

平成24年度政府開発援助
海外経済協力事業委託費による
「案件化調査」

ファイナル・レポート

チュニジア

チュニジア国でのRO膜処理による
都市下水高度処理
および処理水の農業用水への展開

平成25年3月
(2013年)

日本ピュアウォーター株式会社・アクセンチュア株式会社
共同企業体

本調査報告書の内容は、外務省が委託して、日本ピュアウォーター株式会社・アクセ
ンチュア株式会社共同企業体を実施した平成24年度政府開発援助海外経済協力事業
委託費による案件化調査の結果を取りまとめたもので、外務省の公式見解を表したも
のではありません。

平成24年度政府開発援助
海外経済協力事業委託費による「案件化調査」
ファイナル・レポート

チュニジア
チュニジア国でのRO膜処理による都市下水高度処理および
処理水の農業用水への展開

目 次

写真
略語表
要旨
はじめに

第1章	対象国における当該開発課題の現状及びニーズの確認	15
1-1	対象国の政治・経済の概況	15
1-2	対象国の対象分野における開発課題の現状	19
1-3	対象国の対象分野の関連計画、政策及び法制度	30
1-4	対象国の対象分野のODA事業の事例分析および他ドナーの分析	33
第2章	提案企業の製品・技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し	39
2-1	提案企業及び活用が見込まれる提案製品・技術の強み	39
2-2	提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ	47
2-3	提案企業の海外進出による地域経済への貢献	49
2-4	想定する事業の仕組み	49
2-5	想定する事業実施体制・具体的な普及に向けたスケジュール	57
2-6	リスクへの対応	59
第3章	ODA案件化による対象国における開発効果及び提案企業の事業展開効果	62
3-1	提案製品・技術と当該開発課題の整合性	62
3-2	ODA案件の実施による当該企業の事業展開に係る効果	62
第4章	ODA案件化の具体的提案	64
4-1	ODA案件概要	64
4-2	具体的な協力内容及び開発効果	64
4-3	他ODA案件との連携可能性	72
4-4	その他関連情報	73
第5章	現地調査資料	74
5-1	調査行程	74
5-2	関係者（面会者）リスト	75
5-3	打ち合わせ記録	78
5-4	収集資料	91

表リスト

表 1-1 JICA の ODA 案件一覧.....	33
表 1-2 他ドナーにおける案件一覧.....	36
表 2-1 技術分野ごとの水資源の比較.....	42
表 2-2 技術分野・処理方式ごとのコスト比較.....	43
表 2-3 チュニジアの企業における水ニーズ.....	52
表 2-4 現状の造水コストおよび販売価格.....	54
表 2-5 パイロットフェーズの実施体制.....	58
表 2-6 本格事業展開フェーズの実施体制.....	58
表 4-1 水処理プラント技術研修の項目.....	71

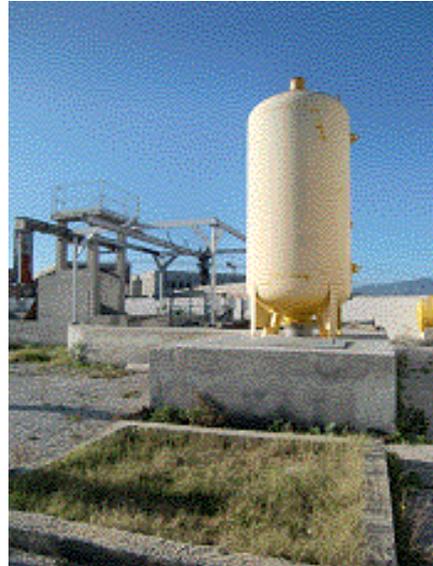
図リスト

図 1-1 チュニジアの失業率（2012 年以降は予測値）.....	16
図 1-2 チュニジアにおける実質 GDP の変遷（2012 年以降は予測値）.....	17
図 1-3 チュニジア消費者物価指数の変遷（2005 年=100、2012 年以降は予測値）.....	18
図 1-4 チュニジアにおける産業別付加価値額の推移.....	18
図 1-5 チュニジアの GDP 構成比（2011 年）.....	19
図 1-6 チュニジアの 1 人あたり水資源量・年間水使用量.....	20
図 1-7 チュニジアにおける水の使用量.....	21
図 1-8 農業用水の水質別内訳（図 1-7 の一部抜粋）.....	24
図 1-9 飲料水の水質別内訳（図 1-7 の一部抜粋）.....	25
図 1-10 工業用水の水質別内訳（図 1-7 の一部抜粋）.....	25
図 1-11 地域別の水に関するニーズ.....	26
図 2-1 地域別市場規模（給水人口）の推移見込および 1 人あたり水資源量.....	39
図 2-2 水処理ビジネスに係る技術分野別・機能別の市場成長性.....	41
図 2-3 水ビジネス市場における主要プレーヤー.....	44
図 2-4 NPW 技術概要.....	46
図 2-5 廃水再利用分野有力企業の比較.....	47
図 2-6 NPW の海外進出プラン.....	49
図 2-7 チュニジアの工業 GDP に対する業種別 GDP 割合.....	51
図 2-8 中南部における県別業種別企業数（従業員 10 名以上）.....	53
図 2-9 チュニジアにおける現状の水供給ビジネスモデル.....	54
図 2-10 都市下水高度処理水を利用する際のビジネスモデル（案）.....	55
図 4-1 ODA 実施シナリオ（案）.....	64
図 4-2 パイロットプラントの運営体制.....	66
図 4-3 ODA 案件<フェーズ 1>のスケジュール（特例 ODA スキームの場合）.....	68
図 4-4 ODA 案件<フェーズ 1>のスケジュール（通常 ODA スキームの場合）.....	68
図 4-5 ODA 案件<フェーズ 2>のスケジュール（フェーズ 1 で特例 ODA スキームを活用）.....	71

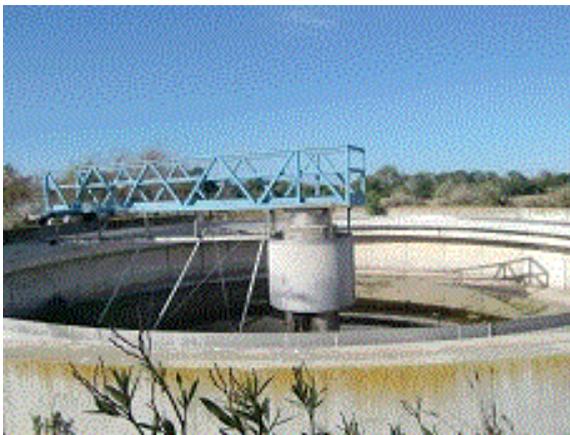
写 真



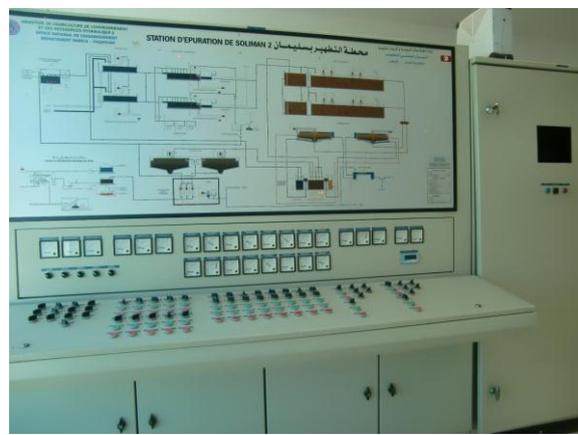
パイロットプラントの候補地であるボルジュセドリア・テクノパーク



テクノパークの近隣には、汚水を収集して下水処理場に送るポンピングステーションがある



テクノパークから 7km 離れた場所にある下水処理場



下水処理場の自動制御装置



Gabes にある GCT 肥料工場



肥料工場の近隣には下水処理場があり、肥料工場は再利用を検討している



ガベスにある SanLucar Fruit S.L
“5th season” 農場。広大な農地が余っているが、水が不足していて耕作量が増やせない



ヨーロッパに向けてトマトを輸出している



“5th season” 農場の近くにある地下水のクーリングタワー



地下水の塩分濃度が高いため、逆浸透膜での脱塩を施して使用している

略 語 表

略語	言語	正式名称	和訳名称
ACN	英語	Accenture Ltd	アクセンチュア株式会社
AFD	英語	French Development Agency	フランス開発庁
AfDB	英語	African Development Bank	アフリカ開発銀行
API	英語	Agency for the Promotion of Industry and Innovation	工業振興庁
BMZ	英語	German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development	ドイツ経済協力開発省
CBBC	仏語	Centre de Biotechnologie Technopole Borj Cédria	ボルジュセドリアバイオテクノロジー研究センター
CERTE	仏語	Centre de Recherches et des Technologies des Eaux	水資源研究センター
CITET	英語	Tunis International Center for Environmental Technologies	チュニス環境技術国際センター
CNRSM	英語	National Center for Research in Materials Sciences	国立物質科学研究所
CRDA	仏語	Commissariat Régional au Développement Agricole	地域農業開発事務所
CRTEen	英語	Research and Technology Centre of Energy	エネルギー研究センター
DGGREE	英語	General Direction of Rural Engineering and Water Management	地方開発・水管理局 (MA傘下)
DGPA	仏語	Direction Générale de la Production Agricole	農業水資源省漁業養殖総局
DGRE	仏語	Direction Generale Des Ressources En EAU	水資源局
EPC	英語	Engineering Procurement Construction	設計・調達・建設
EPPM	英語	Engineering Procurement & Project Management	(企業名)
EU	英語	European Union	国際連合
EUR	英語	Euro	欧州単一通貨
FAO	英語	Food and Agriculture Organization of the United Nations	国際連合食糧農業機関
FIPA	英語	The Foreign Investment Promotion Agency	外国投資振興庁
GCT	英語	CMIC Co., Ltd	シミック株式会社
GDA	仏語	Groupement de développement agricole	農業開発グループ (農業省内)
HOD	英語	Home and Office Delivery	ボトルドウォーター

IMF	英語	International Monetary Fund	国際通貨基金
INAT	英語	National Agronomic Institute of Tunisia	国立農業研究所
INNORPI	英語	National Institute of Standardization and Industrial Property	標準・産業財産庁
INRGREF	英語	National Research Institute for Rural Engineering Water and Forestry	地方水資源研究センター
JETRO	英語	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
JICA	英語	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JPY	英語	Japanese Yen	日本円
KfW	独語	Kreditanstalt für Wiederaufbau	ドイツ復興金融公庫
MA	英語	Ministry of Agriculture	農業省
MBR	英語	membrane separation bioreactor system	膜分離活性汚泥法
MDRP	英語	Ministry of Planning and Regional Development	地域開発・計画省
ME	英語	Ministry of Environment	環境省
METI	英語	Ministry of Economy, Trade and Industry	経済産業省（日本）
MF	英語	micro filter	精密ろ過
MFT	英語	Ministry of Finance	財務省（チュニジア国）
MHESRT	英語	Ministry of Higher Education, Scientific Research and Technology in Tunisia	高等教育科学研究技術省
MI	英語	Ministry of Industry	産業省
MOF	英語	Ministry of Finance	財務省（日本）
MOFA	英語	Minister of Foreign Affairs	外務省（日本）
MSP	英語	Ministry of Public Health	保健省
NIF	英語	Neighbourhood Investment Facility	近隣国投資ファシリティ
NPW	英語	Nihon Pure Water Inc.	日本ピュアウォーター株式会社
O&M	英語	Operation & Maintenance	維持管理
ODA	英語	Official Development Assistance	政府開発援助
ONAS	英語	National Sanitation Office	国営下水道公社
RO	英語	reverse osmosis	逆浸透膜
SONEDE	英語	National Water Supply and Distribution Company	水資源開発公社
TND	英語	Tunisia Dinar	チュニジア・ディナール
TWS	英語	Tap Water System	自家水道
UF	英語	ultra filter	限外ろ過
UN	英語	United Nations	国際連合
USD	英語	United States Dollar	アメリカ合衆国ドル

WB	英語	World Bank	世界銀行
WHO	英語	World Health Organization	世界保健機関

要 旨

<第1章 対象国における当該開発課題の現状及びニーズの確認>

- ・ チュニジアは慢性的な水不足の状況に陥っており、今後地球温暖化や人口増加の影響を受け水資源の持続可能性がさらに悪化する恐れがある。ONAS も、このままでは2030年を待たずにチュニジアの水資源の危機を迎える状況だと言及している。特に中部・南部を中心に水量及び水質に問題が生じており、早急な水供給対策が求められている。
- ・ MA は、農作物に適した塩分濃度の低い水資源の確保を課題としており、新たな水資源の開発に強いニーズを示している。また、MI は、工業用水の供給拡大に対して興味を示している。都市下水高度処理水の利用については、農業用水・工業用水とも水質に問題がなければ法整備を経て利用可能にすることができるという見解がMA、MIより得られた。
- ・ 都市下水高度処理水の供給事業の運営については、収益の改善に繋がる期待があることもあり、ONAS が前向きな姿勢を示している。
- ・ チュニジア政府は、水資源確保のための政策を打ち出している。SONEDE は飲料水としての水資源確保のため海水淡水化を推進する方針であり、また SONED E を含むチュニジア政府機関も ONAS による廃水再利用に賛同している。

<第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し>

- ・ 水処理ビジネスの世界では、海水淡水化事業の成長が予想されているが、それ以上に廃水再利用事業で高い成長が見込まれている。水資源が不足している中東・アフリカ地域では特に高い需要が見込まれる。
- ・ 海水淡水化は宗教的制約・心理的抵抗が無く飲料水にも利用でき、利用可能な用途が広い点で優れている。一方で、廃水再利用は海水淡水化に比べてランニングコストが抑えられる点で優れている。
- ・ 廃水再利用において、NPW は水関連の大企業と同等以上の技術を保有している。またグローバル大企業でもアフリカで廃水再利用ビジネスを展開している例は現時点ではごく稀であり、NPW のチュニジアへの展開可能性は充分にある。
- ・ NPW は、チュニジアでの ODA 案件化による事業展開を皮切りに、アフリカ全土の水不足地域へのビジネス展開を進める計画である。また、これによりアフリカにおける産業発展、雇用創出に繋げることができる。
- ・ NPW は、特に RO 膜を用いた都市下水高度処理水の提供に技術的優位があるため、高い水質を求める工業用水ニーズ等に対して訴求する方針である。実際に、高価格であっても高品質な工業用水を求めるといった企業は確認されており、都市下水高度処理水の運営コストに見合う価格での販売も実現可能性が高い。
- ・ NPW は、ONAS と連携してビジネスモデルを構築する方針である。ONAS が下水処理に加えて、新たに水供給機能の一部を担うこととなる。SONEDE はこのビジネスモデルに賛同している。

<第3章 ODA 案件化による対象国における開発効果及び提案企業の事業展開効果>

- ・ 既存の表流水・地下水以外の水資源開発、および水処理プラントの運営技術の向上が開発課題となっているチュニジアにおいて、NPW の技術は極めて総合的である。
- ・ NPW は、RO 膜をはじめとする機能膜を組み込んだ水処理プラントの設置・運営に関する高度な技術を擁しているが、都市下水高度処理プラントを海外で設置・運営した実績がないため、チュニジア政府に対し NPW の運営能力を十分にデモンストレーションすることができていない。また、チュニジアにおける都市下水高度処理水の品質・コストも実証できていない。
- ・ ODA を活用したチュニジアでの都市下水高度処理パイロットプラントの設置・運営により、NPW の技術力および都市下水高度処理水の有効性（品質・コスト）を実証することができる。これにより、有償資金協力案件に繋げられる可能性が高まる。
- ・ NPW は、都市下水高度処理プラントのチュニジアでの設置・運営実績を梃子に、チュニジア全土はもちろん、隣国等のアフリカ広域、また急速な経済発展により将来の水不足が懸念される東南アジア等に対して事業を展開しやすくなる。

<第4章 ODA 案件化の具体的提案>

- ・ フェーズ1として ODA 案件により都市下水高度処理パイロットプラントを設置し、処理水の水質や運営コストを検証することで、チュニジアにおける事業展開に必要な環境整備を迅速に進めることを提案する。迅速な着手が可能な環境が整っているため、特例スキームでの実施を期待するが、通常の技術協力量スキームでの実施も想定している。
- ・ チュニジアにおいて都市下水高度処理水の活用に向けた環境整備が進んだ後には、ODA 案件（有償資金協力）により商用プラントの設置に取り組み、チュニジアの水資源不足を緩和することを提案する。
- ・ 対チュニジア国別援助計画の内容と、上記の ODA 案件は方向性が一致している。

＜案件化調査＞チュニジア国でのRO膜処理による都市下水高度処理および 処理水の農業用水への展開

企業・サイト概要

- 提案企業：日本ピュアウォーター株式会社
- 提案企業所在地：石川県金沢市駅西本町1-1-34
- サイト・C/P機関：チュニス/ガベス、チュニジア下水公社 (ONAS)

チュニジア国の開発課題

- チュニジア国では、特に中部・南部において慢性的な水不足の状況に陥っており、既存の表層水・地下水の開発には限界が近づいている。
- 農業水資源省は、農業用水としての新たな水資源の開発に強い興味を示している。
- 都市下水高度処理水の利用は、水質に問題がなければ農業・工業に利用可能という政府の見解であり、将来の利用が求められている。

中小企業の技術・製品

- 提案企業は、機能膜(逆浸透膜、ナノろ過膜、限外ろ過膜、精密ろ過膜)技術を中心とし、水処理にトータルに対応するエンジニアリング会社である。
- 提案企業は、機能膜処理プラントの運営については、グローバル大企業と同等以上の技術を保有している。

企画書で提案されているODA事業及び期待される効果

- 都市下水高度処理パイロットプラントの設置(無償)・運営により、都市下水高度処理水の高水質を実証し、新しい水資源として提案する。また、処理水の用途として太陽光発電を備えた植物工場の展開を検討する。
- 有償資金協力により都市下水高度処理プラントを中南部広域に設置・運営し、水資源保全に貢献する。

日本の中小企業のビジネス展開

- 都市下水高度処理プラントの設置・運営により、チュニジア国およびアフリカ諸国でのビジネス展開の足掛かりとする。



はじめに

□ 本調査の目的

本調査の対象国であるチュニジア共和国（以下、チュニジア）は、古来より水資源が潤沢ではなく、また昨今の経済発展に伴い、水に対する需要が拡大している。近年、水供給を拡大するためのプラントが設置されているものの、優先的に飲用水として利用されていることを受け、水不足が産業の成長を圧迫している。特に中部・南部においては、需要に対応できるだけの水源を十分に確保できていない状態であり、今後の産業発展のため、水資源環境の抜本的改善が求められている。

一方、我が国における RO 膜を活用した水の高度処理技術は世界最高水準にあり、下水の RO 膜処理技術も十分に確立されている。この本邦技術の活用により、都市下水を飲料水レベルにまで浄化し再利用することが可能となっており、シンガポール等の各国において実用化されている。本調査は、同技術を活用した都市下水高度処理プラントをチュニジアに導入することで、水資源環境を改善し、開発課題の解決に資することを狙いとしている。

本調査は、本邦中小企業が保有する技術を活用した ODA 案件の形成を目指して実施するものであり、水資源の不足に悩むチュニジアにおいて、RO 膜を用いた都市下水高度処理プラントの設置・運用に係る ODA 案件を形成することを目指している。具体的には、パイロットプラントの設置および本格商用プラントの設置を ODA 案件として実現することを想定している。

これらの ODA 案件を実施することにより、大きく 3 つのメリットを創出できると考えられる。

1 つめが、チュニジアへの裨益である。従来は排水していた水が、農業・工業に使用できる新たな水資源となることから、水不足に悩むチュニジアにおける農業・工業の発展に寄与することができる。また、都市下水高度処理事業の創出により、技術者をはじめとする新規雇用の創出に寄与することができる。

2 つめが、日本へのメリットである。ODA 案件を通じ、本邦中小企業のチュニジアへの事業展開を後押しすることが可能になる。また、チュニジアにおける本邦技術、ひいては日本のプレゼンスの向上に繋げることができる。

3 つめが、対外的波及効果である。チュニジアでの事業展開を橋頭堡とした、サブサハラを含めたアフリカ諸国等への本邦技術の展開を促進することが可能になる。また、既存の水資源の活用によって生じていたチュニジアでの諸問題の解決に資することも期待できる。例えば、塩分濃度の高い既存の水資源を農業用水として活用することで生じていた農地への悪影響を緩和することで、農地の持続性を高めること等が想定される。

このように、本調査を通じて形成を目指す ODA 案件は、チュニジアの開発課題の解決と、優れた技術を有する本邦中小企業の海外展開を両立するものであり、経済協力を通じた二国間関係の強化や経済外交を一層推進することに寄与するものである。

□ 調査実施体制

本調査は、「日本ピュアウォーター株式会社・アクセンチュア株式会社共同企業体」によって実施した。また技術アドバイザーとして、東京大学、筑波大学、千葉大学より技術専門家 3 名がアドバイザーとして現地調査に参加した。

表 1 調査実施体制

担 当	氏 名	所 属
業務主任者	種本 弘晃	日本ピュアウォーター株式会社
調査担当者	横山 文郎	日本ピュアウォーター株式会社
調査担当者	入田 啓輔	日本ピュアウォーター株式会社
プロジェクトマネージャー	平林 潤	アクセンチュア株式会社
調査担当者	朝山 絵美	アクセンチュア株式会社
調査担当者	小田 麻奈美	アクセンチュア株式会社
技術アドバイザー	鯉沼 秀臣	東京大学
技術アドバイザー	中嶋 光敏	筑波大学
技術アドバイザー	後藤 英司	千葉大学

これらに加え、現地調査サポート（通訳等）として、チュニジアの ATLAS Consult S. A. R. L. の協力を得た。

□ スケジュール

本調査は、12月17日から3月1日の約2.5ヵ月にて実施した。まず、第1回現地調査において、将来の案件化におけるカウンターパートと目されるチュニジア政府機関を中心に訪問し、「現地協力体制の確立」を行った。並行して、「チュニジアの現状・ニーズ調査」および「技術活用・事業展開可能性調査」を国内作業にて実施した。「技術活用・事業展開可能性調査」は1月も継続して実施し、並行して「ODA 案件および事業展開の効果検証」を実施した。その後、第2回現地調査では、「技術活用・事業展開可能性調査」および「ODA 案件および事業展開の効果検証」のために必要な情報を、現地の政府機関・企業等より収集した。その後、「ODA 案件化の具体的提案」の作成を行った。2月には、「ODA 案件化の具体的提案」についてのブラッシュアップを行い、チュニジア政府機関との調整を行った。調査スケジュールを図2に示す。

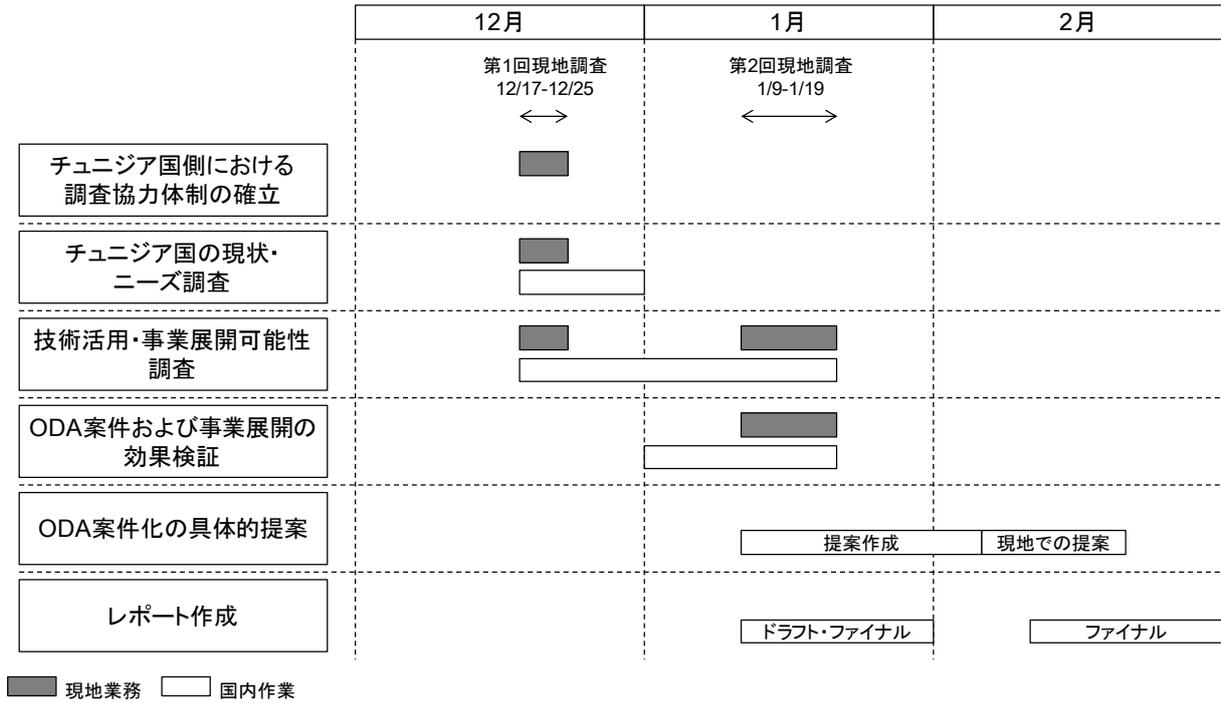


図2 調査スケジュール

第1章 対象国における当該開発課題の現状及びニーズの確認

1-1 対象国の政治・経済の概況

□ チュニジアの政治状況¹

チュニジアでは、1987年に大統領に就任したベン・アリにより、2011年までの23年にわたる長期政権が続いた。ベン・アリ政権は、チュニジアの近代化・西欧化を推進することで安定的な経済成長を達成してきたが、一方で、社会主義運動及びイスラム過激主義運動を弾圧することで政治的安定を維持してきたため、政治的自由や複数政党制の導入等の民主化が課題となっていた。また、言論・報道の自由、情報アクセスの制限、政府による検閲等、政府による人権の抑圧が指摘される状況であった。

そのような環境の下、2010年12月にチュニジア中部・南部で発生した高い失業率や物価高騰に対する抗議デモを機に、チュニジア各地で反政府デモが発生した。反政府デモ・暴動は急速な拡大・深刻化を見せ、2011年1月にベン・アリ大統領は国外に退去した。

革命の要因は、チュニジアにおける失業率の高さ、とりわけ教育水準の高い若者の失業率の高さであったと考えられている。2009年の失業率は13.3%であったが、失業者全体の89.2%は30歳以下の若年層であった。また、年間65,000人といわれる大学卒業者の就職難は深刻で、卒業者全体の21.9%が職に就けない状態となっていた。

革命後も失業率の高さは改善されておらず、2011年の失業率は19%とさらに悪化している。2012年は17.6%とやや改善したものの、依然として高い水準となっている。

¹ MOFA「チュニジア共和国基礎データ」、世界銀行「Tunisia Overview」、経済産業省「マグレブ3カ国の経済・貿易・投資（チュニジア）」、BBC news「Tunisia Prime Minister Hamadi Jebali resigns (2/19, 2013)」

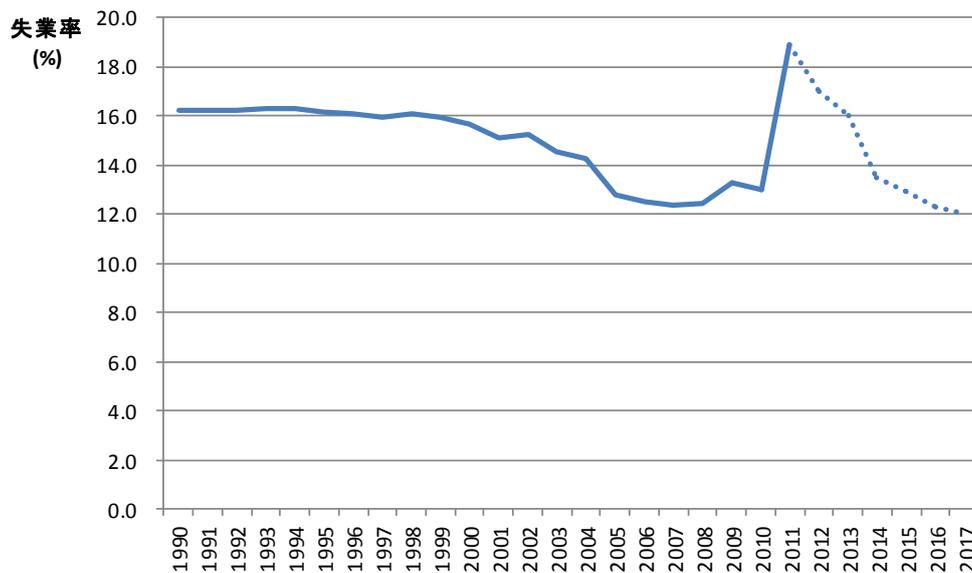


図 1-1 チュニジアの失業率（2012 年以降は予測値）¹

暫定政府は、抜本的な政治改革、および経済の立て直しを最重要の優先課題に掲げている。また、大学卒業者の失業問題解決に向けた雇用創出も最大の課題として取組む意向を表明している。加えて、GDP の 6-7%を占める観光業が一連の騒動で大きな痛手を受けたため、観光業の立て直しも暫定政府の重要課題となっている。

MDRP も大規模な雇用創出に取り組む意向を示しており、大卒資格保有者の雇用対策として、高度なテクノロジー関連業務等、高付加価値な雇用の創出を重視している。重点産業としてもテクノロジー産業等を挙げ、これらの産業に対する内外からの投資を誘引していく方針である。また、チュニジアが現在移行期にあることを踏まえ、長期的な成長戦略についての重要な意思決定を行っていくべき時期であるとし、地域間の公平性および社会的公平性の担保、またバランスの良い持続可能な成長の実現を目指すとしている。²

今後に向けては、2013 年の中盤に大統領選挙と国会議員選挙が予定されている。但し 2013 年 2 月現在では新憲法制定スケジュールも不明確であり、2013 年中盤の選挙実施は非常に困難な見込みである。加えて、2013 年 2 月に左派野党の党首が何者かに襲撃され、死亡する事件が発生したことが引き金となり、政府への批判が高まり再度デモ活動が活発化した。これを受けジェバリ首相は、テクノクラートで構成する挙国一致内閣の早期設置を試みたが、党内で合意に達せず、辞任することとなった。

¹ IMF 「World Economic Outlook Database (2012.10)」

² MDRP ヒアリング

□ チュニジアの経済状況¹

チュニジアは、ベン・アリ政権下で着実な経済発展を遂げ、GDP は年率 5% 程度の安定した成長を継続してきた。この間、国民所得も順調に増加し続け、2011 年時点のチュニジアの貧困層の割合は約 7% と北アフリカ地域でも最も低い水準となっている。世界的な経済不況に見舞われた 2009 年も、実質 GDP は前年比 3.1% 増と、堅調といえる水準であった。物価も上昇を続けており、2001 年から 2011 年までの 10 年間の年平均成長率は 3.5% であった。

ところが、2011 年は労働争議や道路封鎖が頻発し、企業の生産活動に支障をきたす事態が多数見られるなど、チュニジア経済は停滞することとなった。政変の影響による外国人観光客、新規投資の減少等の影響を受け、実質 GDP は前年比 1.8% 減となった。

しかし、2012 年の実質 GDP は前年比 2.7% 増(予測値)と既に回復が見込まれており、IMF の 2012 年 10 月時点の予測では、2013 年は同 3.3%、2014 年は同 4.1% の成長が見込まれている。

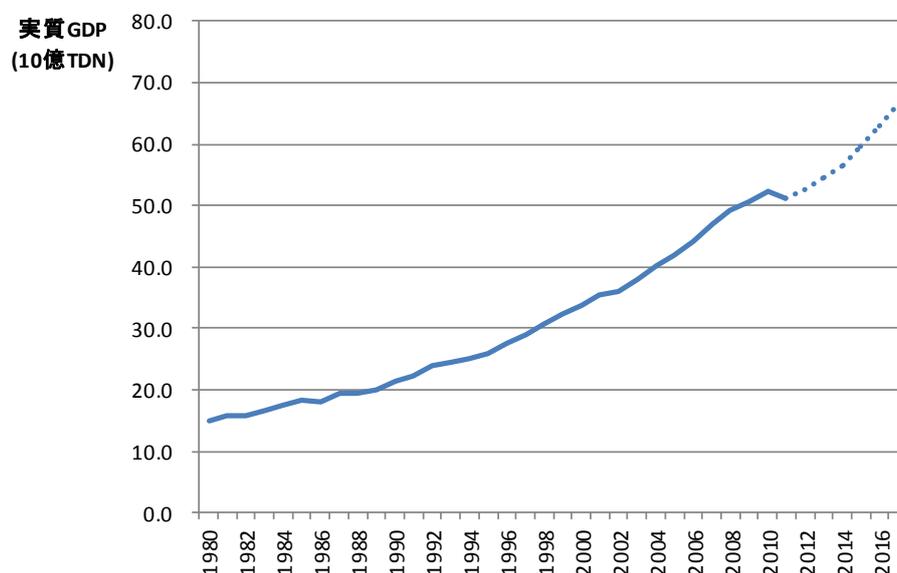


図 1-2 チュニジアにおける実質 GDP の変遷 (2012 年以降は予測値)²

¹ MOFA「チュニジア共和国基礎データ」、世界銀行「Tunisia Overview」、IMF「World Economic Outlook Database」、経済産業省「マグレブ 3 カ国の経済・貿易・投資 (チュニジア)、FIPA-Tunisia 「New Tunisia, new opportunities (2011)」、National Institute of Statistics(Tunisia)、WB 「World Development Indicators」

² IMF 「World Economic Outlook Database (2012.10)」

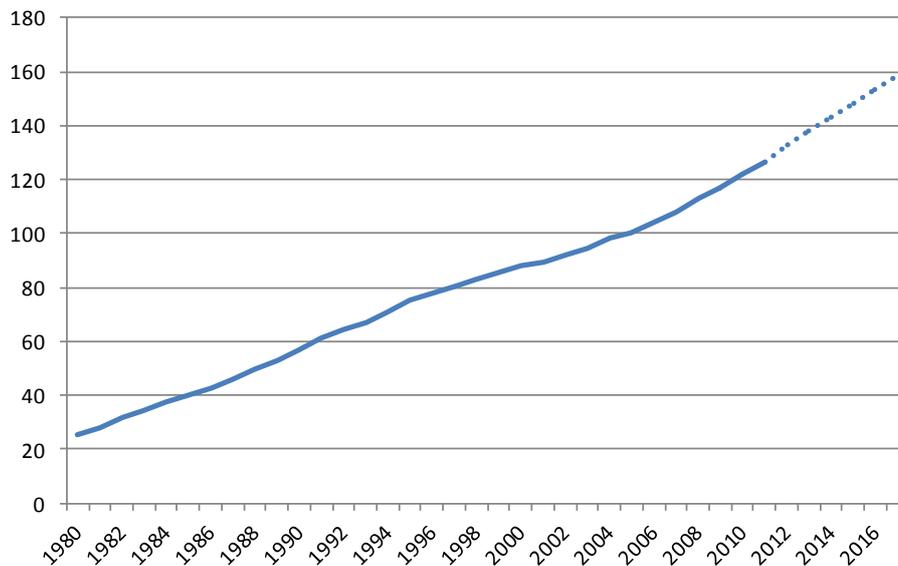


図 1-3 チュニジア消費者物価指数の変遷¹（2005年=100、2012年以降は予測値）

チュニジアの産業構造別の成長性を見ると、第二次・第三次産業が大きな成長を遂げている。2011年のGDPの産業別内訳で最も多くを占める第三次産業では、観光業・情報通信業の割合が大きい。第二次産業では、繊維、機械部品、電機部品、リン鉱石、食品加工等の分野に強みがある。第一次産業の主要産業である農業は、小麦・大麦・柑橘類・オリーブ等の生産を行っている。

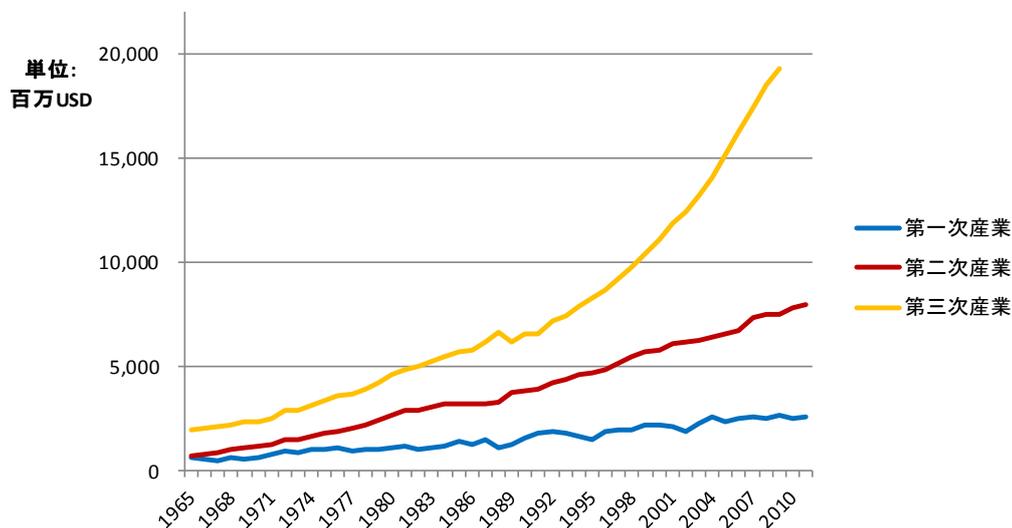


図 1-4 チュニジアにおける産業別付加価値額の推移²

¹ IMF 「World Economic Outlook Database (2012.10)」

² WB 「World Development Indicators」 2000年を基準として物価の変動を除去している

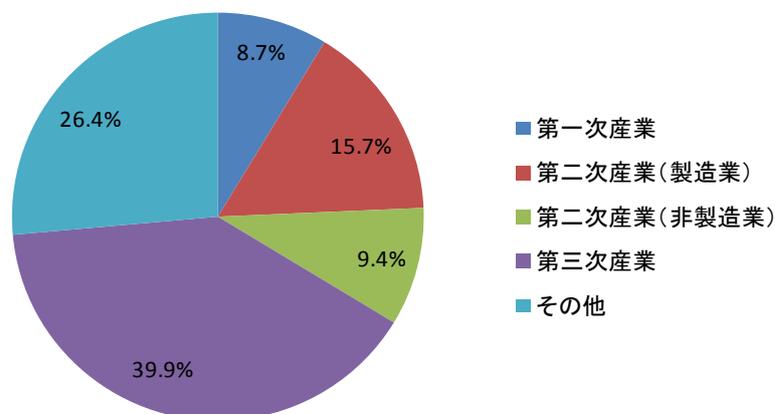


図 1-5 チュニジアの GDP 構成比 (2011 年)¹

なお暫定政府は、最大の課題としている雇用創出のため、様々な経済振興施策を打ち出している。特に、産業を発展させるためのインフラ整備、および海外直接投資誘致のための様々な優遇政策を導入している。

<産業振興のためのインフラ整備>

- ・ チュニジアの産業振興のため、テクノパークを建設して研究機関や企業の受け入れを行っている。現在までに稼働中のテクノパークが 10 件、建設中のテクノパークが 4 件あるが、今後は国内 24 県の全てにテクノパークを設置する予定である²。
- ・ 全国で 100 か所以上の工業団地が作られ、FIPA は今後も工業団地を増設する計画をもっている。

<海外直接投資促進政策>

- ・ 欧州を中心とした外国企業からの直接投資が多く見られる。2009 年時点で約 3,000 の外資企業、または外資企業との合弁企業がチュニジアにおいて操業している。³
- ・ 輸出による収入等の免税、優先開発地域のプロジェクトに対する補助金の交付・雇用者負担分社会保険料の国庫負担・インフラ費用の一部の国庫負担等の投資優遇策を設けている。

1-2 対象国の対象分野における開発課題の現状

¹ National Institute of Statistics(Tunisia)

² MI ヒアリング

³ FIPA(2009)

□ チュニジアにおける水の利用状況

チュニジアにおける1人あたり水資源量は485m³（2005年）、1人あたり年間水使用量は414m³（2005年）となっている¹。UNは、1人あたりの水資源量が1,000m³を下回る状態を「水不足」とあると定義し、500m³を下回る状態を「絶対的水不足」としている²。つまり、チュニジアの水不足は「絶対的水不足」の範疇に入る深刻な状況である。

