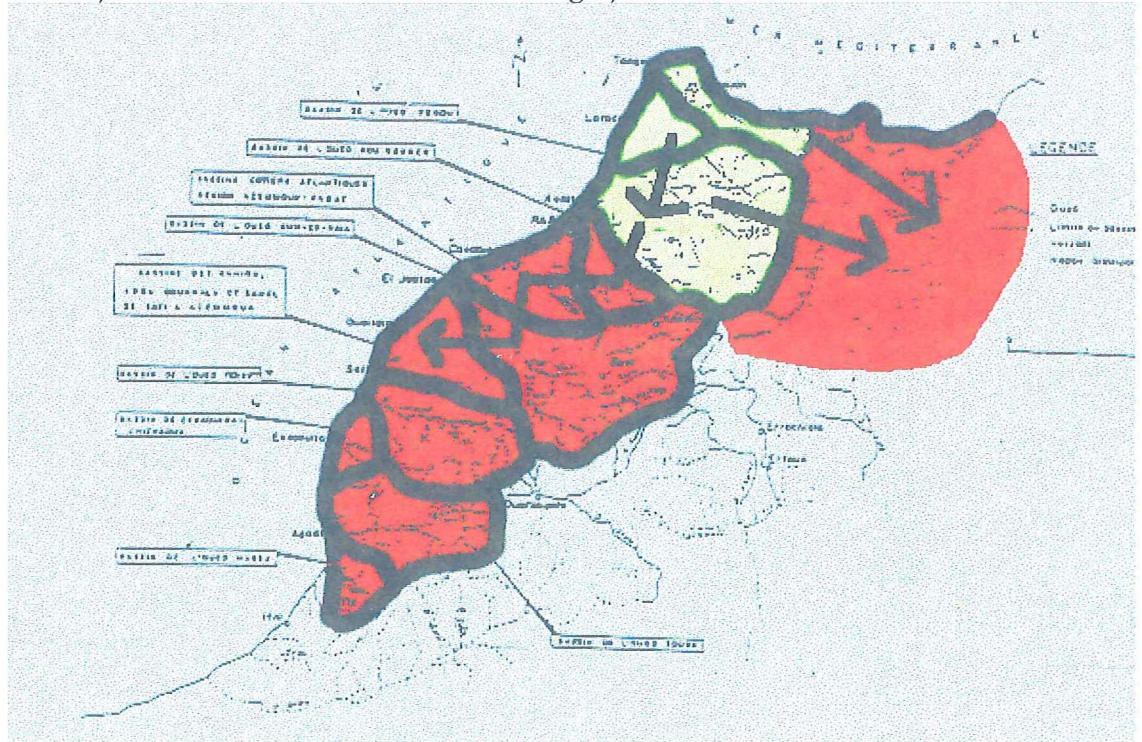
Voor het Oum-Er-Rbia stroomgebied zijn de resultaten van de Duitse studie vergeleken met de resultaten van de simulatie met Ribasim in deze studie. Het Duitse rapport toont slechts globale resultaten, zoals een verwacht tekort van 880 Mm³ in 2020. Figuur 7-7 (hoofdstuk 7) met de tekorten voor case IV toont dat de jaarlijkse verschillen groot zijn. De tekorten variëren van 19 Mm³ per jaar tot 1821 Mm³.

Gezien de globale resultaten van het Duitse rapport moeten deze met enige voorzichtigheid worden gebruikt. De resultaten kunnen wel als indicatief worden gezien voor de ontwikkeling van de watervoorraden, maar met de absolute getallen moet voorzichtig worden omgegaan.

¹⁹ Lahmeyer International, *Etude d'inventaire des Possibilités de transfert Inter bassins'* [1990]

10.5. Inter-basin transfers

Op grond van bovengenoemde waterbalansen per stroomgebied heeft Lahmeyer mogelijkheden onderzocht voor mogelijke inter-basin transfers. De mogelijke inter-basin transfers zijn aangegeven in figuur 10-4. In hoofdlijnen worden hieronder een drietal mogelijkheden beschreven



Figuur 10-4 Gebieden met tekorten en overschotten /interbasintransfers

Transfer van Loukous naar de Gharb

Op het eerste oog is dit een vreemde transfer, omdat het water wordt getransporteerd naar een gebied met een wateroverschot (Sebou). De reden hiervoor is dat het water van de Sebou kan gebruikt worden voor een transfer naar andere gebieden. De Gharb is een groot irrigatiegebied. Het gaat hier om een transfer van 400 Mm³.