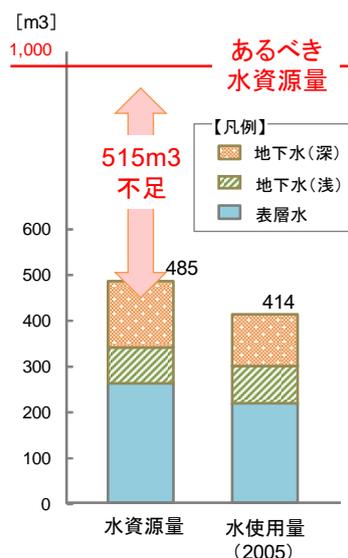


図 1-6 チュニジアの1人あたり水資源量・年間水使用量³

また将来に向けては、地球温暖化や人口増加の影響を受け水資源の持続可能性がさらに悪化する懸念が指摘されている。既存の表流水・地下水だけでは、近い将来に必要な水資源の供給量を賄うことができなくという予測もある。ONASをはじめとするチュニジア政府機関においても、現状のままでは2030年を待たずにチュニジアの水資源は危機を迎えるという意識を持っており、新たな水資源の確保はチュニジアにおける喫緊の課題と位置づけられている。

次に、水質別の総水使用量を検証する。チュニジアにおける水資源の水質は、塩分濃度の高さが大きな課題となっているが、WHOが定める水質に関する国際基準では、飲料水は1g/l以下が許容範囲とされている⁴。また日本水フォーラムによると、農業用水は1.5g/l以下が望ましいとさ

¹ WB 「TUN_Country_MetaData_en_EXCEL」、UN 「Food and Agriculture Organization of the United Nations(2007)」 Evolution institutionnelle et réglementaire 「Direction générale du génie rural et de l' exploitation des eaux, ministère de l' Agriculture et des Ressources hydrauliques, Tunisie」

² UN 「Water scarcity」

³ DGRE 「Annuaire de l' exploitation des nappes profondes(2005)」

⁴ WHO 「Total dissolved solids in Drinking-water(2003)」

れている¹。しかし、チュニジアの総水使用量における塩分濃度 1.5g/l 未満の水は 47%に過ぎず、塩分濃度が 1.5g/l 以上の水も農業・飲料に活用されているのが現状である。

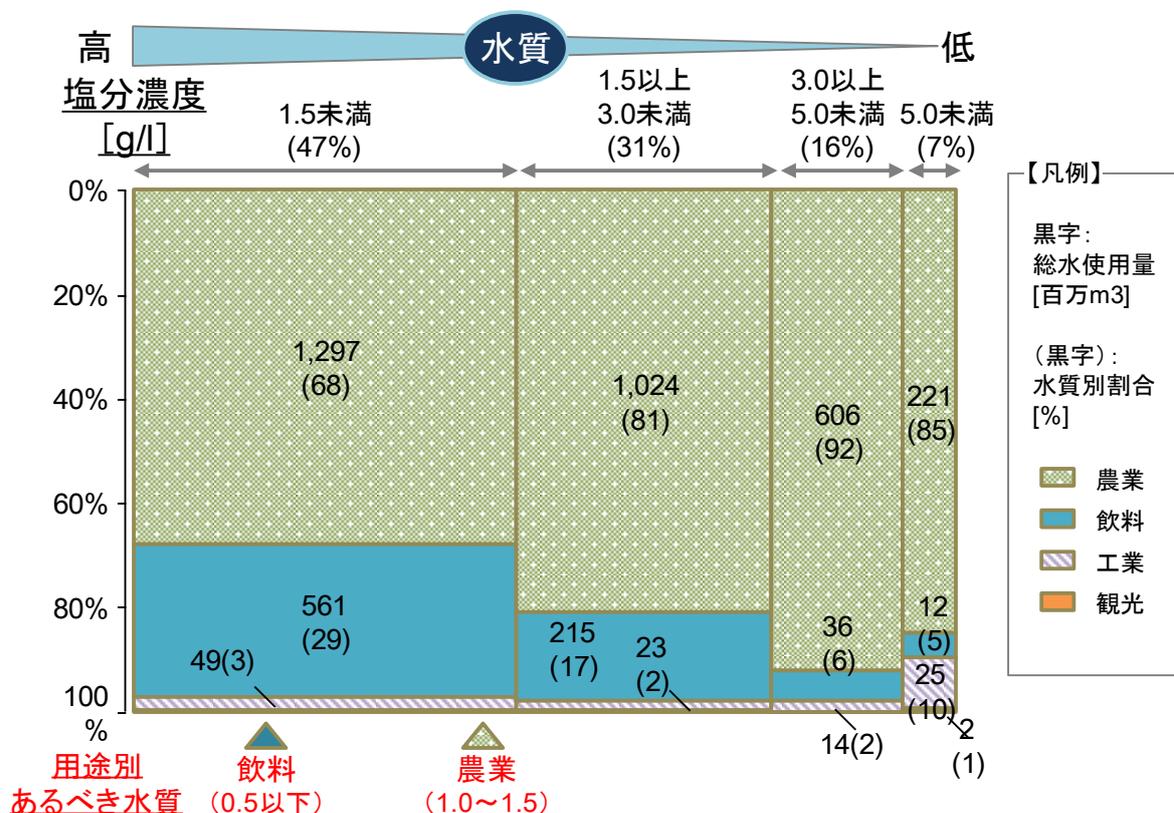


図 1-7 チュニジアにおける水の使用量

以下、図 1-7 に示した「チュニジアにおける水の使用量」の算出方法を示す。表内の青字は引用した値、赤字は算出した値、黒字は前項以前で算出済みの値を表す。

<使用したデータ>

- ・ [A] 浅い地下水の水使用量、水質別資源量：DGRE「Annuaire de l'exploitation des nappes phéeratiques」(2005)
- ・ [B] 浅い地下水の用途：FAO「Groundwater Management in Tunisia」(2009)
- ・ [C] 深い地下水の水質別・利用用途別使用量：DGRE「Annuaire de l'exploitation des nappes profondes」(2005)
- ・ [D] 表流水利用量：DGRE「Gestion des ressources en eau en Tunisie」(2007)
- ・ [E] 水資源の利用用途割合：[D]と同出典

¹ 日本水フォーラムヒアリング

- ・ [F] 表流水の水質割合：「Mamou, A Économie et valorisation de l' eau en Tunisie」(2000)

<算出方法>

- ・ ①浅い地下水の水質別水使用量を算出する。
 - [A]の浅い地下水の使用量（808 百万 m3）を、[A]の水質別水資源量による水質別比率に基づき按分し、浅い地下水の水質別使用量を算出
 - [B]に「浅い地下水は全て農業用水として利用している」とあり、浅い地下水の利用用途は農業利用と推定

項目	水質（塩分濃度）別水量（百万 m3）				計(百万 m3)
	-1.5	1.5-3.0	3.0-5.0	5.0-	
浅い地下水の使用量[A]	17	80	485	225	808
水質別水資源量[A]	16	74	447	208	745

- ・ ②深い地下水の利用用途別使用量を算出する。
 - [C]の深い地下水の水質別・利用用途別使用量を使用

項目		水質（塩分濃度）別水量（百万 m3）				計(百万 m3)
		-1.5	1.5-3.0	3.0-5.0	5.0-	
深い地下水の使用量[C]	農業	147	582	128	13	870
	飲料	108	68	24	12	212
	工業	10	10	13	25	58
	観光	0	1	0	2	3

- ・ ③浅い地下水の使用量（①）と深い地下水の使用量（②）を合算する（農業のみ）。

項目		水質（塩分濃度）別水量（百万 m3）				計(百万 m3)
		-1.5	1.5-3.0	3.0-5.0	5.0-	
地下水の使用量	農業	164	662	613	239	1,678
	飲料	108	68	24	12	212
	工業	10	10	13	25	58
	観光	0	1	0	2	3

- ・ ④表流水の利用用途別使用量を算出する。
 - ③の結果と[D]の表流水の使用量（合計）を合算し、水資源総使用量を算出
 - [E]の水資源の利用用途割合で水資源総使用量を用途別に按分
 - 用途別の水資源総使用量から地下水の用途別使用量を減算し、表流水の用途別使用量を算出

項目	利用用途別水量 (百万 m3)				計 (百万 m3)
	農業	飲料	工業	観光	
地下水の使用量	1,677	212	58	3	1,950
表流水の使用量[D]	1,470	612	53	5	2,140
水資源総使用量	3,147	824	111	8	4,090
水資源の利用用途割合[E]	77.0%	20.1%	2.7%	0.2%	100.0%

- ⑤利用用途毎に表流水の水質別使用量を計算する。
 - [F]の表流水の水質割合を適用
 - ④で算出した表流水の用途別使用量を、
 - の水質割合で按分（観光用水について各水質別の量の総和が計と一致しないしていないのは各項目の小数点1桁を四捨五入しているため）

項目	水質（塩分濃度）別水量割合 (%)				計 (%)
	-1.5	1.5-3.0	3.0-5.0	5.0-	
表流水の水質割合[F]	74%	24%	2%	0%	100%

項目		水質（塩分濃度）別水量 (百万 m3)				計(百万 m3)
		-1.5	1.5-3.0	3.0-5.0	5.0-	
表流水の 使用量	農業	1,088	353	29	0	1,470
	飲料	453	147	12	0	612
	工業	39	13	1	0	53
	観光	3	1	0	0	5

- ⑥利用用途別・水質別の総水使用量を集計する。
 - ③と⑤を合算（観光用水について各水質別の量の総和が計と一致しないしていないのは各項目の小数点1桁を四捨五入しているため）

項目		水質（塩分濃度）別水量 (百万 m3)				計(百万 m3)
		-1.5	1.5-3.0	3.0-5.0	5.0-	
農業	地下水	164	662	613	239	1,677
	表流水	1,088	353	29	0	1,470
	合計	1,252	1,015	642	239	3,148
飲料	地下水	108	68	24	12	212
	表流水	453	147	12	0	612
	合計	561	215	36	12	824
工業	地下水	10	10	13	25	58
	表流水	39	13	1	0	53

	合計	49	23	14	25	111
観光	地下水	0	1	0	2	3
	表流水	3	1	0	0	5
	合計	3	2	0	2	8

□ 用途別の水資源に関する現状

チュニジアにおける水資源の課題は、水の用途によって異なる。農業・飲料・工業における水資源に関する個別の課題を以下に示す。

<農業用水>

- チュニジアは経済的基盤を農業に大きく依拠しているが、農業用水が不足していることから、品質の低い水の農業利用を余儀なくされている。前述のとおり日本水フォーラムが「農業用水は塩分濃度 1.5g/l 以下が望ましい」とする中で、チュニジアの農業用水の約 59%が塩分濃度 1.5g/l 以上という状況にある。水質が低く塩分濃度の高い水による灌漑を長期継続すると、農地が枯れてしまい作物が育たなくなる懸念が強くある。

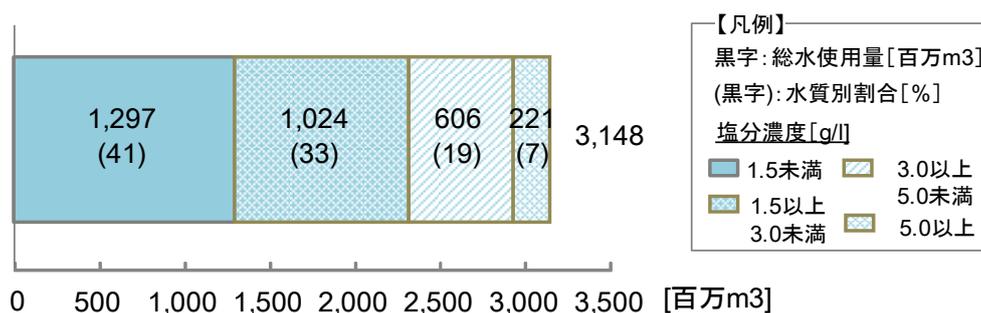


図 1-8 農業用水の水質別内訳 (図 1-7 の一部抜粋)

<飲料水>

- 都市部の飲料水の供給率は 90%程度まで達していると言われているが、水質が低い水を供給している地域は未だ多数存在し、衛生上の問題が生じている。前述の通り WHO が「飲料水として許容できる塩分濃度は 1g/l 以下」とする中で、チュニジアの飲料水の約 32%が塩分濃度 1.5g/l 以上であり、1g/l を超える飲料水は更に多い状況にある。

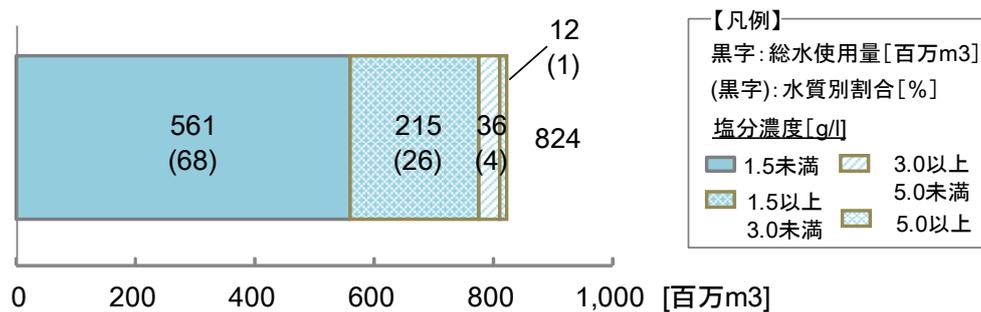


図 1-9 飲料水の水質別内訳 (図 1-7 の一部抜粋)

- 飲料水水質の低い水の飲用による健康リスクとしては、病原細菌、ウイルスおよび寄生虫(原虫および蠕虫類など)によって引き起こされる感染症が最も一般的なものである。水供給の安全性(水源、処理、および配水)が損なわれると大規模な汚染のおそれが生じ、感染流行が顕在化する事態となることがある。場合によっては、潜在的に繰り返される低レベルの水汚染が、重大な疾病につながる危険性があるとされている。¹

<工業用水>

- チュニジアでは水資源の供給先は飲料が優先されるため、工業用水に割り当てられる水の量が少ない。特に中部・南部では、工業用水の利用を制限する狙いから、飲料水に比べて高価での購入を義務付けられており、工業の成長を圧迫している。今後、飲料水需要の増加に伴い、工業用水の確保はますます困難になることが予想されている。
- 既存の工場は比較的水資源を確保しやすい立地にあることが多く、水量に関する需要は現時点では必ずしも顕在化していないが、将来に向けた対応は不可欠とされている。
- 経済成長ならびに雇用確保を狙いとして、政府は農業だけでなく工業の振興にも力を入れているが、チュニジアの工業用水のうち約56%が塩分濃度1.5g/lと飲料や農業にも適さないレベルであり、高品質な工業用水を豊富に確保することが困難な状況である。

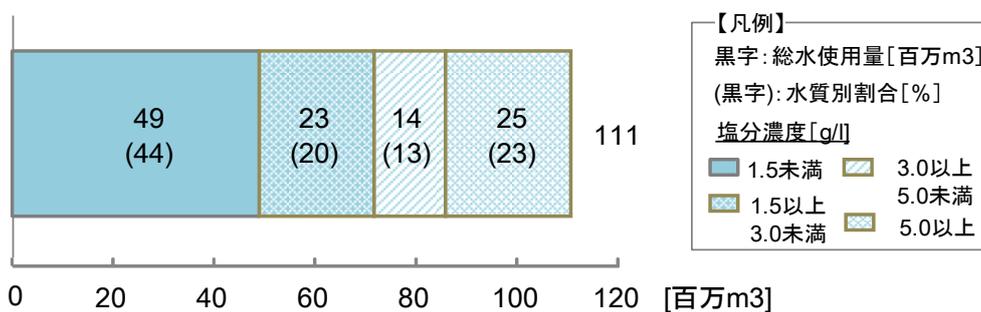


図 1-10 工業用水の水質別内訳 (図 1-7 の一部抜粋)

¹ WHO 「Guidelines for drinking-water quality(2011)」

またチュニジアでは、廃水による汚染の問題も顕在化している。チュニジアでは、廃水・廃棄物の処理に関する法律は定められている。しかしチュニジアの工場では、水質基準をはるかに上回る汚染廃水を、あるいは汚染廃棄物を混ぜた水を海へ垂れ流している例があると ONAS が指摘している。

□ 地域別の水資源に関する現状

チュニジアでは、北部・中部・南部のそれぞれで大きく水資源の状況が異なる。

まず北部は、チュニジアの中では水資源が豊富とされているが、1人あたり水資源量は 554m³ となっており、UN が定める「あるべき水資源量」である 1,000m³ には全く届いていない。中部・南部に比べると水資源の絶対量は豊富であるが、人口が多いため 1人あたり水資源量は南部よりも少なくなる。但し、塩分濃度 1.5g/l 未満の質の高い水資源に限定すると、1人あたり水資源量は中部・南部に比べ大幅に豊富である。水資源にかかる問題の程度は相対的に低いと言える。

中部は、1人あたり水資源量で見ると、最も少ない 239m³ となっている。水資源量が限られている上に、チュニジアの人口の 1/3 強を抱えていることから、極めて水が不足している状況にある。塩分濃度 1.5g/l 未満の質の高い水資源量も極めて不足しており、あらゆる用途の水資源が不足している。

南部は、中部と同様に水資源量が限られた地域であるが、人口が少ないため 1人あたり水資源量は大きくなる。但し、塩分濃度 1.5g/l 未満の質の高い水資源量は不足しており、質の高い水資源の確保が求められていることは中部と同様である。

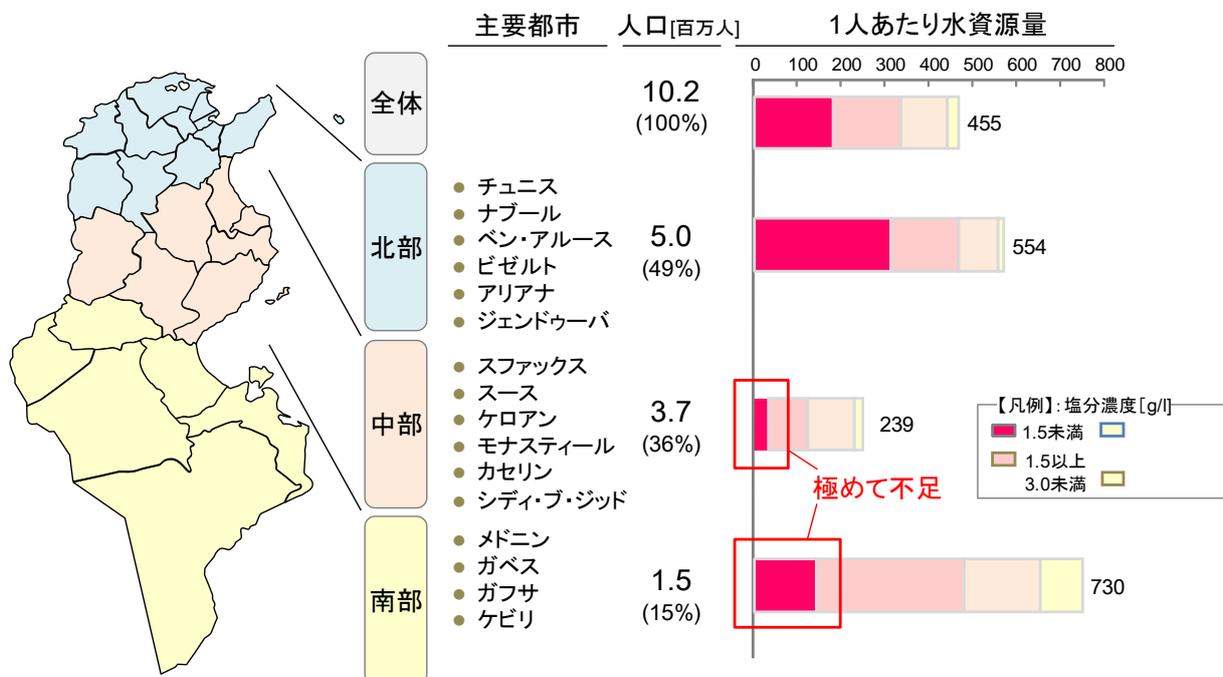


図 1-11 地域別の水に関するニーズ

以下、図 1-11 に示した「チュニジアにおける水の使用量」の算出方法を示す。表内の青字は引用した値、赤字は算出した値、黒字は前項以前で算出済みの値を表す。

<使用したデータ>

- ・ [A] 表流水の地域別水資源量、河川毎の水質検出結果：Kallel 「La situation pluviométrique et hydrologique en Tunisie, Direction Générale des Ressources en Eau」 (1995)
- ・ [B] 表流水の引水可能量：[A]と同出典
- ・ [C] 深い地下水の県別水資源量、地域別・利用用途別の使用量割合：DGRE 「Annuaire de l'exploitation des nappes profondes」 (2005)
- ・ [D] 深い地下水の利用用途別・水質別使用量：[C]と同出典
- ・ [E] 浅い地下水の地域別・水質別水資源量：DGRE 「Annuaire de l'exploitation des nappes phéeratiques」 (2005)
- ・ [F] 地域別人口：National Institute of Statistics (Tunisia)

<算出方法>

- ・ ①表流水の地域別、水質別水資源量を算出する。
 - [A]の表流水の地域別水資源量を、[A]の河川毎の水質検出結果に基づき按分

分類	水質（塩分濃度）別水量（百万 m3）				計（百万 m3）
	-1.5	1.5-3.0	3.0-5.0	5.0-	
北部	1,504	595	91	0	2,190
中部	0	129	191	0	320
南部	47	0	143	0	190
計	1,550	725	425	0	2,700

- ・ ②表流水の地域別水資源量を、引水可能水資源量に置換する。
 - [B]の引水可能水資源量（2,500 百万 m3）と、①の総水資源量（2,700 百万 m3）の比率が 92.6%であることを踏まえ、①に 92.6%を乗算

分類	水質（塩分濃度）別水量（百万 m3）				計（百万 m3）
	-1.5	1.5-3.0	3.0-5.0	5.0-	
北部	1,392	551	84	0	2,028
中部	0	120	177	0	296
南部	43	0	133	0	176
計	1,436	671	393	0	2,500

- ・ ③深い地下水の地域別・想定利用用途別水資源量を算出する。

- [C]の深い地下水の県別水資源量を集計し、地域別深い地下水の水資源量合計を算出（北部は 306m³）
- [C]の地域別・利用用途別の使用量割合に基づき、地域別水資源量を用途毎に按分（下図は北部の例。中部、南部も同様に算出）

<北部の例>

分類	深い地下水の水資源量[C] (百万 m ³)	用途比率[C] (%)
農業	196	64%
飲料	100	33%
工業	9	3%
旅行	1	0%
計	306	100%

- ④深い地下水の地域別・水質別水資源量を算出する。
 - [D]の深い地下水のチュニジア全域における利用用途別・水質別使用量割合に基づき、③の各地域における利用用途別水使用量を水質別に按分（下図は北部の例。中部、南部も同様に算出）

分類	水質（塩分濃度）別水量割合 (%)				計 (%)
	-1.5	1.5-3.0	3.0-5.0	5.0-	
農業	16.9%	67.0%	14.7%	1.4%	100%
飲料	51.0%	32.3%	11.3%	5.4%	100%
工業	17.3%	16.8%	22.6%	43.4%	100%
旅行	2.9%	37.1%	2.9%	57.1%	100%

<北部の例>

分類	水質（塩分濃度）別水量 (百万 m ³)				計 (%)
	-1.5	1.5-3.0	3.0-5.0	5.0-	
農業	33	131	29	3	196
飲料	51	32	11	5	100
工業	2	2	2	4	9
旅行	0	0	0	1	1

- ⑤浅い地下水の地域別・水質別水資源量を算出する。
 - [E]の浅い地下水の地域別・水質別水資源量を適用（北部・中部・南部の小計の総和が総計と一致しないしていないのは各項目の小数点1桁を四捨五入しているため）

分類	水質（塩分濃度）別水量（百万 m3）				計（百万 m3）
	-1.5	1.5-3.0	3.0-5.0	5.0-	
北部	6	20	293	53	372
中部	10	45	148	48	251
南部	0	9	7	108	124
計	16	74	448	208	746

- ⑥2005 年度地域別人口を算出
 - [F]の県別人口推定（2007 年）から地域別人口を算出
 - 2007 年のチュニジア全人口に対する 2005 年の同人口の比率を各地域別人口に乘じ、2005 年の地域別人口を算出

	2007	2005
北部	4,987	4,881
中部	3,744	3,664
南部	1,516	1,484
計	10,247	10,029

100% 97.9%

- ⑦地域別・水質別一人当たり水資源量を算出
 - ②、④、⑤を合算
 - 水質別水資源量を⑥の地域別人口で除算

＜北部の例＞

分類	水質（塩分濃度）別水量（百万 m3）				計（百万 m3）
	-1.5	1.5-3.0	3.0-5.0	5.0-	
表流水	1,392	551	84	0	2,028
深い地下水	86	166	42	13	306
浅い地下水	6	20	293	53	372
計	1,484	737	419	66	2,706

分類	水質（塩分濃度）別水量（百万 m3）				計（百万 m3）
	-1.5	1.5-3.0	3.0-5.0	5.0-	
1人あたり 水資源量	304	151	86	13	554

□ 水関連政府機関のニーズ

本調査の狙いである、チュニジアにおける都市下水高度処理水の利用に向けて、チュニジアの

水関連の政府機関における水に対するニーズを把握するため、下水関連機関として ONAS および管轄省の ME、上水関連機関として SONEDE および管轄省の MA を対象として現状認識を調査した。いずれも、チュニジアにおける水資源の状況は厳しいものであり、都市下水高度処理水をチュニジアで利用することには前向きな姿勢を示した。

<ONAS>

- ・ ONAS は、チュニジアで農業用水および工業用水が不足している状況を踏まえ、都市下水高度処理水を農業用水あるいは工業用水として供給・販売する事業に対し強い興味を示している。
- ・ ONAS は、都市下水高度処理水を MA（農業用水）および各企業の工場（工業用水）に対して販売するビジネスモデルを構築したいと考えている。都市下水高度処理水の販売は ONAS の新たな収益機会にも繋がるため、ONAS の経営状況の改善にも資するものとして期待している。

<ME>

- ・ ME も ONAS と同様に、農業用水および工業用水の需要に応えるため、都市下水高度処理水の供給・販売事業に取り組むべきだと考えている。
- ・ ME は、投資対効果の明確化が事業化に向けた要件と考えている。

<SONEDE>

- ・ SONEDE は、チュニジアで増え続けている飲料水・工業用水の需要に応えるため、水供給事業の拡大を目指している。
- ・ 都市下水高度処理水の飲料水への利用は、宗教的制約や心理的な抵抗感から難しいため、SONEDE は飲料水の確保のために海水淡水化事業を推進する方針である。
- ・ 現状も下水処理水（二次処理後）を利用している農業用水はもちろん、現在は下水処理水を基本的に利用していない工業用水についても、都市下水高度処理水の利用が進み、既存水資源の保全に繋がることは歓迎する意向を SONEDE は示しており、ONAS が都市下水高度処理水の供給・販売事業に取り組むことには賛成している。

<MA>

- ・ 塩分濃度の低い水資源の開発により農業用水として持続可能な水資源を供給することは急務であり、都市下水高度処理水の水質が高いことが確認できれば、農業利用を推進したい意向を MA は示している。

1-3 対象国の対象分野の関連計画、政策及び法制度

□ 水分野に関する政策および今後の展開

チュニジア全土、特にチュニジア中部・南部において水資源が不足している状況に基づき、MA では「すべての地域に水を供給する」という政策目標を打ち出している。これを踏まえ、SONEDE では従来以上の水資源の確保に取り組む方針を明確にしている。更に MDRP は、現在 SONEDE が着

手している海水淡水化の推進に加え、廃水再利用についても推進すべきという方針を打ち出している。

<水供給に関する政策>

- ・ 全ての地域に水を供給する。¹

<水供給に関する政策を踏まえた SONEDE の計画>²

- ・ 各地で多様な水供給源を得る。
- ・ 浄水施設の能力を強化する。
- ・ 原水と浄水の貯蔵可能量を増やす。
- ・ 地域間の水資源のやりとりを強化する。
- ・ 今後の需要増加に備え、沿岸地域で海水淡水化施設を建設する。

<水供給に関する MDRP の方針>

- ・ あらゆる方法で水資源の確保を進めるため、海水淡水化だけでなく廃水再利用も推進すべきである。

また、水資源の保全強化による水供給の拡張のため、MA では海水淡水化や廃水再利用の推進、および節水を強化する政策を打ち出している。SONEDE の方針はこの政策に準拠している。都市下水高度処理水の利用は、政策の方向性と一致していると言える。

<水資源の保全に関する政策>

- ・ 2030 年までに各セクターで 30%の節水をする。¹
- ・ 2030 年までに海水淡水化や廃水再利用によって、水需要の 7%を満たす。¹
- ・ 2010 年から 2014 年にかけて、水資源保全を含む環境保護のために、GDP の 1.25%を充てる。³

<水資源の保全に関する政策を踏まえた SONEDE の方針>²

- ・ 水資源保全装置導入の義務化
- ・ 新規建造物における屋上貯水池の設置
- ・ 工業廃水の工業用水としての利用
- ・ 沿岸部の観光用水需要のための海水淡水化プラント建設
- ・ 自動車洗浄機等の節水につながる機械の利用
- ・ 建物内水システムの再利用の可否での分離

¹ MA 「Stratégie du secteur de l' eau en Tunisie à long terme 2030 (1998)」

² Mosbah Helali 「DRINKING WATER IN TUNISIA : PRESENT, PROSPECTS AND CHALLENGES(2010)」

³ Republic of Tunisia 「Twelfth Socio-Economic Development Plan for the 2010-2014(2010)」

なお、ONAS は 2012 年において全下水処理水量の 24%にあたる、約 6,000 万 m³ の下水処理水を灌漑用水として供給してきた。残りの約 1 億 9,000m³ の下水処理水は海へ放出しているが、現在の ONAS の下水処理水の水質レベルは低く、海洋汚染や魚への悪環境に繋がっていると ONAS が指摘している。ONAS の下水処理水を再利用し、より水質の高い水を創り出すことは、現状の環境汚染を軽減することに繋がり、環境保全の観点からも MA、ME、SONEDE などが推奨している。

□ 水分野に関する法制度

チュニジアにおいて、都市下水高度処理水を農業あるいは工業に利用するためには、法制度に関する対応が必要な状況にある。

まず農業用水としての利用について検証する。MA によると、現在はオリーブ、ヤシ、ザクロ、飼料用作物等の一部の作物に対する灌漑用以外では、下水処理水の利用が法律により禁止されている。従って、これら以外の植物の栽培に下水処理水を用いるためには法制度の改訂が必要である。但し、従来灌漑に用いられてきた下水処理水は、都市下水高度処理水に比べ水質が低い二次処理後の下水処理水であり、水質の低い下水処理水のみを想定範囲とした上で、あらゆる下水処理水を対象に禁止措置を取った経緯がある。つまり、都市下水高度処理水のような水質の高い下水処理水は従来の法制度では想定外であり、都市下水高度処理水の水質が高いことが科学的示せば法制度の改訂は可能という MA の見解が得られている。

上記以外の植物の栽培に都市下水高度処理水を利用するためには、以下 2 つの方法のいずれかが考えられる。1 つは法制度の改訂である。現在下水処理水の利用が許可されていない植物への利用を可能にするためには、MI 傘下の INNORPI で議論した上で、各省からの承認を得る必要がある。関係機関が多岐にわたり、調整に長い時間を要することが懸念される。もう 1 つの方法が「特例措置」での実施である。例えば都市下水高度処理パイロットプラント等の限定された範囲のみでの利用であれば、関係省のみ (MA および ME) の承認により特例での実施が可能であることが確認できている。

都市下水高度処理水の利用を農業に展開する上では、先ず「特例措置」の下で迅速に第一歩となるパイロットプラントの設置・運営に踏み出し、パイロットプラントでの実証結果を活用しながら法制度改訂のための働きかけを継続的に行っていくことが適切であると考えられる。

次に、工業用水の利用について検証する。これまで、下水処理水の工業用水としての利用は基本的には無かったため、関連する法制度が整備されていない。従って、都市下水高度処理水を工業用水として利用するためには、水質基準等を定めた新たな法制度の制定が必要である。なお、「特例措置」は工業利用でも農業と同様に可能性があり、この場合関係省は ME および MI の承認により実施が可能である。

都市下水高度処理水の利用を工業に展開する上でも、農業と同様に、「特例措置」の下で開始し、パイロットプラントでの実証結果を活用しながら法制度改訂のための働きかけを継続的に行っていくことが適切であると考えられる。

都市下水高度処理水の利用に関する法制度は上記のとおりである。一方、国によっては水関連

ビジネスへの民間企業の参入を規制する法規制が存在するが、チュニジアでは民間企業の参入に関する法規制はない。ONAS 業務について規定した法律が 2004 年に改訂されたことで、出資、施設の建設、施設運營業務等を民間企業に委託することが可能となった。¹

1-4 対象国の対象分野の ODA 事業の事例分析および他ドナーの分析

□ JICA の ODA 事業一覧

JICA は、これまでに水資源に関する非常に多数の ODA 事業に取り組んできた。上水、下水の整備をはじめ、ダムや排水路、灌漑等にも関わる多様な取り組みが実施されているが、ここでは上水関連と下水関連に着目して分析を行う。

これまでの上水に関するプロジェクトの多くは、表流水や地下水などの水資源を活用し、給水環境が整っていない地域に給水環境を整備するものであり、これがチュニジアにおける都市部の飲料水の供給率を 90%まで高めることに大きく貢献したことは疑いの余地がない。しかし、都市部の飲料水の供給率が向上した今後は、給水環境をさらに整備し続けることよりは、将来の水資源の危機に対処するための新たな水資源の開発にニーズがシフトしてくるのではないかと考えられる。過去には、JICA でも下水処理水の農業利用に関するプロジェクトを実施しているが、このようなものを含め、さらに品質の高い新たな水資源を確保する取り組みに需要が高まるものと想定される。

下水に関するプロジェクトは上水に比べると数は多くないが、JICA の協力により確実にチュニジアの下水環境が整えられていることは、過去案件からも ONAS のコメントからも明らかである。このことは、JICA が下水に関する新たな取り組みを進める上で大きなプラス要因と考えられる。本調査の先に想定している都市下水高度処理の取り組みは、ONAS はじめ下水関連機関との強固な連携が不可欠であるが、そのために必要な環境はこれまでの JICA の実績をもって十分に整えられており、プロジェクトを推進しやすい状況となっている。

表 1-1 JICA の ODA 案件一覧

プロジェクト名	概要	地域	年度	援助種別	金額 (億円)
地方都市給水網整備計画	全国地方都市における老朽化した給水網の改修・拡張	チュニジア全国の地方都市	2011	有償	60.9
南部地下水淡水化計画	南部都市における逆浸透膜を使った地下水淡水化プラントの建設	チュニジア南部の都市 ベン・ゲルデン地区	2009	無償	10.0
チュニス大都市圏	都市化や人口増加が見込まれ	セジュミ湖からメリア	2007	有償	68.8

¹ WB 「Republic of Tunisia Water and Sanitation Strategy (2009)」

洪水制御計画	るチュニス大都市圏における排水路の整備	ン河、及びチュニス大都市圏の西部			
ジェンドゥーバ地方給水計画	国内で最も給水率の低い北西部地域における給水施設の整備	北西部地域	2006	有償	54.1
南部オアシス節水農業支援計画	効率的な水資源利用が行われていない南部地域における末端水路・排水路施設の整備	南部地域	2006	有償	52.6
メジェルダ川総合流域水管理計画	メジェルダ川流域を対象における、洪水被害、自然状況等の把握、洪水の予防、軽減策に重点を置いた総合的な流域水管理計画の作成	メジェルダ川流域	2006	技協	3.0
太陽光地方電化・給水計画	南部乾燥地域の井戸約60か所への太陽光発電設備、揚水ポンプ及び脱塩装置の設置、僻地農村地域の約500戸に対する太陽光発電設備の設置、およびこれらに関するコンサルティング・サービス	南部乾燥地域、僻地農村地域	2005	有償	17.3
北部地域導水計画	チュニジア北部の水源からチュニス都市圏までを結ぶ導水管の敷設およびポンプ施設の増設	チュニス都市圏	2003	有償	80.3
地方給水計画(Ⅱ)	約100の貧困郡を対象にした、地方給水施設建設(一部改修を含む)、および関連機材調達(ポンプ、配水管等)	約100の貧困郡	2002	有償	45.0
地方給水計画	給水率の低い地方部における小規模給水インフラの整備	チュニジア全国の地方部。国内17県が対象	1999	有償	33.5
処理済下水利用	国内10地域における処理済下水の貯水施設、ポンプ場、調整用貯水施設、送水・灌漑配水管の整備	チュニジア全国10地域(ビゼルト、メンゼブルギバ、ベジャ、メンジェ・エル・バブ、ジェンドゥーバ、ナブール、シリアナ、ムサケン、ジェルバ・アジュール、メドニン)	1998	有償	17.1
水資源管理計画	チュニジア北西・中部各県における小規模な多目的ダム(地下	チュニジア北西・中部のシリアナ(9か所)、ケフ	1998	有償	71.8

	水人工涵養、灌漑、洪水防御、土壌流亡防止等)及び主要灌漑水路の建設、および植林、ダム of 浚渫、渾土の農地への還元等の流域管理	(2か所)、ベジャ(4か所)、ザグアン(4か所)、スース(1か所)、ナブール(1か所)、ジェンドゥーバ(1か所)			
バルバラ灌漑事業	首都チュニスの北西に位置するジャンドゥーバ県における2,070haの農地の灌漑	ジャンドゥーバ県バルバラにあるフェルナナおよびハマン・ブルギバ	1997	有償	19.1
都市洪水対策計画	洪水の危険性の高いチュニス北部アリアナ地区およびケルアン市周辺の対象河川流域における、排水路、調整池、転流路および堤防等の整備	チュニス北部アリアナ地区およびケルアン市周辺の対象河川流域	1997	有償	31.3
4都市下水整備事業	下水道整備ニーズの高い4都市における、新規下水処理場の建設、下水管の敷設・修復	スファックス、ケビリ、ドゥズ、ズリバの4都市	1996	有償	63.8
南部オアシス地域灌漑事業	チュニア南部4県のオアシスにおける、灌漑用末端土水路の改修、排水路の整備	ガベス、ガフサ、ケビリ、トゥズール各県のオアシス	1996	有償	81
グベラート灌漑計画	首都チュニスの西方約70kmに位置するベジャ県グベラートの農地2,900haの灌漑	ベジャ県グベラート	1996	有償	26.4
ジアティヌ川ダム建設計画	ジアティヌ川ダムの建設計画の策定	ジアティヌ川	1996	有償	2.0
北部地域導水・灌漑計画	首都チュニスの北西に位置するベジャ県のシディ・エル・バラク・ダムからチュニス近郊のメジェルダ運河まで敷設されている導水管約80kmの増設、およびシディ・エル・バラク・ダムを主水源とするベジャ県ネフザおよびビゼルト県セジュナンヌの農地4,420haの灌漑	チュニスの北西に位置するベジャ県のシディ・エル・バラク・ダムからチュニス近郊のメジェルダ運河まで、およびベジャ県ネフザ、ビゼルト県セジュナンヌ	1995	有償	141.3
南部地域上下水道整備計画	南部観光地における上下水道施設の整備	ジェルバ、ザルジス、ベン・ゲルデン、メドゥニン、タタウィン	1994	有償	75.8

□ 他ドナー事業一覧

水分野に関する他ドナーによる主な事業は表 1-2 の通りである。JICA のプロジェクトと比較す

ると、実施している内容に大きな差異は見られず、給水環境の整備が多いが、将来の水資源の危機に対処するための新たな水資源の開発は、他ドナー事業においてもまだあまり進んでいない状況にある。今後のニーズの変化を踏まえると、欧米のドナーおよび企業は海水淡水化の実績に優位性があり、近い将来に海水淡水化の取り組みが大きく増加するものと想定される。海水淡水化や都市下水高度処理の関連技術には本邦企業の強みが活きるものも多いため、他ドナーに対し率先して取り組むことが望ましく、現時点ではそれが可能なのではないかと考えられる。

表 1-2 他ドナーにおける案件一覧

ドナー	プロジェクト名	概要	年	援助種別	金額 (億円)
AFD	経済社会開発の第11回開発計画における、農村センターの飲料水供給プログラム	-	2012	有償	24.6
AfDB	処理水の質向上プロジェクト	全国17自治体にある30か所の下水処理施設の高度化、スタッフの技術向上、二次処理水の農業利用促進	2011	有償	40.0
AfDB	地方の飲料水供給	新規水供給施設設立、既存施設改築、導管補修などによる、全国20自治体35万人への水の供給	2011	有償	104.9
AFD	SONEDEによる飲料水の生産・供給能力の確保	プロジェクトの目的は①漏水の減少、②開発と管理のコストの削減、③懸念される都市の水供給の確保	2010	有償	49.2
WB	チュニス北部下水プロジェクト	チュニス北部下水処理施設の高度化による環境保全と農家の下水再利用促進	2010	有償	47.3
EU	地方および農業開発向け水分野公共管理への支援	特に地方の持続可能な開発の改善を目的のための水管理の改善による水分野での改革支援	2010	無償	70.2
NIF	第2回水分野投資	灌漑マネジメント、地方への水供給、地下水のマネジメント、環境保全のためのモニタリング、キャパシティビルディング等による上水供給率向上と環境保全の支援	2009	有償	11.8
AFD	下町と農村の衛生の第4プロジェクト	地方エリアにおける下水処理とONASの運営体制の強化	2009	有償	49.2
AFD	水分野投資プログラム(第2フェーズ)	-	2008	有償	57.3
AFD	流域管理の財務枠組み	農業生産の持続的成長を可能にするための住民参加型流域管理	2008	有償 無償	51.1

AFD	経済社会開発の第11回開発計画における、農村センターの飲料水供給プログラム	-	2008	有償	25.9
KfW	下水処理と再利用	環境保全のための下水処理と再利用。下水のうち、利用可能な部分は農業や造景用として利用。廃棄する部分は焼却と埋め立て	2007	有償 技術	21.7
AFD	排水網の改修と拡張、および ONAS の能力強化	高度 IT 技術を利用した排水網の改修と拡張、および ONAS の能力強化	2007	有償	2.3
WB	チュニス西部の下水処理	チュニス大都市圏の下水システム拡張。チュニス西部における El Attar 下水処理プラントの建設、および国の水道施設を共同管理する IT 顧客管理システムへの資金援助	2006	有償	60.8
AFD	第10回開発計画：地方における飲料水プログラム	地方部農村への飲料水の供給	2003	有償	50.0
KfW	チュニジア南東部における飲料水供給の改善	全国10か所、計362000 m ³ /dayの淡水化プラント建設。フェーズ1では2か所の淡水化プラントを建設により58万人の住民と6万人の観光客に水を供給。フェーズ2では8か所のプラントを設立し50万人の住民への水の供給	2002	有償	28.9
AFD	サヘル地域とスファクス市における飲料水供給力の強化	-	2001	有償	30.8
WB KfW	水分野投資ローンプロジェクト	灌漑手法の高度化、新たな井戸の採掘、地下への注水、地方住民への水の供給方法の新設、モニタリング能力強化、政府機関のキャパシティビルディングなどの様々な手法による、上水供給率向上と水に対するマネジメント力の強化	2000	有償	109.7
WB	水供給および下水処理プロジェクト	(a) SONEDE と ONAS の水資源管理および財務能力を目的とする組織の能力強化 (b) 地方の約320の小さな村における水システムの修復と拡張 (c) 灌漑と工業用水への下水の再利用の促進 (d) SONEDE と ONAS の一部業務の	1994	有償	52.8

		民営化			
KfW	地方入植地向けの飲料水	北部、中部 8 自治体における深井戸採掘、導水設備による 20 万人への水供給	1993	有償 無償	17.9
KfW AFD NIF	下水処理プラントと下水中間処理施設の拡張および修復	汚染に対する水環境の保護、および関係住民（2021 年に 110 万人）の生活条件の改善を目的とする、19 の下水処理プラントと 130 の下水中間処理施設の拡張および修復	不明	無償	9.8
KfW NIF	工業地帯の下水処理に関する研究	チュニジア国内 9 か所の工業地帯における、下水処理の最適なソリューションを特定するための研究。この研究は工業の組織的・インフラ的ニーズを評価し、関連投資プロジェクトの準備を支援	不明	無償	1.0

第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し

2-1 提案企業及び活用が見込まれる提案製品・技術の強み

□ 水処理ビジネスの業界状況（地域別）

水処理ビジネスは、世界において非常に成長が期待されている業界である。今後、人口増加や経済発展が進む中で、世界の給水人口の更なる増加が予測されており、それに伴い水処理ビジネスが急拡大することが見込まれている。

2011年から2025年までの給水人口の成長率を地域別に見ると、南・中央アジアと中東・アフリカで特に高い成長率が見込まれている。これらの地域は1人あたり水資源量が世界の中でも特に少なく、既存の水資源である表流水・地下水以外の水資源の開発が強く要請される地域となる。

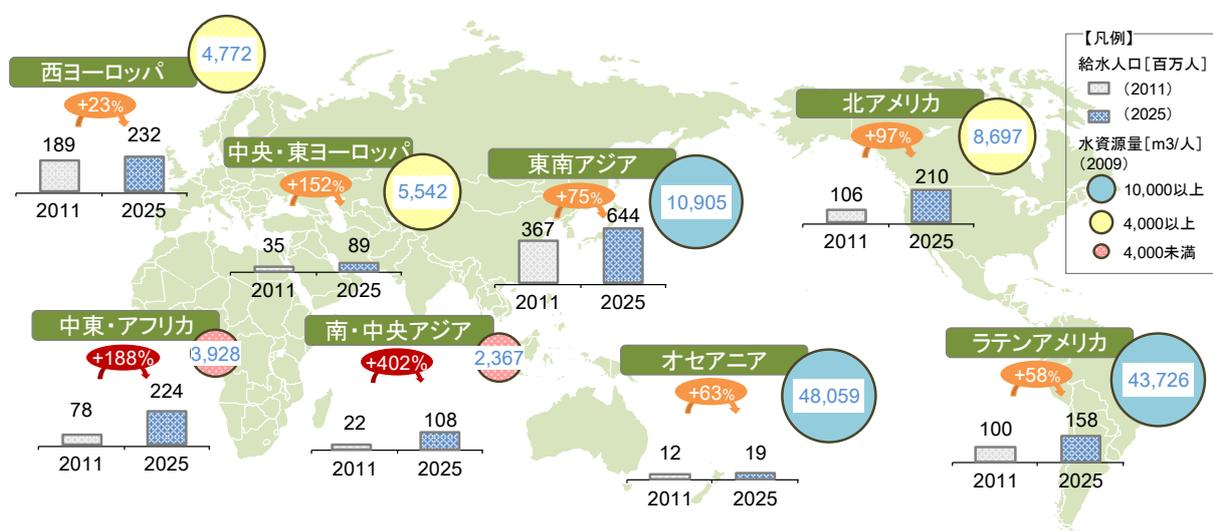


図 2-1 地域別市場規模（給水人口）の推移見込¹および1人あたり水資源量

都市下水高度処理水の効率的な利用に際しては、一定量の都市下水を確保することが不可欠となるため、給水人口が拡大すると都市下水高度処理水の利用に適した環境に近づくこととなる。また、既存の水資源以外の水資源の開発が求められる環境では、都市下水高度処理水に対するニーズが高まることが想定される。つまり、南・中央アジアおよび中東・アフリカは都市下水高度処理水の導入に適合する地域であると考えられ、その第一歩として経済基盤が比較的強固なチュニジアに導入することは妥当性が高いと言える。

以下、図 2-1 に示した「地域別市場規模（給水人口）の推移見込および1人あたり水資源量」のうち「1人あたり水資源量」の算出方法を示す。

¹ Pinsent Masons Water Year Book

<使用したデータ>

- ・ [A]Food and Agriculture Organization of the United Nations

<算出方法>

- ・ ①地域内全ての国を対象とした1人あたり水資源量を算出する。
 - [A]の地域別総水資源量を [A]の地域別人口で除算

地域	総水資源量 (百万 m ³ /年)	人口 (百万人)	1人あたり水資源量 (m ³ /人)
西ヨーロッパ	2,095,350	408	5,135
中央・東ヨーロッパ	5,475,481	318	17,215
中東・アフリカ	5,875,432	1,204	4,882
南・中央アジア	3,949,620	1,637	2,413
東南アジア	6,387,400	586	10,905
オセアニア	1,701,465	35	48,059
北アメリカ	7,222,756	531	13,607
ラテンアメリカ	17,273,024	392	44,037
その他	3,762,946	1,691	2,225
計	53,743,474	6,802	7,902

- ・ ②1人あたり水資源量が地域内で上位5%または下位5%に該当する国を異常値として算出対象から除外する。
 - その他、ならびに国数が少ない地域（東南アジア・オセアニア）は除外処理を実施しない。

地域	総水資源量 (百万 m ³ /年)	人口 (百万人)	1人あたり水資源量 (m ³ /人)
西ヨーロッパ	1,919,350	402	4,772
中央・東ヨーロッパ	967,430	175	5,542
中東・アフリカ	4,647,204	1,183	3,928
南・中央アジア	3,871,590	1,636	2,367
東南アジア	6,387,400	586	10,905
オセアニア	1,701,465	35	48,059
北アメリカ	4,320,736	497	8,697
ラテンアメリカ	17,139,000	392	43,726
その他	3,762,946	1,691	2,225

□ 水処理ビジネスの業界状況（機能別）

水処理ビジネスについて、技術分野別・機能別に市場性を検証する。技術分野として「上水」「下水」「工場用水・排水」「海水淡水化」「廃水再利用」の5つに分類し、機能として「素材・部材製造」「設計・建設」「管理・運営」の3つに分類し、計15分類について市場規模と市場成長性を分析した結果を図2-2に示す。



図 2-2 水処理ビジネスに係る技術分野別・機能別の市場成長性¹

まず技術分野別に見ると、「海水淡水化」と「廃水再利用」の成長率の高さが顕著である。技術分野別に見ると、2007年時点で海水淡水化は3%、廃水再利用は0%のシェアに過ぎなかったが、大幅な増加によりそれぞれ5%、10%まで高めると予測されており、水処理ビジネスに関して特に可能性のある分野とすることができる。

次に機能別に見ると、市場規模のほとんどが「設計・建設」「管理・運営」で占められていることが分かる。後述するように、本邦企業は優れたRO膜技術を保有する等、「素材・部材製造」において他国企業に対し高い競争力を持っているが、本邦企業が水処理ビジネスにおいて海外展開を進め効果的に収益を獲得するためには、より市場規模の大きい設計・建設、および管理・運営での展開を目指すべきである。

□ 技術分野別の優位性比較

水の供給に関する技術分野ごとの優位性を比較する。水の供給については、表流水・地下水、

¹ 「Global Water Market2008」。2025年データは2007年、2016年データより成長率を伸ばし算出。廃水再利用の管理・運営費は、海水淡水化と同一の市場規模比率と仮定し算出。

海水淡水化、廃水再利用の大きく3つがあるが、まず品質・コストの両面から表流水・地下水が最も利用しやすい水資源である。従って、給水人口が増えれば、先ず表流水・地下水から使われていく。しかし表流水・地下水には限りがあるとともに、地理的な要因の制約を受けるため、海水淡水化や廃水再利用が検討されることとなる。

海水淡水化と廃水再利用を比較した際の、海水淡水化の最大のメリットは、飲料水を含むあらゆる用途に利用することが可能なことである。廃水再利用は、たとえ水質が表流水・地下水や海水淡水化を凌ぐとしても、飲料水とするには宗教的制約や心理的な抵抗感が強い。宗教的制約とは、不浄とされる動物に触れた水は不浄であり、一度土を通らないと浄化されないと考えられていることに拠るものであり、少しでもその可能性のある下水の飲用は受け入れられないという回答を得ている¹。従って、廃水再利用水を上水道に流すことは受け入れられないが、海水淡水化であれば受け入れられる。

表 2-1 技術分野ごとの水資源の比較

技術分野	特長	欠点
表流水・地下水処理	あらゆる用途に利用することが可能な水を簡易な処理のみで(=安価で)供給可能	表流水・地下水等が近隣にないと供給できない
海水淡水化	飲料水を含むあらゆる用途に利用することが可能	脱塩処理に高い圧力が必要であり、ランニングコストが非常に高い 内陸部では輸送コストが高い
廃水再利用	海水淡水化と同レベルの品質の水を海水淡水化より低いランニングコストで製造することが可能	宗教的制約や心理的な抵抗感により飲料水には適さない

しかし、海水は廃水に比べ塩分濃度が高いことから、脱塩処理に必要となる圧力が高く、その分多くのエネルギーコストが生じるため、ランニングコストが高い。また、海から遠く離れた内陸部への輸送は更に輸送コストが必要となる。但し、コストの多くがエネルギーコストであるため、産油国等のエネルギーコストが比較的安価に抑えられる諸国では、海水淡水化が優先的に導入されてきた。

コスト面で海水淡水化より優れている廃水再利用は、水質が同じであっても宗教的制約や心理的な抵抗感により利用範囲が狭いことが欠点である。しかし、例えばシンガポールでは廃水再利用水を「NEWater」と呼び、飲用にも用いるほど積極的に活用している。

以下、技術分野・処理方式ごとのコストを検証する。海水淡水化については、チュニジアでは海水淡水化に着手した段階でありコストのデータはないが、海水淡水化を運営する各国では表2-2のようなコスト状況となっている。海水淡水化には様々な処理方式があるとともに、立地条

¹ ONAS ヒアリング

件やエネルギー相場等により大きく変動するものの、1m³あたり100円前後となることが多い。一方、廃水再利用のランニングコストは、MBR法とRO膜法を用いたシンガポールの例では38円/m³となっており、海水淡水化に比べて安価と見ることができる。その他、MBR法を用いていないため単純な比較対象としては適切でないが、RO膜法のみを用いているスペインの例では15-17円/m³となっている。

表 2-2 技術分野・処理方式ごとのコスト比較

分類	処理方式	規模 (万 m ³ /日)	設置国	ランニングコスト (円/m ³)	出典 (脚注番号)
海水淡水化	多段フラッシュ蒸発法	21	サウジアラビア	121	1
		-	シンガポール	137	2
		-	-	100-114	2
		-	-	105	3
		-	-	105	4
	多重効用法	21	サウジアラビア	126	1
		-	米国	42	2
		-	-	68-77	2
		-	-	100	3
		-	-	100	4
	RO膜法	21	サウジアラビア	94	1
		-	スペイン	59-77	4
		-	-	62-84	3
-		-	80	2	
廃水再利用	MBR法+RO膜法	7.2	シンガポール	38	5
	RO膜法	-	スペイン	15-17	4

¹ 東レ株式会社「水処理事業の拡大戦略」(2008/12/19)。出典は「Global Water Intelligence, August (2006)」ランニングコストは、原価償却費、電気代、薬品費およびプラント運営労務費の総計。

² Julián Martínez Beltrán, Sasha Koo-Oshima and Pasquale Steduto 「Introductory paper : Desalination of saline waters」

³ Koussai Quteishat 「Water desalination technologies and costs - state of the art」に記載している「Labre, 2002」ランニングコストは、原価償却費、電気代、薬品費、プラント運営労務費、消耗品費などの総計。

⁴ José Miguel Veza 「Water desalination and wastewater reuse for agriculture in Spain」に記載している「J.C. González and J.L. Loidi, personal communication, 2004)」

⁵ 長岡 浩 武蔵工業大学「近年の水処理技術の高度化と水再利用への適用」(2005/5/12)ランニングコストは、電気代、薬品費、プラント運営労務費の総計

□ 業界における NPW の位置づけ

水処理ビジネスを展開する企業には日本企業・海外企業とも様々なものがあるが、機能別に見ると企業ごとの特徴を明確にすることができる。

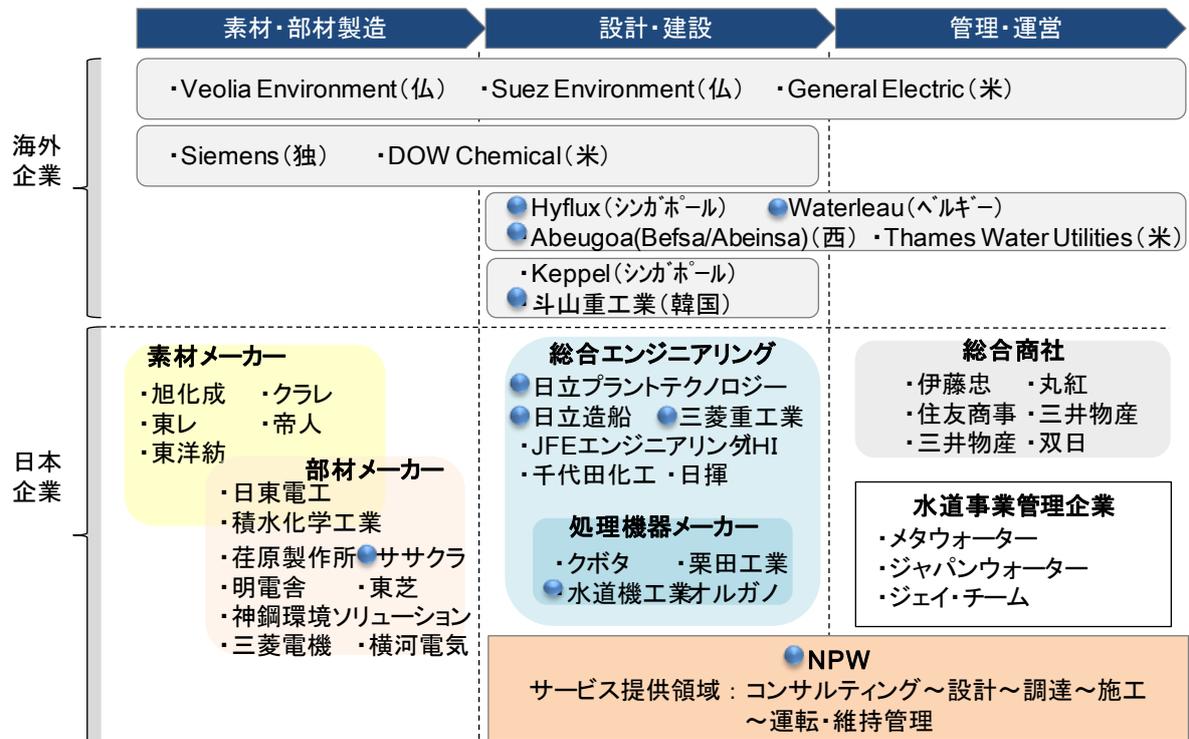


図 2-3 水ビジネス市場における主要プレイヤー¹

まず海外企業についてみると、欧米の大企業は機能横断的にビジネスを展開している企業が多い。Veolia Environment、Suez Environment、General Electric といった超大手企業は、「素材・部材製造」「設計・建設」「管理・運営」の全てを横断的に担っている。また、「素材・部材製造」「設計・建設」の2つ、あるいは「設計・建設」「管理・運営」の2つを横断的に担う企業が多く存在する。欧米企業に加え、水処理ビジネスの先進国であるシンガポールを基盤とする Hyflux もこれに該当する。

一方、日本企業を見ると、単独で複数機能を横断的に担える企業が少ないことが分かる。個別の機能の、いわゆる要素技術においては強みを発揮するものの、機能横断的な全体マネジメント能力、全体最適の観点からの仕様最適化（ダウングレードを含む）を行いにくく、欧米等企業の後塵を拝すケースが多い。

NPW は、このような日本企業の現状の中で、「設計・建設」と「管理・運営」という市場規模の

¹ SPEEDA 「2012年版水資源関連市場の現状と将来展望（富士経済）」を基に分析

大きい 2 つの機能を横断的に担う企業である。個別機能を担う他社に比べ規模は小さく水ビジネス全体で見たシェアは僅少であるが、後述するようにボトルドウォーター製造プラントで国内シェアの 70%を握る等、特定領域においては他社を圧倒する位置づけとなっている。特に、Veolia 等の超大手企業が廃水再利用処理への本格参入を果たしていない現在、廃水再利用処理の技術をもって先手を打ち、Hyflux 等と同様の水処理ビジネスを展開することを模索している。

□ NPW の事業内容ならびに特長・優位性

NPW は、廃水再利用の技術を持った国内・海外の企業と比較すると、顧客の要望に対する柔軟で機動的な対応を行えることが強みである。また、国内のボトルドウォーター製造プラントで約 70%を占める等、水処理技術における十分な信頼感を獲得している。

<様々な状況に対応できる柔軟性と機動力>

- ・ 水処理ビジネス業界において、NPW は「設計・建設」を得意とするエンジニアリング企業として分類されるが、NPW の真の強みは、顧客のニーズやシーズを引き出すコンサルティング～設計～調達～施工～運転・維持管理まで全てのシーンに対応が可能である柔軟性、要求される水質に応じたレベルの膜・各種ろ過装置・イオン交換樹脂や紫外線殺菌方式などを適切に選択しプラントシステムに組み上げる高い企画力・技術力を兼ね備えていることである。

<水のライフサイクルに対する高い技術力>

- ・ 「浄水から排水まで水処理のトータルエンジニアリング」と謳うように、水処理を中心として、コンサルティング、EPC (Engineering・Procurement・Construction)、O&M (Operation & Maintenance) の全てを担うことのできる水処理会社として独自の存在感を放っている。
- ・ 主力事業である HOD 事業は、国内のボトルドウォーター製造プラントの約 70%のシェアを占め、その信頼感・実績は十分である。ボトルドウォーター製造プラントのコア技術は RO 膜処理であり、都市下水高度処理プラントとの技術の親和性は極めて高い。

□ NPW の都市下水高度処理技術概要

NPW の都市下水高度処理技術は、図 2-4 のようなシステム構成となっている。

排水リサイクルシステム(平成21年度石川ブランド収集新製品に認定)

※ 本システムの特徴:排水リサイクルにより上水道(補給水)、下水道(排水)の両方を70~80%削減

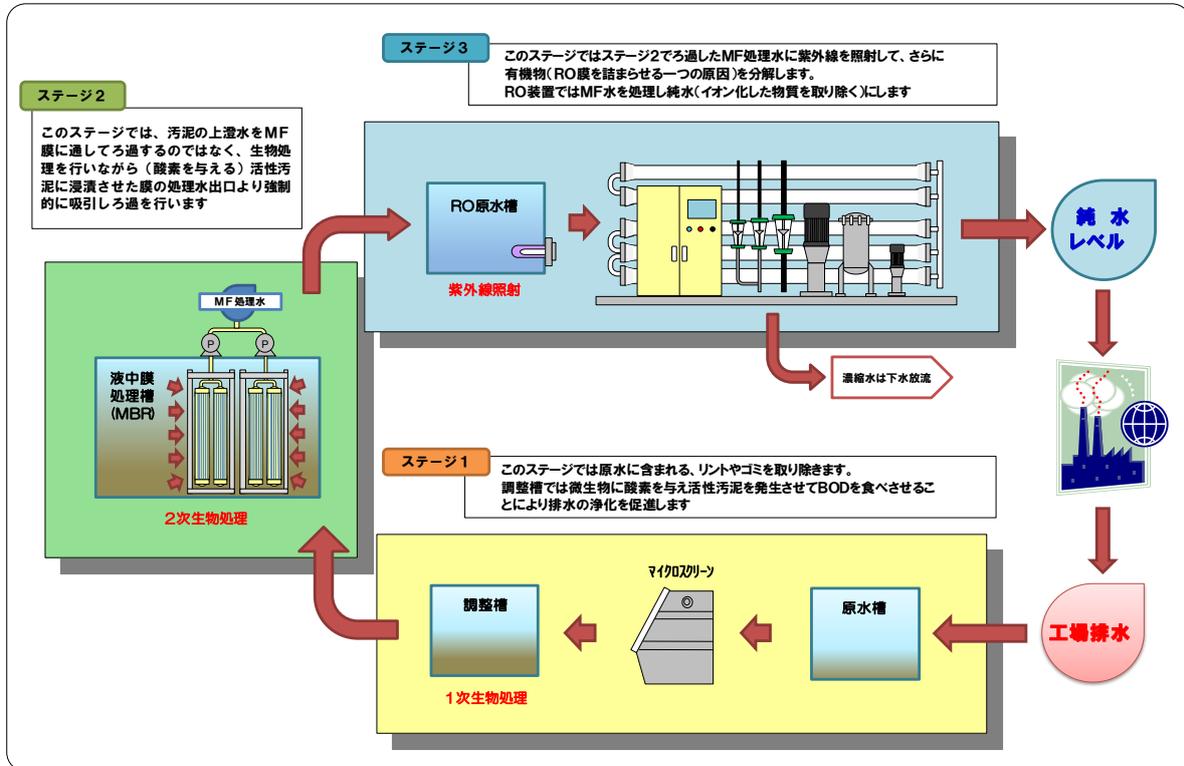


図 2-4 NPW 技術概要

□ 廃水再利用技術を保有する他社との優位性比較

廃水再利用に関するビジネスの展開は世界的にもまだ途上にあるが、廃水再利用に求められる技術は基本的には MBR 法および RO 膜処理法であり、海水淡水化等でも活用される技術であることから、これらの技術をもつ企業は NPW 以外にも国内・海外を問わず数多く存在する。しかし、廃水再利用水の供給に関するビジネスを展開している企業はごく限られているのが現状であり、ODA 案件化によりチュニジアに展開することができれば、北アフリカでの将来のビジネス展開に大いに資するものと考えられる。

廃水再利用分野 有力企業		売上[百万円]	従業員[人]	特長	展開地域
日本	NPW	1,385	50	● 柔軟な対応力、高い技術力の保有などが強み	日本 西欧 中東欧 中東 アフリカ 東南亜 南中亜 オセア 北米 中南
	日立プラントテクノロジー	334,339	6,500	● 管理・運用に多様な技術を持つ	日本 西欧 中東欧 中東 アフリカ 東南亜 南中亜 オセア 北米 中南
	三菱化学エンジニアリング	76,777	1,466	● 管理・運用に多様な技術を持ち、数ヶ国展開中	日本 西欧 中東欧 中東 アフリカ 東南亜 南中亜 オセア 北米 中南
	水道機工	15,046	441	● アジア太平洋地域で展開を加速中	日本 西欧 中東欧 中東 アフリカ 東南亜 南中亜 オセア 北米 中南
	日本錬水	10,932	276	● アジア太平洋地域で展開を加速中	日本 西欧 中東欧 中東 アフリカ 東南亜 南中亜 オセア 北米 中南
アメリカ	GE	11,754,330	301,000	● 水ビジネスの全バリューチェーンを対象とし活動	日本 西欧 中東欧 中東 アフリカ 東南亜 南中亜 オセア 北米 中南
ドイツ	Siemens	8,014,011	370,000	● 高技術の会社の買収を重ねて総合的に展開	日本 西欧 中東欧 中東 アフリカ 東南亜 南中亜 オセア 北米 中南
フランス	Veolia	3,294,566	331,266	● 老舗であり、資金調達や長期事業運営に強み	日本 西欧 中東欧 中東 アフリカ 東南亜 南中亜 オセア 北米 中南
シンガポール	Hyflux	30,626	2,300	● 国内だけでなく、海外展開を行い、下水再利用に強み	日本 西欧 中東欧 中東 アフリカ 東南亜 南中亜 オセア 北米 中南
ベルギー	Waterleau	7,212	191	● 唯一すでに北アフリカに下水再利用を導入している	日本 西欧 中東欧 中東 アフリカ 東南亜 南中亜 オセア 北米 中南

↑ マーケットシェアの大きい企業 ↓

図 2-5 廃水再利用分野有力企業の比較¹

2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

□ 既存の事業展開ならびに今後の方針

現在、NPWは「HOD事業」「TWS事業」「環境事業」の3事業を主に運営しており、特にHOD事業が主力事業となっている。以下、主要3事業の事業内容を示す。

<HOD事業 (Home and Office Delivery) >

- ・ ボトルドウォーター充填システム導入コンサルティング
- ・ ボトルドウォーター製造プラントの設計、施工、販売
- ・ メンテナンスサービス

<TWS事業 (Tap Water System) >

- ・ 自家水道事業の導入コンサルティング
- ・ 事業計画の策定、井戸調査
- ・ 井戸掘削、プラント設計、施工
- ・ メンテナンスサービス

¹ 「Pinsent Masons Water Year Book」を基に分析

<環境事業>

- ・ RO 装置の製造、周辺機器の販売
- ・ 急速ろ過装置の製造
- ・ 純水装置の製造
- ・ 排水リサイクルプラントの設計、施工、販売
- ・ メンテナンスサービス

今後は、既存 3 事業の拡充に加えて、「環境・エネルギーに配慮した水処理技術の推進」「高い技術力を活かした海外への水プラント展開」の 2 つを推進することで、更に幅広く付加価値の高い水を提供していく。

<環境・エネルギーに配慮した水処理技術の推進>

- ・ 「環境」や「エネルギー」といった観点も含めた最も効率的で効果的な水処理プラントのトータルコーディネート事業を推進する。
- ・ 排水リサイクルシステムや自家水道水設備による水使用量の削減、効率的な水循環、処理に係る電力消費量の削減といったことを、水のライフサイクルベースでの提案を行なっていく。

<高い技術力を活かした海外への水プラント展開>

- ・ 世界的な問題として顕在化する水不足や水質汚染に対して、あらゆる状況・ニーズに対応できる技術力の高さ、柔軟性あるプラントコーディネート力を活かし、海外での水処理プラント、ミネラルウォーター充填プラント等の受注を推進する。
- ・ 世界的な水問題の解決に貢献するとともに、エネルギーや環境も視野に入れながら、地域の社会基盤整備としての事業展開を推進する。

□ 海外進出プラン

NPW では、水不足地域であるアフリカ、水需要が激増すると見込まれる東南アジアへの展開を見据えている。NPW における海外展開の第一歩となった、中国における浄水場への膜処理プラント設置（2010 年）で培った技術・経験を活かし、本調査を基にチュニジアでの案件化を目指す。

また、チュニジアでの実績をもって、アフリカ諸国への水プラント展開を行う計画である。チュニジアで実際のプラント（パイロットプラント）を用いた実証作業を行うことができることで、アフリカ諸国への展開を加速度的に進められると想定している。その後、東南アジアにおける水需要の拡大を見据え、アフリカで培った技術・経験を持ち込む形で水プラント展開を行う計画である。

海外展開を円滑に進めるためには、以下の 2 つに取り組むことが重要である。1 つが、他インフラ事業者等との横断的コンソーシアム構築の推進により、エネルギー関連インフラが未整備な地域への展開を可能にすることである。もう 1 つが、現地でのスタッフの採用を行うと同時に、

日本国内での技術教育および人材育成を進めることである。将来的には、製造工場等についても完全技術移転を視野に入れている。

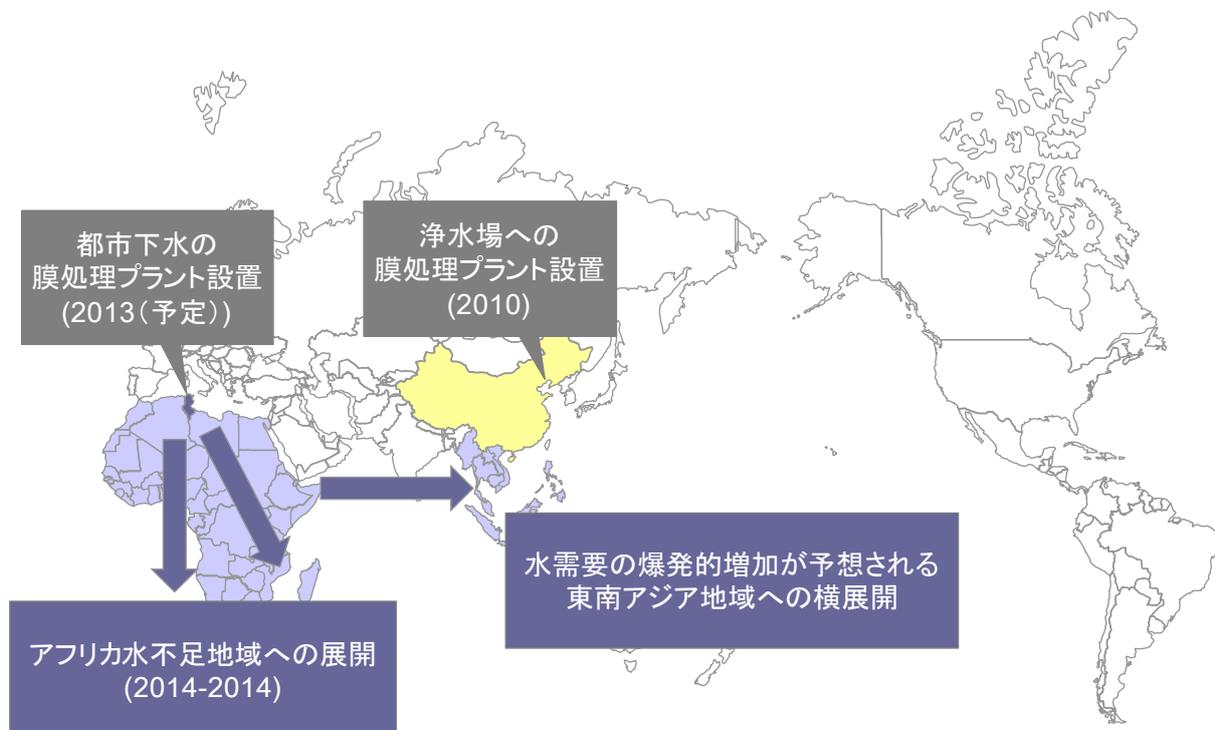


図 2-6 NPW の海外進出プラン

2-3 提案企業の海外進出による地域経済への貢献

NPW によるチュニジアへのビジネス展開により、NPW がある石川県の経済に貢献することができると考えられる。NPW は、リネン排水リサイクルシステムの優れた技術によって、「平成 21 年度石川ブランド優秀新製品認定」を受けている。このことから、NPW の海外展開は、「石川ブランド」の認定の狙いである、県内中小企業の自社製品開発意欲の喚起、県内産業の高度化の推進をまさに体現したものとして、中小企業等に勇気を与え、更なる活力をもたらすことが期待できる。また、NPW の海外展開ノウハウを県内中小企業に伝えることで、新たな中小企業の海外展開を誘発することが期待できる。

2-4 想定する事業の仕組み

□ 前提となる現地のニーズ

チュニジアは全土にわたり水不足の状態にあり、特に塩分濃度の低い水に対するニーズが見込まれる。また、農業用水（灌漑用水）・工業用水に質の高い水資源を供給することで、産業発展に結び付けたいというニーズも存在する。

一方、RO 膜を活用した都市下水高度処理水は、1.00TND/m³ 程度での販売を想定しているが、現在の水販売価格は、水質や用途によるものの 0.02-0.90TND/m³ 程度であることを踏まえると、高

度処理のランニングコストに見合う販売価格での水資源ニーズは、現状の水供給の中からは読み取ることが困難である。

□ 現地のニーズを考慮した事業展開案

事業展開における品質・価格の設定方針として、「RO 膜を活用した都市下水高度処理水の低価格での提供」「水質の低い都市下水高度処理水の低価格での提供」「RO 膜を活用した都市下水高度処理水の特定需要家への高価格での提供」の 3 案を想定している。NPW の事業展開方針および現地のニーズに照らし、案③を最優先で検討することとする。

<案① RO 膜を活用した都市下水高度処理水の低価格での提供>

- ・ 現状の水販売額と同程度の低価格で、RO 膜を活用した都市下水高度処理水を提供する。ランニングコストと販売額の差額が大きいため、チュニジア政府からの補助金等の措置が必要になるが、既存の水資源の不足を緩和する効果は期待できる。
- ・ 現在もランニングコストより低い販売価格で水を提供しているケースがあると考えられるが、都市下水高度処理水と現在の販売価格の差額は非常に大きいため、水不足の緊急性が現状以上に高まれば実現の可能性が高まるが、現時点で補助金等を期待することは困難。

<案② 水質の低い都市下水高度処理水の低価格での提供>

- ・ RO 膜を活用した都市下水高度処理は、水質は極めて高いもののランニングコストが高いため、RO 膜以外の膜を活用するか、あるいは RO 膜を活用した都市下水高度処理水を他の低品質水と混合することで単位体積あたりランニングコストを下げ、現状の水販売額と同程度の低価格で提供する。
- ・ 水不足の環境を踏まえると事業性は見込めるが、高品質な都市下水高度処理水の提供にこそ本邦技術の競争力があり、品質の要件が下がると他国企業とのコスト競争に陥る懸念が強いため、NPW の事業展開方針として適切でないと判断した。

<案③ RO 膜を活用した都市下水高度処理水の特定需要家への高価格での提供>

- ・ RO 膜を活用した都市下水高度処理水を、ランニングコストに見合う価格で販売する。現状の水の販売価格と比べるとかなり高価となるため、RO 膜を活用した処理水であるがゆえの高品質を売りとし、高品質な水ニーズのある産業に特化して販売する。
- ・ 高品質な水を必要とする産業として、化学産業、製薬産業、繊維産業、電機機器産業、高効率農業（植物工場）等が考えられる。既存の工場に加え、今後展開が見込まれる工場についても有望な需要家であると考えられる。

案③における販売先は、高品質な水を必要とする産業のみということで一見限定的であるが、これらの産業はチュニジアにおける GDP 割合が高いことから、一定規模の需要が見込めるのではないかと想定できる。

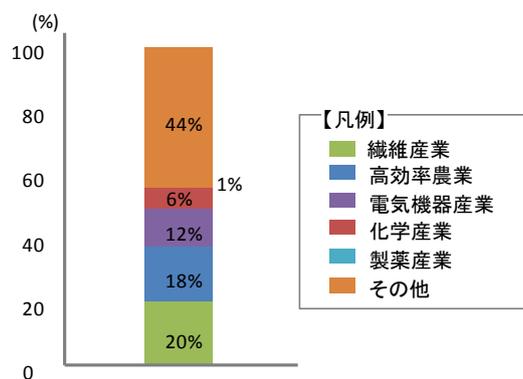


図 2-7 チュニジアの工業 GDP に対する業種別 GDP 割合¹

□ 個別企業のニーズ

前述の案③で進めることを前提として、高品質な水ニーズがあると想定される企業に対し個別調査を実施した。調査を実施した企業 4 件の企業概要²は以下の通り。

<GCT（化学産業）>

- ・ 主に化学肥料を生産
- ・ 資本金：4 億 7600 万 TND、従業員 2,120 名
- ・ チュニジア各地に 4 か所の工場をもつ（調査はガベス工場で実施）
- ・ 現在は、SONEDE から 80%、残りは自社で地下水を採取している。今後、ONAS から廃水の供給を受け、自前で RO 膜処理プラントを設置して廃水を浄化し、工場にて利用することを計画している。

<LEONI TUNISIE（電機機器産業）>

- ・ 自動車用ケーブルなどを生産
- ・ 資本金：900 万 TND、従業員 7,000 名
- ・ スースに工場をもつ

<YKK（繊維産業）>

- ・ 主にジッパーを生産
- ・ 資本金、従業員数に関する公知情報なし
- ・ スースに工場を持つ

¹ National Institute of Statistics(Tunisia)を基に 2011 年の GDP により按分して算出。但し、化学・製薬産業、機械・電気機器産業についてはそれぞれの産業に更に分割する必要があるため、それぞれの産業における企業数を用いて按分を実施。企業数は National Institute of Statistics(Tunisia)を基に従業員数 10 名以上の企業に絞って、中南部の 10 都市の企業数を利用。

² API データベース

- ・ SONEDE から水資源を得て、それに対し自前で水処理加工を実施し利用している
- ・ 周囲にはベネトン社等の繊維産業の工場があり、YKK 社と類似する水需要があるのではないかと考えられる。

< SanLucar Fruit S.L (高効率農業) >

- ・ ビニールハウスにて主にトマトを栽培（当該企業は「植物工場」を運営していないが、植物工場を想定した調査を実施）
- ・ 資本金、従業員数に関する公知情報なし
- ・ ガベス県エル・ハンマに農場をもつ
- ・ 主に近隣地下水から採取し、原水の半分を RO 膜プラントで処理し、原水と混ぜて利用している

上記 4 社に対し、高品質水のニーズに関する調査を行ったところ、2 社においてニーズが確認された。特に YKK は染色工程の水質が課題となっており、高品質な水に対する明確なニーズを確認することができた。また、現状の水コストが 1.45TND/m³ であり、都市下水高度処理水の想定販売価格である 1TND/m³ よりもかなり高額であることも、都市下水高度処理水に対するニーズを期待できるポイントである。