Transfer van west naar oost

Hierbij wordt getransporteerd vanuit de stroomgebieden, gelegen in het westelijke gedeelte van de Middellandse zee kust naar de oostelijke delen die met tekorten zullen kampen. Het gaat hier om drinkwater voor de steden Al-Huceima en Nador en voor irrigatie van het Moulouya gebied. Een moeilijkheid bij deze transfer is dat het water getransporteerd moet worden door een slecht toegankelijk regio (het Rifgebergte), wat de kosten enorm verhoogt. Ook hier gaat het om een hoeveelheid van 400 Mm³ op jaarbasis.

De mogelijkheid om het Moulouya-gebied van water te voorzien vanuit het Sebou stroomgebied is ook een optie. Het gaat dan om 180 Mm³.

Transfer noord naar zuid

Hierbij gaat het om een transfer van het surplus van water in de Sebou (850 Mm³) te transporteren naar zuidelijk gelegen gebieden. Het water kan vervolgens gebruikt worden voor:

- PWS in Casablanca
- PWS in El Jadida
- Irrigatie van de Chaouia
- Irrigatie van de Doukala
-

De tranfers bestaan uit een aantal delen:

- Sebou - Bou Regreg
- Bou Regreg - Casablanca
- Casablanca - Chaouia / El Jadida
- Casablanca - Doukala

10.6. Conclusies

De belangrijkste te ontwikkelen irrigatiegebieden in Marokko zijn zuidelijk gelegen. Het noordelijke stroomgebieden vormt de enige bron voor deze irrigatiegebieden. Dit is in contrast met de geconcentreerde bevolking in het Noordwesten van het land en de migratie die dit beeld nog verder. Gecombineerd met het feit, dat het doorzetten van de irrigatieplannen in het zuiden grote structurele watertekorten met zich mee zal brengen in het Oum-Er-Rbia stroomgebied kan de vraag gesteld worden of dit ruimtelijk gezien een goede keuze is. Een groot deel van Marokko zal in 2020 te maken krijgen met structurele watertekorten, waarbij vooral de tekorten voor het huishoudelijk waterverbruik erg zorgelijk zijn. Daarbij komt dat een groot deel van het platteland nog lang niet van een fatsoenlijke watervoorziening is voorzien.

Het doorzetten van de irrigatieplannen in de Haouz en in de Doukala betekent dat de tekorten van het Oum-Er-Rbia stroomgebied gecompenseerd moeten worden via inter-basin transfers vanuit de stroomgebied Loukous/Sebou via Oum-Er-Rbia naar de Doukala. De eerste onderzoeken (o.a. van Lahmeyer) hebben gewezen dat een dergelijke transfer niet rendabel zal zijn. Op langere termijn betekent het bovendien dat de Loukkous en de Sebou hun watervoorraden zien uitgeput, terwijl deze stroomgebieden juist liggen in de gebieden met de grootste bevolkingsconcentraties. De bevolking in Marokko zal in de komende jaren nog explosief toenemen. De vraag is of een export van water uit de Loukos/Sebou niet zal betekenen dat na 2020 dit gebied tekorten gaat kennen.

11. Maatregelen: Waterbesparing

In dit hoofdstuk worden maatregelen besproken om de droogteproblematiek aan te pakken via het beheersen van de vraag. Onderscheid wordt gemaakt tussen waterbesparing voor huishoudelijk waterverbruik, industrie en irrigatie.

11.1. Huishoudelijk waterverbruik

Er moet in Marokko zuiniger met water worden omgaan. Dit geldt in het algemeen, maar vooral voor droge periodes. Om dit bereiken kunnen er verschillende maatregelen worden genomen:

Voorlichting

1. het vergroten van de bewustwording van de bewoners van de schaarste van water. Dit kan via radio/tv-sport, folders. Dit is een gezamenlijke taak voor de Office Nationale des Eaux Potables (ONEP) en de overheid. Hierbij moet ook de toeristische sector niet worden ontzien. Het is onomstotelijk vastgesteld dat in tijden van droogte het hoge westerse waterconsumptiepatroon vaak veel groter is dan wat de gemiddelde gebruiker aan water gebruikt.
2. Op scholen moeten de leerlingen worden geleerd zuinig om te gaan met het schaarse water, waarbij dit niet alleen op in tijden van droogten, maar altijd.
3. Om het draagvlak voor maatregelen te vergroten, kunnen op lokaal niveau commissies worden opgericht om de waterverspilling tegen te gaan.