表 2-3 チュニジアの企業における水ニーズ

企業名	利用水量 (m ³ /日)	現在の水コスト (TND/m ³)	品質についてのニーズ	都市下水高度処理 水の購入希望価格
GCT	27,000	0.80~0.90	製品の質を上げるために塩素イオン濃度 200mg/l まで下げた高品質水を求めている	0.20~0.30
LEONI	-	-	高品質水のニーズはない	(購入希望なし)
YKK	7	1.45 ¹	染色工程の水質が課題となっており、塩素イオン濃度 50mg/l の高品質水を求めている	0.70
SanLucar	3,000	0.20	現在購入している水は水質が低い。水質が高ければ他の植物の栽培も可能となるため、検討の余地あり	具体的な提示なし

□ 事業展開地域

チュニジアにおいて特に水不足が懸念される中部・南部においても、高品質な水を必要とする

¹ SONEDE からの購入価格が 0.98TND/m³、SONEDE からの供給水の水質を更に高めるための自社での浄化コストが 0.47TND/m³ で計 1.45TND/m³ となっている。

産業の企業は数多く存在している。特にスファックス、スース、モナスティール、マハディアなどの中部の沿岸地域に、繊維業をはじめとする産業が多く存在している。RO 膜を用いた都市下水高度処理プラントの設置・運営にあたっては、これらの地域で展開が最も市場性が見込めるのではないかと考えられる。

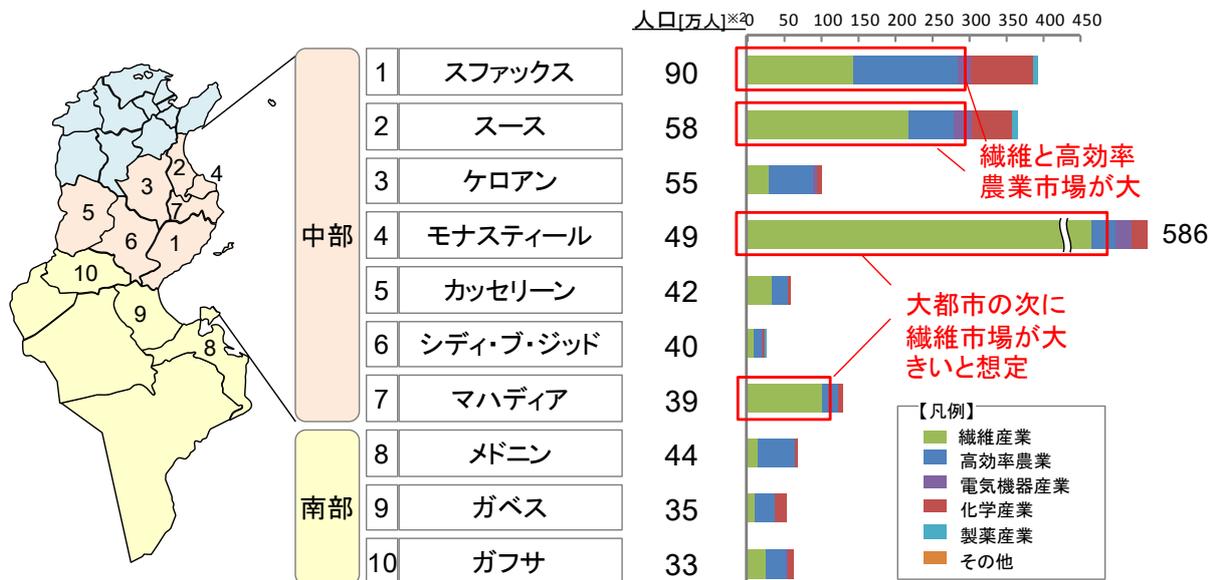


図 2-8 中南部における県別業種別企業数（従業員 10 名以上）¹

□ 現状の水供給ビジネスモデル

チュニジアにおける現状の水供給については、基本的に SONEDE が飲料水・観光用水・工業用水の供給を担っている。一方、農業用水（ゴルフ場等も含む）・農村部の飲料水は MA (CRDA) が供給している。工業・農業においては、これらの供給水以外にも、近隣にある地下水を自前で導水し利用しているケースもある。

下水については、一部の未整備地域、および工場を除き ONAS が処理を行っている。工場から発生する廃水は各工場において廃水処理を行うルールとなっており、ONAS が管理する範囲に含まれていない。

現在も、一部の都市下水が二次処理後に農業用水として再利用されている。ONAS から MA (CRDA) に都市下水処理水が無償で提供され、その水を MA (CRDA) が農家等に安価で提供している。なお、ONAS Gabes によると、農業利用される都市下水処理水の水質が低いことが農家からのクレームに繋がっているという。

¹ 人口 30 万人以上の中南部の都市を対象。「National Institute of Statistics(Tunisia)」の公開データベースを参照して企業数を算出。

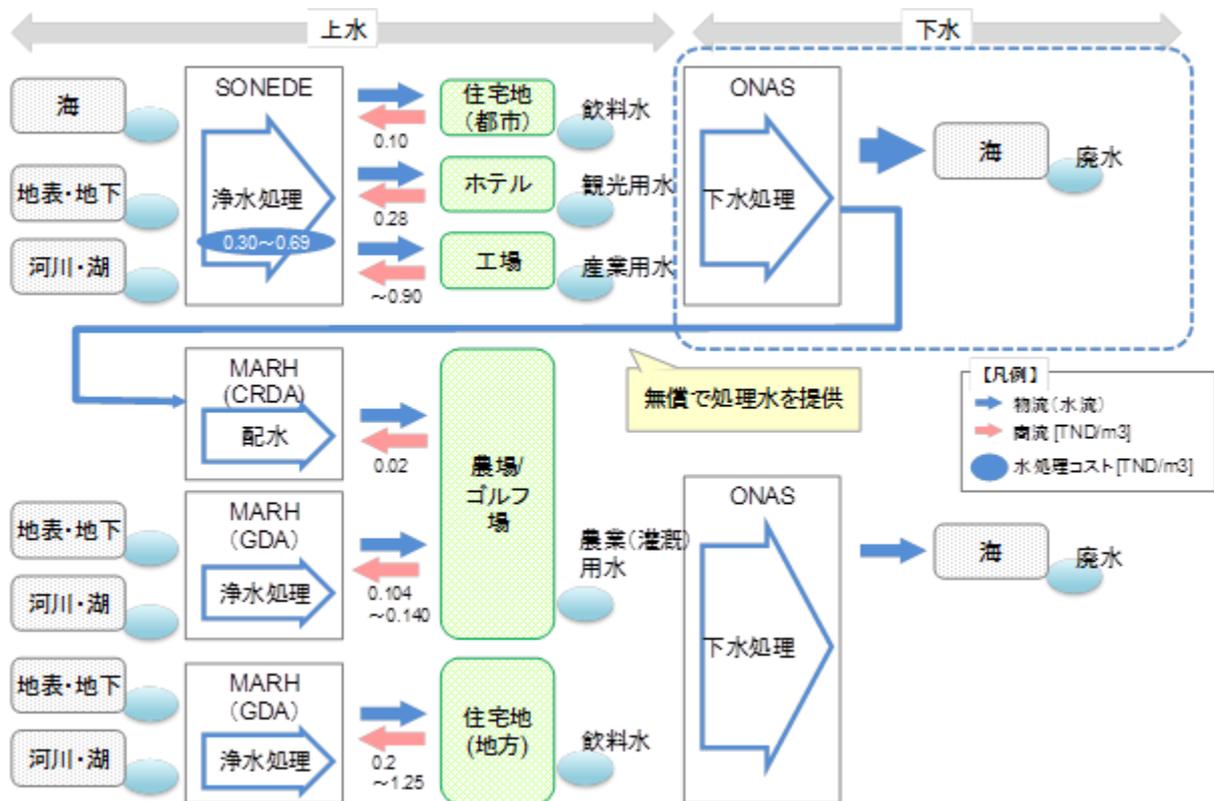


図 2-9 チュニジアにおける現状の水供給ビジネスモデル

図 2-9 内にもあるように、SONEDE は浄水処理に 0.39~0.69TND のコストを要しているが、水の販売価格はそれに比べて安価である。但し、SONEDE が提供している水よりも都市下水高度処理水の方が水質は高く、高い水質を求める工業等の需要には訴求力があるため、必ずしも現在の販売価格が都市下水高度処理水の販売価格に影響するものではない。

表 2-4 現状の造水コストおよび販売価格

用途	利用用途別造水コスト	販売価格
飲料水	0.30~0.69 ¹	0.10 ²
工業用水 観光用水		0.28 ² ~0.90 ³
農業用水	(データなし)	0.02 ⁴

¹ SONEDE における上水処理コストとしてデータ取得。同一技術のプラントだが、設置地域により差がある。

² JETRO「欧州・投資関連コスト一覧（トルコ・北アフリカ・CIS 諸国含む）」

³ GCT in Gabes ヒアリング

⁴ MA ヒアリング

□ 都市下水高度処理水を利用した場合の水供給ビジネスモデル

都市下水高度処理水を利用する際には、現在の下水処理に加え、RO膜を用いた下水高度処理を行い、この水を農業用水・工業用水として提供する。これらの一連の機能を ONAS が担うことを想定している。都市下水高度処理水の供給を行う機能を含んでおり、SONEDE が担う水供給機能との機能の重複が生じることとなるが、水資源の所在や供給先の違いを考慮し、ONAS にて実施すべきと判断した。SONEDE は ONAS が担うことについて、賛成の意思を示している。

なお、このビジネスモデルを導入することに拠り、高度処理水の販売という形で ONAS に新たな収益源をもたらせることから、ONAS の経営へのよいインパクトも期待できる。

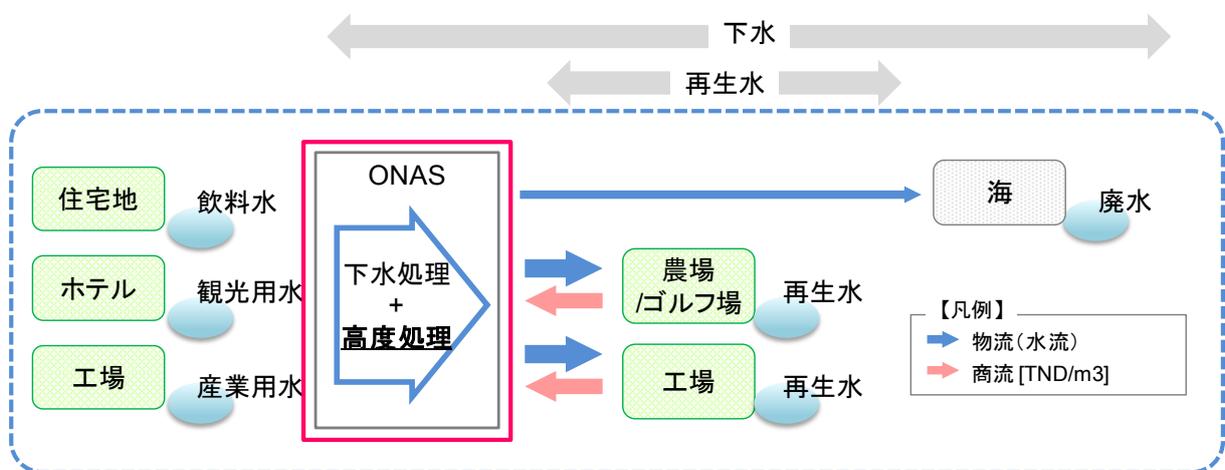


図 2-10 都市下水高度処理水を利用する際のビジネスモデル（案）

□ 展開事業のチュニジアにおける市場規模

現時点で想定することができる、チュニジアにおける都市下水高度処理水の市場規模は 24 億円程度と考えている。チュニジア国の工業用水のうち、高品質水に対するニーズのある業種で利用している水量を都市下水高度処理水の供給余地と捉え、この水量に販売想定価格である 1TND/m³ を乗じたものを市場規模とした。

以下、市場規模の算出方法を示す。表内の青字は引用した値、赤字は算出した値、黒字は前項以前で算出済みの値を表す。

<算出方法>

- ・ チュニジアにおける年間工業用水使用量：111 百万 m³¹
- － チュニジアの用途別水利用割合により算出

¹ DGRE 「Gestion des ressources en eau en Tunisie (2007)」

- ・ 高品質水ニーズ産業率：36%¹
 - チュニジアの工業用水を利用している産業の全 GDP のうち、繊維産業・食料品製造業・電気機器産業・化学産業・製薬産業の GDP 合計が占める割合を算出
 - なお、「化学・製薬」「機械・電気機器」は GDP が一括りで表されているため、各産業の企業数により GDP を按分して算出
- ・ 都市下水高度処理水価格：1.00TND/m³（仮定）
- ・ 計算式：1.11 億 m³ x 36% x 1.00TND/m³ = 4,085 万 TND = 24.2 億円²

□ 都市下水高度処理水の販売普及戦略

RO 膜を活用した都市下水高度処理水の販売先は、高品質な水を必要とする工場（高効率農業を行う植物工場を含む）を主に想定しており、都市下水高度処理プラントから販売先工場まで直接水道管を敷設することとなる。事業展開を進め商業ベースに乗せるためには、工場への働きかけにより中長期的な購入に結び付けていくことが必要である。以下に、都市下水高度処理水の販売普及を進めるための方針を示す。

<大需要家への個別営業>

- ・ 一日当たり 27,000m³ の水を使用する GCT Gabes のような水需要がきわめて大きい工場に対しては、個別に営業活動を行い、都市下水高度処理水の品質の高さにより得られるメリットを示す。
- ・ 対象となる工場の業種等を踏まえ、高品質な水を利用することで製品の質が向上したり、あるいはこれまで製造できなかった高度な製品を製造できるようになったりといった付加価値の増大に繋げるための方策を提案する。³
- ・ 従来購入している水資源より価格が高い場合でも、製品の製造コスト全体から見た水コストのインパクトを示し、十分な水資源を確保できることによる生産拡大等の効果を踏まえた費用対効果の高さを示す。⁴

<地域自治体を通じた中小需要家への販売展開>

- ・ 少量の需要家に対して個別に営業活動を行うことは現実的ではないため、効率的な販売展開を進めるために地域自治体の後押しを得ることを目指す。

¹ National Institute of Statistics(Tunisia)

² JICA 平成 24 年度精算レート表 2 月分（1TND=59.25 円）

³ GCT Gabes では、高品質な水を豊富に確保できればより高品質な肥料の生産が可能になり、利益の増加が期待できるという見解を示している。

⁴ 工業ではなく農業の例であるが、Gabes にある SanLucar Fruit S.L 社のビニールハウスにて栽培しているトマトの売価 6TND/kg に対し、都市下水高度処理水の購入に要するコストはトマト 1kg の生産に対し 0.07TND 程度と売価の約 1%に過ぎない。トマト 1kg の生産に要する水の量は 0.05m³ である。

- ・ 「都市下水高度処理水を工業に利用することで、既存の水資源や海水淡水化による水資源を飲料水等に優先的に供給する」という本事業の全体像を踏まえると、地域自治体より都市下水高度処理水の工業への展開への後押しを受けることは合理的である。
- ・ 特に導入当初については、自治体からの補助金等により価格を下げ、都市下水高度処理水の工業への普及を促進することも、自治体に提案していく。

<新規需要の創出>

- ・ 将来チュニジアに設置される工場に対する都市下水高度処理水利用の展開を模索する。
- ・ 現在、チュニジアの中部・南部には、高品質な水資源の確保がボトルネックとなって工場を誘致できない地域が多く存在すると考えられ、工場誘致の切り札として、高品質な都市下水高度処理水を供給する体制を整えることを提案する。
- ・ 工場の誘致に対する投資の一環として、都市下水高度処理水への補助金の投入も自治体に提案していく。

2-5 想定する事業実施体制・具体的な普及に向けたスケジュール

□ スケジュール

NPW がチュニジアに都市下水高度処理事業を展開するにあたっては、現行法制度の改訂を含む法整備により、都市下水高度処理水を農業・工業に幅広く利用できる環境を整えることが不可欠である。法整備においては、チュニジアの環境下における都市下水高度処理水の科学的なデータが必要であることから、事業を展開するための環境整備を目的とした、チュニジアでの都市下水高度処理パイロットプラントの設置および処理水の科学的検証を先行して実施する。以降、法整備が進んだ段階で事業展開を本格化し、本格プラントの設置・運営および処理水の販売を行う。

パイロットプラントの設置および検証に要するリードタイム、またその結果を受けての法整備に要するリードタイムを考慮し、パイロットフェーズに少なくとも3年程度は必要となると想定している。その後、法整備等が進み事業環境が整い次第、本格事業展開に着手する。(ODA 案件化を想定した具体的なスケジュールは4-2に詳述)

□ パイロットフェーズの実施体制

NPW は、ONAS のサポートを受けながら、パイロットプラントの設置・運営を行う。ONAS は都市下水高度処理事業のチュニジアでの展開に対して前向きであることから、パイロットプラントのランニングコストの負担を含む全面的なサポートを表明している。基本的には、NPW と ONAS が二人三脚の形でパイロットフェーズを進めていく。

パイロットプラントでの科学的検証にあたっては、水質データの取得等は NPW により実施するものの、幅広い農業利用・工業利用を可能にするための法整備を後押しするためには、実際に処理水を農業・工業に利用した形での検証が求められる。これに対応するため、先ず農業利用については CBBC の協力を得て、現在は下水の活用が禁止されている農作物の栽培を、処理水を利用して試験的に行う。工業利用については YKK 等の高品質な水を必要とする民間企業の協力を得て試験的に工場では処理水を利用することを想定している。CBBC はパイロットプラントが設置された際

の協力を約束している。また CBBC は、太陽光発電を活用した人工光型植物工場での実証に対し前向きな姿勢を示している。

検証結果を受けた法整備については、ME、MA、MI 等により検討されるため、それらに対し適宜実証結果の報告を行う。

その他、NPW の事業展開を支えるため、計画策定や調査分析、プロジェクト管理支援等を務めるコンサルティング企業、およびプラントの設計・建設を担うエンジニアリング企業（現地企業）の参画を想定している。

表 2-5 パイロットフェーズの実施体制

プレーヤー	主な役割
NPW	パイロットプラントの設置・運営
ONAS	パイロットプラントの設置・運営サポート
CBBC	農業向け検証のサポート
民間企業（工業）	工業向け検証のサポート
ME	事業展開に向けた法整備
MA	事業展開に向けた法整備
MI	事業展開に向けた法整備
コンサルティング企業	計画策定・調査分析・プロジェクト管理支援
エンジニアリング企業	パイロットプラントの設計・建設

□ 本格事業展開フェーズの実施体制

都市下水高度処理事業の主たる運営者は ONAS を想定している。ONAS が NPW に対して本格プラントの設置・運営を委託する形で NPW が事業を展開する計画である。事業立ち上げのための予算措置が必要であることから、ONAS の管轄省である ME および MFT による予算確保が必要となる。

事業展開フェーズにおいては、都市下水高度処理水を販売するための営業活動が必要であり、公益性の高い事業であることから、ONAS を通じ自治体の協力を得ることを目指している。利用促進のための制度制定、あるいは補助金等を想定している。

コンサルティング企業、エンジニアリング企業はパイロットフェーズと同様の役割での参画を想定している。

表 2-6 本格事業展開フェーズの実施体制

プレーヤー	主な役割
NPW	都市下水高度処理プラントの設置・運営
ONAS	都市下水高度処理事業の運営
コンサルティング企業	計画策定・調査分析・プロジェクト管理支援
エンジニアリング企業	都市下水高度処理プラントの設計・建設

□ 事業展開における課題

NPW がチュニジアにおける事業展開を進めるにあたっては、ONAS の運営の質、水道管投資、電力供給が挙げられる。以下に、調査により明らかとなった課題、および対応方針を示す。

<ONAS の運営の質>

- ・ ONAS が排水している下水処理水の水質が低いことが、ガベス等で住民の苦情に繋がっている。ONAS の水処理プラント運営管理の品質の低さが原因として指摘されている。
- ・ チュニジアへの事業展開において、都市下水高度処理プラントを運営する要員は ONAS からの拠出を想定しており、ONAS の水処理プラント運営管理の品質が低いと都市下水高度処理プラントの運営に支障をきたす懸念がある。
- ・ 課題に対応するため、水処理プラント運営管理要員を対象に、NPW の技術者がチュニジアおよび日本でのトレーニングを実施する。また、水処理プラントが安定稼働に入り NPW の技術者が帰国した後にも、水処理プラントの運営状況を遠隔でモニタリングできる仕組みを導入し、適切な運営管理が行われていることを常時担保する。

<水道管の投資>

- ・ 都市下水高度処理プラントから販売先工場までの水道管の敷設コストが大きくなる懸念がある。都市下水高度処理水は、飲料水が提供されている既存の上水道を介して供給することは困難であり、別途水道管の敷設が必要である。
- ・ 課題に対応するため、水処理プラントを設置する際には、販売先となる需要家の所在を把握し、都市下水処理施設の立地も踏まえた上で、都市下水高度処理プラントの最適な設置個所を決定する。

<電力の供給>

- ・ 都市下水高度処理プラントには多量の電力が必要であり、水処理プラントの運営上、電力の確保は不可欠である。チュニジアには電力供給が潤沢でない地域も多く、必ずしも水道管の敷設に都合のよい立地で電力供給が充分にあるとは限らない。
- ・ 課題に対応するため、太陽光発電システムとのセットでの水処理プラントの導入や、安定的電源供給を目的としたインフラ事業者等とコンソーシアム形成等により、安定的で高品質な電力の確保、エネルギーマネジメントによる効率的な電力運用を行う。

2-6 リスクへの対応

□ 事業展開におけるリスクと対応方針

シンガポール等では既に普及している都市下水高度処理水の再利用であるが、チュニジアでは前例のないものと言うことができ、導入に向けては都市下水高度処理水固有のリスクが存在する。

チュニジアでは、二次処理後の下水処理水は農業利用（ゴルフ場を含む）がされてきており、「下水処理水の再利用」についての住民の理解、あるいは法制度がこれを前提に確立されている。このことが事業展開上のリスクに繋がると考えている。しかし、都市下水高度処理水と二次処理後の下水処理水では水質が全く異なるため、全く別の物として理解を醸成し、また法制度の改訂を促していく必要がある。以下、都市下水高度処理水の利用に固有のものとして想定されるリス

クと対応方針を示す。

<都市下水の再利用への宗教的制約・心理的抵抗>

- ・ 本調査の中で、水質が担保されるのであれば、都市下水高度処理水の工業利用に関心があるとの見解を MI より得られた。また農業利用についても、農家に抵抗感を生じないのではないかという見解を MA より得られた。しかし、農産物の消費者は国内外の広範にわたり、それら全てに抵抗感がないとは言い切れないため、農業利用の展開におけるリスクになりうるという指摘が MA よりあった。
- ・ 当リスクへの対応にあたっては、まずはリスクが小さい工業利用への事業展開を優先的に実施することとする。工業利用の中で都市下水処理水の品質を示した上で、農業利用において農産物への品質上の問題がないことを科学的に示す。また、農産物の輸出先等を踏まえ、当該国での都市下水高度処理水への評価・理解を検証し問題ないことを確認した上で事業展開を進める。

<都市下水の再利用に向けた法整備の難航>

- ・ 農業利用について、現在は二次処理後の下水処理水が利用されているが、1-3 に記述した通り、二次処理後の下水処理水の水質が低く、水質が低い前提で農業利用に関する法制度が整備されている。現状のままではその法制度が都市下水高度処理水にも適用される。現在は一部の農産物のみ下水処理水の利用が認められているため、都市下水高度処理水の農業利用を展開するためには法制度の改訂が必要な状況である。MA は法制度の改訂を進める意思を示しているが、法制度の改訂には多数の省庁との合意形成が必要であり、難航するリスクがある。
- ・ 工業利用については、現在は下水処理水の利用は基本的に無かったため、都市下水高度処理水の工業利用のためには水質基準等を定めた新たな法制度の制定が必要である。MI は都市下水高度処理水の工業利用に前向きであり、法制度の制定へのコミットメントも期待できるが、農業利用と同様に、法制度の制定には多数の省庁との合意形成が必要であり、難航するリスクがある。
- ・ 当リスクへの対応にあたり、事業展開の初期は「特例措置」の適用を受ける対応を進めることで、法整備が難航しても事業展開に支障をきたさないようにする。「特例措置」は 1-3 にある通り、関係省庁（農業：MA・ME、工業：MI・ME）のみの承認で実施可能であり、MA、MI、ME のいずれも都市下水高度処理水の利用に対し前向きであることが確認できたため、事業展開の支障となる懸念は小さい。

その他、必ずしも都市下水高度処理水の利用に固有でないリスクとして、「料金不払い」「自然災害」がある。

チュニジアでは、水道料金の不払いが ONAS の経営を圧迫しているという ONAS の指摘もあり、都市下水高度処理水の利用料を適切に徴収できないリスクがある。ONAS に水資源使用料を徴収する機能・ノウハウがないことも、都市下水高度処理水の供給における料金不払いのリスクを高めるものである。このリスクに対応するためには、SONEDE からの助言に基づき、水資源使用料を確実に徴収する仕組みを確立することが重要である。

また、自然災害のリスクも視野に入れる必要がある。地震の少ないチュニジアでは特に洪水により都市下水高度処理プラントが破壊される懸念があるため、水処理プラントの設置個所を決定する際に、洪水リスクの高さを踏まえて検討することが重要である。

第3章 ODA 案件化による対象国における開発効果及び提案企業の事業展開効果

3-1 提案製品・技術と当該開発課題の整合性

チュニジアでは、水資源が不足している現状を受け、「表流水・地下水以外の水資源開発」が開発課題となっている。また、都市下水の水質が低い現状を受け、「水処理プラントの運営技術の向上」が開発課題となっている。これら 2 つの開発課題は、NPW がもつ技術が大いに解決に資するものである。

<開発課題① 表流水・地下水以外の水資源開発>

- ・ チュニジア国では、特に中南部において慢性的な水不足の状況に陥っており、今後地球温暖化や人口増加の影響を受け水資源の持続可能性がさらに悪化する恐れがある。
- ・ ONAS も、このままでは 2030 年を待たずにチュニジア国の水資源の危機を迎える状況だと言及しており、新たな水資源の開発が求められている。

<開発課題①の解決に資する NPW の技術>

- ・ NPW は、RO 膜を活用した水処理プラントの運用により、都市下水を日本の水道水基準に適合する品質にまで浄化した高度処理水を生産・供給する技術をもつ。
- ・ 都市下水高度処理水は、飲料水としては宗教的制約・心理的抵抗により利用が困難だが、農業用水や工業用水として広範な利用が可能な水資源となる。

<開発課題② 水処理プラントの運営技術の向上>

- ・ ONAS が処理を行った都市下水の水質が低く、臭いや害虫の発生に繋がっており、近隣住民の不満に繋がっている。また、工場排水は ONAS の管轄ではないものの、更に水質が低いことが ONAS より指摘されている。

<開発課題②の解決に資する NPW の技術>

- ・ 各種機能膜 (RO 膜等) を組込んだ水処理プラントを国内外で数多く運営しており、水処理プラントの運営ノウハウを蓄積している。また、水処理プラントの運営人材の育成も多数行っており、ONAS の要員に対する技術指導を円滑に行うことが可能である。

3-2 ODA 案件の実施による当該企業の事業展開に係る効果

NPW がチュニジアで都市下水高度処理事業を展開するためには、前述の通りパイロットプラントの設置・運用による検証を行い、法整備等を進め事業環境を整える必要がある。また、NPW は水処理プラントの設置・運営に関する豊富な実績を保有しているが、都市下水高度処理プラントを海外に設置した実績がないため、設置・運営能力をチュニジア政府機関・企業等に示すためにもパイロットプラントをチュニジアで設置・運営することが望ましい。

しかし、NPW は大規模な企業ではないため、多額のイニシャルコストが必要となるパイロットプラントの設置・運営を自前で実施することは容易ではないことから、ODA 案件化によりパイロ

ットプラントの設置・運営を行うことを提案する。ODA 案件の実施によりパイロットプラントの設置を迅速に行うことができるようになり、NPW の都市下水高度処理水のチュニジアへの事業展開の大幅な加速が期待できる。また、チュニジアへの事業展開を梃子にした、他国への事業展開についても同様に加速が期待できる。

<海外事業展開における NPW の強み>

- ・ RO 膜をはじめとする機能膜を組み込んだ水処理プラントの設置・運営に関し、豊富な実績に基づく技術を擁している。
- ・ 「浄水から排水まで水処理のトータルエンジニアリング」と謳うように、水処理を中心として、コンサルティング、EPC、O&M の全てを担うことができる水処理会社という独自のポジションを築いている。

<海外事業展開における NPW の弱み>

- ・ 多額のイニシャルコストを自前で負担しパイロットプラントを設置・運営することが困難で、NPW だけでは本格事業展開に向けたチュニジアでの法整備を促すための品質・コストの検証に着手できない。
- ・ 日本国内での下水高度処理プラント設置・運営実績、また海外（中国）での RO 膜を活用した高度処理プラントの設置実績は保有しているが、都市下水高度処理プラントを海外で設置・運営した実績がない。

<ODA 案件化により期待できる効果>

- ・ ODA を活用したチュニジア国でのパイロットプラントの設置により、都市下水高度処理水の品質・コスト、および NPW の海外での水処理プラントの設置・運営能力を実証的に示すことができる。
- ・ RO 膜を活用した都市下水高度処理水の品質の高さを示し、販売価格が既存の水資源より高額であっても導入する価値があるものであることを示すことができる。

<NPW の将来の海外事業展開における効果>

- ・ 都市下水高度処理プラントのチュニジア国での設置・運営実績を梃子に、チュニジア国全土はもちろん、隣国等のアフリカ広域、また急速な経済発展により将来の水不足が懸念される東南アジア等に対して事業を展開することが可能になる。

第4章 ODA 案件化の具体的提案

4-1 ODA 案件概要

チュニジアでは、RO 膜を活用した都市下水高度処理水を水資源として利用した実績がないことから、都市下水高度処理水に対する懐疑的な意見が現時点では少なくない。しかし、処理水の品質が高いものであることが科学的に証明できれば是非活用したいという意見が政府機関等において大勢を占めている。このため、NPW がチュニジアで事業を展開するためには、実際にチュニジアの都市下水を活用した都市下水高度処理をパイロットプラントで実施し、水質に対する理解の醸成や法整備等、事業展開に必要な環境整備を進める必要がある。

一方、NPW の企業規模を考慮すると、先行してチュニジアに大きな投資を行うことは現実的でなく、都市下水高度処理水の品質を実証するためのパイロットプラントの設置を自前で行うことは難しい。そこで、先ず事業展開の第一歩として、ODA を活用して都市下水高度処理パイロットプラントの設置を行い、水質やコストを検証することで、事業展開に必要な環境整備を迅速に進めることを提案する。〈フェーズ1〉

ODA を活用したパイロットプラントによる検証を受け、チュニジアにおいて都市下水高度処理水の活用に向けた環境整備が進んだ後には、チュニジアの水資源不足の課題を解決するための商用プラントの設置に取り組むことが肝要となる。ここで、チュニジア中部・南部の各地において、有償資金協力によるプラントの設置を行うことを提案する。〈フェーズ2〉

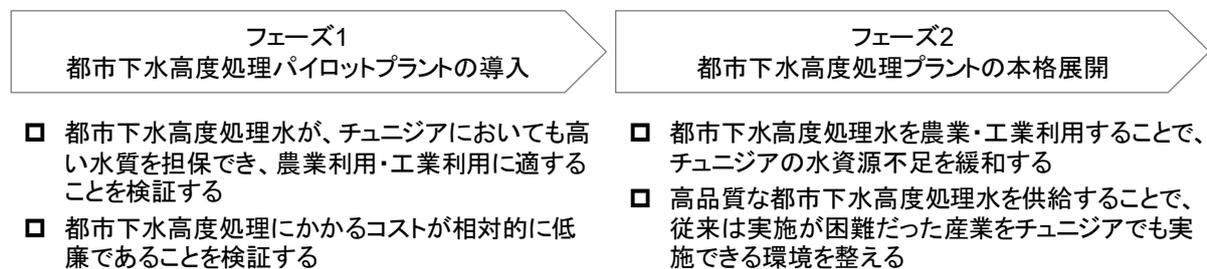


図 4-1 ODA 実施シナリオ (案)

4-2 具体的な協力内容及び開発効果

□ ODA 案件〈フェーズ1〉の実施方針

パイロットプラントは、「水質」と「コスト」の2点について、チュニジアの都市下水を用い、チュニジアの環境下で検証を行うことを目的としている。ODA スキームは、迅速な着手が可能な特例スキームの活用が望ましいが、技術協力のスキームも視野に入れて検討する。以下、ODA 案件〈フェーズ1〉の具体的な進め方の提案内容を示す。

〈パイロットプラントの設置目的〉

- NPW が設置・運営する都市下水高度処理プラントが、チュニジアでも日本と同様に高い水質の処理水を供給できるかを検証することを第一の目的とする。検証にあたっては、

塩分濃度等の水質を測定するだけでなく、将来の農業・工業への活用を見据え、処理水を農業・工業に試験的に使用し、生産物に影響がないかの検証も行う。

- 農業については、パイロットプラント近隣において農作物を栽培し、実際に処理水を散布する。農作物はもちろん、処理水を散布した土壌についても検証を行う。
 - 工業については、処理水をタンクで工場に輸送し、実際に工場の生産工程で処理水を利用し、製品の品質に影響がないかを検証する。
- ・ NPW が設置・運営する都市下水高度処理プラントの運営コストを検証することを第二の目的とする。主に、チュニジアの都市下水の水質でも海水淡水化等の技術に比べ低コストで運営できるか（RO 膜の交換コスト、プラントの修理コスト等に影響はないか）、電力の効率的運用等の検証を行う。

<検証方法>

- ・ パイロットプラント稼働後、1カ月に1度の頻度で水質検査を行う。パイロットプラント建設期間中に、NPW が持つ水質検査技術についてチュニジア人スタッフに指導し、現地で検査を実施できる体制を整える。該当するチュニジア人スタッフは ONAS より配属される。
- ・ 農業利用に係る検証については、CBBC の協力により実施する。CBBC の敷地内にて試験栽培を行う。栽培を行う農作物、検証手法等は NPW との協議の上で決定する。
- ・ 工業利用に係る検証については、YKK スース工場の協力により実施する。YKK が通常実施している検査手法にて水質検証および製品の品質への影響検証を行う。
- ・ コストの検証については、1カ月に1度の頻度で発生コストの検証を行うとともに、パイロットプラント運営終了時に詳細検証を行う。
- ・ 検証結果は積極的に広報するものとし、チュニジアにおいてセミナーを年2回実施し、広報用レポートを年2回作成する)

<パイロットプラントの設置場所>

- ・ ソリマン近郊の都市下水処理中間施設の敷地内に設置し、同施設の下水を利用する。
- ・ 都市下水高度処理パイロットプラントの設置には 10m x 20m 程度の土地が必要だが、十分な敷地があることを確認しており、また土地所有者の ONAS より設置の許諾を得ている。
 - 同施設はボルジュセドリア・テクノパークからほど近く、同テクノパーク内の CERTE の研究所には水処理プラントの技術者もおり、本案件への協力を得られることを確認済みであることから、プラント運営に問題が生じた際にもサポートを受けやすい立地である。
 - ボルジュセドリア・テクノパークの研究施設では、研究用に 500m³/day 程度の水を使用していることから、パイロットプラントの処理水をタンクで輸送すれば研究利用も可能である。

<パイロットプラントの仕様（概要）>

- ・ パイロットプラントの規模は、水質検証のために必要な水量を考慮すると、少なくとも 50m³/day 程度が必要である。

- ・ 供給される都市下水高度処理水の量が限られており、水道管の敷設はコストに見合わないことから、処理水の輸送はタンクで行う。
- ・ パイロットプラントでの処理に伴い発生する汚泥は、スクリュードライバーなどの汚泥引抜ポンプにより、都市下水処理中間施設の汚水槽に戻すことを想定している。

<実施体制>

- ・ パイロットプラント稼働の1ヶ月前より3ヵ月間、日本人技術者がチュニジアに常駐し、チュニジア人技術者の技術養成を行う。稼働後の2ヵ月間は日本人技術者・チュニジア人技術者が共同でパイロットプラントの運営を行う。
- ・ 以降はチュニジア人技術者が運営を行う。日本人技術者は日本から遠隔で運営支援を行うとともに、定期的に訪問し運営状況を確認する。

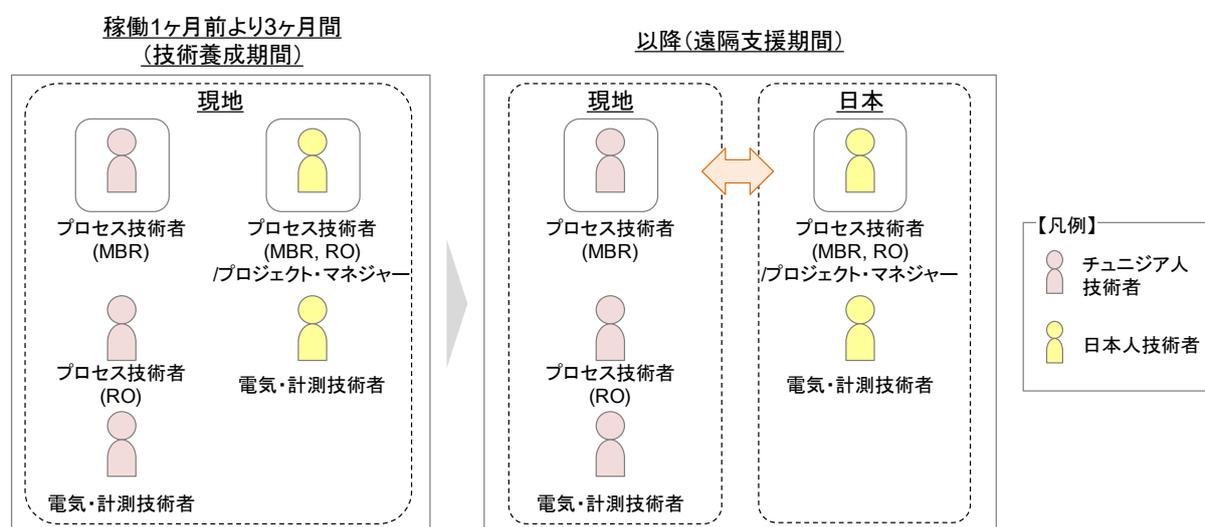


図 4-2 パイロットプラントの運営体制

<イニシャルコスト>

- ・ 検証目的に鑑みた最低限の規模である 50m³/day の都市下水高度処理プラントの設置コストは、以下の各費目を合計し、約 6,000 万円¹と見積もっている。
 - 機材調達費 (MBR システムに係る部品、RO 膜等)
 - 建設費 (MBR・RO システム、中間処理施設からの汚水導入ポンプ等)
 - 労務費 (日本人技術者)
 - 現地業務費

<ランニングコスト>

¹ NPW 試算

- ・ チュニジアにおける 50m³/day の都市下水高度処理プラントの運営に必要なランニングコストは、労務費を含む以下の各費目を合計し、年間 373 万円程度と見積もっている。¹ このランニングコストについては、金額規模を説明の上で ONAS より負担する旨の返答を得ている。
 - プラント運営労務費 (36MM x 7.94 万円/月² = 286 万円)
 - 電気代 ({62kwh/day (MBR)+43kwh/day (RO)} x 11.2 円/kwh³ x 365 日 = 43 万円)
 - 薬品代⁴ (370kg/年 x 892 円/kg = 33 万円)
 - 水質検証費 (月 1 回で計 10 万円)
- ・ 処理水運搬費、ネットワーク代、水道代、故障時の修理費用等のその他のコストは僅少であるため問題ない。
- ・ この他に、ODA 案件のプロジェクト管理を担うコンサルタントの計 20MM 程度の発生を想定している。

<協力機関>

- ・ ONAS (C/P、ランニングコストの負担、土地および都市下水の無償提供) LOI 取得済
- ・ CBBC (プラントで造る再生水の農作物への利用に関する実験・検証)
- ・ CERTE (プラントで造る再生水の質の研究)
- ・ ME、MA、MI、INNORPI (法整備支援)
- ・ YKK (プラントで造る再生水の、工業用水としての利用に関する実験・検証)