Financiële maatregelen

In de steden kan nagedacht worden over een andere betalingsstructuur. Hierbij moet in acht genomen worden dat water ook voor de armen betaalbaar moet blijven. Een mogelijkheid is de tarieven voor grootgebruikers te verbruiken. De tarieven voor het tweede en derde deel kunnen nog verhoogd worden.

Wetgeving

Met behulp van wetgeving kunnen bepaalde luxe vormen van watergebruik worden verboden, zoals het wassen van auto's en het besproeien van tuinen. Er moeten noodmaatregelen kunnen worden getroffen in tijden van droogte. Tevens kan wetgeving worden gebruikt om de kwaliteit van het water te beschermen.

Technische maatregelen

1. Overwogen kan worden om het water gedurende droogtes slechts een gedeelte van de dag beschikbaar te stellen.
2. Daarnaast kan de druk van het water worden verlaagd. Hierbij moet worden opgelet dat dit geen gevaar oplevert voor de volksgezondheid als gevolg van de langere verblijftijd van het water in de buizen.
3. Een van de belangrijkste maatregelen van die in het huishoudelijk waterverbruik kan worden genomen is de verbetering van de efficiency van het systeem. Op dit moment zijn de verliezen rond de 50 %. Het is

mogelijk om deze verliezen te beperken tot 20 %. Een verbetering tot 20 % is haalbaar. Er zijn al ervaringen opgedaan met deze verbeteringen. Zo is een programma opgesteld waarbij er in een periode van 4 jaar een besparing van 450 l/s heeft plaatsgevonden.

4. Een andere mogelijke besparingsmaatregelen is het splitsen van water voor drinkwater en voor het overige huishoudelijk waterverbruik. Gedacht kan worden aan het ontzouten van water voor drinkwatergebruik. Mensen blijken nu immers meer te willen betalen voor drinkwater dan voor water voor huishoudelijk waterverbruik. Dit geldt ook voor Marokko, waar de productie van mineraalwater de laatste jaren sterk is toegenomen.
5. Opvang van regenwater in huizen. Marokkaanse huizen zijn vaak uitgevoerd met platte daken. In kleine dorpen bestaan vernuftige zeer oude systemen waarbij het water via de platte daken in een reservoir onder de woning. Dit reservoir vult zich in de winter en het is ruim voldoende voor het dekken van de watervraag over het gehele jaar. Gedacht kan worden om mensen te voorzien van systemen waarmee ze water kunnen opvangen dat gelijktijdig voor huishoudelijk kan worden gebruikt.
6. Ook kan gedacht worden aan het beperken van het aantal tappunten per woning. Het is aangetoond dat een toename van het aantal tappunten per woning, de watervraag doet toenemen.
7. Door het koppelen van netwerken van verschillende steden, kan de pijn worden verzacht bij ernstige problemen voor een bepaalde stad.

Rurale gebieden

Terwijl bij stedelijke gebieden kan nagedacht worden aan besparing, heeft een groot deel van de rurale bevolking in Marokko nog steeds niet de beschikking over fatsoenlijk drinkwater. De rurale bevolking wordt dan ook het ernstigst getroffen bij droogtes. De doelstelling van de overheid om de rurale bevolking ook van fatsoenlijk drinkwater te voorzien, is bij lange na nog niet gehaald. Een toename van de inspanningen op dit gebied is dan ook gewenst.

11.2. Industrieel waterverbruik:

Hierbij moet onderscheid worden gemaakt tussen industrie die water gebruikt als proceswater (noodzakelijke grondstof) en overige industrieën. In Marokko is de watervraag van de industrie gering ten opzichte van het watergebruik van de landbouw (slechts 4 %) en het resultaat van de besparing zal dan ook gering zijn. Maar ook hier kunnen maatregelen worden genomen om water te besparen, zoals:

1. Het hergebruiken van water, door het plaatsen van reinigingsinstallaties.
2. Het aanleggen van speciale reservoirs voor de industrie. Het benodigde water voor de industrie kan bovendien van mindere kwaliteit zijn dan voor drinkwater noodzakelijk is.

11.3. Agrarisch waterverbruik

1. Het toepassen van gewassen die minder water nodig hebben.