<スケジュール・スキーム>

- ・ チュニジアにおいては、政府機関をはじめパイロットプラントによる検証作業の受入体制はほぼ整っており、本調査後すぐに着手することが可能である。また、都市下水高度処理は日本国内では既に確立された技術であり、NPW の事業展開方針に照らしても迅速なパイロットプラントの展開が肝要である。
- ・ 上記を受け、一般的な ODA スキームとは異なる特例スキームでの実施を想定し、2013 年 7 月にプロジェクトを開始する。また、通常の ODA スキームでの実施の場合、チュニジアでは無償資金協力の検討は困難であり、かつ検証目的であることを踏まえると有償資金協力はチュニジア政府機関の想定にないことから、技術協力のスキームで技術支援の一環としてパイロットプラントを供与し実証を行うことになると考えられる。この場合は、2015 年 4 月のプロジェクト開始を見込む。
- ・ パイロットプラントの設計・製造に 6 か月、チュニジアへの輸送に 2 ヶ月、プラント建設に 1 か月を見込む。特例スキームの場合は 2014 年 4 月、通常スキームの場合は 2016 年 1 月のパイロットプラントを稼働させる。

¹ 特に脚注のないものは NPW 試算

² JETRO 「Comparing investment costs」

³ JETRO 「Comparing investment costs」

⁴ 薬品は、シュウ酸、次亜塩素酸ソーダ、硫酸、苛性ソーダ、重亜硫酸ソーダを利用する想定

- ・パイロットプラントの検証は、少なくとも1年は必要であるとする。季節ごとの差異を踏まえた検証を行う必要があることや、農業利用に係る検証には農作物の生育に要する期間を考慮している。
- ・パイロットプラントの運営に係る、チュニジア人技術者に対する技術養成は、前述のとおり稼働1ヶ月前から3ヵ月間を現地で、以降は日本から遠隔で行う。
- ・パイロットプラント稼働後は、水質検証結果を踏まえたデモンストレーションをチュニジア政府機関や企業等に対して随時実施し、都市下水高度処理水の利用促進に向けた理解醸成や法整備を促す。また、近隣コミュニティに対する開発支援も随時行う。

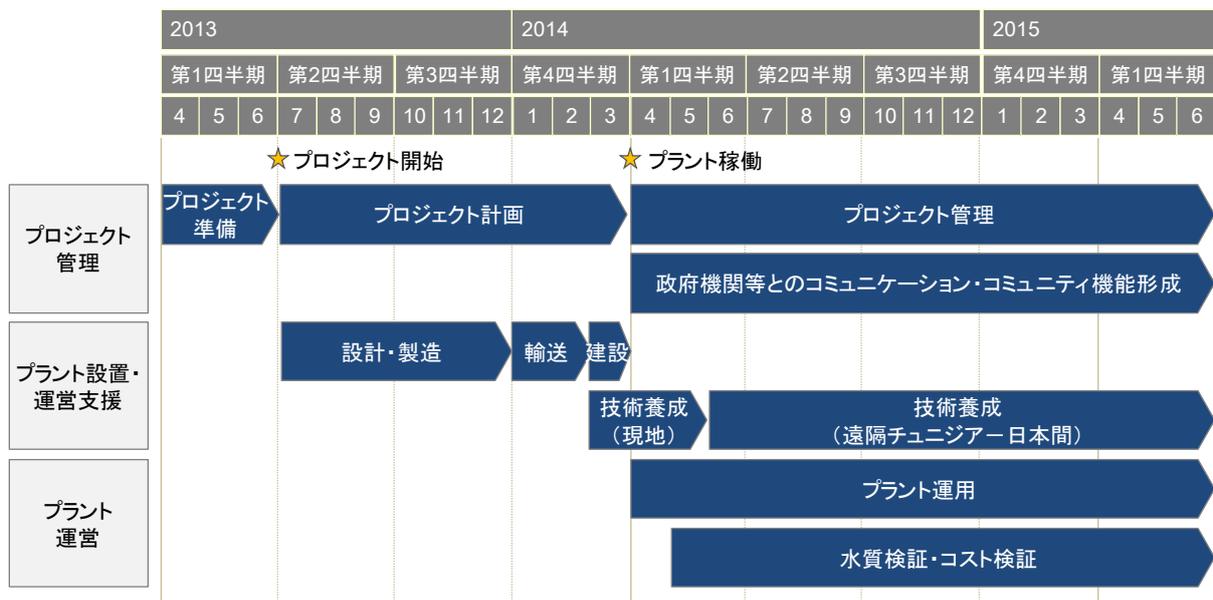


図 4-3 ODA 案件<フェーズ1>のスケジュール (特例 ODA スキームの場合)

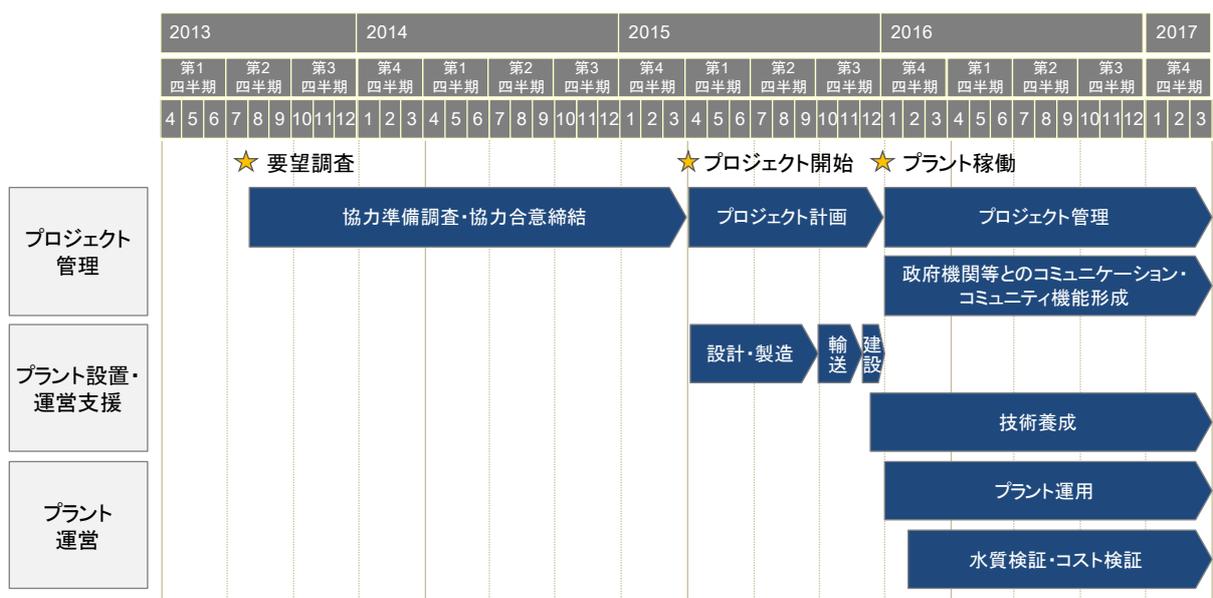


図 4-4 ODA 案件<フェーズ1>のスケジュール (通常 ODA スキームの場合)

<その他の検討事項 ①コミュニティ開発支援>

- ・ パイロットプラントの設置目的に鑑みると、パイロットプラントの設置自体でのチュニジアに対する裨益効果は非常に限られている。将来の本格商用プラントを設置し大きな裨益効果を創出するまでの準備段階としての位置づけが色濃くなってしまう。しかし、国費を投入する事業である以上、チュニジアへの裨益効果を創出することは要件と考えるため、都市下水高度処理水の供給だけでなく、周辺コミュニティにおける開発支援を実施することを想定している。
- ・ 具体的には、都市下水高度処理水のノウハウを活用した、近隣の農業支援を検討する。近隣の農業従事者に対し、水質に応じた農作物の選び方、栽培方法について、CBBC と連携しながら支援を行うことができる。また、都市下水高度処理水のような高品質な水を活用することで、より高付加価値な農作物の栽培が可能になることを示し、将来の本格プラント設置時に近隣の農業従事者が高付加価値農業に着手できる環境を整える。

<その他の検討事項 ②植物工場・太陽光電池の設置>

- ・ パイロットプラントでは、僅かとはいえ一定の都市下水高度処理水を供給することが可能である。近隣にあるボルジュセドリア・テクノパークに供給することも想定しているが、パイロットプラントに隣接する形で処理水の供給先を新設することでより実用的な検証を行いやすい環境が整えられる。
- ・ 高度な植物工場をパイロットプラントに隣接する形で設置すれば、灌漑農業に比べて水の消費量が大幅に少ないこともあり、適切な運営が可能である。上記の農業向け検証を効率的に実施することができる。
- ・ 植物工場で、チュニジアの気候・環境の制約に係らず高付加価値の農産物を生産するためには太陽光でなく人工光を用いる必要があり、そのための電力源としては太陽光発電装置を併設することが有効である。

□ ODA 案件<フェーズ 2>の実施方針

ODA 案件<フェーズ 1>の検証結果を受け、都市下水高度処理水の農業・工業への利用に向けた理解醸成・法整備を経た後に、農業・工業に利用するための本格商用プラントを有償資金協力によりチュニジア中部・南部の各都市に設置し、チュニジアの水資源不足の緩和に貢献する。実施方針はパイロットプラントの検証結果を受けて変更することとなるが、以下に現時点での想定を示す。

<設置場所>

- ・ 中部・南部に 10 基を設置する。

<仕様（概要）>

- ・ 規模は各 10,000m³/day 程度とする。

<実施体制>

- ・ プラント1基につき、プロセス技術者5名、電気・計測技術者1名の計6名程度のチュニジア人技術者を配置する。

<イニシャルコスト>

- ・ プラント1基につき7億円程度を想定している。

<協力機関>

以下は想定であり、各機関の確認をとったものではない。

- ・ ONAS (C/P、ランニングコストの負担)
- ・ MA (農業利用の促進支援)
- ・ MI (工業利用の促進支援)
- ・ SONEDE (ONAS への水供給運営ノウハウ提供)

<スケジュール>

- ・ 有償資金協力に係る協力準備調査・協力合意締結を実施するためには、フェーズ1実施期間中に準備を進めておく前提でも少なくとも1年間が必要となることを想定し、フェーズ1終了後の1年3か月後にフェーズ2を開始する。
- ・ フェーズ1で特例ODAスキームを活用した場合は2016年10月にプロジェクト開始、2017年7月に第1基のプラントが稼働する。通常ODAスキームを活用した場合は、2018年7月にプロジェクト開始、2019年4月に第1基のプラントが稼働する。
- ・ 10基のプラントは、有償資金協力プロジェクト期間内に順次稼働するものとする。それぞれの稼働タイミングをずらすことで、日本人の技術者を効率的に活用する。

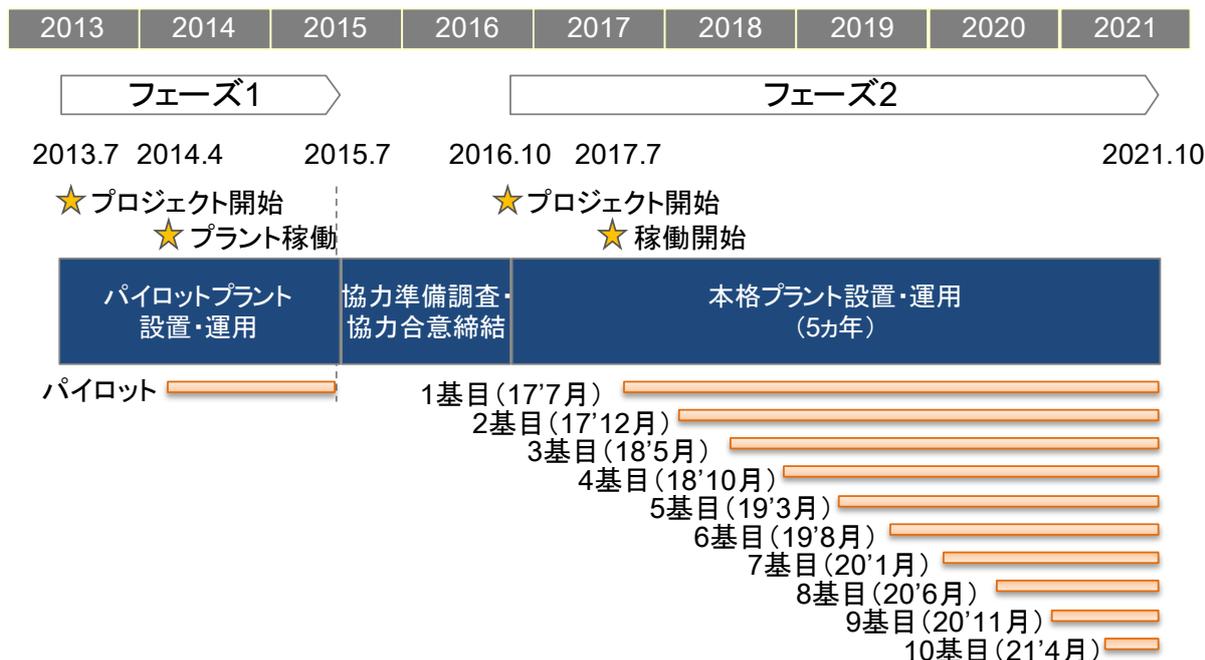


図 4-5 ODA 案件<フェーズ 2>のスケジュール (フェーズ 1 で特例 ODA スキームを活用)

<開発効果>

- ・ 水資源が不足する中部・南部で、主に工業用水として 100,000m³/day を都市下水高度処理水として供給する。
- ・ 都市下水高度処理水の水質、および工業用水の現状のコストに鑑み、1m³あたり 1TND の販売を見込んでおり、10 基が稼働すると年間 21.6 億円程度の収益を創出する。

□ 案件化を通じた技術・ノウハウの展開

ODA 案件化を通じ、NPW が培ってきた水処理プラントの運営技術をチュニジア人技術者に展開し、将来のチュニジアにおける雇用創出に繋げることを目指す。以下、NPW で実施している技術研修に基づき、チュニジア人技術者に対して実施することを想定している技術研修の項目である。座学研修および現場研修により、MBR プロセスと RO プロセスについての理解を深める。

表 4-1 水処理プラント技術研修の項目

大項目	研修形式	小項目
MBR プロセスについて	座学研修	MBR の基本原理
		活性汚泥法との違い
		浸漬膜について (平膜、中空糸膜)
		膜材質について (CA 膜、PE 膜、PVDF 膜)
		浸漬膜の役割
		MBR の構造
		最適 MLSS 濃度について

		MBR 設計法について	
		運転のポイント (温度、MLSS 濃度、pH、温度、BOD、COD、塩分濃度、溶存酸素濃度、有害物質)	
		運転データの検討法	
		トラブル時の対応方法	
		制御システム	
		異常警報システム	
		MBR の基本原理	
		活性汚泥法との違い	
		浸漬膜について (平膜、中空糸膜)	
		膜材質について (CA 膜、PE 膜、PVDF 膜)	
		現場研修	現場見学、説明
		実運転実習 (正常運転、異常時対応)	
		薬品調整、添加	
		膜洗浄	
	トラブル対応法		
RO プロセスについて	座学研修	RO の基本原理	
		RO 膜法のメリット、デメリット	
		他の脱塩法との比較	
		RO 膜の種類 (平膜、スパイラル膜、中空糸膜)	
		膜材質について (CA 膜、複合膜)	
		RO 膜の役割	
		RO 膜の構造	
		RO 膜プロセス設計法について	
		運転のポイント (温度、濁質濃度、SDI、イオン組成、塩分濃度、pH、BOD、COD、有害物質)	
		運転データの検討法	
		トラブル時の対応方法	
		制御システム	
		異常警報システム	
		現場研修	現場見学、説明
			実運転実習 (正常運転、異常時対応)
		薬品調整、添加	
		洗浄	

4-3 他 ODA 案件との連携可能性

□ JICA 案件との連携可能性

JICA で 2009 年度より実施している「南部地下淡水化計画」は非常に連携可能性の高い案件で

あると考えている。

まず、提案する ODA 案件と同様に、RO 膜を活用した水処理プラントを使用しており、ノウハウの共有を行いやすい点が挙げられる。例えばチュニジア人技術者の育成に際し、ベン・ゲルデンのプラントでの実地研修等を行えば、理解が容易に深まることが想定される。

また、将来の事業展開を見据えると、ベン・ゲルデンを含むチュニジア南部にも都市下水高度処理プラントを設置することが想定され、機材調達や管理業務の効率化を図れる可能性が期待できる。

□ 他ドナー案件との連携可能性

チュニジアでは、水資源に係る開発課題が大きく存在するため、各ドナーが水関連プロジェクトを進行中である。都市下水高度処理プラントと技術的な親和性が高い案件は多く、特に RO 膜を活用したプラントであれば技術者の共有が可能である。他ドナーの案件で技術を培ったチュニジア人技術者に都市下水高度処理プラントの運営についても技術指導等で協力を仰ぐことができれば、円滑な事業展開が可能である。

また、ONAS を C/P としたプロジェクトも多くあることから、チュニジアの下水処理に関連する情報・ノウハウの共有による開発効果の更なる向上にも期待できる。

4-4 その他関連情報

対チュニジア国別援助計画の内容と、提案する ODA 案件の親和性は極めて高い。開発上の課題の 1 つとして、また対チュニジア国経済協力の重点分野/課題の 1 つとして、「水資源開発・管理」が掲げられており、提案する ODA 案件と一致する。また、我が国の経済協力の目指すべき方向性として、「既に基礎的な技術水準を獲得しつつあることを踏まえ、我が国が強みを持つ技術・ノウハウを活用できる分野への支援」とある。都市下水高度処理は、今後大きく普及することが見込まれる先進的と言える技術であり、また膜技術をはじめ我が国の技術が強みを持つ分野であることから、合致するものと言える。また同方向性として、「効果的援助の実施の観点から、同国と協力して他のアフリカ諸国への南南協力を推進」とある。NPW はチュニジアへの事業展開を皮切りにアフリカ諸国への事業展開を視野に入れており、南南協力にも貢献できる可能性が充分にある点も、方向性に整合するものである。

第5章 現地調査資料

5-1 調査行程

□ 第1回現地調査 (2012年12月17日-12月24日)

調査実施者：横山文郎、中嶋光敏、後藤英司

日付	時刻	行程	宿泊	備考
12/17(月)	-	(移動)成田→ドバイ ドバイ→チュニス	-	
12/19(水)	9:00	ソリマン下水処理場訪問	チュニス	
	10:30	CRTEn 訪問		
	11:00	CNRSM 訪問		
	11:30	ボルジュセドリア・テクノパーク運営会社との打ち合わせ		
	12:00	CERTE との打ち合わせ		
	12:30	CBBC との打ち合わせ		
12/20(木)	9:00	ONAS との打ち合わせ	チュニス	
	14:45	ボルジュセドリア・テクノパークの実験的下水処理施設訪問		
	16:00	Choutrana 下水処理場訪問		
12/21(金)	9:00	EPPM との打ち合わせ	チュニス	
	16:00	在チュニジア日本大使館との打ち合わせ		
12/22(土)	9:00	INAT との打ち合わせ	チュニス	
12/23(日)	10:00	Mornag 所在の温室訪問	チュニス	
	14:30	Choutrana 下水処理場の二次処理水利用のゴルフ場訪問		
12/24(月)	9:00	MA との打ち合わせ	-	
	-	(移動)チュニス→ドバイ ドバイ→成田		

□ 第2回現地調査 (2013年1月9日-1月19日)

調査実施者：種本弘晃、横山文郎、入田啓輔、平林潤、朝山絵美、小田麻奈美、鯉沼秀臣

日付	時刻	行程	宿泊	備考
1/9(水)	-	(移動)成田→ドバイ ドバイ→チュニス	-	-
1/10(木)	15:00	EPPM 訪問	チュニス	1
	17:00	JICA チュニジア事務所訪問		1
1/11(金)	9:00	在チュニジア日本大使館訪問		1
	10:10	CRTEn との打ち合わせ	チュニス	1
	12:00	CERTE との打ち合わせ		1

	13:00	ボルジュセドリア・テクノパーク運営会社との打ち合わせ		1
	13:15	CBBC との打ち合わせ		1
	15:30	ONAS との打ち合わせ		1
	17:00	在チュニジア日本大使館との打ち合わせ		1
1/12(土)	9:00	SOLIMAN 下水処理場との打ち合わせ、施設見学	チュニス	1
1/13(日)	9:00	Atlas Consult との打ち合わせ	チュニス	1
1/14(月)	-	資料作成	チュニス	-
1/15(火)	14:30	SanLucar Fruit S.L “5th season” 農場との打ち合わせ、施設見学	ガベス	2
1/16(水)	9:00	ガベス下水処理場との打ち合わせ、施設見学	チュニス	2
	11:00	GCT との打ち合わせ		2
	14:00	MI との打ち合わせ		3
	17:00	JICA チュニジア事務所訪問		3
1/17(木)	10:00	ME(CITET) との打ち合わせ	チュニス	4
	15:00	API との打ち合わせ		4
	16:30	AfDB 訪問		4
	18:20	SONEDE との打ち合わせ		4
1/18(金)	9:00	JICA チュニジア事務所訪問	-	5
	9:30	MA との打ち合わせ		6
	-	(移動) チュニス→ドバイ ドバイ→成田		-

<備考>

- ・ 1 は全調査実施者が実施
- ・ 2 は横山、平林、小田が実施
- ・ 3 は朝山が実施
- ・ 4 は横山、平林、朝山、小田が実施
- ・ 5 は平林が実施
- ・ 6 は横山、朝山、小田が実施

5-2 関係者（面会者）リスト

所属	氏名	役職
ME(CITET)	Fadhel Mhiri	Technologies transfer engineer chief of unit
ME(CITET)	Hmida Naouali	Lab engineer chief of unit
ME(CITET)	Hela Gamaoun	
MA(DGGREE)	Zoubair Bouhlali	Engineer
MA(DGGREE)	Salah Aouididi	Engineer
MA(DGGREE)	Souad Dkhil	

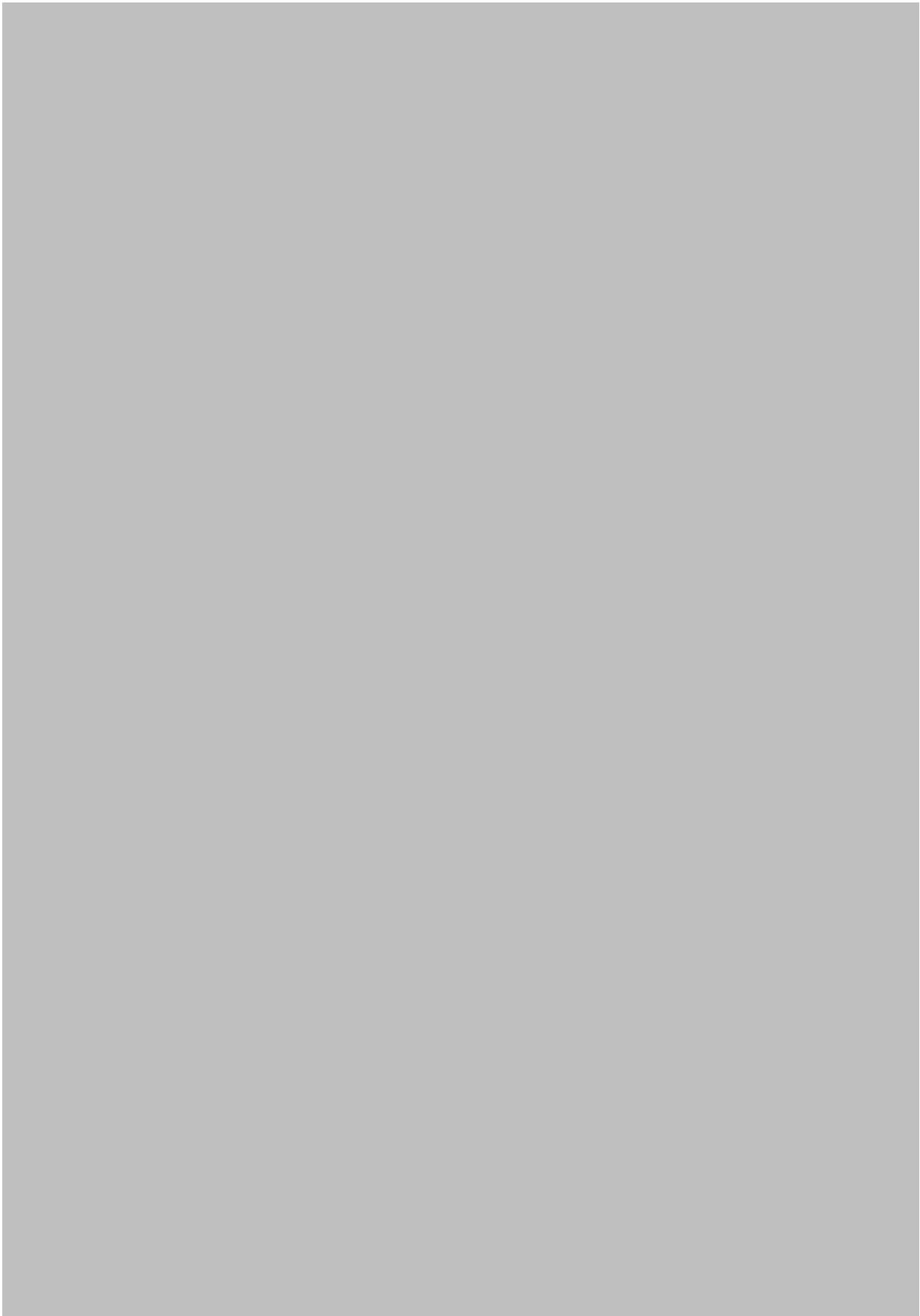
MA (DGGREE)	Fatma Masmoudi	
MA (DGGREE)	Najet Gharb	
MA (DGGREE)	Lotfi Ben Mahmoud	
MA (DGGREE)	Anis mhiri	
MA (DGGREE)	Faycel Sayoui	
MA (DGGREE)	Rakia Laatiri	
MA (DGGREE)	Saad Seddik	
MA (DGGREE)	Rakya Laatiri	Director General
MA (DGGREE)	Soued Dkhil	Director on water economy
MA (DGGREE)	Fatma Messaoudi	Director on vegetable production
MA (DGGREE)	Dhahbi Ghanmi	
MA (DGGREE)	Salah Aouididi	
MA (DGRE)	Moncef Rekaya	Director
MA (DGRE)	Najet Rtimi	
MA (DGPA)	Said Abdelfattah	Responsable on wastewater reuse
MSP	Jamel Challouf	
INRGREF	Saloua Rejeb	Professor
INRGREF	Mamia Trad rais	Professor
INRGREF	Mohamed Hachicha	Professeor
MI	Ridha Klai	
API	Noureddine Taktak	Deputy Managing Director
API	Ridha Dridi	Director
API	Wajdi Neffati	Head of Department in the International Cooeption
API	Mouheb Kasraoui	
ONAS	Essaied Naassaoui	
ONAS	Khilil Attia	Director General
ONAS	Lotfi Marouani	Researcher
ONAS	Nabiha Ouerfelli	Researcher
ONAS	Hanen Mekki	Researcher
ONAS	Tarek Chaabouni	
ONAS	Noureddine Ben Aissa	
SONEDE	Hédi Belhaj	Chief Executive Officer
SONEDE	Adnen Boubakker	Director of the Studies Department
SONEDE	Moueddeb Jemail	Production Department Director
SONEDE	Abderraouf Nouicer	Environment and Desalination Department Director
SONEDE	Mosbah Helali	Energy Conservation Department Director

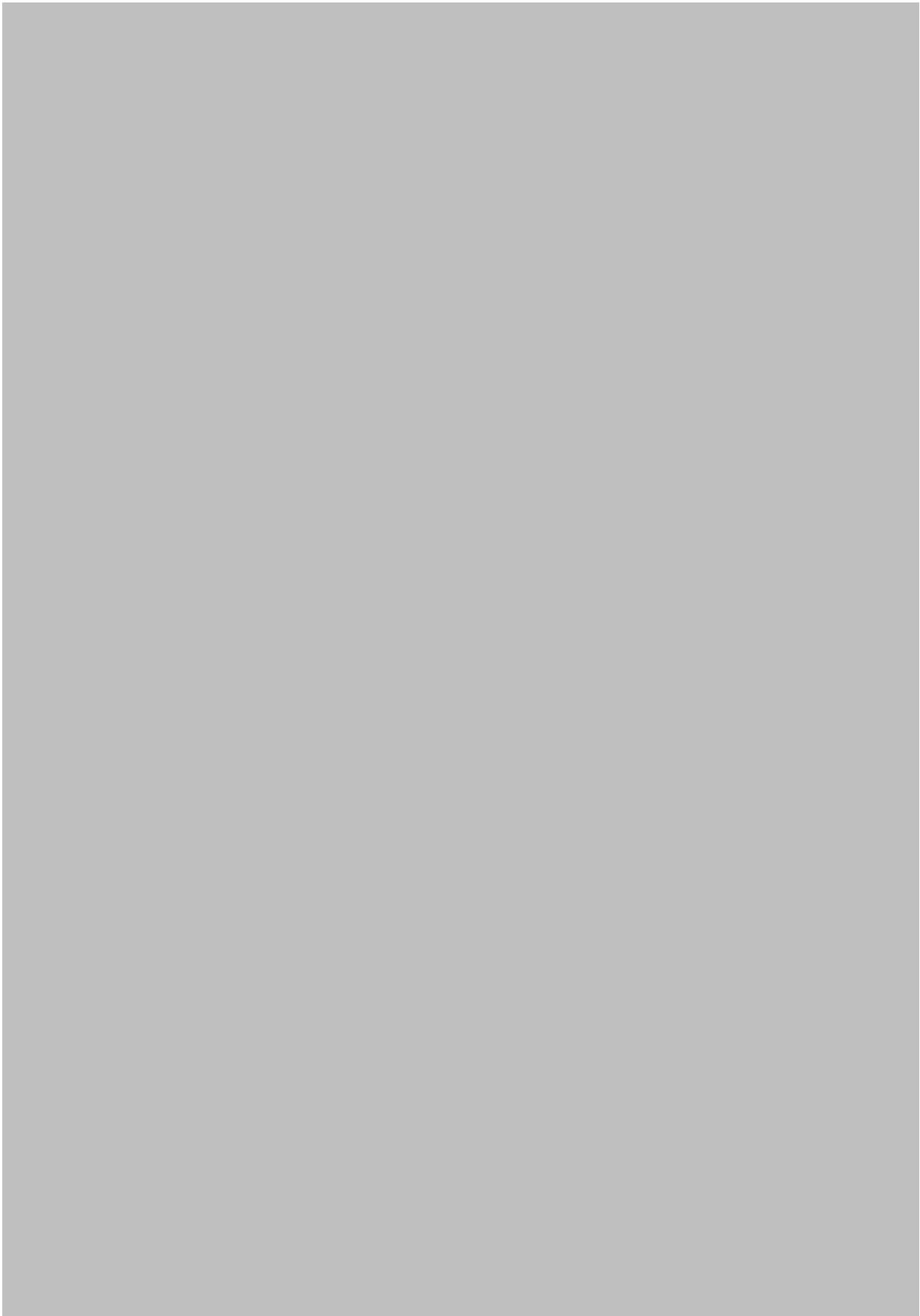
SONEDE	Aouini Ezzedinne	
SONEDE	Med Ali Soussi	
SONEDE	Mongi Karrit	
ソリマン下水処理場	Ali Cheref	Chef Distrctor of Soliman
ガベス下水処理場	Mohsen Chtioui	Manager
ガベス下水処理場	Anis Jabri	Engineer
CRTEEn	Brahim Bessaies	Director General
CRTEEn	Amen Allah Guizani	Head of Laboratory
CRTEEn	Abdellatif Belhadj	Head of Laboratory
CRTEEn	Slah Ben Mabrouk	Professor
CRTEEn	Med Dabbouche	Researcher
CRTEEn	Kamilia Ben Youssef	Researcher
CRTEEn	Ahmed	Researcher
CRTEEn	Brahim Bessais	Director General
CERTE	Ahmed Ghrabi	Professor
CERTE	Mohamed Ben Youssef	Director General
CERTE	Mohamed Ben Amor	Professor
CERTE	Mohamed Kefi	
CERTE	Hamadi Kakkali	
CERTE	Ahmed Ghrabi	
CBBC	Chedly Abdelli	Director General
CBBC	Ahmed Mliki	Professor
CNRSM	Adel Mnif	
INAT	Abdelaziz Ben Mougo	Expert in water
INAT	Elyes Hamza	Expert
INAT	Karima Kouki	Director
INAT	Karim Ergaieg	Doctor in water reuse for agriculture
ボルジュセドリア・テクノパーク運営会社	Moncef Alssaoui	Chief Exective Officer
ボルジュセドリア・テクノパーク運営会社	Elaid Ben Ali	Technical Director
ボルジュセドリア・テクノパーク運営会社	Zied Ounissi	
SanLucar Fruit S.L “5th season” 農場	Johan Van Weyenbergh	General Manager
SanLucar Fruit S.L “6th season” 農場	Kamel Khaled	Production Director
GCT	Nouredine Trabelsi	Director of environment
GCT	Taher Legouil	Engineer

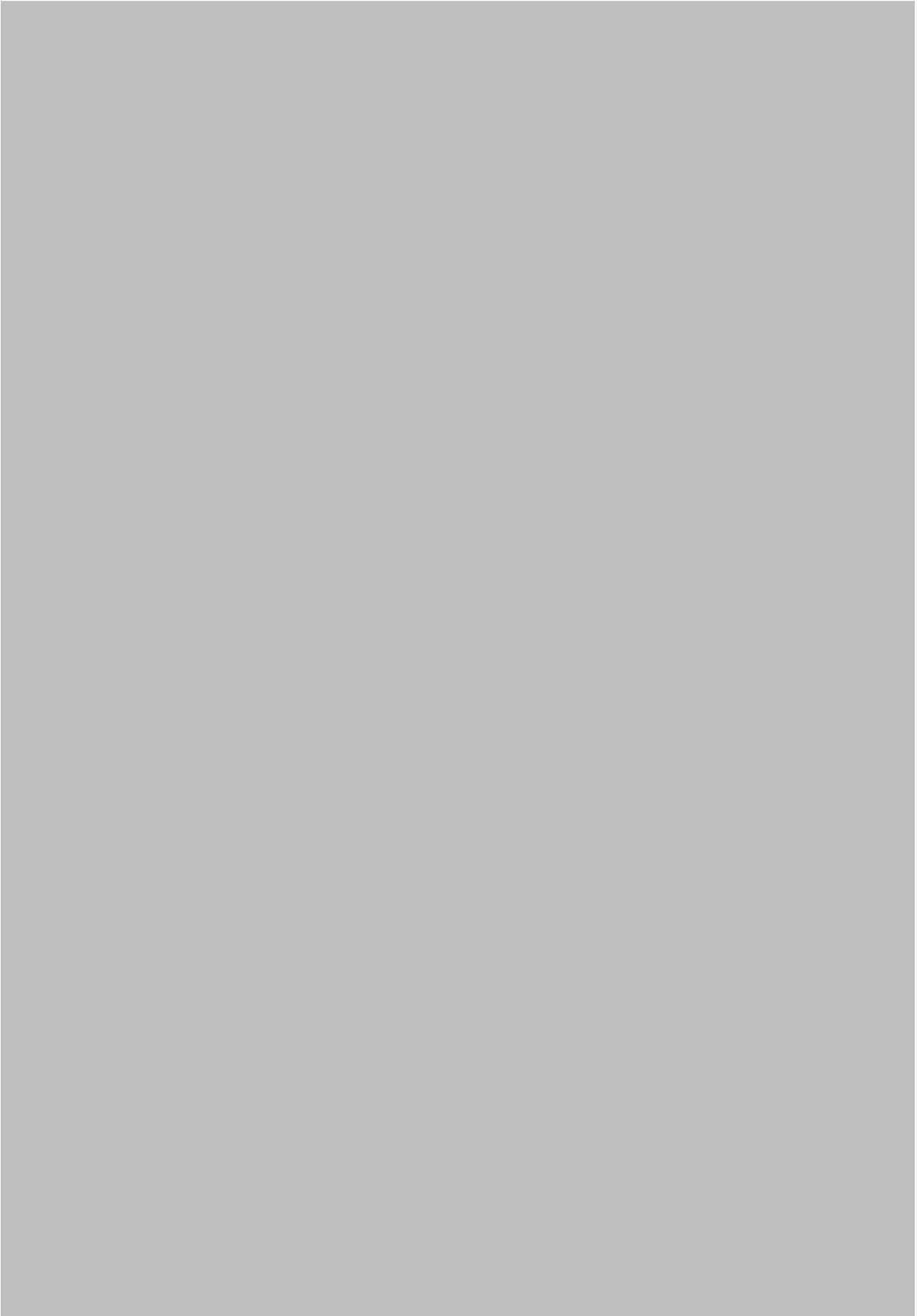
GCT	Abderrahmane Hadj Belgacem	Engineer
GCT	Fethi Nebili	Engineer
GCT	Fehmi Hafi	Engineer
EPPM	Meriem Hachiche	Biology Industry Engineer
EPPM	Meriem Megdiche	Researcher
EPPM	Ahmed El Euch	
EPPM	Belgacem Mezni	

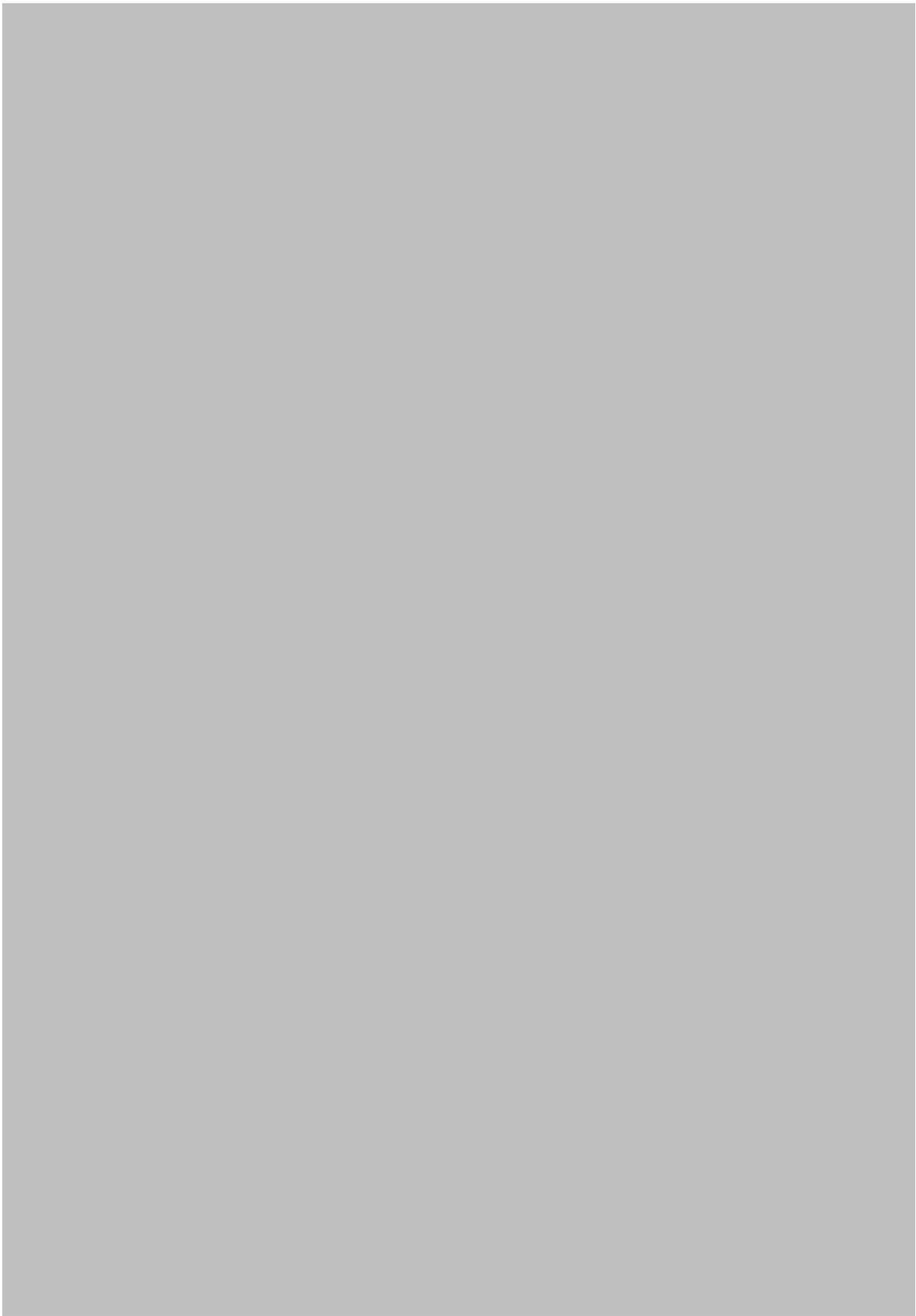
5-3 打ち合わせ記録

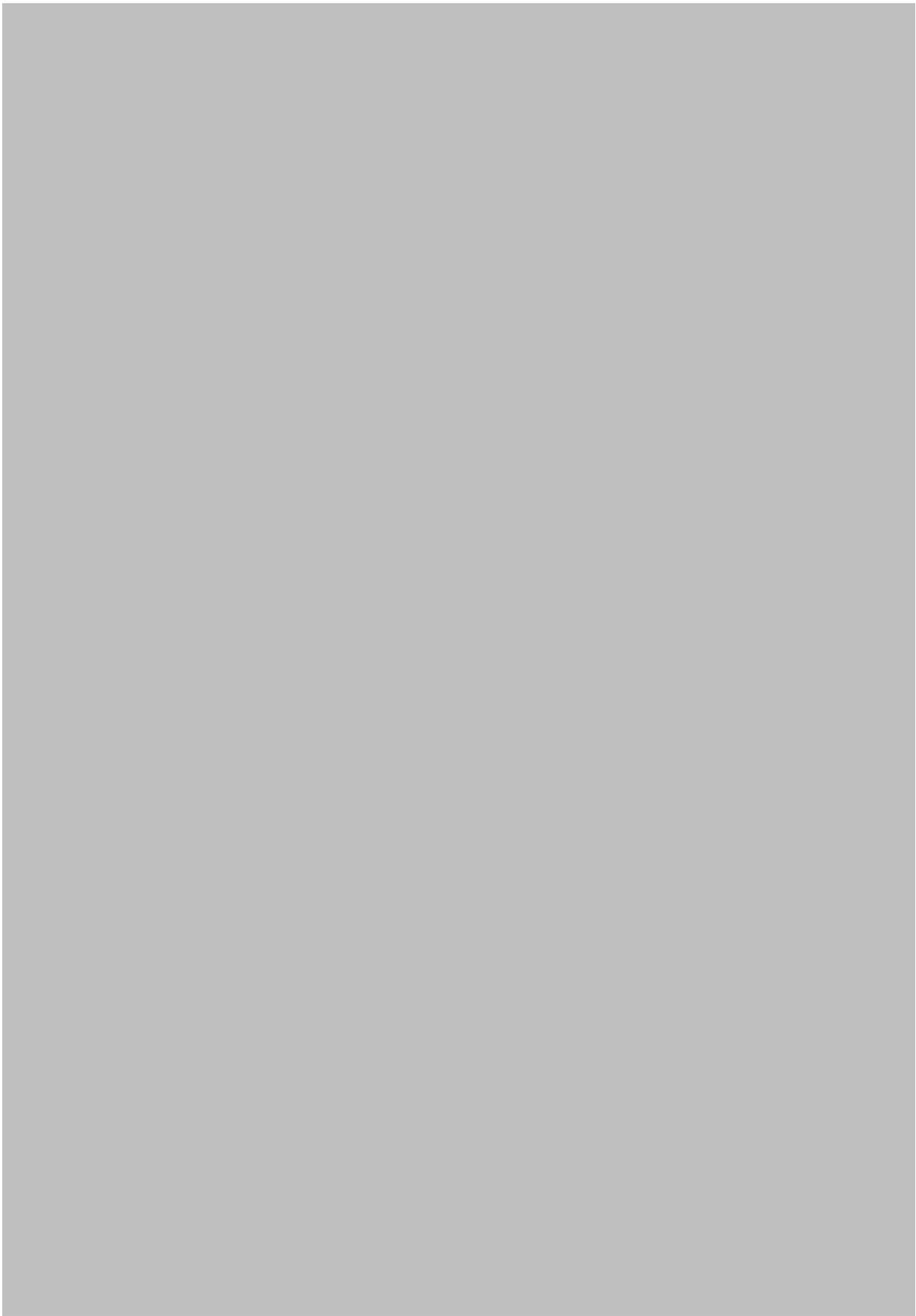
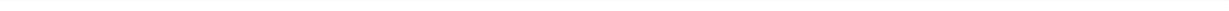


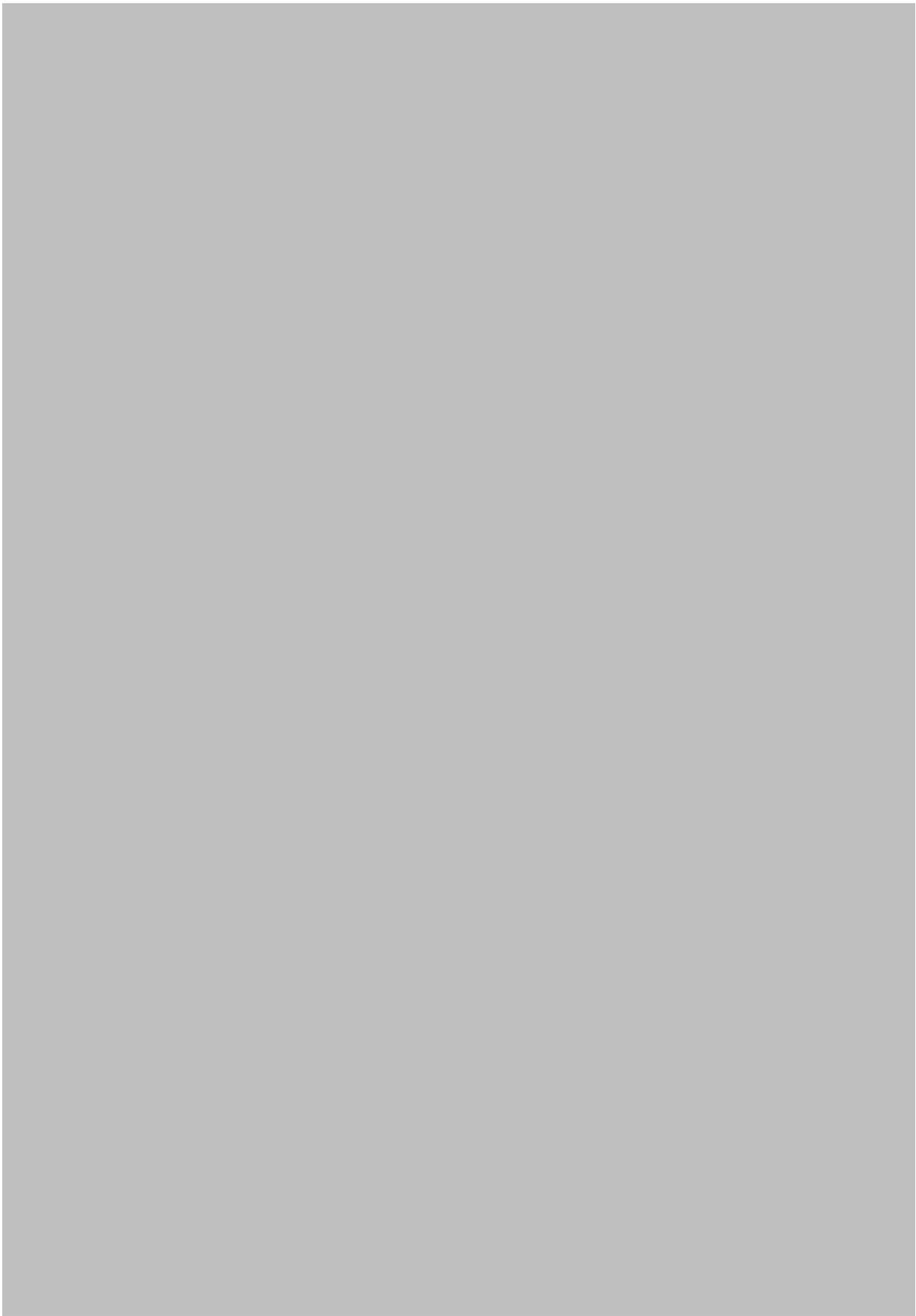


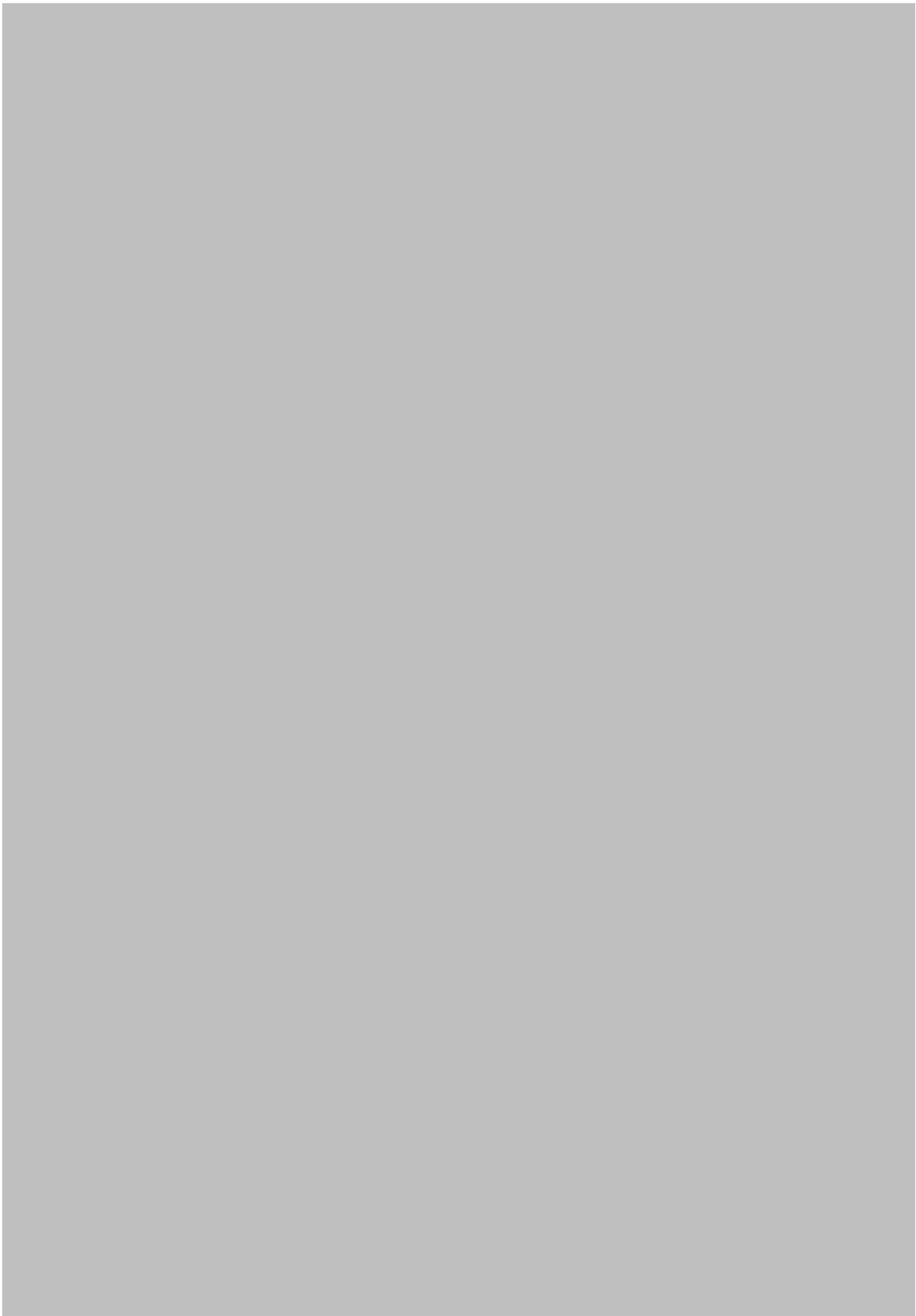


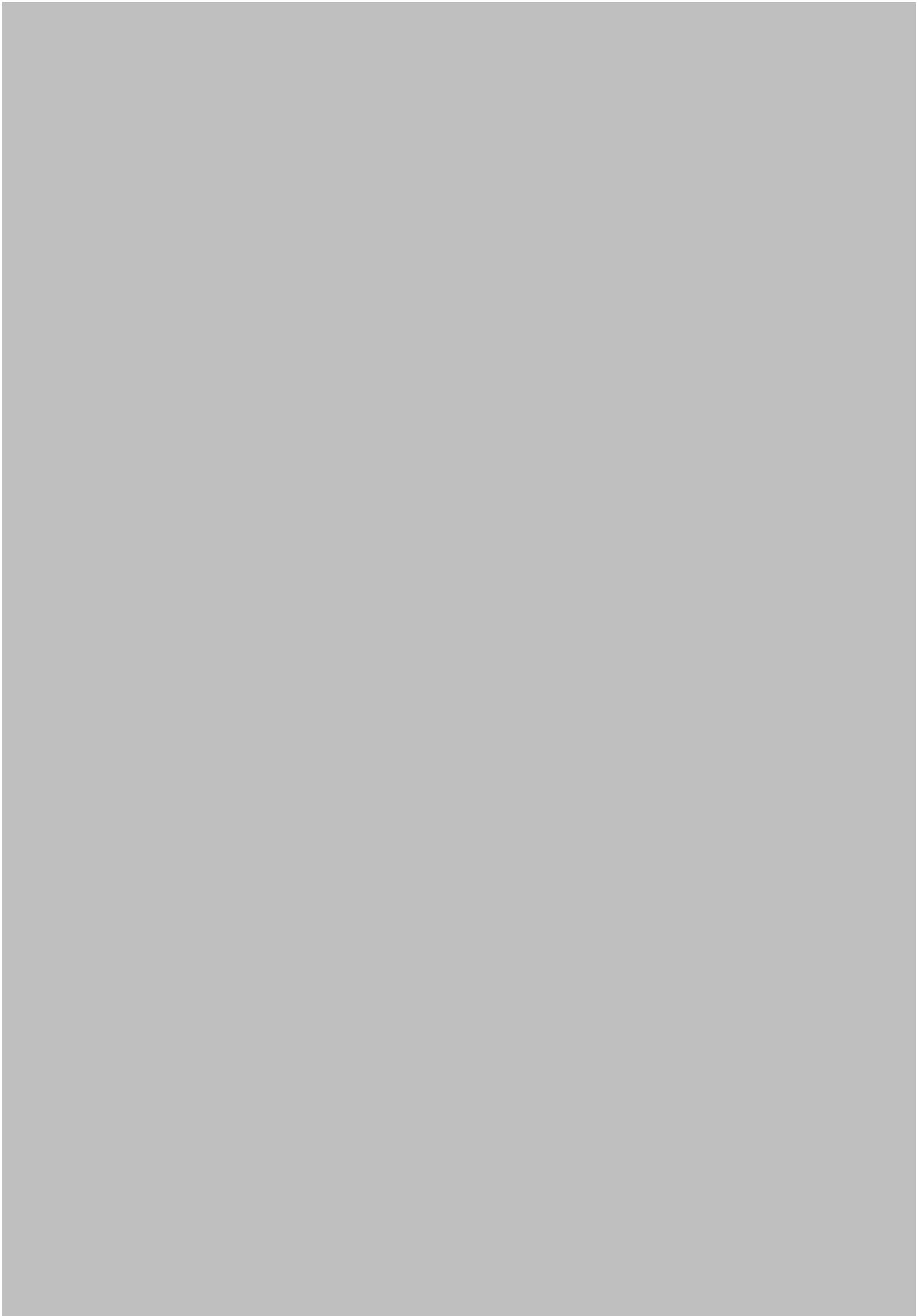


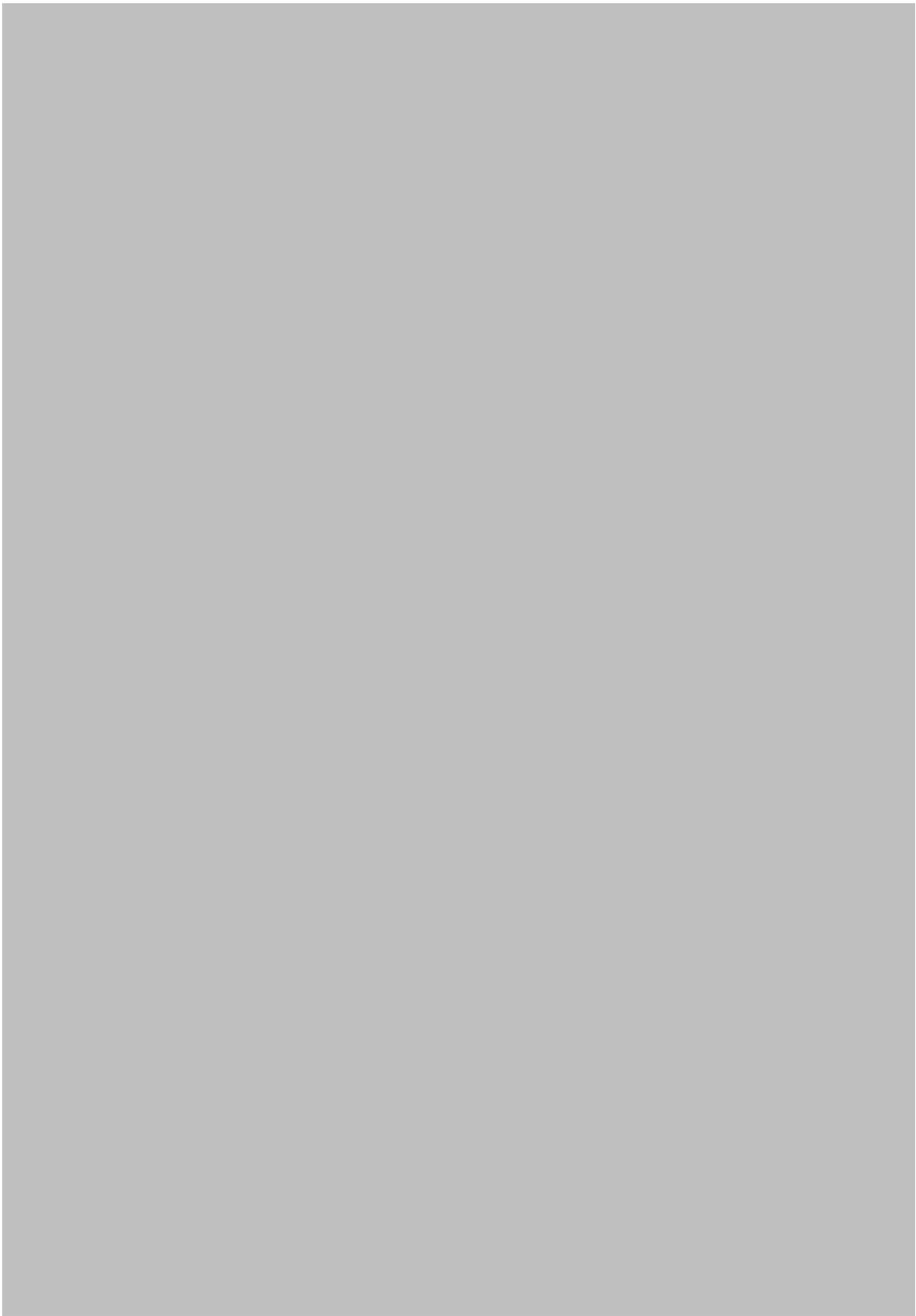


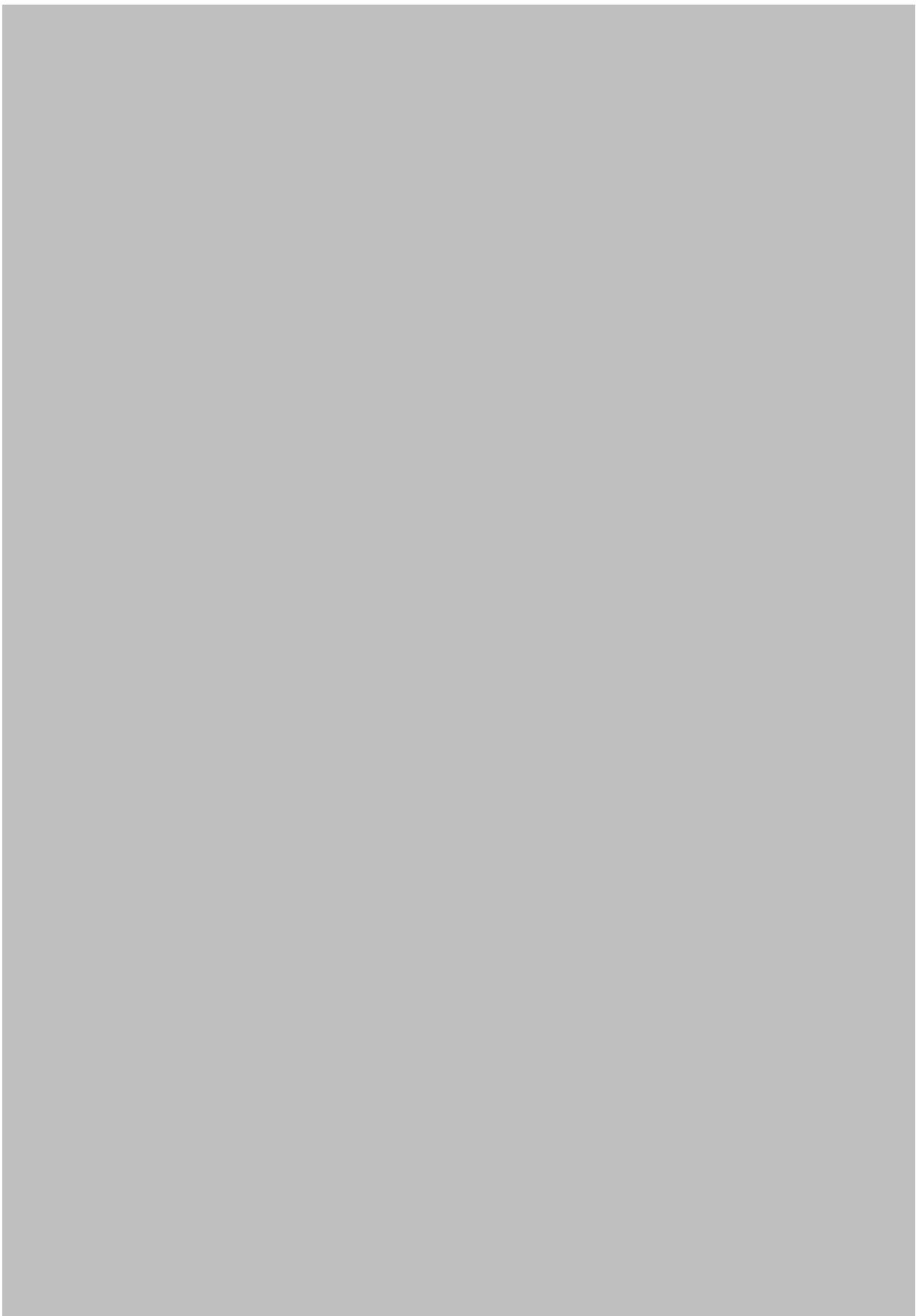


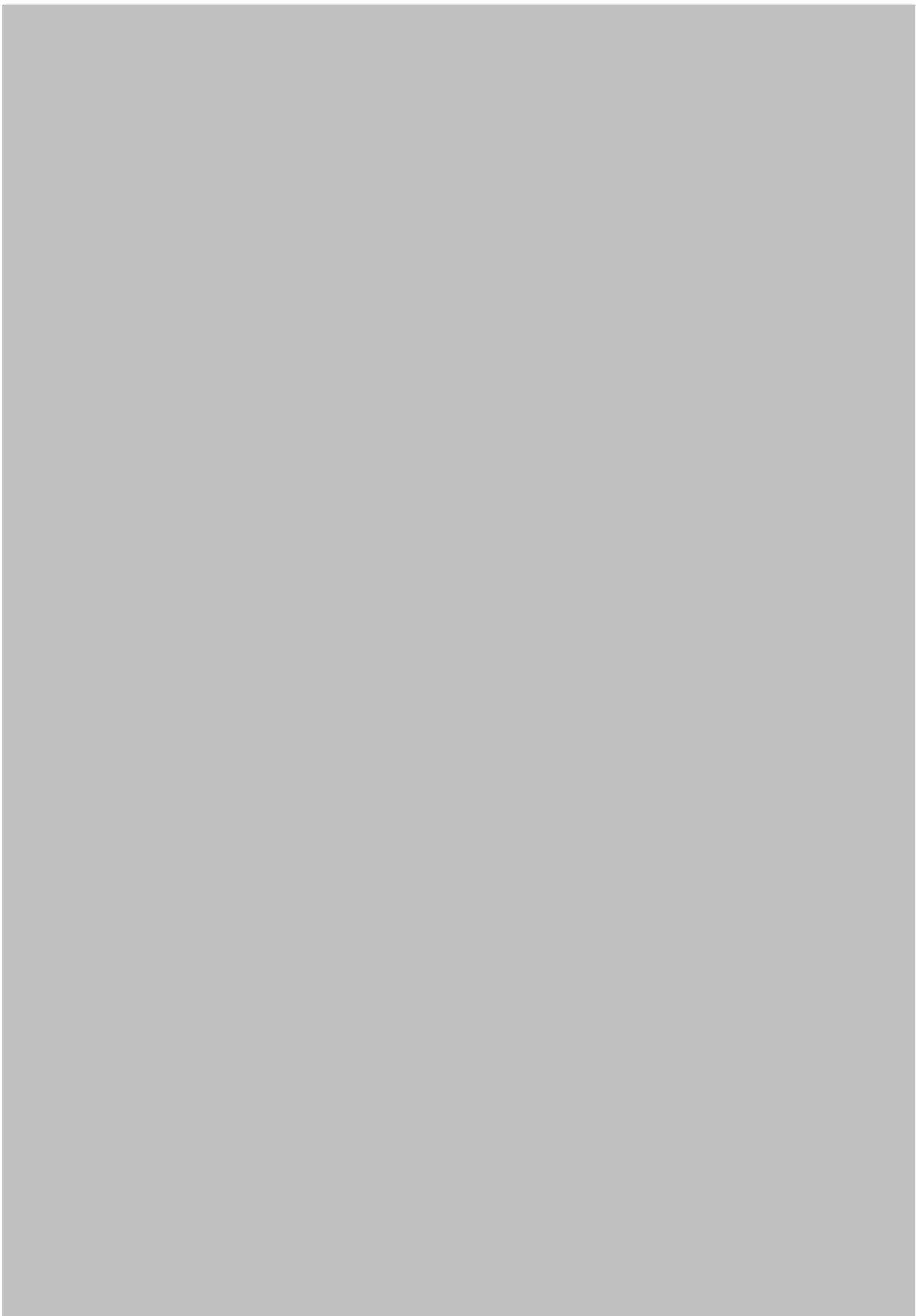


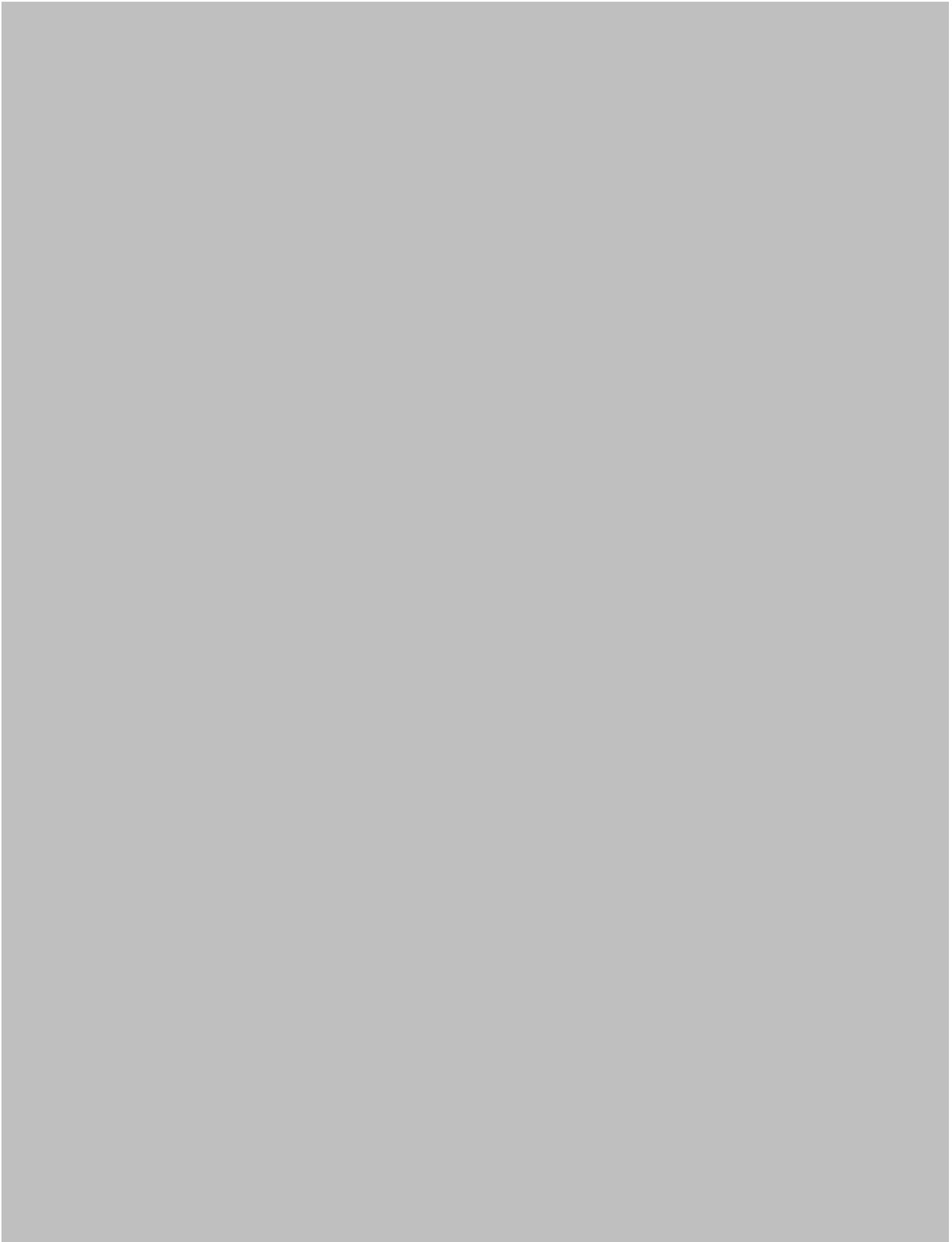












5-4 収集資料

□ 現地受領資料

- ・ ONAS・CERTE・CRTEEn・CBBC の Letter of Interest (P92)
- ・ MA の Letter of Interest (P94)
- ・ CBBC ヒアリング時の受領資料 (P95)
- ・ CRTEEn ヒアリング時の受領資料 (P99)
- ・ MI ヒアリング時の受領資料 (P107)
- ・ GCT ヒアリング時の受領資料 (P108)
- ・ SONEDE ヒアリング時の受領資料 (P124)
- ・ FIPA ヒアリング時の受領資料 (P125)

Tunis, 21st February 2013

Nihon Pure Water, Inc.

1-3-34 Ekinishi-Honmachi, Kanazawa, Ishikawa 920-0026 Japan

Accenture Japan Ltd

Akasaka Intercity, 1-11-44 Akasaka, Minato, Tokyo 107-867 Japan

Letter of Interest

Gentlemen,

Tunisia has a longstanding experience both in the treatment and management of waste water. It also has a longstanding experience in scientific and technical research in waste water, environment, energy, and plant biotechnology.

ONAS was created in 1974 with the mission to manage and treat waste water so as to mitigate the impact of waste water disposal on the environment. ONAS accomplishes its mission through a network of 110 waste water treatment plants (WWTP) using mostly secondary treatment technology.

Borj Cedria was created first as a science park in 1983. It became a science and technology park in 2005. From its inception, it was tasked to undertake scientific and technical research on water, including waste water, environment, energy, and plant biotechnology in their relation to the sustainable development of Tunisia.

We, the President and CEO of ONAS, the Tunisian national waste water authority, the Directors Generals of the research centers at the Borj Cedria Technopark respectively of CERTE, the water and environment research center, CRTEn, the research center on energy, and CBBC, the plant biotechnology research center, all express a strong motivation to work together in an integrated and holistic manner. Such an integrated approach to the issues of water, environment, energy, biotechnology and development is today an imperative both in science, in policy, and in governance, whether public, civil or private.

This integrated approach would be greatly facilitated by an integrated platform of a waste water treatment plant (WWTP) using state of the art technologies (MBR+RO), a plant factory (PF) using the output of the WWTP, and a sustainable energy plant (SEP) powering the platform.

In particular it will help remove the remaining technical and regulatory limitations and restrictions currently imposed on the reuse of treated water. In doing so, it will help explore the potential contribution of municipal waste water tertiary treatment to the relief of the

pressure on drinking water and to the relief of the water stress which already characterizes the water situation in Tunisia.

The platform will also serve as an integrating bridge between Borj Cedria Technopark and ONAS, and between Borj Cedria and the national environment and institutions, public, civil, and private, concerned with sustainable development. It will also serve as a team-building mechanism between researchers and between research and training institutions inside and outside Borj Cedria Technopark.

Finally, the platform can be leveraged to become the focal point for research, training and good practices exchange between the National, Middle Eastern, African and international stakeholders, public and private, in science, in education and in industry, on the global issues of water, environment, energy, and development.

ONAS and the undersigned research centers of Borj Cedria Technopark, party to this letter of interest, commit to give the necessary support to ensure the success of the project and the good operation of the platform.

We therefore reiterate our strong interest in such a platform and hope that our interest will be taken into account in the analysis, recommendations, and implementation of the ongoing study on waste water by Nihon Pure Water, Inc. and Accenture Japan Ltd.


Dr. Khalil ATTIA,
President and CEO of ONAS

Pr. Mohamed BEN YOUSSEF,
Director General of CERTE

Pr. Brahim BESSAIES,
Director General of CRTEA

Pr. Chedly ABDELLY,
Director General of CBBC

REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTRE DE L'AGRICULTURE
DIRECTION GENERALE DU GENIE RURAL
ET DE L'EXPLOITATION DES EAUX



Tunis le

A Monsieur le Président Directeur Général
de ATLAS Consult

Objet: Installation d'une unité pilote de traitement tertiaire des eaux usées municipales en Tunisie-
Projet de coopération technique et financière japonaise avec la JICA.

Référence: Votre correspondance du 20 février 2013.

Suite aux deux journées d'information organisées à la demande de ATLAS Consult pour la présentation par une équipe de japonais d'une technologie avancée de traitement tertiaire des eaux usées (MGR+RO) permettant un usage non restrictif des eaux traitées et en réponse à votre lettre sus référencée proposant l'installation d'une unité de traitement à titre expérimental et demandant une autorisation à cet effet, j'ai l'honneur de porter à votre connaissance que la Direction Générale du Génie Rural et de l'Exploitation des Eaux ne voit a priori pas d'inconvénient à la réalisation de ce projet pilote, sous réserve de la mise en œuvre des éléments suivants:

- un comité de pilotage mixte rassemblant toutes les institutions concernées par la réutilisation devra être créé pour le suivi du projet et également des résultats de recherche qui en découlent,
- le comité permanent susmentionné pourra inviter d'autres organismes (tourisme, industries...) qui pourront être intéressés afin d'élargir réutilisation des eaux traitées à d'autres usages;
- que toute culture est possible au niveau expérimental dans des sites bien délimités sachant que la production agricole qui en résulte ne servira que pour les analyses (physico-chimiques, bactériologiques,...) pour les besoins de la recherche et sera ensuite totalement détruite, ne devant réglementairement pas être commercialisée ni mise à la disposition des consommateurs;
- le projet est prévu d'être réalisé au technopole de Borj Cédria et/ou dans l'enceinte d'une STEP de l'ONAS de la région de Soliman ou pour la recharge de la nappe à partir de la STEP de Korba; il ne devra pas sortir de ces sites; toute utilisation dans des exploitations privées est exclue;
- conformément à la réglementation en vigueur, l'exécution du projet ne pourra avoir lieu qu'après autorisation du ministre de l'agriculture après accord du ministre de l'environnement (ANPE) et du ministre de la santé publique sur la base de l'étude environnementale et des mesures préventives (gestion des boues, mesures de contrôle sanitaires des chercheurs et ouvriers...) à proposer dans le cadre d'un plan de gestion environnemental (pour la gestion des risques);

Par conséquent, l'étude de faisabilité technique, économique et environnementale du projet, est attendue afin de pouvoir accorder une autorisation en bonne et due forme, par monsieur le ministre de l'agriculture.

Par ailleurs, il est encore prématuré de parler de levée de la restriction culturale vu que nous serons encore au stade expérimental. Néanmoins la réflexion est envisagée.

Veuillez agréer Monsieur, l'expression de mes salutations respectueuses.

Pour le Directeur Général
du Génie Rural et de l'Exploitation des Eaux
RAQYA LAATIRI
Directeur de l'Economie des Eaux

Republic of Tunisia

**Ministry of Higher Education
and Scientific Research**



**CENTER OF BIOTECHNOLOGY
OF BORJ-CÉDRIA**



Website: www.cbbe.rnrt.tn

mail: biotech@cbbe.rnrt.tn

Human resources:

Researchers: 98 Permanent researchers with the following grades:

- 11 Professors
- 06 Associate Professors
- 57 Assistant Professors
- 02 Assistants
- 22 Engineers

Support staff:

Administrative: 23 employees organised in 09 operational units: finances, accounting, purchase and provision, management control, human resources, missions, scientific stays and cooperation, data processing, stock, cash desk.

Technical: 27 (technician in-chief: 09, technician: 15, other: 03)

Workers: 37

Research structures

- ✓ 04 Laboratories:
 - ▶ Plant Molecular Physiology
 - ▶ Bioactive Substances
 - ▶ Extremophile Plants
 - ▶ Legumes
- ✓ Another group, "The Biotechnology of olive Tree" is currently under reconstitution.
- ✓ EVAR
- ✓ Service of documentation and information

Research Programs (2010/2011)

- ✓ 21 projects inscribed in the program contract of the CBBC,
- ✓ 07 bilateral projects
- ✓ 03 multilateral projects
- ✓ 05 agreements with socio-economical partners

Valorisation of the research results (2010-2011)

- ✓ 245 international publications in journals with impact factor
- ✓ 06 book chapters
- ✓ 04 patents
- ✓ Academic formation:
 - ▶ 04 university habilitations
 - ▶ 26 PhD Theses
 - ▶ 55 Research master
 - ▶ 13 Project Graduation (PFE)
 - ▶ 86 PhD students and 42 Master students are currently performing their research activities at the CBBC.

Research objectives

- ✓ The characterisation of the plant (whether crops or spontaneous species) response to biotic and abiotic constraints, in order to improve yields and to develop new productive systems in the marginal areas.
- ✓ The characterisation of the interactions plants-microorganisms in order to develop bio-fertilisers as well as strategies related to Biological control.
- ✓ The rehabilitation of marginal zones using biotechnological approaches: desalination, bioremediation, and phytoremediation.
- ✓ Phytochemistry, functional analysis and identification of potential application fields of molecules extracted from plants or micro-organisms.
- ✓ The interaction with the socio-economical environment through research support programs, the valorisation of the results acquired, and the technology transfer.



IN THIS ISSUE

Are presented in this issue some aspects related to the project

Page 1 Front-page - Introduction

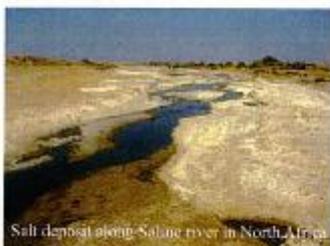
Page 2 Power Supply Subsystem

Page 3 Decision Support System

Page 5 Integrated Implementation and Control System Design of a Prototype

Page 7 Integrated Dynamical Modelling, Simulation and Control

Page 8 Project dissemination



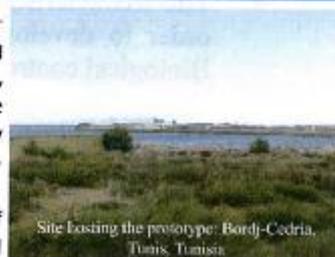
Salt deposit along Saline river in North Africa

Water scarcity is a large scale problem endangering the future of large populations, mainly in rural regions where local communities are actually enduring the effects of water salinity and desertification.

Overcoming the challenge of providing safe clean water and energy for remote populations in arid zones represents a step ahead in the struggle against desertification, especially in MENA region. Assets to combat this scourge and ensure sustainable living rely on reliable systems that produce both water and power using renewable energies in intelligent manner.

The Open-Gain research project is about to implement such a system through an experimental prototype being set-up in Bordj-Cedria, Tunis, Tunisia.

The project, that started on January 2007 and initially scheduled for 03 years, has obtained one year extension from the Eu-



Site hosting the prototype: Bordj-Cedria, Tunis, Tunisia

ropean Commission to end up by December 2010.

Prior to prototype construction, the consortium partners have already completed studies related to different workpackages (WP) within the project;

- WP2: Modelling, Simulation and RO Plant Construction
- WP3: Integrated Energy Management
- WP4: Systems Engineering and Decision Support
- WP5: Integrated Dynamical Modelling, Simulation and Control
- WP6: Power Supply Subsystem
- WP7: Integrated Implementation and Control System Design of Prototype

Project funded by the European Union in the framework of INCO MPC Programme



Coordinated by : Prof ESSAM Badreddin, Automation Laboratory, University of Heidelberg, Germany

Tel: +49 621 181-2740, Fax: +49 621 181-2739, e-mail: badreddin@ti.uni-mannheim.de, www.open-gain.org

**Power Supply Subsystem - WP6 By Firas Alawneh (WP-6 Leader),
NERC-Jordan, Sep. 2009**

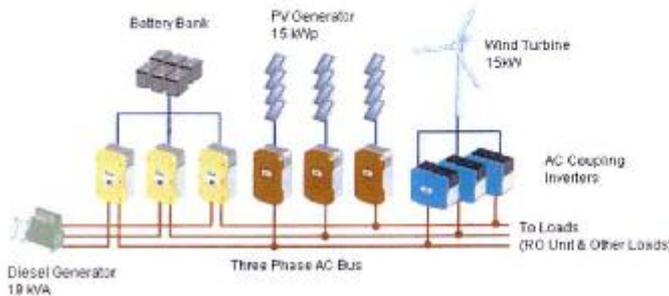
One of the main work packages of OPEN-GAIN project is work-package 6 (WP-6) which concerns obtaining an operational hybrid power supply system based on two renewable energy sources (solar light and wind) and one fossil-based source (diesel fuel). The figure below shows main system components and

- Photovoltaic (PV) Generator: comprises 81 silicon mono-crystalline PV modules with a total capacity of 15 kWp.
- Wind Turbine: 15 kW maximum power wind turbine installed on a 25m height tower.
- Diesel Generator: 19 kVA diesel-driven generator.
- Battery Bank: used as a storage

bank into a 3-phase AC which is injected into the main AC bus of the system. Also, these inverters charge the battery bank from the AC bus when the total power generated by the PV generator and the wind turbine exceeds the load needs. This is the normal way of operation for these inverters. Also, these inverters have the capability to run automatically the diesel generator when the state of charge of the battery bank goes below a certain limit or the battery bank becomes weak.

While the diesel generator is running, these inverters feed directly the loads and charge simultaneously the battery bank from the diesel generator. Once the state of charge of the battery bank rises above a certain limit or the battery bank becomes healthy, the inverters go back to work in the normal way of operation as described above.

- Data Acquisition System: This system is used to measure and collect data about all system components for monitoring and technical evaluation purposes. By the end of this year 2009, it is expected that all components will be installed and fully operational to start the main research activity of OPEN-GAIN project which is building an intelligent and fully automated system with zero fault tolerance that would be suitable for power and water systems in remote areas.



the related interconnections between them.

The power supply system was designed and sized based on the market investigation study which was conducted at the beginning of work in WP-6. So, the state of the art technologies for system components were chosen.

Based on the needs of the loads, represented by the one cubic meter per hour brackish water Reverse Osmosis (RO) desalination unit and other electrical loads available within the campus of CRTen at Bordj Cedria in Tunisia, the power supply system comprises mainly the following components :

backup for electrical energy. The stored electrical energy is utilized by the loads when needed.

- AC Coupling PV Inverters: Three DC/AC inverters are utilized to convert solar energy incident on the surface of the PV generator into a 3-phase Alternating Current (AC) which is injected into the main AC bus of the system.
- AC Coupling Wind Inverters: Three DC/AC inverters are utilized to convert wind energy harvested by the wind turbine into a 3-phase AC which is injected into the main AC bus of the system.
- AC Coupling Battery Inverters: Three DC/AC inverters are utilized normally to convert Direct Current (DC) from the battery

Decision Support System By NTUA, Greece - WP4 Leader

Rationale

The co-generation of electrical power from renewable energy sources and water from desalination is a very promising option especially in arid and isolated from the grid regions, where the use of conventional energy is costly or unavailable. In this case, energy requirements can

be met by a combination of renewable energy components, conventional diesel generators and energy storage systems.

The design and implementation of such a hybrid power system requires careful overall system engineering, a process where system designers should be able to answer several questions (e.g.

"is it possible to satisfy water and power requirements of a remote area using a hybrid energy system?"; "which are the alternative configurations of the system?"; "how each configuration perform under realistic conditions?"; "what is the investment, operation and environmental cost?"; "how the uncertain conditions influence the system performance?")

Support for answering these questions and making reasonable decisions can take many forms, including various software tools. The OPEN-GAIN Decision Support System (DSS) was designed to guide in framing the problem in an integrated way, to assist system designers in making decisions by answering all the questions raised and to help selecting the optimal hybrid system configuration.

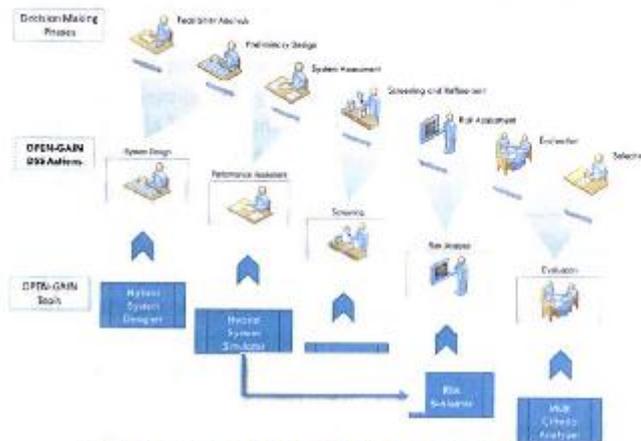


Figure 1: The OPEN-GAIN DSS structure

Capabilities

The OPEN-GAIN DSS consists of a suite of software Tools, integrated under a common environment and provides five main Actions, supporting the system designers during all Phases of the decision making process (Figure 1). In more detail :

- The System Design action involves the sizing of the hybrid power system, based on a minimum set of data. The Action is guided by specific design goals, and its output is a number of alternative system configurations (cases).

- The Performance Assessment action corresponds to the estimation of different performance indicators for each configuration, based on simulation techniques using detailed meteorological and energy/water demand data.

- The Screening action helps the decision maker to limit the number of alternative configurations, following a trade-off analysis procedure. This action also allows the refinement of configurations produced in the system design step.

- The objective of the Risk Analysis action is to quantify the risk on each system configuration due to uncertainty about mid and long-term future parameters (e.g. renewable energy potential and demand profiles).

- The Evaluation action, involves the detailed evaluation and ranking of alternative system configurations, on the basis of the performance indicators calculated in the "Performance Assessment" action, following a multi-criteria decision analysis approach.

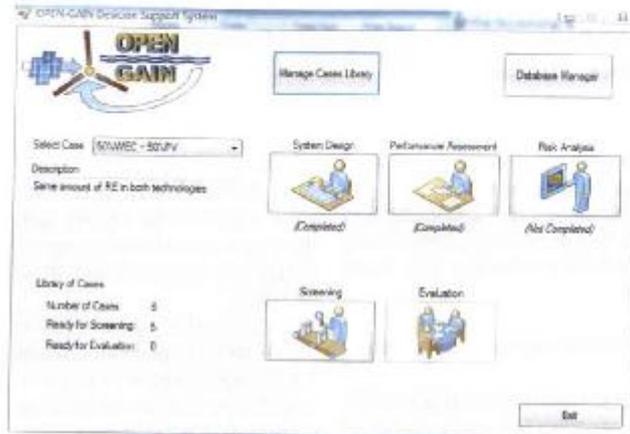


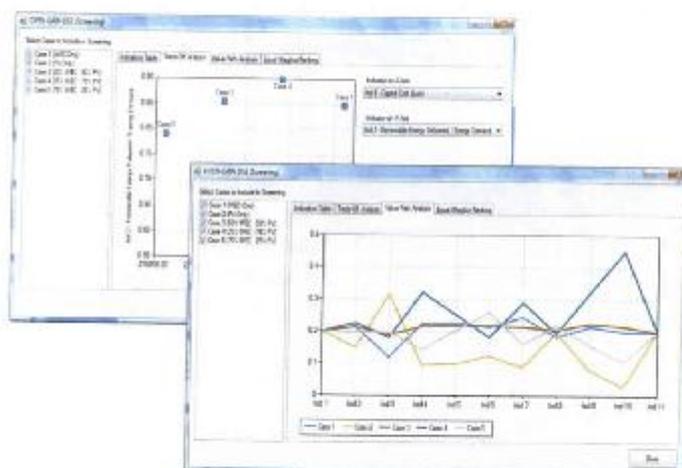
Figure 2 : The OPEN-GAIN DSS front-end

Operational aspects

The main front-end of the OPEN-GAIN DSS is shown in the screenshot of Figure 2. A set of action buttons provide access to the five DSS-Actions; these can be used either sequentially during the decision making phases or separately. Two supporting buttons lead to (a) a "Case Library", which allows the management of alternative system configurations, and (b) a "Data

base Manager", which allows the manipulation of data stored in the OPEN-GAIN database.

Each DSS Action presents its content specific interface, following a common look-and-feel and operational logic. Figure 3 is a screenshot of the main outputs produced by the Screening Action of the DSS.



4 Figure 3 : The Screening Action interface

Development Status

During the first two years of the project, the overall design of the OPEN-GAIN DSS has been completed and three of the OPEN-GAIN Tools (System Designer, System Simulator and Trade-Off Analyzer) were developed and tested. In addition, the design and implementation of the main front-end and the user interfaces of the three DSS-Actions have been completed and the corresponding tools have been integrated into the DSS.

A Database, to support the different actions of the DSS, was also created and populated. The development of the OPEN-GAIN database was included among the work objectives and can be used by all models and tools developed under the OPEN-GAIN project. Data collected involve environmental and meteorological parameters, as well as a systematic classification of all components that constitute a hybrid power plant, derived from market analysis.

The Risk Evaluator tool and the Multi Criteria Analyzer are under development and should be released by the end of the project.

Integrated Implementation and Control System Design of a Prototype - WP-7 CRTEn - Technopole Bordj Cedria - Tunisia

Reverse Osmosis Water Desalination (ROWD) Plant

Characteristics

- Company : SETA – Spain
- RO Plant Start-up by SETA :
15-16 Nov. 2008
- Water produced capacity :
24 m³/day
- Brackish water salinity ≈ 16 g/L
- Produced water salinity ≈ 0.6 g/L
- Recovery rate = 60 %
- New premises of RO plant : June
2009 (Picture below)

Open-Gain Water Desalination RO Plant

The RO plant is equipped with different sensors :

Pressure (5), pH (2) Conductivity (2), Temperature (2), Chlorine (1), Oxidation-reduction (1), Level (8)

Preliminary operating data

These measurements are made to measure the performance of the plant, and to investigate the chemical factors that may interfere with a smooth running of the plant.

The physical-chemical analyses of feed, reject and produced waters are presented in table 1. The membrane salts rejections are also presented in this table. The rejection rate of divalent ions is nearly 98 %, and for monovalent ions, it is between 95 and

96.5%.

The scaling water properties were assessed by determining the supersaturation with respect to gypsum (gypsum) and MLSI¹ for CaCO₃.

The reject water supersaturation with respect to gypsum is equal 1.1, is slightly higher than unit, and then a chemical inhibition is enough to avoid gypsum scaling.

The feed water is at a Ca-carbonic equilibrium as shown in figure 4. The produced water is highly aggressive (MLSI = -3.7), therefore it needs a post treatment before consumption.

After acidification, the reject water is slightly scaling and the use of antiscaling product is enough efficient to inhibit CaCO₃



5

Table 1 : Raw, rejected brine and treated water analysis

	Cond (mS/cm ²)	pH	T (°C)	TDS g/L ⁻¹	Ca ²⁺ g/L ⁻¹	Mg ²⁺ g/L ⁻¹	Na ⁺ g/L ⁻¹	K ⁺ g/L ⁻¹	Cl ⁻ g/L ⁻¹	SO ₄ ²⁻ g/L ⁻¹	HCO ₃ ⁻ g/L ⁻¹	Fe ²⁺ ppm	MLSI	Ω _{RO/25°C}
Well Water	18.9	6.8	18.7	<u>15.2</u>	0.86	0.19	4.10	0.11	7.44	1.20	0.54	0.5/ 0.2	-0.7	0.3
Reject Water	46.6	7.2	-	<u>38.1</u>	2.19	0.49	10.43	0.22	18.91	3060	1.38	0.6	+0.2	1.1
Osmosis Water	0.76	6.5	19.2	<u>0.64</u>	0.02	5.10 ⁻³	0.21	6.10 ⁻³	0.37	0.02	0.02	<0.01	-3.7	<0.01
Salt Retention (%)				<u>95.5</u>	98	97.5	94.8	95	95.0	98.5	98.5			

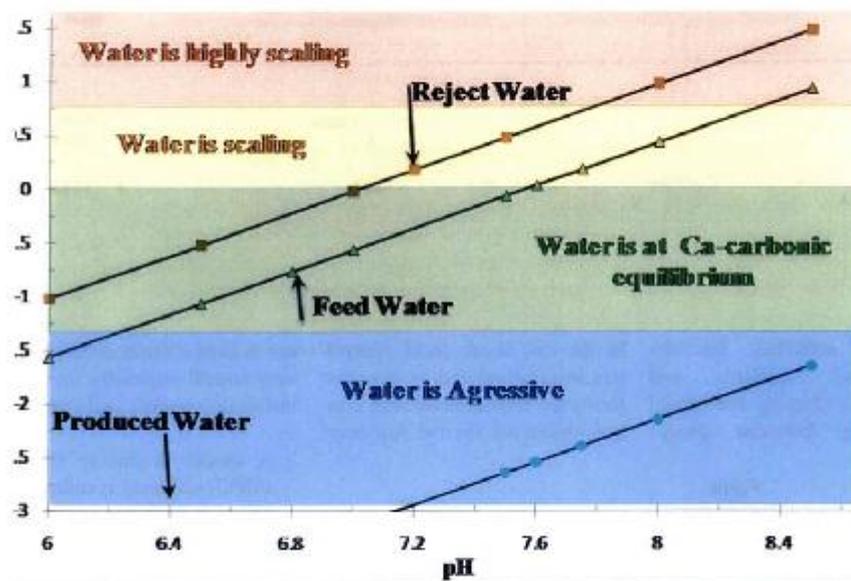


Figure 4 : RO Water characteristics: Scaling / Equilibrium / Aggressiveness

After RO unit being at rest for more than 2 weeks, a biofouling was observed on the pre-treatment compartment. Indeed,

the chlorine decomposes the macromolecules organic matters which become a nutriment to micro-organisms. It will be

interesting to stop injecting chlorine and making only a shock treatment with chlorine.

¹MLSI : Monohydrate form's Langelier Saturation Index (ELFIL H., Hammachi A., AIChE J. 2006; and. IDA World Congress on Desalination and Water Reuse 2007)

Integrated Dynamical Modelling, Simulation and Control - WP-5

WP Leader: UHEI

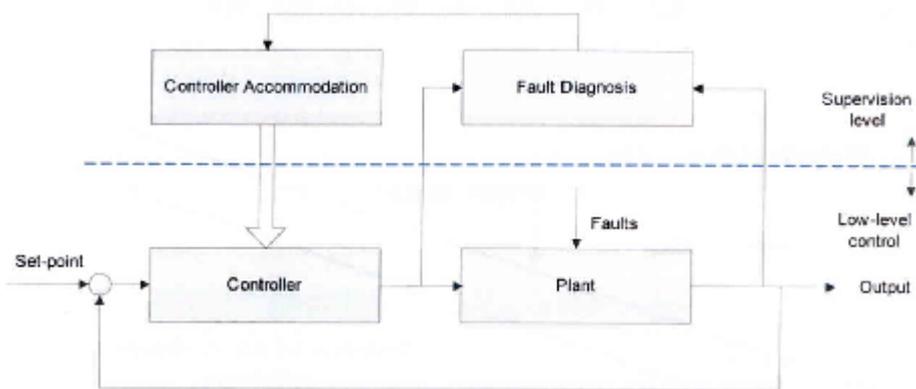
This work package is committed to integrate the models delivered by the other groups, to carry out simulations and to design the control system. The first task is to specify and to coordinate

and the coordination of this interchange.

The control system is structured in two control levels: the low level and the supervisor level.

control and monitoring were specified.

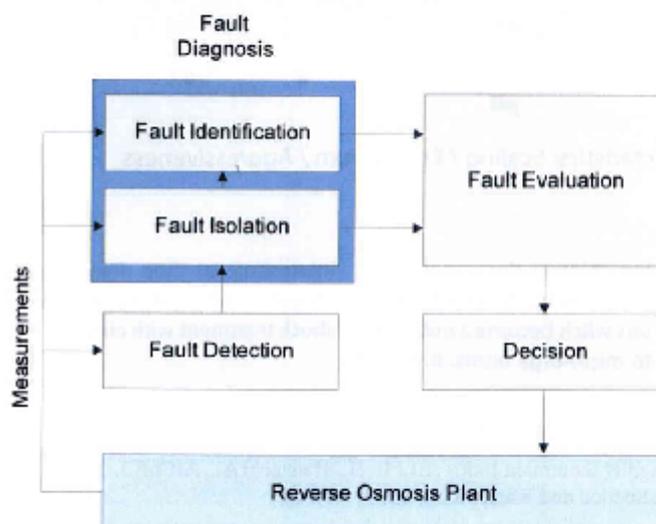
Reverse-Osmosis desalination plants need a fault tolerant control (FTC) system to allow the plant



simulation activities, i.e. definition of standards and interfaces to simplify sub-model interchanges between groups

In the low level, local controllers are implemented. System performance requirements and control objectives for the low-level

to run even if faults occur. This is very crucial especially for plants installed in remote arid areas.



A model Predictive Control (MPC) was used as control law and a hybrid supervisor was proposed to combine different FTC methods that perform better for a particular kind of faults. The method was tested on a smaller plant and showed very good results.

Project Dissemination Activities – WP8

WP Leader - CDER

All project partners contribute to dissemination activities, these are performed mainly through project website (www.open-gain.org), Internet, publications, project newsletters, seminars and conferences. Project meetings take place annually to enhance dissemination among consortium partners.

Open-gain Publications during project 2nd period

► Gambier A., Krasnik A., Badreddin E. 'Dynamic modelling of a simple reverse osmosis desalination plant for advanced control purposes' 2007 American Control Conference.

► Wellenreuther A., Badreddin E. 'Multi-loop Control System Design: A Game Theoretical Approach for Computer-controlled systems' 46th IEEE Conference on Decision and Control, New Orleans, LA, USA, December 12-14, 2007

► On page article published in 'Bulletins des Energies Renouvelables' Edited by CDER 'Conception optimale de systèmes viables de production d'eau et d'électricité destinés aux sites isolés utilisant les énergies renouvelables et une automatisation intelligente'

► Wellenreuther, A., A. Gambier and E. Badreddin, 'Optimal multi-loop control design of a reverse osmosis desalination plant with robust performance'. 17th IFAC World Congress (IFAC WC 2008), 10039-10034, Seoul, July 6-11, 2008.

► Gambier, A., M. Wolf, E. Badreddin, 'Open Gain: A European project for optimal water and energy production based on high level of automation'. Euromed 2008, November 9-13, Jordan.

► Gambier, A., A. Wellenreuther, E. Badreddin, 'Optimal operation of reverse osmosis plants based on advanced control' Euromed 2008, November 9-13, Jordan.

► S. Syafie, Fernando Tadeo, Luis Palacin, Cesar de Prada, Johanna Salazar 'Modelling for Dynamic Simulation of Pre-treatment in Reverse Osmosis Plants' IEEM 2008 Singapur, December 2008

► S. Syafie, Fernando Tadeo, Luis Palacin, Cesar de Prada 'Membrane Modeling For Simulation And Control Of Reverse Osmosis In Desalination Plants' UKACC Control 2008, Manchester, UK, 2-4 September 2008

► Luis Palacin, Fernando Tadeo, Cesar de Prada, S. Syafie, 'Library for Dynamic Simulation of Reverse Osmosis Plants EMS2008 (20th European Modeling and Simulation Symposium) Campora San Giovanni, Amantea (CS), Italy September 17-19, 2008



RO plant - Bordj Cedria - Tunis



Working session - Bordj Cedria - Tunis

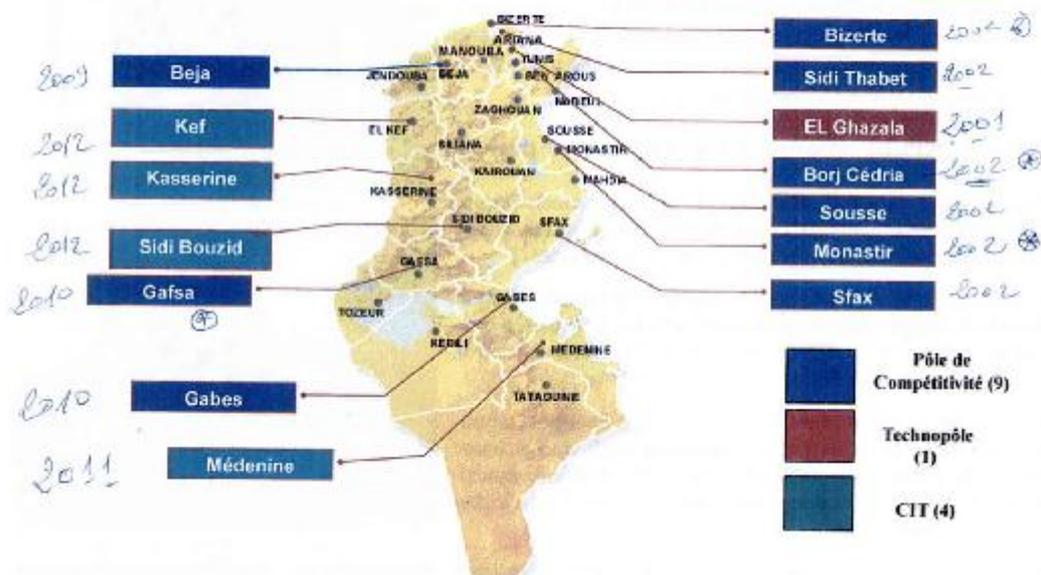


Social dinner at Athens meeting - Greece

**Newsletter'1 relates work and activities performed during the 1st project period.
Copy available in website.**



III-Etat d'Avancement du Programme des Technopôles/Pôles de Compétitivité & CIT





GCT

Project :

Reuse of urban waste-water as industrial water

1

COMPANY PROFILE

- Groupe Chimique Tunisien (GCT) is a worldwide leading producer and exporter of phosphate derivatives. It processes about 6.5 million tons of Tunisian phosphate rock each year, into merchant grade phosphoric acid (MGA), phosphate based fertilizers: diammonium phosphate (DAP) and triple super phosphate (TSP) and also feed phosphate product which is the dicalcium phosphate (DCP).
- Moreover, GCT produces agricultural grade ammonium nitrate and porous ammonium nitrate mainly for the local market.

2

- GCT has 4 production sites located in south tunisia (Gabès, Sfax, Skhira and M'dhilla).



1 PLANT OF SFAX
(since 1952)
0,7 MT of TSP



3 PLANTS OF GABES
(1972, 1974, 1979, 1982)
1,9 MT of PA and DCP, 1,6 MT of DAP,
0,15 MT of AN, AN Poreux



1 PLANT OF MDHILLA
(since 1985)
0,8 MT of TSP



1 PLANT OF SKHIRA
(since 1987)
1,5 MT PHOPHORIC ACID



Preservation of water resources

The industrial water needs of GCT plants in Gabes are estimated at 27,000 m³/day, most of each is used in phosphoric acid process.

To preserve water resources, GCT has planned new projects :

- **Reuse of urban waste-water after tertiary treatment**
- Desalination of sea water

5



Waste Water Treatment Plant in Gabes

- The Waste Water Treatment Plant (of ONAS) is implemented near to the GCT Plants in Gabes and reject about 15000 m³/day of treated waste-water in the sea.

6

Organic Quality of treated waste-water

Essai	Unité	Sortie STEP DE GABES 22/02/2010	NT106.02 D.P.maritime
DCO	mg O2/l	173	90
DBO5	mg O2/l	54	30
MES	mg/l	85	30
Turbidité	NTU	27,0	-
Nitrate	mg NO3/l	<0,5	90
Nitrite	mg NO2/l	<0,011	5
Chlorure	mg/l	572	-
Phosphore total	mgP/l	2,97	0,1
Orthophosphate	mgPO4 /l	3,19	-
Azote Kjeldahl	mgN/l	7,15	30

The values of **DCO, DBO** and **MES** exceed the limit imposed by the NT106-02

7

Comparison of the chemical quality of treated waste water and industrial water

Essai	Unité	SONEDE	FORAGE 4	FORAGE 5	EUT
pH		7,75	7,30	7,40	7,60
Conductivité	mS/m	443	399	418	436
Calcium	mg/l	294	280	290	236
Magnésium	mg/l	108	111	112	100
Sodium	mg/l	506	440	461	528
Potassium	mg/l	30,4	18,8	23,6	43,8
Résidu. Sec	mg/l	3,27 10 ³	3,0310 ³	3,1710 ³	2,94 10 ³
Chlorure	mg/l	724	570	807	572
Dureté	° F	152	152	152	122
Détergents	mg/l	<0,10	<0,10	<0,10	0,68
Sulfure	mg/l	<0,03	<0,05	<0,05	<0,05
Sulfate	mg/l	1,33 10 ³	1,26 10 ³	1,29 10 ³	1,07 10 ³
Cadmium	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cuivre	mg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Fer	mg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Manganèse	mg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Plomb	mg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Zinc	mg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050

1. The treated waste-water (output WWTP-Gabes) has a lower salinity than water drilling.

2. There is no heavy metals

8

Bacteriological quality

Essai	Unité	STEP DE GABES 22/02/2010	NT106.02 D.P.maritime
Coliformes	germes/100ml	4,6 10 ⁴	-
Coliformes Thermotolérants	germes/100ml	2,4 10 ⁴	2000
Entérocoques	germes/100ml	1,110 ⁶	1000
Escherichia Coli	germes/100ml	9,3 10 ³	-
Salmonelle		Absence	Absence
Oeufs d'Helminthes		Absence	Absence

The coliform analyzes exceed the limit values for water quality of discharge into the public maritime domain (DPM).

Moreover, there is no Salmonella and helminth eggs in the rejection of the WWTP.

9

Tertiary treatment trials

As part of this project, the GCT studied the tertiary treatments following:

- Disinfection of ONAS treated waste-water by sulfuric acid.(laboratory trials)
- Treatment with ultra-filtration (driver unit)

10

Driver Unit : Essays

With 0.1 μ m hollow fiber module, we can remove the following contaminants :

- Turbidity
- Bacteria
- Cysts and Oocysts
- Iron and Manganese
- Arsenic

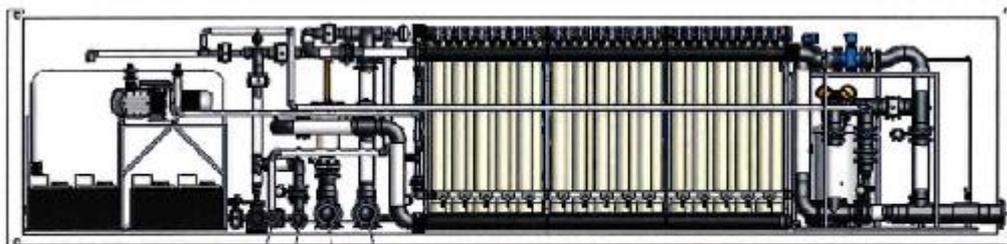
(Capacity treatment :5m³/h)



11

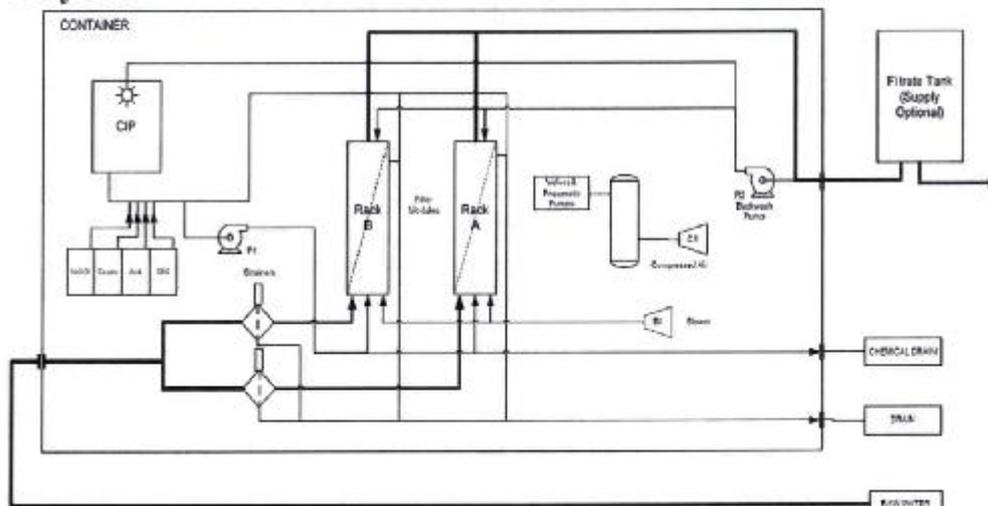
Purchase of unit on skid for membrane filtration wastewater : 5000 m³/day

- The GCT will buy a mobile unit for membrane filtration of treated wastewater with capacity of 5000 m³/h (2 rack) as first batch



12

Layout



13

Critical parameters

Source of raw	Output of WWTP-Gabes (Secondary treatment: activated sludge)
Raw water temperature	5 – 40° C
Raw water temperature (design)	25° C
Quality of reference of raw water	
PH-been worth	4 – 9
TOC	20 mg/l
Turbidity	100 Ntu
DBO	< 30 ppm O ₂
DCO	< 90 ppm O ₂
Suspended matter (MES - TSS)	50 mg/l
Color –Sak (spectral absorption Hg 436 nm)	< 1

14

Typically, qualities of water at exit of unit are :

Turbidity	0,1 Ntu
Microbiological quality	Absence (Note 1)
Note 1: the microbiological quality of water gets along measured on filtrated water immediately downstream from the membrane modules	

15

**Thank you
for your attention**

16

IV. LE DESSALEMENT DE L'EAU

Stations de dessalement de la SONEDE

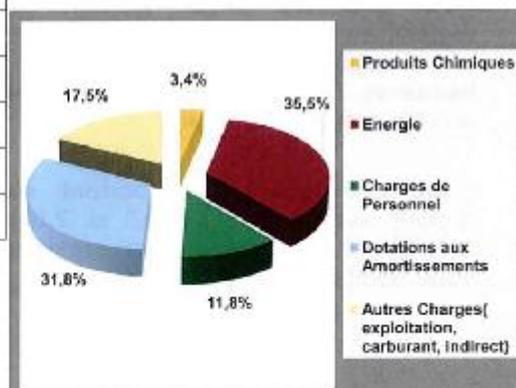
Stations	Capacité m ³ /jour	Mise en service	Eau brute (g/l)	Taux de Conversion
Kerkennah	3300	1983	3.6	75%
Gabès	34000	1995	3.2	74%
Zarzis	15000	1999	6.0	75%
Jerba	15000	2000	6.0	75%
Jerba extension	5000	2007	6.0	75%
Total	72 300			

1

IV. LE DESSALEMENT DE L'EAU

Coût de production de l'eau dessalée année 2010

Station de dessalement	Volume (m3)	Coût (DT/m3)
Kerkennah	1395411	0,626
Gabes	10971013	0,303
Jerba	8102123	0,614
Zarzis	6947678	0,692
Total	27416225	0,510



VI. PROGRAMME NATIONAL D'AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DE L'EAU

a) Objectif

- Réduction de la salinité de l'eau desservie jusqu'à 1.5 g/l au maximum, quoi que la norme tunisienne NT09.14, stipule 2.5 g/l

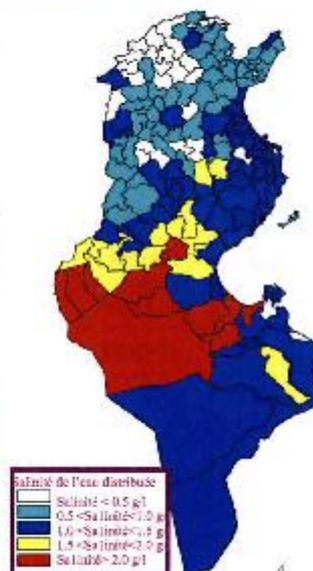
b) Approche

- Etablissement d'une base de données à base d'un SIG traitant de la salinité, la dureté et la teneur en sulfates à l'échelle de délégation
- Identification des zones d'intervention, établissement des études et identification des projets

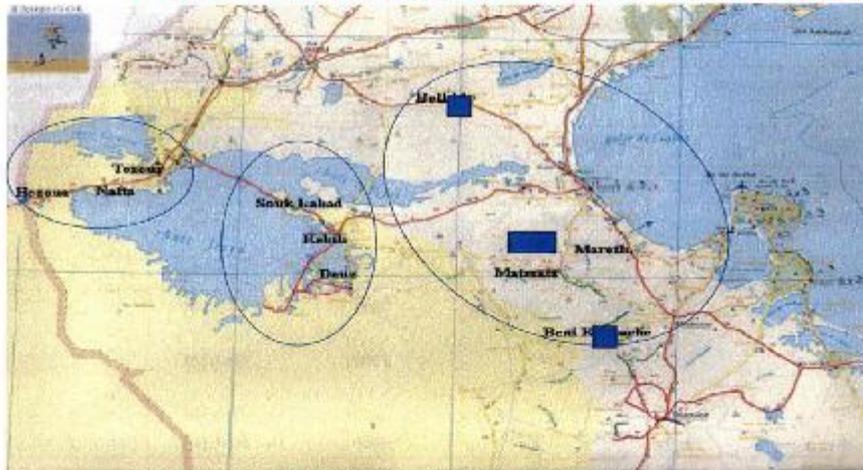
VI. PROGRAMME NATIONAL D'AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DE L'EAU

c) Réalisation du programme en deux phases

- Une première phase portant sur les régions ayant plus que 2 g/l de salinité et une population supérieure à 4000 habitants. En cours de réalisation, mise en service prévu pour 2014
- Une deuxième phase portant sur les régions ayant entre 1.5 g/l et 2.0 g/l de salinité et une population supérieure à 4000 habitants. En phase d'étude.



VI. PROGRAMME NATIONAL D'AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DE L'EAU



Site des projets de la première phase et systèmes de rejet de la saumure

5

VI. PROGRAMME NATIONAL D'AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DE L'EAU

d) Projets de la première phase

Gouvernorat	Site de la station	Capacité m ³ /jour	Technologie	Nb lignes
Tozeur	Tozeur	6000	OI	3/2000
	Nafta	4000	OI	2/2000
	Hezoua	800	OI	1/800
Kébili	Kébili	6000	OI	3/2000
	Souk Lahad	4000	OI	2/2000
	Douz	4000	OI	2/2000
Gabès	Matmata	4000	OI	2/2000
	Mareth	5000	OI	2/2500
Médenine	Béni Khédache	800	OI	1/800
Gafsa	Belkhir	1600	Electrodialyse réversible (EDR)	2/800
Total		36200		

5

VI. PROGRAMME NATIONAL D'AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DE L'EAU

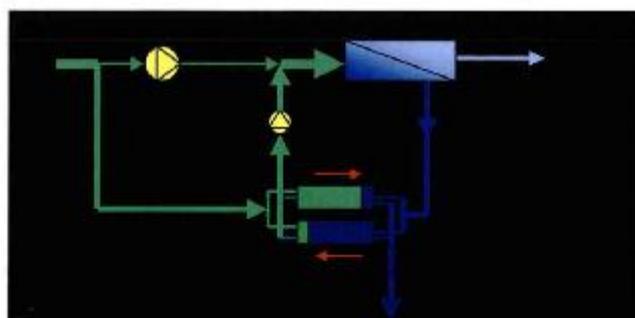
e) Projets de la deuxième phase

Gouvernorat	Site de la station	Capacité m ³ /jour	Technologie	Nb lignes
Tozeur	Dégueche	2500	OI/EDR	1
Kébili	Kébili extension	2000	OI/EDR	1
Sidi Bouzid	El Meknassi- Mazouna-Bouzzian	2000	OI/EDR	1
Médenine	Ben Guerdane	7500	OI/EDR	3
Gafsa	Gafsa nord-Gafsa	9000	OI/EDR	3
	sud-Ksar			
	Mdhila-Gtar- Ayeycha	2500	OI/EDR	1
	Metlaoui	3000	OI/EDR	1
	Redayef-Moulares	4000	OI/EDR	2
Total		32500		

7

VII. DESSALEMENT D'EAU DE MER

Afin de renforcer les ressources en eau pour le Centre et le Sud Est de la Tunisie, il est envisagé la mise en œuvre de quatre projets de dessalement d'eau de mer.



8

VII. DESSALEMENT D'EAU DE MER

VII.1 Station de dessalement d'eau de mer à Jerba

- ❑ Objectif : renforcement des ressources en eau et l'amélioration de la qualité des eaux distribuées.
- ❑ Mode de réalisation : Clé en main.
- ❑ Consistance du projet :
 - Prise d'eau de mer, station de dessalement et rejet de la saumure.
 - Station de dessalement 50 000 m³/j par la technique de l'OI
 - Stockage des eaux produites après mélange avec les eaux saumâtres.
 - Déférisation des eaux saumâtres de mélange.
 - Raccordement de la station de dessalement au réseau de distribution.
- ❑ Avancement du projet: L'appel d'offre pour la préqualification est lancé.

9

VII.1 Station de dessalement d'eau de mer à Jerba



10

VII. DESSALEMENT D'EAU DE MER

VII.2 Station de dessalement d'eau de mer à Zarat

- ❑ Objectif : renforcement des ressources en eau et l'amélioration de la qualité des eaux distribuées pour les gouvernorats de Gabès et Médenine jusqu'à l'échéance 2030.
- ❑ Mode de réalisation : EPC ou concession.
- ❑ Consistance du projet :
 - Prise d'eau de mer, station de dessalement et rejet de la saumure.
 - Station de dessalement 50 000 m³/j par la technique de l'OI
 - Raccordement de la station de dessalement au réseau de distribution.
- ❑ Avancement du projet: Etude en cours

11

VII. DESSALEMENT D'EAU DE MER

VII.3 Station de dessalement d'eau de mer à Sfax

- ❑ Objectif : renforcement des ressources en eau et l'amélioration de la qualité des eaux distribuées pour le Grand Sfax.
- ❑ Capacité 150 000 m³/j qui sera réalisée en trois phases.
- ❑ Mode de réalisation : Par voie de concession.
- ❑ Consistance du projet :
 - Prise d'eau de mer, station de dessalement et rejet de la saumure.
 - Station de dessalement 150 000 m³/j par la technique de l'OI
 - Raccordement de la station de dessalement au réseau de répartition du Grand Sfax .
- ❑ Avancement du projet: Requête de financement de l'étude en cours.

12

VII. DESSALEMENT D'EAU DE MER

VII.4 Station de dessalement d'eau de mer à Kerkennah

- ❑ Objectif : renforcement des ressources en eau et l'amélioration de la qualité des eaux distribuées dans les îles de Kerkennah.
- ❑ Mode de réalisation : clé en main.
- ❑ Consistance du projet :
 - Prise d'eau de mer, station de dessalement et rejet de la saumure.
 - Station de dessalement 6 000 m³/j par la technique de l'osmose inverse.
 - Raccordement de la station de dessalement au réseau de distribution .
- ❑ Avancement du projet: Requête de financement pour les études en cours.

13

VIII. DESSALEMENT PAR LES ÉNERGIES RENOUVELABLES

VIII-1 Dessalement par l'énergie solaire à Ben Guerdane

Dans le cadre de la coopération avec le gouvernement Japonais, le projet de dessalement des eaux saumâtres par l'utilisation de l'énergie photovoltaïque à Ben Guerdane a été retenu pour un coût de 20 millions DT.

Le projet consiste à :

- La construction d'une station de dessalement de Capacité 1800 m³/j , en utilisant l'énergie provenant des cellules photovoltaïques (200 Kwc)
- La construction d'un étang d'évaporation
- L'électrification et l'équipement d'un forage profond
- Fourniture et pose de 6 Km de conduites.

Avancement : Contrat avec le constructeur signé le 6 février 2012

Délai d'exécution 15 mois.

14

VIII. DESSALEMENT PAR LES ÉNERGIES RENOUVELABLES

VII-1 Dessalement par l'énergie solaire à Ben Guerdane

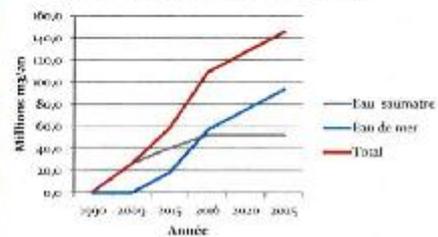


15

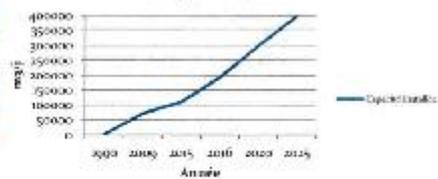
Evolution de la capacité de dessalement cumulée

Capacité	1990	2009	2015	2016	2025	
(m ³ /j)	Millions m ³					
Kerkennah	3300	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Jerba eau saumâtre	28000	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3
Zarzis	15000	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
Gabès	34000	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4
Jerba eau de mer	50000	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3
Ben Guerdane	2000	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
A1 (première phase)	36700	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2
A2 (deuxième phase)	32500	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9
Kerkennah eau de mer	6000	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Zarzis eau de mer	50000	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3
Sfax eau de mer Ph 1	50000	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3
Sfax eau de mer Ph 2	50000	0,0	18,3	18,3	18,3	18,3
Sfax eau de mer Ph 3	50000	0,0	18,3	18,3	18,3	18,3
Total eau saumâtre	143000	1,2	26,4	40,3	52,2	52,2
Total eau de mer	256000	0,0	0,0	18,3	56,0	93,4
total	399000	1,2	26,4	58,6	108,1	145,6

Production annuelle d'eau dessalée



Capacité installée



16



NEW TUNISIA

NEW OPPORTUNITIES



"... We are more than ever confident in the economic development prospects of Tunisia. The investment opportunities, the restructuring, the level of qualification of the workforce, the mastery of new technologies and the geographical proximity to Europe make of Tunisia an economic partner that will share with Europe, from now on, the same values of democracy and transparency. We believe that in the coming years, the new Tunisia will be one of the most attractive economic centers of the Mediterranean; it is the best timing to take part of it and actively participate in building its future."

Excerpt from the manifesto "West as Democracy"

270 contacts:

Philippe ABBON, Professor of Economics, Nord University; **François BOURGOIGNON**, Director, Paris School of Economics; **Michelle BRETON**, Full Professor, IEC Montreal; **René DE CARPIETTE**, former French Minister of Foreign Affairs; **Bassel COMEN**, Economist; **Erik Horvák**, GSK France; **Renaud DERRYS**, former Libyan Minister of Economy; **Attilio Jona-Paul FIDOUSSI**, University Professor, Sciences Po, D.; **Karel GALINSKY**, Professor, University of Jyväskylä; **Elisabeth GURGOU**, Member of Parliament, Vice President of the French National Assembly; **Gaetano INDIĆ**, General Manager, Semiconductors Division, STMicroelectronics; **Gianni Cariani Marone LOPEZ**, Member of Parliament, the European Parliament, Delegation of North Africa; **Jean-Hervé LORENZ**, Professor, Université Paris Dauphine; **Thierry MAWER**, Economics Professor, University of Freiburg; **Gérard SOROC**, General Manager, Société Générale Services; **Rene DE LAUSBERGER**, General Manager, Activa; **Gaby LOPEZ**, General Manager, Zedco, Aerospace Tunisia; **Lucia MARTINELA**, General Manager, Borison Tunisia; **Rami MERIS**, General Manager, Luxor Technologies Tunisia; **Moua MIZ**, Chief Executive Officer, Principal Dynamics France; **Louis PICH**, Chairman, ACTA Group; **David MISHKINE**, Member of Parliament, of the United Kingdom; **Olivier PASTINE**, Chairman, Mitsui; **Thierry PINARD**, Chief Executive Officer, ALTRIS Group; **Josua POND**, former Spanish Minister of Foreign Affairs; **George ZACCOUR**, Academy of Social Sciences of Canada; **Marc PAILLET**, Director Africa and Middle East, Renault Group.





TODAY
YOU HAVE EVEN +
REASONS
TO INVEST IN TUNISIA



2



NEW **TUNISIA**
NEW OPPORTUNITIES

3

A new democracy in action



- Creation of an independent authority to organize the elections
- Free and fair elections for a constituent assembly on October 23, 2011
- Consensus on a roadmap to ensure the transition to democracy after one year
- Involvement of the civil society and its commitment to the success of this transition

Good governance

Rule of law

Better synergy with the international community

Political and social pluralities

- Creation of an independent body to fight corruption
- Economic reforms (investment incentives code)
- Autonomy of the Central Bank of Tunisia
- Application for membership in the OECD and for the status of privileged partner of the European Union
- Social and economic program adopted by the GR

Transparency in transactions and call for tenders

Equality of opportunity with the freedom of doing business

New business opportunities

Access to foreign investment in sectors

A modern and tolerant society



38% of the population connected to Internet

facebook The most visited website by Tunisians

1 Tunisian out of 5 is connected to social networks

A civilization of over 3 thousand years

- A pioneer society (first Constitution in the Arab world in 1861, Code of Personal Status voted in 1956, women's right to vote in 1957 ...)
- A society open to its environment
- A society respectful of cultural diversities

A population immersed in ICT

Strategic position in the Mediterranean and unique quality of life



- Geographical, cultural and linguistic proximity to Europe
- 1,435 weekly flights between Tunisia and Europe
- Modern residential areas
- Foreign schools (French, American etc.)
- High level of medical services with a network of modern and specialized clinics
- A wide range of culture and sports activities with a highly developed tourist infrastructure



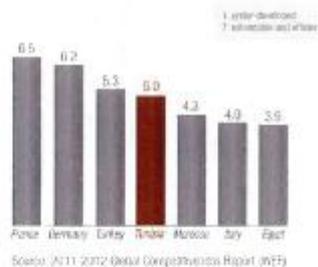
6

An infrastructure in full expansion



- 10 existing poles of competitiveness and 14 planned
- 13 cyberparks spread over several areas covering various fields of expertise
- About one hundred industrial zones throughout the Tunisian territory and two operational business parks
- 9 airports and 7 commercial seaports
- Service infrastructure at competitive rental costs
- Major investment programs to strengthen the infrastructure of inland areas (roads, industrial areas, technology spaces, irrigated areas ...)

Quality of infrastructure



7

A confirmed economic competitiveness in 2011



TUNISIA remains the leader in Africa and in the southern shore of the Mediterranean and 40th worldwide in terms of global competitiveness according to the World Economic Forum 2011-2012 ranking, released after the Jasmine revolution of January 14th, 2011.

TUNISIA is also the first southern Mediterranean country

- In terms of industrial exports to the European Union
- For the quality of its infrastructure
- For the availability of the most recent technologies
- For the quality of its scientific research institutions
- In terms of availability of engineers and scientists
- In terms of the impact of laws relating to FDI on businesses
- Where life is good ...

The Global Competitiveness Index 2011-2012

Rank	Country	Score
6	Germany	5.41
18	France	5.14
40	Tunisia	4.47
43	Italy	4.43
59	Turkey	4.28
73	Marocco	4.16
94	Egypt	3.88

Source: 2011-2012 Global Competitiveness Report (WCF)

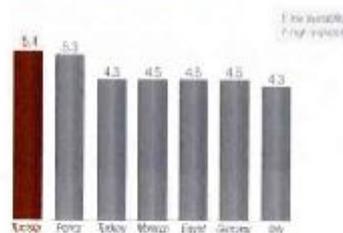
8

A pool of talents and skilled labor



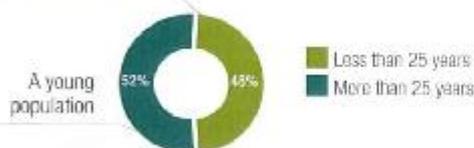
- 97% of youths are at school
- 366,000 students, 61% of whom are girls
- 66,000 new graduates of higher education per year
- 33% of students oriented towards computer science
- 30 R&D centers and 26,000 researchers
- A comprehensive program to improve the employability of graduates (additional training, internships, partnerships with foreign institutions and agencies ...)

Availability of scientists and engineers in the market



Source: 2011-2012 Global Competitiveness Report (WCF)

An energetic society



A young population

9

Significant investment incentives

- 10 year's exemption of income tax
- Multiple tax incentives for exports and regional development
- Investment premium for industrial projects in areas of regional development and for tourism and agricultural projects
- State subsidy for employer contributions in areas of regional development
- State subsidy for infrastructure expenditure in areas of regional development



10

A favorable regulatory framework

- Freedom of investment in most sectors
- Intellectual property protection
- Flexibility in recruitment procedures
- Convertibility of the Tunisian dirham for totally exporting companies
- Free transfer of profits, capital and capital gains
- Equal treatment of Tunisian and foreign investors
- Simplified procedures of business creation within a one-stop window
- Advantages for import and export with simplified customs procedures



Supporting agencies to serve investors



Agence Nationale de Promotion
des Investissements



Agence Nationale de Promotion
des Exportations



Agence Nationale de Promotion
du Commerce Extérieur

Presence of actors
with worldwide
reference ...



... who bear witness to the
attractiveness of the
tunisian site



SIEMENS

"Tunisia has the necessary assets to participate in the industrial use of renewable energy. First of all because of her sun and water, two necessary natural conditions, secondly because it is close to Europe, thus it is possible to export the green energy to Europe. It is upon this activity that we will focus during the coming 20 to 40 years."

René BUCHLER
Former CEO of SIEMENS
Tunisia

VAN LAACK

"We have many advantages in Tunisia, one of the main motives, as well as for the members of the Tunisian-German Chamber of Industry and Commerce, is that we are very close to Europe. Tunisia has a very good infrastructure not only in its sport but also in the telecommunications sector."

Ferdinand TERBURG
Director of VAN LAACK
Tunisia

ACTIA

"SIEMENS Tunisia represents one of the chief R&D centres of our ACTIA group. It is a center where our new products will be developed thanks to the local engineering. It is a centralized base in Tunisia to serve other subsidiaries of our group located in France and more widely in Europe, the Italy or England or even the U.S. and China. Today it is a great success with view to our development."

Cyril ROCHARD
General Manager of
APDIA

... who bear witness to the attractiveness of the tunisian site



**ZODIAC
AEROSPACE**

"It is a country where life is good and where modernity is available to everyone. So there is no problem for a European to spend his life in Tunisia."

Gaby LOPEZ
Chief Executive, ZODIAC
AEROSPACE Tunisia

EUROCAST

"Many people are not aware of the technology produced in Tunisia ... Tunisians have great adaptability. They are multitasking and we train them to be so. They have a sense of discipline but they also have an innate tendency for technology and they just love what we do."

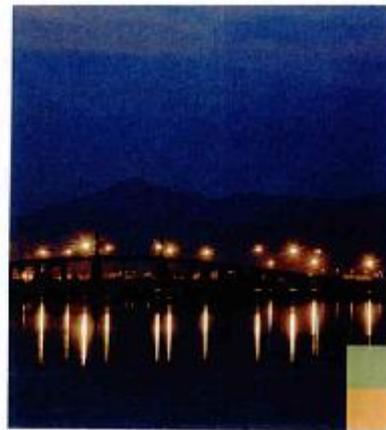
Thomas WENDT
Chief Executive of
EUROCAST Tunisia

**LACROIX
ELECTRONICS**

"I started with industrial activities, but within less than two years, we switched to aeronautical activities. Today we attend to manufacturer products for major aircraft equipment manufacturers in Europe and elsewhere. In the coming years, we will increase our activity by over 50%."

René MERLE
Chief Executive of
LACROIX ELECTRONICS Tunisia

Tunisia today...



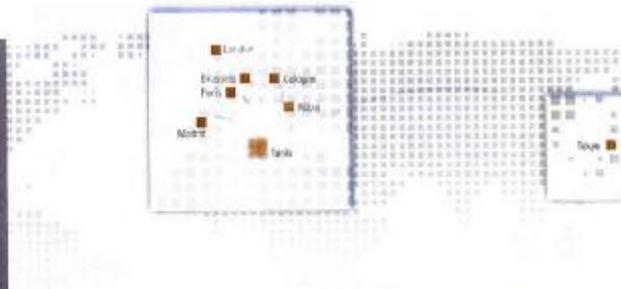
- An educated and modern society open to the world
- A diversified economy based on the quality of its human resources
- A country in a democratic transition, which frees up energies, previously inhibited
- A competitive country in sectors such as textiles and leather, mechanics, electroly and electronics, plastics, and agribusiness
- A country that offers new investment opportunities in the sectors of offshoring, aerospace, renewable energy, infrastructure projects, logistics, health services, tourism ...

FIPA-Tunisia, your partner for success



FIPA-Tunisia and its offices abroad form a comprehensive network of:

- Information on investment opportunities in Tunisia
- contacts in Tunisia or abroad
- advice on the conditions that will contribute to the success of projects
- accompanying the investor
- support to improve the sustainability of a company



Foreign Investment Promotion Agency

Tunis
E-mail: fipa.tunis@fipa.tn

Cologne

E-mail: foan@agribank.de

Milan

E-mail: ip@italianinvest.it

London

E-mail: foan@fipa.co.uk

Paris

E-mail: ip@parisinvest.fr



FOREIGN INVESTMENT PROMOTION AGENCY "FIPA-TUNISIA"
Rue Saïd eddine EL Amrani Centre Urbain N°63, 8094 Tunis
Tel. (21671) 752 540 Fax (216-71) 731 410
E-mail: ip@fipa.tn

www.investintunisia.tn

□ その他参考資料

- ・ NPW リネン排水再利用システム賞状 (P135)
- ・ NPW リネン排水再利用システム認定証 (P136)
- ・ チュニジアにおけるプラント設置・計画一覧 (P137)
- ・ 廃水再利用技術保有企業一覧 (P138)
- ・ 高品質水ニーズ候補企業一覧 (P141)

賞状

機械産業部門

銅賞

リネン排水再利用システム

日本ビニファウオリーク株式会社



貴社の新製品は平成二十一年度
石川ブランド優秀新製品認定
審査会において特に優秀と
認められましたのでこれを賞じます

平成二十一年五月二十日

石川県知事 谷本正憲



産政第二号



認 定 証

産政第 9 号

新製品の名称 リネン排水再利用システム

企 業 名 日本ピュアウォーター株式会社

頭書の新製品を平成21年度石川ブランド優秀新製品として認定します

平成 21 年 5 月 20 日

石川県知事 谷 本 正 憲



チュニジアにおけるプラント設置・計画一覧

地域	県	地名	年	規模 [m3/日]	技術	水源
center	Sfax	Kerkennah	1983	3,300		Brakish
south	Gabes	Gabes	1995	34,000		Brakish
south	Medenine	Zarzis	1999	15,000		Brakish
south	Medenine	Djerba	2000	15,000		Brakish
south	Medenine	Djerba	2007	5,000		Brakish
south	Tozeur	Tozeur	2014	6,000	RO	Brakish
south	Tozeur	Nafta	2014	4,000	RO	Brakish
south	Tozeur	Hezoua	2014	800	RO	Brakish
south	Kebili	Kebil	2014	6,000	RO	Brakish
south	Kebili	Souk Lahad	2014	4,000	RO	Brakish
south	Kebili	Douz	2014	4,000	RO	Brakish
south	Gabes	Matmata	2014	4,000	RO	Brakish
south	Gabes	Mareth	2014	5,000	RO	Brakish
south	Medenine	Beni Khedache	2014	800	RO	Brakish
south	Gafsa	Belkhir	2014	1,600	EDR	Brakish
south	Tozeur	Degueche	2016	2,500	RO / EDR	Brakish
south	Kebili	Kebil	2016	2,000	RO / EDR	Brakish
center	Sidi Bouzid	El Meknassi-Mazouna-Bouzian	2016	2,000	RO / EDR	Brakish
south	Medenine	Ben Guerdane	2016	7,500	RO / EDR	Brakish
south	Gafsa	Gafsa non-Gafsa sud-Ksar	2016	9,000	RO / EDR	Brakish
south	Gafsa	Mdhila-Gtar-Ayeycha	2016	2,500	RO / EDR	Brakish
south	Gafsa	Metlaoui	2016	3,000	RO / EDR	Brakish
south	Gafsa	Redayef-Moulares	2016	4,000	RO / EDR	Brakish
south	Medenine	Ben Guerdane	2010 -2015	2,000		Brakish
south	Medenine	Jerba	2012	50,000	RO	Sea Water
south	Gabes	Zarrat	2015	50,000	RO	Sea Water
center	Sfax	Sfax	2016	50,000	RO	Sea Water
center	Sfax	Sfax	2020	50,000	RO	Sea Water
center	Sfax	Sfax	2025	50,000	RO	Sea Water
center	Sfax	Kerkennah	2015	6,000	RO	Sea Water
south	Medenine	Benguerdane	2015	2,000	RO	Ground Water

廃水再利用技術保有企業一覧

企業名	会社売上 (百万円)	従業員数	業種	所在地	展開地域	使用する技術
Nippon Pure Water Inc.	1,385	(単独) 40人	水処理装置の開発及び、自家水道システムの事業化計画・認可取得・設計・施行・メンテナンス 工業用・商業用・家庭用浄水装置の製造販売・メンテナンス	日本	(廃水再利用) 日本国内	(廃水) MBR+RO (海水) RO
General Electric Co	11,754,330	(連結) 301,000人 (2011/12期)	総合重機、プラント設備工事、重電(電力設備)、重電(原子力発電)、水処理機械、民生用空調機器、鉄道車両、医療用電子機器、映画製作・配給、医療情報システム開発	米国	(廃水再利用) クウェート (海水淡水化) アルジェリア その他の進出地域は不明	RO/NF/UF/MF、EDI(電気透析器)や、EDR(極性転換型電気透析器) MBR等の技術があるが、廃水再利用、海水淡水化に使っている技術は不明。
Siemens AG	8,014,011	(連結) 370,000人 (2012/09期)	総合重機、プラント設備工事、重電(電力設備)、水処理機械、鉄道車両、医療用電子機器、医療情報システム開発	ドイツ	(廃水再利用) アメリカ17件、カナダ1件、オーストラリア3件、イギリス1件、イタリア1件、スペイン1件、中国1件、シンガポール2件 (海水淡水化) アメリカ、オーストラリア、	MBR、UV 殺菌、RO等の技術はあるが廃水再利用に使っている技術は不明。

					ヨーロッパ	
Hyflux Ltd.	30,626	(連結) 2,300 人 (2011/12 期)	水処理機械、インフ ラ(水)	シンガポ ール	(廃水再利 用)シンガ ポール、中 国 (海水淡水 化)北アフ リカ(主要 案件ではア ルジェリ ア)	RO膜を使った海 水淡水化の実績 あり。MBR、MF、 UV殺菌の技術も あるが、技術の 組み合わせ方不 明。
水道機工	15,046	(単独) 194 人 (2012/03 期) (連結) 441 人 (2012/03 期)	水処理機械	日本	(海水淡水 化)アジア 太平洋	(廃水) MBR+RO
日立プラ ントテクノ ロジー(非上 場)	334,339	(単独) 3,971 人 (2012/03 期) (連結) 6,500 人 (2012/03 期)	プラント設備工事、 水処理機械、半導 体・液晶製造装置(後 工程)	日本	(海水淡水 化)アジア 太平洋、中 東、南米、 ヨーロッパ (廃水再利 用)シンガ ポール、サ ウジアラビ ア	(廃水) MBR+RO
日本錬水 (非上場)	10,932	(単独) 276 人 (2012/03 期)	水処理機械	日本	(海水淡水 化)アジア 太平洋 (廃水再利 用)不明	(廃水) MBR+RO
三菱化学エ ンジニアリ ング(三菱レ イヨン関連 会社)	76,777	(単独) 1,466 人 (2012/03 期)	プラント設備工事	日本	(海水淡水 化)アジア 太平洋 (廃水再利 用)不明	(廃水) MBR+RO

Veolia Environnement SA (子会社に Sidem)	3,294,566	(連結) 331,266 人 (2011/12 期)	インフラ (水)	フランス	(海水淡水化) アジア・豪州 11%、中東・インド・アフリカ 10%、南北アメリカ 6% (廃水再利用) インド、オーストラリア、オランダ等 (その他にもあると考えられるが詳細不明)	RO プラントを作っていること、MBR の技術を持っていることはわかっているが技術の組み合わせ方は不明
Waterleau Group Nv (非上場)	7,213	(単独) 191 人	水処理機械、空気浄化、廃棄物処理、エネルギー	ベルギー	(海水淡水化) 中国、米国、エジプト、トルコ、アルジェリア、ブラジル等 (廃水再利用) モロッコ	RO 技術もあるが、モロッコの再利用水は MBR を利用。

高品質水ニーズ候補企業一覧

	地域	投資国	会社名	産業	製品内容	資本 (千 TND)	チュニジアの従業員数
1	“	Tunisia	GROUPE CHIMIQUE TUNISIEN	chemicals and chemical products	Nitrogen and fertilizer products.	476,084	2,120
2	Gabes	Spain	SanLucar Fruit S.L	food products-fruits and vegetables	Vegetables		
3	Sousse	Saudi Arabia - Italy	STE TNNE DES INDUSTRIES DE PNEUMATIQUES	chemicals and chemical products	Tire manufacturi ng.	42,078	920
4	Sousse	France	STE IND DES TEXTILES (SOUSSE)	textile and wearing apparel	Cotton thread.	23,063	316
5	Monasti r	United Kingdom of Great Britai	STE IND DES TEXTILES (KSAR HELLAL)	textile and wearing apparel	Woven cotton fabric manufacturi ng.	23,063	520
6	Sfax	Germany	HENKEL ALKI (SFAX)	chemicals and chemical products	Perfumes and toiletry items.	18,043	180
7	Sfax	Tunisia	TECHNOFLEX	chemicals and chemical products	Plastic packaging.	15,000	56
8	Monasti r	France	TUNISIE CATERING (MONASTIR)	food products-fruits and vegetables	Conserving & preserving of other vegetables.	12,000	153
9	Sfax	Tunisia	COMPTOIR GL D' IMPRESSION ET DE TRAITEMENT DES EMBALLAGES LEGERS	chemicals and chemical products	Plastic packaging.	11,400	188

10	Sousse	Greece - Switzerland	STE ADHESIF ELASTIQUE	chemicals and chemical products	Pharmaceutical preparations.	10,770	320
11	Sfax	Tunisia	DAR ESSAYDALI	chemicals and chemical products	Pharmaceutical preparations.	10,580	185
12	Sousse	Germany	LEONI TUNISIE	electronic and electronic equipment	Wires, insulated cables and cable bundles.	9,325	7,000
13	Sfax	Tunisia	GALPHARMA	chemicals and chemical products	Basic pharmaceutical products.	8,550	180
14	Sousse	Tunisia	UNITE DE FABRICATION DE MEDICAMENTS	chemicals and chemical products	Pharmaceutical preparations.	7,400	28
15	Sousse	Tunisia	STE TISSAGE MEUBLATEX	textile and wearing apparel	Diverse household linens - Industrial manufacturing of rugs and carpets - Manufacture of non-woven or knitted fabrics - Miscellaneous textile industries.	4,850	180

16	Sfax	France	IGL INDUSTRIES	electronic and electronic equipment	Computers and other computerized equipment.	4,705	75
17	Monastir	Tunisia	STE TNNE DE PANSEMENTS	textile and wearing apparel	Miscellaneous textile industries.	4,300	47
18	Sousse	Tunisia	ALLIANCE PHARMA	chemicals and chemical products	Basic pharmaceutical products.	4,200	74
19	Monastir	Tunisia	STE DE TRANSFORMATION D'EXPORTATION ET D'IMPORTATION TEXTILE SOTEXI	textile and wearing apparel	Diverse household linens.	4,200	16
20	Sfax	Tunisia	CONFECTION IDEALE DU SUD	textile and wearing apparel	Manufacture of undergarments.	4,100	350
21	Monastir	Tunisia	STE DE TISSAGE D'AMEUBLEMENT	textile and wearing apparel	Diverse household linens.	3,900	36
22	Sfax	Tunisia	STE IND DE VERRES OPTIQUES	electronic and electronic equipment	Eye glasses.	3,885	173
23	Sousse	Italy	YASSIN	chemicals and chemical products	Other items made from plastic.	3,723	180
24	Sousse	Tunisia	COMPTOIR NATIONAL DU PLASTIQUE	chemicals and chemical products	Plates, sheets, tubes and profiles in plastic - Plastic packaging.	3,250	130

25	Monastir	Tunisia	UNION INTER DE FILATURE	textile and wearing apparel	Spinning of silk and texturing of synthetic threads.	3,200	110
26	Sfax	Tunisia	TRICOTAGE EL HOUDA	textile and wearing apparel	Manufacture of pull overs and similar articles in knit fabric - Manufacture of under garments.	2,775	212
27	Sfax	Tunisia	STE DES INDUSTRIES METALLIQUES ET D' ECLAIRAGE GENERALE	electronic and electronic equipment	Lighting equipment.	2,500	20
28	Sousse	Libyan arab jamahiriya	ROTANA COSMETICS	chemicals and chemical products	Perfumes and toiletry items.	2,480	65
29	Sousse	Switzerland	CABLES INDUSTRIELS TECHNIQUES	electronic and electronic equipment	Wires, insulated cables and cable bundles.	2,300	136
30	Sousse	Tunisia	STE FAWANIS	electronic and electronic equipment	Lamps.	2,230	70
31	Sousse	France	MICRO TECHNIC INTERNATIONAL TUNISIE	chemicals and chemical products	Other items made from plastic.	2,100	233

32	Sfax	Tunisia	TELETEC CATERING	food products-fruits and vegetables	Meat and poultry products - Transformin g, conserving, refrigerati on and freezing of fish and seafood - Conserving & preserving of other vegetables.	2,000	100
33	Mahdia	Tunisia	STE MUTUELLE CENTRALE DES SERVICES AGRICOLE ET IND ZOUILA	chemicals and chemical products	Soaps, detergents and cleaning products.	2,000	183
34	Monasti r	Tunisia	STE TNNE DE FABRICATION D'ARTICLES POUR BEBES (BENNANE)	chemicals and chemical products	Plastic packaging.	1,900	50
35	Sousse	Tunisia	BK FOOD	food products-fruits and vegetables	Transformin g, conserving, refrigerati on and freezing of fish and seafood - Conserving & preserving of other vegetables.	1,700	200

36	Mahdia	Tunisia	WIFRESH	food products-fruits and vegetables	Processing and conserving of fruits & vegetables.	1,624	110
37	Sfax	Tunisia	SIMEG PLUS	electronic and electronic equipment	Lighting equipment.	1,593	50
38	Sousse	France	TUNISIE PLASTIQUES SYSTEMES	chemicals and chemical products	Other items made from plastic.	1,500	470
39	Sousse	France	INJECTION PLASTIQUES SYSTEMES	chemicals and chemical products	Other items made from plastic.	1,500	70
40	Monastir	Tunisia	BEN HASSINE FRERES	chemicals and chemical products	Plastic packaging - Other items made from plastic.	1,300	160
41	Sousse	Tunisia	PROMOVIANDE	food products-fruits and vegetables	Meat processing - Poultry and rabbit processing - Transforming, conserving, refrigeration and freezing of fish and seafood - Conserving & preserving of other vegetables.	1,260	28
42	Mahdia	Tunisia	STE DE BRODERIE ELECTRONIQUE FATIMIDE	textile and wearing apparel	Miscellaneous textile industries.	1,218	66

43	Sfax	Tunisia	STE OPTY-LAB	electronic and electronic equipment	Eye glasses.	1,200	23
44	Mahdia	Tunisia	BACOVET INTERNATIONAL	textile and wearing apparel	Manufacture of clothing and accessories .	1,200	722
45	Sfax	Tunisia	SAVONNERIE DE CARTHAGE	chemicals and chemical products	Soaps, detergents and cleaning products.	1,125	40
46	Sfax	Tunisia	STE IND D' ARMEMENT DE PECHE	textile and wearing apparel	Cord, rope, twine and netting manufacture .	1,110	22
47	Sfax	Tunisia	STE IND DES MATERIAUX DE PECHE ET AGRICULTURE	textile and wearing apparel	Cord, rope, twine and netting manufacture .	1,100	19
48	Sfax	France	GRANUPHOS SA	chemicals and chemical products	Nitrogen and fertilizer products.	1,026	72
49	Sfax	Tunisia	STE M'HIRI FRERES	textile and wearing apparel	Miscellaneo us textile industries - Manufacture of outerwear - Manufacture of under garments.	1,010	10
50	Sousse	Tunisia	METALLIC STRUCTURE MANUFACTURY	electronic and electronic equipment	Lighting equipment.	1,000	58

51	Sousse	Tunisia	STE DE FRIPERIE ET D'EFFILOCHAGE	textile and wearing apparel	Miscellaneous textile industries.	1,000	40
52	Sousse	Tunisia	STE SAHELIENNE DE BLANCHIMENT ET TEINTURE	textile and wearing apparel	Manufacture of sewing threads - Textile finishing.	1,000	15
53	Monastir	Tunisia	STE IND DE SACHERIE	chemicals and chemical products	Plastic packaging.	1,000	100
54	Sfax	Tunisia	MANUF DE CONFECTION DU SUD	textile and wearing apparel	Manufacture of under garments - Manufacture of clothing and accessories	1,000	320
55	Sfax	Tunisia	LA NLE FILATURE PEIGNEE DE SFAX	textile and wearing apparel	Cotton thread.	1,000	20
56	Monastir	Germany	ELECTRO CONTACT TUNISIE	electronic and electronic equipment	Wires, insulated cables and cable bundles	930	660
57	Monastir	Tunisia	AFRIQUIA MEDICAMENTS	chemicals and chemical products	Pharmaceutical preparations.	900	37
58	Monastir	Tunisia	TUNISIAN GLOBAL PLASTURGY	chemicals and chemical products	Plastic packaging.	900	20

59	Sousse	Tunisia	STE CONFORT AUTOCAR	textile and wearing apparel	Bead spread and covers manufacture - Other articles manufacture d from cloth - Industrial manufacturi ng of rugs and carpets - Manufacture of clothing and accessories .	728	90
60	Mahdia	Tunisia	STE AMO	textile and wearing apparel	Manufacture of outerwear.	700	148
61	Sousse	Tunisia	STE TNNE DE FABRICATION D'OUATE ET DERIVES	textile and wearing apparel	Miscellaneo us textile industries.	685	37
62	Monasti r	Tunisia	INTELLIGENT SYSTEM ENGINEERING SA	electronic and electronic equipment	Electric distributio n an command materials - Electronic components.	621	11
63	Mahdia	France	STE INES CONFECTION (LA CHEBBA)	textile and wearing apparel	Manufacture of outerwear.	600	126
64	Mahdia	France	ULLIEN CONFECTION TUNISIE (MAHDIA)	textile and wearing apparel	Manufacture of outerwear.	600	260

65	Sousse	France, Algeria	SOMECAL	textile and wearing apparel	Manufacture of outerwear.	575	250
66	Monastir	Tunisia	AGRO FRESH	food products-fruits and vegetables	Processing and conserving of tomatoes.	572	21
67	Sousse	Tunisia	STE DE PRODUITS AGRO-ALIMENTAIRES ET DE CONSERVES	food products-fruits and vegetables	Conserving & preserving of other vegetables.	564	65
68	Sfax	Tunisia	GROUPE MEDITERRANEEN DE CONFECTION	textile and wearing apparel	Manufacture of outerwear - Manufacture of under garments - Manufacture of clothing and accessories .	550	320
69	Sfax	Tunisia	SIDILEC INTER	electronic and electronic equipment	Wires, insulated cables and cable bundles.	550	150
70	Monastir	France	MONAPLAST	chemicals and chemical products	Other items made from plastic.	500	60
71	Mahdia	France	MAHDIA CORSETERIE	textile and wearing apparel	Manufacture of under garments.	500	300

72	Sousse	Luxembourg	LA CONFECTION TNNE	textile and wearing apparel	Manufacture of work clothes and uniforms - Manufacture of outerwear.	500	250
73	Sfax	Tunisia	CONFECTION MODERNE EL AMRA	textile and wearing apparel	Manufacture of under garments.	500	310
74	Sfax	Tunisia	SOTECA EXPORT	electronic and electronic equipment	Electric distributio n an command materials - Processes controlling equipment for industry.	500	10
75	Sfax	Tunisia	TUNIMED	chemicals and chemical products	Plastic packaging.	425	10
76	Monastir	France	CHANTELLE TUNISIE	textile and wearing apparel	Manufacture of under garments.	420	377
77	Monastir	France	SOTUFAM (BENI HASSEN)	textile and wearing apparel	Manufacture of under garments.	420	335
78	Monastir	France	CIV TUNISIE	electronic and electronic equipment	Electronic components.	386	43
79	Sousse	France	SEALYNX AUTOMOTIVE TUNISIA	chemicals and chemical products	Articles in rubber.	360	65
80	Mahdia	Tunisia	KAS PLAST	chemicals and chemical products	Plastic packaging.	330	18

81	Sousse	Tunisia	MEDICAL MANUFACTURING	electronic and electronic equipment	Medico-surgical and orthopedic equipment - Measuring and controlling instruments .	300	12
82	Sousse	France	PLASTI - KA	chemicals and chemical products	Other items made from plastic.	300	54
83	Gabes	France	TUNISIE SOUS-VETEMENTS MAILLE	textile and wearing apparel	Manufacture of under garments.	250	160
84	Mahdia	Belgium	STE SBM	textile and wearing apparel	Other articles manufactured from cloth.	250	328
85	Sfax	Tunisia	CIE MAGHREBINE D' EQUIPEMENT	electronic and electronic equipment	Electrical home appliances - Manual home appliances.	210	20
86	Monastir	Tunisia	BEN FATTOUM ROMDHANE ELECTRIC	electronic and electronic equipment	Electric distribution command materials.	204	24
87	Sousse	Germany	MANUFACTURE ELECTRO-TECHNI QUE DE SOUSSE	electronic and electronic equipment	Wires, insulated cables and cable bundles.	200	3,721

88	Mahdia	Tunisia	SODRICO	textile and wearing apparel	Manufacture of outerwear - Manufacture of clothing and accessories	200	420
89	Mahdia	Tunisia	STE IND DES ENGRAIS MODERNES	chemicals and chemical products	Nitrogen and fertilizer products.	200	11
90	Sousse	Tunisia	STE ANONYME DE CONSERVERIES TNNES	food products-fruits and vegetables	Transforming, conserving, refrigeration and freezing of fish and seafood - Conserving & preserving of other vegetables - Processing and conserving of fruits & vegetables.	180	55
91	Sousse	Lebanon	STE EL ANWAR	food products-fruits and vegetables	Potatoes.	175	18
92	Mahdia	Tunisia	STAR PLAST	chemicals and chemical products	Other items made from plastic.	136	21

93	Sousse	Luxembourg - Italy	IS TECHNOLOGIE	electronic and electronic equipment	Electrical motors, generators and transformer s - Lamps.	132	143
94	Monastir	France	CONFECTION IND TEBOULBA GUEMENE INTER	textile and wearing apparel	Manufacture of work clothes and uniforms.	125	300
95	Sfax	France	DONNA CONFECTION	textile and wearing apparel	Manufacture of under garments.	114	200
96	Sousse	Tunisia	LIMMATEX	textile and wearing apparel	Manufacture of outerwear.	110	200
97	Monastir	France	STE NEW ACOBEN	textile and wearing apparel	Manufacture of outerwear.	100	220
98	Mahdia	France	STE IND DE CONFECTION	textile and wearing apparel	Manufacture of work clothes and uniforms.	100	130
99	Sousse	France	LAFPROM TUNISIE	textile and wearing apparel	Manufacture of clothing and accessories .	100	300
100	Monastir	Tunisia	TRESSELEC	textile and wearing apparel	Other fabric manufacture .	100	300
101	Monastir	France	PROMENS TUNISIA	chemicals and chemical products	Other items made from plastic.	100	97

102	Sousse	Tunisia	CABLAGE INTERNATIONAL	electronic and electronic equipment	Electric distributio n an command materials - Wires, insulated cables and cable bundles.	100	49
103	Sousse	Germany	PRODUCTION ELECTROTECHNIQ UE TUNISIE	electronic and electronic equipment	Electric distributio n an command materials.	100	110
104	Sfax	France	STE TUNITEX	textile and wearing apparel	Manufacture of outerwear.	100	850
105	Mahdia	Tunisia	TEXTILE SOUASSI COMPAGNY	textile and wearing apparel	Manufacture of outerwear.	100	90
106	Mahdia	Tunisia	LE JOINT INDUSTRIEL	chemicals and chemical products	Articles in rubber.	100	24
107	Sfax	Tunisia	INJEC' S	chemicals and chemical products	Plastic packaging.	60	10
108	Gabes	France	STE CLAUDE ET ANNETTE EXPORT	textile and wearing apparel	Tailor made clothing manufacture - Manufacture of outerwear - Manufacture of under garments.	50	200
109	Sousse	Tunisia	STE SUN ENERGY	electronic and electronic equipment	Lamps.	50	10

110	Mahdia	Germany	SYSTEME AUTOMOBILE ET TECHNIQUE D'EL JEM	electronic and electronic equipment	Wires, insulated cables and cable bundles.	50	1,700
111	Mahdia	Tunisia	MABROUK TRICOTAGE CONFECTION	textile and wearing apparel	Manufacture of outerwear.	50	90
112	Mahdia	Tunisia	STE ALEX	textile and wearing apparel	Manufacture of outerwear - Manufacture of under garments.	45	146
113	Sousse	Tunisia	BALANCE DU CENTRE MESTRI	electronic and electronic equipment	Measuring and controlling instruments .	40	23
114	Monastir	France	WATTS INDUSTRIES (EX MONASTIR ELECTRONIQUE)	electronic and electronic equipment	Electronic components.	20	220
115	Monastir	France	STE CYLALIDE TUNISIE	electronic and electronic equipment	Wires, insulated cables and cable bundles.	19	40
116	Monastir	France	OMERIN DIVISION TNNE	electronic and electronic equipment	Electric distributio n an command material	15	100

117	Sousse	Tunisia	STE MOHLA	electronic and electronic equipment	Electric distribution command materials - Electrical parts for motors and vehicles.	10	10
118	Monastir	France	EMKA MED	electronic and electronic equipment	Electric distribution command materials - Wires, insulated cables and cable bundles - Electronic components.	10	36
119	Monastir	France	SOMALEC	electronic and electronic equipment	Wires, insulated cables and cable bundles - Electronic components.	10	20
120	Sfax	Yemen	STE INTERNATIONAL DE PRODUCTION	chemicals and chemical products	Perfumes and toiletry items.	9	12
121	Sousse	(Not acquired)	DORCAS	chemicals and chemical products	Pharmaceutical something		
122	Sousse	(Not acquired)	FRESENIUS-TUNISIE.	chemicals and chemical products	Pharmaceutical something		
123	Sfax	(Not acquired)	PHARMACARE	chemicals and chemical products	Pharmaceutical something		

124	Sfax	(Not acquired)	SIMED	chemicals and chemical products	Pharmaceutical something		
125	Sousse	Japan	YKK	textile and wearing apparel	Produce zipper		
126	Sousse	Italy	BENETTON	textile and wearing apparel	Dyeing cloths		
127	Sousse	(Not acquired)	(Not acquired)	textile and wearing apparel	Washing jeans		
128	Ben Arous	Tunisia	Mabrouka	food products-fruits and vegetables	Citrus, Fruit arboriculture, In-vitro seedlings, Olives		